



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA**

**DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**TESIS**

**POTENCIAL DE LOS SISTEMAS DE BARRANCOS PARA LA GENERACIÓN  
DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. PROPUESTA METODOLÓGICA DESDE  
LAS CIENCIAS AMBIENTALES**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**PRESENTA**

**MTRO. MIQUEAS COLÍN YAXI**

**DIRIGIDA POR:**

**DR. JESÚS GASTÓN GUTIÉRREZ CEDILLO**

**DR. LUIS MIGUEL ESPINOSA RODRÍGUEZ**

**DR. J. ISABEL JUAN PÉREZ**

**Toluca, Estado de México, mayo de 2024**

## ÍNDICE

No.	Contenido	Pág.
	RESUMEN	11
	INTRODUCCIÓN	14
	Antecedentes	17
	Planteamiento del problema	23
	Preguntas de investigación	24
	Hipótesis	25
	<i>Hipótesis Metodológica</i>	25
	<i>Hipótesis Empírica</i>	25
	<i>Hipótesis Teórica</i>	25
	Justificación	26
	<i>Justificación académica y científica</i>	26
	<i>Justificación contextual y geográfica</i>	26
	Objetivos	27
	<i>Objetivo general</i>	27
	<i>Objetivos particulares</i>	27
1	CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO	28
1.1	Desarrollo Epistemológico de las Ciencias ambientales	28
1.2	La Geografía ambiental y la relación ambiente-sociedad	31
1.3	La evolución de la ciencia geográfica y los principios geográficos	32
1.4	La Teoría de Sistemas Complejos y la posibilidad de interacciones en los sistemas socioecológicos	35
1.5	Los sistemas de barrancos desde un punto de vista teórico: ecosistemas y barrancos	37
1.5.1	<i>Enfoque Geológico y Geomorfológico en el estudio de sistemas de barrancos</i>	39
1.5.2	<i>Enfoque sobre la riqueza florística en el estudio de sistemas de barrancos</i>	40
1.5.3	<i>Enfoque sobre la identificación y cuantificación de fauna en el estudio de sistemas de barrancos</i>	41
1.5.4	<i>Enfoque acerca del estudio de sistemas de barrancos en zonas urbanas</i>	41

1.6	Evolución del concepto de servicios ecosistémicos	43
1.7	Geotecnología y SIG una ciencia en evolución	45
1.8	Método etnográfico en los sistemas de barrancos	46
	CAPITULO 2. METODOLOGÍA	48
2.1	Primera etapa metodológica. Delimitar mediante la aplicación de Geotecnologías, los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango; y analizar la funcionalidad geográfica de ambos ambientes de barrancos, mediante la descripción de los ecosistemas y sus componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico.	49
2.1.1	<i>Caracterización geográfica, ambiental y socioeconómica del sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango</i>	49
2.1.2	<i>Identificación de los usos del suelo presentes, los tipos de vegetación y los ecosistemas presentes en el sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango</i>	52
2.2	Segunda etapa metodológica. Identificar y evaluar la problemática ambiental y social de los sistemas de barrancos; y diferenciar la problemática en el ámbito rural y el ámbito urbano, mediante métodos gráficos y matriciales.	53
2.3	Tercera etapa metodológica. Analizar y diferenciar el potencial para ofrecer servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad, conservación del suelo; e identificar las acciones actuales en la conservación de los sistemas de barrancos, mediante el método etnográfico, cuestionarios y entrevistas estructuradas.	54
2.3.1	<i>Elaboración del cuestionario y piloteo en la Cuenca Calderón</i>	54
2.3.2	<i>Criterios de Inclusión en la Muestra y aplicación de cuestionarios en la Cuenca Calderón y en la cuenca Tarango</i>	55
2.3.3	<i>Análisis Estadístico de los Cuestionarios aplicados en la Cuenca Calderón y en la cuenca Tarango</i>	56
2.4	Cuarta etapa metodológica. Diseñar estrategias para políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación social, mediante el método etnográfico y el Enfoque del Marco Lógico.	58
2.5	Quinta etapa metodológica. Validar la propuesta teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos.	60
	CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
3.1	Delimitación de los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango; y análisis de la funcionalidad geográfica de ambos ambientes de barrancos, mediante la descripción de los	

	ecosistemas y sus componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico.	61
3.1.1	<i>Caracterización Geográfica, ambiental y socioeconómica del sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango</i>	62
3.1.1.1	Caracterización del sistema de barrancos del río Calderón	62
	a) Características geográficas y ambientales	62
	b) Características sociales y económicas	69
	c) Características sociales y económicas de cada municipio que conforma la cuenca Calderón	77
	• Municipio de Villa Guerrero	77
	• Municipio de Zumpahuacán	80
	• Municipio de Ixtapan de la Sal	84
	• Municipio de Tenancingo	88
	• Municipio de Tonatico	92
3.1.1.2	Caracterización del sistema de barrancos del río Tarango	95
	a) Características geográficas y ambientales	95
	b) Características sociales y económicas	104
	c) Características sociales y económicas de cada localidad de la cuenca del Río Tarango	106
3.1.2.	<i>Análisis comparativo de las Características Físicas, Bióticas, Sociales y Económicas de la cuenca Calderón y la cuenca Tarango</i>	108
3.2	Identificación y evaluación de la problemática ambiental y social que han sufrido los sistemas de barrancos en el ámbito rural y el ámbito urbano.	111
3.2.1	<i>Diagnóstico de la problemática de la cuenca Calderón: identificación de problemas, análisis FODA y análisis de Causalidad</i>	111
	a) Identificación de problemas	111
	b) Análisis FODA	112
	c) Análisis de causalidad	115
3.2.2	<i>Diagnóstico de la problemática de la cuenca Tarango: identificación de problemas, análisis FODA y análisis de Causalidad.</i>	122
	a) Identificación de problemas	122
	b) Análisis FODA	123
	c) Análisis de causalidad	126

3.2.3	<i>Análisis comparativo de la problemática en las dos cuencas</i>	128
3.2.4	<i>Análisis de Causas y Efectos de las dos cuencas</i>	130
3.2.5	<i>Diseño de estrategias como alternativas para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación y retribución social.</i>	131
	a) Estrategias como alternativas para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos de la Cuenca Tarango	139
3.2.6	<i>Análisis comparativo de las estrategias y alternativas para las dos cuencas</i>	145
3.2.7	<i>Evaluación Cualitativa de las Alternativas</i>	146
3.3	Análisis del potencial de los sistemas de barrancos para ofrecer los servicios ecosistémicos de recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad, conservación del suelo; y análisis de las acciones actuales en la conservación de los sistemas de barrancos, mediante el método etnográfico, cuestionarios y entrevistas estructuradas.	148
3.3.1	<i>Resultados en la cuenca Calderón</i>	148
	a) Resultados de las entrevistas a ciudadanos y servidores públicos	148
	b) Resultados del cuestionario aplicado a estudiantes en la Cuenca Calderón	157
3.3.2	<i>Resultados en la cuenca Tarango</i>	160
3.4	Validación de la propuesta teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos a nivel de cuenca.	163
3.4.1	<i>Fundamentos teóricos de la propuesta</i>	163
3.4.2	<i>Etapas metodológicas de la Propuesta Fundamentos metodológicos de la propuesta</i>	164
3.4.3	<i>La propuesta teórico – metodológica</i>	166
3.5	<i>Discusión General</i>	170
	CONCLUSIONES	178
	RECOMENDACIONES	180
	BIBLIOGRAFÍA	182

## Índice de cuadros

No.	Contenido	Pág.
1	Fases del método del análisis bajo el enfoque del Marco Lógico	59
2	Análisis comparativo de las Características Físicas y Bióticas de la cuenca Calderón y la cuenca Tarango	108
3	Análisis comparativo de las características Sociales y Económicas de la cuenca Calderón y la cuenca Tarango	109
4	Problemas ambientales, sociales y económicos de la cuenca Calderón	111
5	Análisis FODA Ambiental de la Cuenca Calderón	113
6	Análisis FODA social de la Cuenca Calderón	114
7	Análisis FODA económico de la Cuenca Calderón	115
8	Problemas ambientales, sociales y económicos de la Cuenca Tarango	122
9	Análisis FODA ambiental de la Cuenca Tarango	123
10	Análisis FODA social de la Cuenca Tarango	124
11	Análisis FODA económico de la Cuenca Tarango	125
12	Diagnóstico de las dos cuencas	128
13	Análisis de Causas y Efectos de las dos cuencas	130
14	Estrategias FODA Ambiental de la Cuenca Calderón	131
15	Estrategias FODA social de la Cuenca Calderón	132
16	Estrategias FODA económico de la Cuenca Calderón	132
17	Evaluación cualitativa de las alternativas de la Cuenca Calderón	134
18	Evaluación por criterios de viabilidad de las alternativas de la Cuenca Calderón	137
19	Estrategias FODA ambiental de la Cuenca Tarango	140
20	Estrategias FODA social de la Cuenca Tarango	140
21	Estrategias FODA económico de la Cuenca Tarango	139
22	Evaluación cualitativa de las alternativas de la Cuenca Tarango	142
23	Evaluación por criterios de viabilidad de las alternativas de la Cuenca Tarango	143
24	Análisis comparativo de las estrategias en la cuenca Calderón y en la cuenca Tarango	145
25	Evaluación Cualitativa de las Alternativas	146
26	Observaciones de campo	147

27	Metodología para la evaluación participativa de la percepción sobre el potencial de los sistemas de barrancos para ofrecer servicios ecosistémicos	149
28	Residencia y edad de las personas entrevistadas en la Cuenca Calderón	151
29	Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos (%)	152
30	Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la captura de Carbono (%)	153
31	Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la regulación climática (%)	154
32	Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para el suministro de servicios ecosistémicos de provisión (%)	154
33	Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para el suministro de servicios ecosistémicos socio – culturales (%)	155
34	Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la conservación de la biodiversidad (%)	155
35	Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la conservación del suelo (%)	156
36	Propuesta teórico – metodológica	166

## Índice de tablas

No.	Contenido	Pág.
1	Población de los Municipios dentro de la Cuenca Calderón, 2020	70
2	Condiciones de la vivienda y marginación de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020	71
3	Condiciones de la vivienda y marginación de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020 (%)	72
4	Condiciones económicas de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020	73
5	Continuación de las Condiciones económicas de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020 (%)	74
6	Ingreso y población en sectores económicos de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020	75
7	Condiciones económicas de las localidades dentro de la Cuenca Calderón, que corresponden a Villa Guerrero, 2020	76
8	Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Villa Guerrero dentro de la Cuenca Calderón, 2020	77
9	Población por localidades en el Municipio de Villa Guerrero, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	78
10	Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Villa Guerrero, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	79
11	Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	80
12	Población por localidades en el Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	81
13	Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	81
14	Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	83
15	Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Ixtapan de la Sal dentro de la Cuenca Calderón, 2020	84
16	Población por localidades en el Municipio de Ixtapan de la Sal, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	85
17	Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Ixtapan de la Sal dentro de la cuenca calderón, 2020	86
18	Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Ixtapan de la Sal dentro de la Cuenca Calderón, 2020	87
19	Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Tenancingo dentro de la Cuenca Calderón, 2020	88
20	Población por localidades en el Municipio de Tenancingo, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	89
21	Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Tenancingo, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	90
22	Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Tenancingo, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	91



23	Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Tonatico, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	92
24	Población por localidades en el Municipio de Tonatico, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	92
25	Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Tonatico, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	93
26	Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Tonatico, dentro de la Cuenca Calderón, 2020	94
27	Ubicación geográfica de las localidades de la Delegación Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango, 2020	104
28	Población por localidades en la Delegación Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango, 2020	105
29	Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en la Delegación Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango, 2020	105
30	Condiciones económicas de las localidades en la Delegación Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango, 2020	107
31	Ingreso y población en sectores económicos de las localidades de la Delegación Álvaro Obregón, 2020	107
32	Tipos de uso de suelo de la Cuenca del río Calderón	110
33	Tipos de uso del suelo en la Cuenca del río Tarango	110

## Índice de mapas

No.	Contenido	Pág.
1	Ubicación Geográfica de las Cuencas de Estudio en el Contexto Nacional	61
2	Ubicación de la Cuenca del río Calderón en el contexto Estatal	65
3	Altimetría de la Cuenca Calderón	66
4	Topográfico de la Cuenca del río Calderón	67
5	Hidrológico de la Cuenca del río Calderón	68
6	Uso de Suelo de la Cuenca del río Calderón	69
7	Ubicación de la Cuenca Tarango en el contexto de la Ciudad de México	99
8	Altimetría de la Cuenca Tarango, Ciudad de México	100
9	Topográfico de la Cuenca Tarango, Ciudad de México	101
10	Hidrológico de la Cuenca Tarango, Ciudad de México	102
11	Uso de Suelo de la Cuenca Tarango, Ciudad de México	103

## Figuras

No.	Contenido	Pág.
1	Análisis de causas y efectos de la problemática en las cuencas estudiadas, mediante el método gráfico de árboles de problemas	117
2	Árbol de problemas ambientales de la cuenca del Río Calderón	118
3	Árbol de problemas ambientales de la cuenca Tarango	127

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar el potencial de los sistemas de barrancos, para la generación de servicios ecosistémicos; mediante el análisis comparativo a nivel de cuenca, de un sistema en el ámbito rural (sistema del Río Calderón, al sur del Estado de México) y un sistema en el ámbito urbano (sistema del río Tarango, en la Delegación Álvaro Obregón).

El ambiente de barrancos en México contribuye a la generación de servicios ecosistémicos, son sistemas que representan una importante fuente de trabajo y propician el desarrollo de diversos grupos sociales mexicanos. Un barranco es una depresión geográfica que, por sus condiciones topográficas y geológicas se presenta como hendidura, que sirve de refugio a la vida silvestre y como cauce para escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales.

La conformación del marco teórico comprendió tres fases: la primera consistió en el análisis de teorías y disciplinas, la segunda en la profundización de postulados, y la tercera se centró en la revisión de experiencias metodológicas. Con la finalidad de conocer el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos ambientales, se desarrolló una metodología que consiste en cinco etapas. La primera consistió en delimitar mediante la aplicación de Geo tecnologías, los sistemas de barrancos del Río Calderón y del Río Tarango; y analizar la funcionalidad geográfica de ambos ambientes, mediante la descripción de los ecosistemas y sus componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico.

La segunda etapa fue identificar y evaluar la problemática ambiental y social que han sufrido los habitantes en el área de influencia de los sistemas de barrancos; y diferenciar la problemática en el ámbito rural y el ámbito urbano, mediante métodos gráficos y matriciales. Por consiguiente, la tercera etapa fue analizar y diferenciar el potencial para ofrecer servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, conservación de la biodiversidad y del suelo; además del suministro de servicios ecosistémicos socioculturales y de provisión. Como parte de esta tercera etapa, con apoyo del

método etnográfico, cuestionarios y entrevistas estructuradas, se realizó la identificación de las acciones actuales realizadas por la población para la conservación de los sistemas de barrancos.

La cuarta etapa del método consistió en el diseño de estrategias para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación social, mediante el método etnográfico y el Enfoque del Marco Lógico. Por último, se validó la metodología para el estudio de los sistemas de barrancos a nivel de cuenca. La cartografía base para esta investigación se elaboró mediante sistemas de información geográfica (SIG), en escala 1:50,000.

Los resultados muestran que, los sistemas de barrancos de la cuenca del Río Calderón se ubican en un sistema rural y los sistemas de barrancos de la cuenca del Río Tarango en una zona urbana; ambos sistemas presentan un origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área, así como una morfología distinta en cada cuenca. El uso del suelo con mayor superficie en la cuenca Calderón es la agricultura de temporal, la selva baja caducifolia y el bosque de táscate. Los usos del suelo con mayor superficie en la Cuenca del Río Tarango son el bosque de oyamel, la zona urbana y el bosque de pino. Las localidades con mayor grado de marginación se ubican en la cuenca Calderón.

Los principales problemas detectados en la cuenca del río Calderón son la contaminación por aguas residuales urbanas e industriales, deforestación, erosión y sedimentación ocasionadas por el sobrepastoreo y la agricultura no sustentable. En la cuenca del río Tarango, los principales problemas identificados son la tala clandestina de bosques, incendios forestales y contaminación difusa derivada de las actividades agropecuarias. Ante esta problemática, se realizó un análisis sistémico de las dimensiones ambiental, social y económica de cada cuenca, buscando una integración de los temas estudiados. Asimismo, se llevaron a cabo entrevistas con jóvenes estudiantes, pobladores locales y autoridades municipales, diferenciando los grupos según características socioeconómicas, edad, sexo, ocupación y nivel educativo.

Los resultados de las entrevistas mostraron que los diferentes actores poseen un conocimiento básico sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos, aunque se identificaron oportunidades para profundizar estos conocimientos. En cuanto a la validación de la propuesta metodológica para el estudio integral de los sistemas de barrancos, los resultados obtenidos demostraron su utilidad para caracterizar de manera sistémica las problemáticas socioambientales y orientar estratégicamente la gestión sostenible de los recursos naturales en las cuencas.

Se concluye que, los sistemas de barrancos son ambientes de equilibrio climático para las sociedades. Sin embargo, la presión demográfica, uso y manejo inadecuado de los recursos naturales, han propiciado la degradación ambiental de estos sistemas. En este sentido, la participación de la sociedad civil y de los habitantes, antes y durante los procesos de toma de decisiones y monitoreo del ecosistema, resulta un proceso indispensable para su conservación.

**Palabras clave:** metodología, potencial, propuesta metodológica, servicios ecosistémicos, sistemas de barrancos.

## INTRODUCCIÓN

Dentro del ambiente de barrancos de México, la generación de servicios ecosistémicos tiene un lugar muy importante, también es parte del desarrollo de varias comunidades y zonas de transición. Un barranco es una depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presenta como hendidura y sirve de refugio para la vida silvestre, como cauce de escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico (LAPTRDF, 2000).

Los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en el ámbito nacional e internacional, de manera respectiva, son iniciativas que buscan orientar el desarrollo sostenible mediante la definición de objetivos, metas e indicadores en diversas dimensiones socioambientales. Los PRONACES en Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad están dirigidos a impulsar investigaciones que involucren intervenciones técnico-científicas (relativas a los componentes biofísicos), institucionales (relacionadas con los acuerdos y normas diseñadas por los grupos sociales) y comunicativas (necesarias para el intercambio y negociación en procesos de toma de decisiones y acciones de grupos sociales particulares) para llevar a cabo acciones de conservación, restauración, uso y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas, de la biodiversidad y de las contribuciones que los ecosistemas aportan a las sociedades, desde la visión de sistemas socioecológicos y con una perspectiva de sustentabilidad.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas son de carácter integrado e indivisible, de alcance mundial y de aplicación universal, tienen en cuenta las diferentes realidades, capacidades y niveles de desarrollo de cada país y respetan sus políticas y prioridades nacionales. Si bien, las metas expresan las aspiraciones a nivel mundial, cada gobierno fijará sus propias metas nacionales, guiándose por la ambiciosa aspiración general, pero tomando en consideración las circunstancias del país. Cada gobierno decidirá también la forma de incorporar esas aspiraciones

y metas mundiales en los procesos de planificación, políticas y estrategias nacionales.

Durante las últimas décadas se ha presentado una acelerada transformación de los ecosistemas, como resultado principalmente de las actividades humanas y las formas de apropiación de la naturaleza. Fenómenos como la deforestación, el cambio climático, la desertificación y el crecimiento desordenado de la población han puesto en inseguridad a los barrancos y a los servicios que los ecosistemas proporcionan. Cuanto mayor sea la presión ejercida sobre los barrancos, menor será su capacidad para sustentar a futuras generaciones. Por ello es importante concebir a los ecosistemas y los servicios ecosistémicos de provisión, regulación, culturales y de soporte, como indispensables para el bienestar de los seres humanos.

Los cambios en los ecosistemas frecuentemente son causados por origen natural o antropogénico; como la proliferación de especies invasoras y enfermedades, cambios de uso del suelo, aplicación de fertilizantes, así como factores demográficos, económicos, sociopolíticos, científicos, tecnológicos, culturales y religiosos.

El presente estudio, aborda el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos, como estudio de caso en la cuenca del Río Calderón, al Sur del Estado de México, y en la cuenca del Río Tarango, en la Delegación Álvaro Obregón, de la Ciudad de México. Lo anterior, a partir de un análisis detallado y profundo en investigación (trabajo de gabinete y campo), y debido a que son pocos los estudios sobre los barrancos en el ámbito urbano y rural. Bajo este marco, esta investigación constituye una propuesta metodológica desde las Ciencias Ambientales, que sirve como iniciativa para la promoción de servicios ecosistémicos en diferentes ambientes de barrancos de México.

Los fundamentos teóricos para el análisis del potencial de los sistemas de barrancos para la prestación de servicios ecosistémicos, son las ciencias ambientales (Morales, 2017; UAEMéx, 2016; UNAM, 2019; Morales y Rojas, 2015; Carson, 1962;

Leopold, 1948), la geografía ambiental (Castree, 2009; López, 2001; González, 1997; Sauer, 1925; McKibben, 1989; Diamond, 1997); y la Teoría de Sistemas Complejos (Raskin, 2006; Schianetz y Kavanagh, 2008; Soler, 2017; Murray, 1929; Gell-Mann, 1994; Kauffman, 1939; Prigogine y Stengers, 1984; Holland, 1992). Se abordaron también aspectos teóricos sobre los sistemas de barrancos desde un enfoque geológico y morfológico (Heine, 1971; Gutiérrez 1997; Voglino, 2008; Franco, 2017; Sweeting, 1972; Dorn, 1947; Martínez, 1956; Anderson, 2019), desde un enfoque de diversidad de especies vegetales (Lebgue, 2005; Camacho, 2006; Acevedo, 2008; Antonio, 2010), y diversidad de fauna (Batllori, 2003; Almeida, 2007; Chávez, 2009; Ramírez, 2010).

En adición, en este estudio se incluyeron fundamentos teóricos relacionados con los servicios ecosistémicos (Costanza, 1997; La Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005), geotecnologías y SIG (Goodchild, 2010; Fisher, 2002; Tomlinson, 1962; Clarke 2018; Heywood, 2006), y el método etnográfico (Malinowski, 1922; Boas, 1920; Pritchard, 1940; Leach, 1954; Lughod, 1991; Herzfeld, 2001; Escobar, 2012; Gordillo, 2019; Lubkemann, 2020).

En los resultados obtenidos se incluye la caracterización integral de los sistemas de barrancos estudiados, la identificación de su potencial para la generación de servicios ecosistémicos, y la propuesta de estrategias para su conservación y aprovechamiento sustentable, considerando las dimensiones ambientales, sociales y económicas involucradas. Los hallazgos permitieron validar la utilidad del enfoque teórico-metodológico planteado para el análisis sistémico de la problemática en torno a estos ecosistemas.



## **Antecedentes**

Las tendencias actuales de globalización han marcado las dinámicas del territorio y la construcción de nuevos paradigmas. Bertrand (1987) refiere que, han surgido diversos enfoques y modelos de desarrollo que buscan ampliar los horizontes y las perspectivas que se tienen sobre el mundo rural, así como explicar las dinámicas de estos ambientes y su evolución en las últimas décadas. La nueva ruralidad ha sido uno de ellos, la cual busca explicar las nuevas tendencias del territorio, donde la dicotomía entre lo rural y lo urbano desaparece paulatinamente (Bertrand, 1987).

En esta sección del documento, se presenta una breve reseña de estudios consultados como antecedente, con relación a los diversos enfoques de análisis de los sistemas de barrancos.

### ***Estudios sobre sistemas de barrancos desde un enfoque geológico y geomorfológico***

Franco (2017) realizó un estudio en la vertiente N del volcán Popocatepetl, cuyo objetivo fue... Entre sus principales resultados obtuvo que, los barrancos antiguos y estables desde hace al menos 200 años, fueron excavados en depósitos piroclásticos de hace 17,000 años cal. A.P., y sus laderas se estabilizaron hace ~6000 años cal. A.P., mismas que fueron cubiertas por tefras de 5600 – 5900 y 1100 años cal. A.P. Los barrancos jóvenes y activos fueron excavados en depósitos piroclásticos de caída y flujo de la última erupción pliniana (1100 años cal. A.P.), durante las fases finales de dicha erupción o poco después de ésta; en ellos predominan condiciones de inestabilidad y permanecen expuestos a eventos laháricos, como el caso de la barranca Huiloac.

En el estudio desarrollado por Gutiérrez (1997) en el Barranco de Torrecilla, que se localiza en la Cuenca del Ebro (España), se diferenciaron seis unidades Modo-Sedimentarias. Como resultado de su investigación, el mismo autor refiere que, el barranco ha experimentado una evolución compleja, debido al fenómeno de subsidencia kárstica sinsedimentaria, que afectó al menos a dos de las unidades, lo que provocó que sus depósitos se encuentren engrosados y deformados. Durante

el desarrollo de estas unidades, la karstificación aluvial del sustrato yesífero dió lugar a grandes depresiones de orden hectométrico, en las que se desarrollaron ambientes palustres con sedimentación carbonatada y turbosa (Gutiérrez, 1997).

En la provincia de Buenos Aires, Argentina, los barrancos del río Paraná presentan un extenso escalón en la llanura pampeana, que atrajo el interés de naturalistas (geólogos y paleontólogos), entre mediados del siglo XIX y principios del XX (Voglino, 2008). En este sentido, las características estructurales y biológicas del sitio cautivaron a sus habitantes desde inicios de la época colonial, y propiciaron un fenómeno de identidad influenciada por las geoformas existentes, que constituyen reservorios del patrimonio natural y cultural de la región (Voglino, 2008). Sin embargo, el mencionado autor considera que, el actual desarrollo industrial y urbano, amenaza la permanencia de algunos perfiles naturales y comunidades biológicas nativas.

Una investigación realizada por Anderson (2019) en el desierto de Mojave, Estados Unidos, tuvo como objetivo estudiar la erosión en cauces efímeros y barrancos. Entre los principales resultados obtenidos se encontró que la morfología de los cauces efímeros está fuertemente controlada por eventos de avenida de baja magnitud y alta frecuencia. Mientras que la morfología de los barrancos está dominada por eventos de avenida de mayor magnitud y baja frecuencia.

### ***Estudios sobre sistemas de barrancos desde un enfoque de diversidad de recursos bióticos: flora y fauna***

Lebgue (2005) realizó una investigación durante los años 1998 – 2003, en la zona de los Barrancos del Cobre, en la Sierra Madre Occidental, cuyo objetivo fue obtener información taxonómica de las especies vegetales. El área de estudio abarcó una superficie de 126,653 hectáreas, ubicada en los municipios de Batopilas y Urique (Chihuahua), cuyo clima corresponde a subtropical con temperaturas altas de marzo a julio y lluvias de junio a septiembre.

Como resultados, el referido autor obtuvo un listado florístico de 770 especies repartidas en 184 géneros y 121 familias; de estas últimas sobresalen Poaceae (134 especies), Asteraceae (78 spp.), Fabaceae (76 spp.), Solanaceae (24 spp.), Euphorbiaceae con (20 spp.), Mimosaceae (19 spp.), y Malvaceae y Scrophulariaceae (18 spp.). En adición, Lebgue (2005) concluye que, la zona de estudio tiene una alta diversidad vegetal, sobre todo concentrada dentro del Bosque Tropical Caducifolio, en comparación con el Bosque de Encinos y de Coníferas.

Camacho (2006) realizó una investigación sobre la estructura y la composición de la vegetación ribereña de la zona media - alta del río Tembembe, en Morelos. Como resultados obtuvo un total de 74 especies, con una densidad promedio de 2,148 ind. ha<sup>-1</sup>, altura promedio (DAP 20 cm) de 10.5 metros, y un área basal promedio de 88.39 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. El mismo autor, distinguió tres comunidades vegetales asociadas al gradiente altitudinal: la primera (G1) en la parte alta (1,700 - 1,650 msnm.), con especies dominantes de afinidad holártica (*Alnus acuminata*); la segunda (G2) en la parte media (1,640 - 1,340 msnm.), dominada por *Trema micrantha*; y la tercera (G3) en la porción baja (1,210 - 1,110 msnm.), dominada por especies de afinidad neotropical (*Daphnopsis salicifolia*). La diversidad, densidad y cobertura no tuvieron variación considerable entre las comunidades, pero el área basal fue mayor en las comunidades alta y baja; y la altura promedio del estrato arbóreo disminuyó con la altitud.

Con el objetivo de contribuir al conocimiento de la flora, Antonio (2010) elaboró un inventario de las especies vegetales de la barranca Nenetzingo, ubicada en Ixtapan de la Sal, Estado de México; que incluye aspectos como forma biológica, fenología reproductiva y abundancia. Como resultados, se inventariaron 362 especies distribuidas en 89 familias y 248 géneros. Así, gran parte de las especies fueron abundantes (47.8%), frecuentes (29.3%) y escasas (22.9%). El mismo autor refiere que, la zona es diversa en especies vegetales; sin embargo, es un sitio perturbado que demanda acciones de conservación.

Desde el enfoque de diversidad de especies animales que es posible localizar en los diferentes sistemas de barrancos, Ramírez (2010) llevo a cabo una investigación

en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), Área Natural Protegida (ANP) del Estado de Hidalgo, con el propósito de conocer e identificar la diversidad de anfibios y reptiles que habitan en los cuatro tipos de vegetación del ANP: bosque de pino-encino, bosque tropical caducifolio, matorral submontano y matorral xerófilo. Como resultados, registró siete especies de anfibios y 31 de reptiles, distribuidos en 14 familias y 29 géneros; así también, el mencionado autor refiere que, en todos los tipos de vegetación, la diversidad y número de especies de reptiles fue mayor en la temporada de lluvias, mientras que los anfibios tuvieron mayor presencia en la temporada de estiaje.

En adición, Ramírez (2010) obtuvo que, el bosque tropical caducifolio tuvo mayor diversidad y número de especies de anfibios y reptiles, y el matorral xerófilo y submontano presentaron similitud en relación a diversidad de especies. Por otra parte, en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, Chávez (2009) documentó la diversidad y número de mamíferos, mediante diversos métodos de campo realizados en un lapso de tiempo que comprende de abril del año 2003 a octubre de 2004.

Dentro de sus principales resultados obtenidos, Chávez (2009) identificó 43 especies de mamíferos, pertenecientes a ocho órdenes, 16 familias y 32 géneros. El estimador no paramétrico ACE indicó que podrían registrarse al menos 13 especies más, y que se logró detectar el 77% de las que posiblemente existen en el parque. Los mamíferos voladores constituyeron el 25.6% del total de las especies y los no voladores el 74.4%. Del total de especies identificadas, siete fueron endémicas de México, cinco de Mesoamérica, diez son endémicas de México compartidas con Norteamérica, siete de Sudamérica, trece de Norte y Sudamérica, y sólo una es exótica. Por sus afinidades biogeográficas, 22 especies fueron neárticas, 16 neotropicales y cuatro transicionales. Así también, de las 43 especies identificadas, una se encuentra en peligro de extinción (*Leopardus wiedii*) y otra amenazada (*Crateogomys fumosus*), con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Chávez, 2009).

### ***Estudios sobre sistemas de barrancos en zonas urbanas***

Los barrancos que se ubican o que comparten territorio con zonas urbanas, experimentan problemas relacionados con la contaminación, las invasiones de asentamientos irregulares y el manejo inadecuado de los recursos naturales (Ramírez et al., 2014; González y Meli, 2019).

El estudio de la contaminación por descargas de aguas residuales en barrancos del Estado de Morelos ha sido abordado por Batllori (2004) quien, a partir de sus resultados, identificó los principales puntos de riesgo por contaminación de este tipo y proporcionó elementos para la evaluación de impacto ambiental en los barrancos. El referido autor, menciona la necesidad de instalar plantas de tratamiento de agua domiciliaria y plantas de mayores dimensiones; así como la conveniencia del uso de sanitarios secos y la modificación del comportamiento social, a partir de una efectiva educación ambiental.

Un estudio realizado por Madrid (2009) en la Comunidad Valenciana, España, tuvo como objetivo realizar una valoración económica de los barrancos a través de métodos cuantitativos y cualitativos. Como resultados obtuvo estimaciones del valor de uso directo, indirecto y de opción asociados a estos ecosistemas, con valores que oscilaban entre los 150 y 300 euros por hectárea al año, además de una serie de recomendaciones de política para un proyecto de regeneración ambiental en estas zonas. Otros estudios previos relacionados incluyen el de Gómez-Limón et al. (2012) quienes evaluaron los servicios ecosistémicos provistos por barrancos en las provincias de Palencia y Valladolid en España. Utilizando metodologías como valoración contingente y transferencia de beneficios, estimaron valores anuales por hectárea entre 15 y 580 euros dependiendo del servicio. Asimismo, Naredo y Parra (1993) realizaron una valoración económica de las externalidades positivas generadas por barrancos en el área metropolitana de Valencia, España. A través de métodos indirectos calcularon un valor de más de 5 millones de euros anuales considerando beneficios recreativos, paisajísticos y de protección frente a inundaciones.

### ***Estudios sobre servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos***

Daily (1997) es una ecóloga pionera en el estudio de los servicios ecosistémicos y su relación con la biodiversidad funcional. En su estudio desarrollado en las islas del archipiélago de las Bahamas sobre los procesos ecológicos que sustentan los servicios de los ecosistemas, obtuvo que la diversidad de especies y de funciones ecosistémicas están positivamente correlacionadas con la provisión de servicios.

Ricketts (2016) estudió la relación entre biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos. En su estudio desarrollado en paisajes fragmentados de bosques tropicales en Costa Rica, sobre el papel de la biodiversidad en el suministro y estabilidad de servicios ecosistémicos, obtuvo que los sitios con mayor diversidad biológica exhiben mayor provisión de servicios y menor variabilidad temporal en su suministro.

Otros estudios relevantes incluyen el de Mathevet et al. (2016) quienes analizaron los servicios ecosistémicos provistos específicamente por barrancos en el Mediterráneo francés, encontrando que estos sistemas generan principalmente servicios de regulación hídrica, control de erosión, depuración de agua y hábitats para biodiversidad. Asimismo, González del Tánago et al. (2016) evaluaron el estado de los servicios asociados a ríos estacionales con régimen de tipo barranco en España, reportando impactos por alteraciones hidrológicas, morfológicas y de calidad del agua que afectan su capacidad de provisión de servicios.

Estos estudios aportan un conocimiento fundamental para comprender el valor y la vulnerabilidad de los sistemas de barrancos desde una perspectiva ecosistémica, resaltando la necesidad de implementar estrategias integrales de manejo y conservación que preserven su integridad ecológica y aseguren la provisión sostenible de servicios que benefician a las comunidades humanas y naturales.

## **Planteamiento del Problema**

Actualmente, los barrancos enfrentan graves problemas de contaminación ambiental que amenazan con degradar estos ecosistemas. Ejemplo de algunas fuentes latentes de contaminación son, el drenaje a cielo abierto, la mezcla de aguas negras domiciliarias con aguas pluviales que escurren al barranco, el vertido de residuos sólidos y una fuerte presión de cambio de usos de suelo (LAPTRDF, 2000). Lo anterior puede provocar que, familias de bajos recursos que viven en los barrancos o en las periferias, estén expuestas a riesgos de salud y seguridad como consecuencia de la contaminación.

Actualmente un gran número de barrancos se encuentran amenazados por la realización de diversas obras y actividades de infraestructura, que originan afectaciones al ecosistema y ponen en riesgo a la población que hace uso de las obras, además de que deterioran la calidad de vida de los habitantes.

Sobre lo anterior referido, los sistemas de barrancos experimentan de manera paulatina un proceso de pérdida del potencial para el suministro de servicios ecosistémicos, a causa de la contaminación y los malos usos que se hacen del entorno; lo que propicia una disminución en los beneficios obtenidos de los sistemas de barrancos. El sistema de barrancos del río Calderón y el río Tarango, no se ven exentos de estos problemas, de modo particular el sistema de barrancos del río Calderón enfrenta contaminación por aguas residuales de los hogares y de agroquímicos, mientras que en el sistema de barrancos del río Tarango, la contaminación de aguas residuales, comercios e industrias y la tala clandestina y los incendios forestales son las principales presiones identificadas. Es necesario implementar medidas para el control de estas actividades, además de estrategias de restauración y conservación que permitan recuperar la integridad ecológica y el potencial de provisión de servicios ambientales en ambos sistemas de barrancos amenazados.

Es importante hacer notar que se cuenta con escasos estudios, que precisen el número, las características y las condiciones actuales de los barrancos del Río Calderón y de la Cuenca Tarango de la Delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de

México. Situación que hoy en día, ha dificultado la implementación de instrumentos para el control y manejo sustentable de los barrancos.

### **Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles son los ecosistemas y la funcionalidad de las características geográficas de los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango, delimitados mediante la aplicación de Geotecnologías?
2. ¿Qué problemas ambientales y sociales han sufrido los sistemas de barrancos diferenciados en el ámbito rural y el ámbito urbano?
3. ¿Cómo es el potencial para ofrecer servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad y del suelo; y cuáles son acciones actuales en la conservación de los sistemas de barrancos?
4. ¿Cómo diseñar estrategias para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación social?
5. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y metodológicos que se deben aplicar para el estudio de los sistemas de barrancos?



## **Hipótesis**

### ***Metodológica***

Es posible estudiar el potencial del sistema de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos a través de una propuesta metodológica basada en los fundamentos teóricos de las ciencias ambientales, en el método geográfico y en la aplicación del sistema de información geográfica.

### ***Empírica***

Los sistemas de barrancos en ámbitos urbanos han sufrido mayores problemas ambientales y sociales, que los sistemas de barrancos en ámbitos rurales; por lo que su capacidad para ofrecer servicios ecosistémicos ha disminuido en los ámbitos urbanos que en los rurales.

### ***Teórica***

Las ciencias ambientales proporcionan una base teórica congruente para el estudio de los servicios ecosistémicos que generan los sistemas de barranco.

## **Justificación**

### ***Justificación académica y científica***

Ante la globalización, los ecosistemas de barrancos en México, como los ríos Calderón y Tarango, enfrentan abandono social pese a su potencial para generar servicios ecosistémicos. Esta investigación contribuye a su estudio, llenando vacíos de información sobre su composición, servicios, estado de conservación y amenazas. Los resultados orientarán futuras investigaciones y acciones para la conservación sustentable de estos frágiles ecosistemas.

El empleo del método geográfico en esta investigación permite un enfoque más que todo territorial, para la formulación de acciones colectivas y la coordinación de actores que coadyuven en el fortalecimiento del sistema de barrancos del río Calderón, al Sur del Estado de México, y del río Tarango, en la delegación Álvaro Obregón.

### ***Justificación contextual y geográfica***

Los barrancos en México albergan ecosistemas que proveen diversos servicios ecosistémicos, entre ellos, albergan una importante diversidad biológica, servicios paisajísticos y permiten la regulación del ciclo del agua, regulación del clima y contribuyen al control de riesgos por inundaciones. A su vez, estos servicios influyen de forma directa en el funcionamiento y desarrollo de las sociedades. Debido a la crítica situación socioambiental que experimentan los barrancos del río Calderón y del río Tarango, es necesario, identificar las causas que han promovido esta situación, e impulsar acciones estratégicas que contribuyan a disminuir y revertir estos efectos. La presente investigación incluye un análisis detallado de los principales componentes de los barrancos del río Calderón y del río Tarango.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el potencial del sistema de barrancos, para la generación de servicios ecosistémicos; mediante el análisis comparativo a nivel de cuenca de un sistema en el ámbito rural, el sistema del río Calderón, y un sistema en el ámbito urbano, el sistema del río Tarango en la Delegación Álvaro Obregón.

### **Objetivos particulares**

1. Delimitar mediante la aplicación de Geo tecnologías, los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango; y analizar la funcionalidad geográfica de ambos ambientes de barrancos, mediante la descripción de los ecosistemas y sus componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico.
2. Identificar y evaluar la problemática ambiental y social que han sufrido los habitantes en el área de influencia de los sistemas de barrancos; y diferenciar la problemática en el ámbito rural y el ámbito urbano, mediante métodos gráficos y matriciales.
3. Analizar y diferenciar el potencial para ofrecer servicios eco sistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad y conservación del suelo. Además, identificar las acciones actuales realizadas por la población para la conservación de los sistemas de barrancos, mediante el método etnográfico, cuestionarios y entrevistas estructuradas.
4. Diseñar estrategias para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación social, mediante el método etnográfico y el Enfoque del Marco Lógico.
5. Validar la propuesta teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos a nivel de cuenca.

## **CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO**

El Marco Teórico está estructurado de la siguiente manera. Como primer apartado se mencionan los aspectos relacionados a la evolución de la ciencia geográfica y los principios que le dan fundamentos sólidos a la investigación. Así mismo, como segundo apartado se dan a conocer los enfoques de la geografía ambiental, cuyo propósito de estudio es el ambiente y la sociedad, así como los procesos, modificaciones, cambios y transformaciones que experimentan. En un tercer apartado se menciona la Teoría de Sistemas Complejos, en la cual se busca comprender la relación entre el caos y el orden, y en el caso particular de esta investigación, su aplicación a los sistemas de barrancos.

Posterior a ello, se abordan fundamentos teóricos sobre los sistemas de barrancos desde un análisis integrador: los ecosistemas y barrancos, con escuelas de enfoque geológico y geomorfológico, florístico o de vegetación, faunístico que incluye identificación y cuantificación de fauna, y los sistemas de barrancos ubicados en zonas urbanas. Así mismo, se refieren investigaciones relacionadas con la evolución del concepto de servicios ecosistémicos y temas relacionados con las Geotecnologías (SIG), para finalizar con algunas experiencias metodológicas en el estudio de servicios ecosistémicos.

### **1.1 Desarrollo Epistemológico de las Ciencias ambientales**

El desarrollo epistemológico de las Ciencias Ambientales reconoce la necesidad, centralidad y legitimidad de un enfoque de estudio orientado a resolver dilemas o reflexionar sobre ideas constitutivas del pensamiento y los enfoques de las matrices multidisciplinarias. Con base en Morales (2017), los cimientos de la epistemología ambiental comenzaron a ser delineados desde el momento mismo que se consideró a lo ambiental como problema; sin embargo, la ausencia epistemológica sobre lo ambiental se relaciona estrechamente con los cambios que ha sufrido el concepto ambiente, dentro de las diferentes disciplinas del conocimiento científico. Por ejemplo, en la biología y ecología, el ambiente se define como las condiciones bióticas y abióticas de un organismo, población o comunidad; en la ingeniería y en la química, se define como los componentes abióticos del medio; en las

humanidades y ciencias sociales, se percibe como las condiciones externas de un fenómeno; en derecho, se define como las interrelaciones entre subsistemas naturales, económicos o políticos; y en economía indica medios de extracción, producción y generación de capital. Además, en otras disciplinas, e incluso entre las ya mencionadas, el ambiente también se concibe como naturaleza o ecosistema (Morales, 2017).

El programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma del Estado de México, tiene como objetivo la generación de conocimientos y el planteamiento de alternativas y soluciones a diversos problemas y procesos ambientales, mediante equipos interdisciplinarios de estudio, bajo el enfoque holístico de la ciencia (UAEMex, 2016).

En la licenciatura en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Autónoma de México, se percibe al ambiente desde una serie de problemas ambientales, en la cual su principal objetivo es formar recursos humanos en el estudio y solución de problemas; así como en el manejo integral del paisaje y de los ecosistemas, bajo un enfoque interdisciplinario, con bases sólidas en Ciencias Naturales que combinan conocimientos teóricos e instrumentales (técnicas, métodos, instrumental y de equipo), con las habilidades, destrezas, aptitudes y actitudes para identificar, analizar y resolver problemas ambientales relacionados con el manejo de ecosistemas y del paisaje (UNAM, 2019).

Así, el término Ciencias Ambientales, puede responder a acepciones desiguales de acuerdo con la diferente información o formación que se tienen en las disciplinas y universidades de México (Morales y Rojas, 2015). Sin embargo, es importante mencionar que, ante esta dispersa forma de concebir a las Ciencias Ambientales y al ambiente, surge una serie de conflictos al tratar de confrontar los objetivos de estudio mediante un contexto de mayor alcance como la multi e interdisciplinariedad en ámbitos de investigación y docencia.

Los estudios sobre la relación hombre - naturaleza, ocupan el interés de científicos de todo el mundo y de varios campos disciplinares. El interés por indagar la función de la naturaleza en interacción con la raza humana y los impactos que ésta última

ha tenido en el ambiente, se incrementó en épocas recientes debido a la creciente urgencia por evitar la desaparición del medio natural, necesario para la sostenibilidad de la raza humana (Magadán, et al., 2015).

Por consiguiente, las Ciencias Ambientales han ganado terreno, tanto en el ámbito académico como en el gubernamental e institucional, porque permiten remarcar la integración de los aspectos sociales y ecológicos en el análisis de los problemas ambientales y en su gestión (Verón, 2015). “Gestionar el ambiente” se ha vuelto una cuestión prioritaria en los escenarios en los que se presentan temas asociados con la vida en la Tierra, pero también en aquellos ámbitos donde se toman decisiones que tienen como objetivo central la preservación del entorno en el que se desenvuelve la vida, lo que integra, elementos intangibles como la cultura, además de los seres vivos, objetos, agua, aire y las relaciones entre ellos (Trinca, 2010).

Algunos autores que han abordado el estudio de diversos problemas ambientales, son; Carson (1962) quién alertó sobre los peligros del uso indiscriminado de pesticidas y presentó evidencia contundente sobre las afectaciones en el ecosistema, la salud humana y animal, originadas por el diclorodifeniltricloroetano (DDT). Su investigación tuvo un profundo impacto en la opinión pública y fue fundamental para impulsar el naciente movimiento ambientalista moderno y la promulgación de regulaciones estrictas sobre químicos tóxicos. Por su parte, Leopold (1948), destacado ecologista y conservacionista que desarrolló el concepto innovador de una "ética de la tierra", argumentó que los humanos tienen una responsabilidad ética de proteger la naturaleza por su valor intrínseco, no solo por su utilidad. Este mismo autor, defendió la conservación de la biodiversidad y los hábitats naturales, y fueron sus ideas sobre una relación ética con el ambiente, las que sentaron las bases para el ambientalismo moderno.

## **1.2 La Geografía ambiental y la relación ambiente-sociedad**

Desde sus orígenes como campo disciplinario, la geografía ha estado vinculada de forma estrecha, tanto en términos conceptuales como prácticos, con la noción de ambiente, o de forma precisa, con su dimensión territorial.

Esto cobra mayor trascendencia en la actualidad, en un contexto en que la geografía debe reformular sus objetivos y contenidos de investigación de cara a los problemas espaciales contemporáneos, marcados por las implicaciones del cambio global, no sólo el climático y sus consecuencias o respuestas a escalas local, regional y nacional. Temas clave en la actualidad, son los riesgos, la vulnerabilidad, la biodiversidad con base en la distribución territorial, la planificación y uso de suelo, los análisis de paisaje, tenencia y acceso a los recursos, manejo de cuencas y cambio de cobertura, entre otros. Entonces, Castree (2009) refiere importante el discutir y profundizar sobre la pertinencia de un posible campo de trabajo emergente, un enfoque que en la literatura internacional se denomina geografía ambiental.

La geografía ambiental se centra en la relación ambiente – sociedad, sus procesos modificaciones, cambios y transformaciones (Rodríguez, 2020). Aquí, no se pretende estimular o proponer el desarrollo o institucionalización de una nueva disciplina híbrida, sino considerar que la geografía ambiental, más que un campo disciplinario, es un énfasis, una “mirada” novedosa, pertinente y necesaria de la ciencia geográfica. Es decir, no basta con el estudio detallado de los elementos que configuran el espacio geográfico, hay que comprender también las interrelaciones que surgen entre ellos (Gómez, 2021). En adición, se requieren nuevas posturas críticas que contribuyan a entender la interdisciplinariedad ambiental.

El interés de los geógrafos en la cuestión ambiental debe acompañarse con una reflexión sobre el marco historiográfico y conceptual en el cual se albergan prácticas académicas específicas, como programas educativos en ciencias ambientales e investigación aplicada en la materia. Esta reflexión debe iniciar con una revisión de los conceptos sobre geografía y ambiente y su intersección, intentando abarcar diferentes ámbitos de la investigación internacional, González (1997)

En otras palabras, para entender la génesis y devenir de la llamada geografía ambiental, así como su presencia o vigencia institucional, se debe considerar la contribución de la geografía a la investigación en cuestiones ambientales. En este contexto, elucidar la vigencia o pertinencia de la noción de geografía ambiental para describir su apoyo a la investigación. González (1997) refiere que, la sociedad ha provocado la transformación de la naturaleza en la búsqueda de la subsistencia y seguridad, definidas en función de las condiciones culturales, formas de organización social, uso de los recursos naturales, condiciones económicas y políticas, donde los procesos productivos ocupan un lugar central.

Bajo este marco, la geografía ambiental tiene diversos enfoques de estudio, el enfoque ecológico, geo sistémico, socioambiental, riesgos y desastres, cambio global y del paisaje. Algunos representantes de los mencionados enfoques son; Sauer (1925) desarrolló el concepto de "paisaje cultural" para enfatizar cómo las sociedades humanas transforman y dan forma a sus entornos a lo largo del tiempo, realizando contribuciones a la geografía cultural y al estudio de paisajes culturales, para enfatizar la importancia del estudio y comprensión de las interacciones entre humanos y naturaleza, sentando así, las bases para la geografía cultural contemporánea. Por su parte, McKibben (1989) contribuyó para visibilizar los efectos del cambio climático, y alertó sobre este problema para la sociedad.

Desde la ecología, fue Diamond (1997) quién analizó cómo las decisiones humanas y los distintos factores ambientales y geográficos, han configurado la historia de las civilizaciones, que implica el surgimiento de distintas civilizaciones e interacciones sociedad – naturaleza; dónde la incorrecta gestión ambiental es factor clave para el colapso de las sociedades humanas y el agotamiento de los recursos naturales. Así, el ser humano, desde que surge el proceso evolutivo de la especie biológica hasta el momento, ha manifestado una frecuente interrelación con su ambiente.

### **1.3 La evolución de la ciencia geográfica y los principios geográficos**

Entender a la geografía en su compleja realidad de ciencia, que estudia las relaciones sociedad naturaleza con su fundamento espacial, dada por aquellas teorías de localización y distribución de los hechos que conforman la superficie



terrestre, implica tener una visión clara de lo que constituye la serie de ideas y leyes que permiten analizar y relacionar determinado orden de fenómenos.

Para entender a la geografía en su complejidad, conviene expresarla en un marco teórico que permita apreciar el papel de su epistemología. Por consiguiente, se entiende por epistemología al tratado o estudio de la ciencia, sus partes y sus ramas, así como el valor de este conocimiento, sus leyes, principios e hipótesis.

La geografía, definida por Orlando Venturini (1977), es “el estudio de la naturaleza, limite y validez del conocimiento geográfico”, y tiene una larga historia, pero fue a finales del siglo XIX que se reconoció como disciplina científica, tras los aportes de Humboldt, Ritter, Richthofen y Ratzel y su inclusión inicial en las instituciones universitarias alemanas. A lo largo del tiempo, fueron numerosos los paradigmas que la influyeron y, en tal sentido, fue adoptando diferentes enfoques para abordar su objeto de estudio: el espacio geográfico. Estas perspectivas han mostrado un denominador común en la mayor parte del camino recorrido por la geografía: la coexistencia (Edin, 2013).

Durante mucho tiempo, la Geografía no tenía un dominio propio, confundiéndose con otras ciencias afines o auxiliares que nada tenían que ver con su verdadero campo. Por otra parte, durante este largo camino, lleno de dudas o discrepancias al respecto, estuvo al borde de perder su identidad a causa de un estrecho contacto con otras disciplinas, con las cuales existía una evidente proximidad de contenido. No obstante, a través del tiempo la ciencia estraboniana alcanzó su unidad conceptual y sus métodos propios, encuadrándose en sus principios generales: localización, extensión, causalidad, correlación y comparación, que dan fundamentos sólidos a las investigaciones.

Algunos referentes clave en el desarrollo de la geografía como ciencia son; Eratóstenes (276-194 a.C.) quién fue un destacado erudito griego que realizó uno de los primeros cálculos de la circunferencia de la Tierra, demostrando que es redonda (Dicks, 1960). Por su parte, Claudio Ptolomeo (100-170 d.C.) elaboró el tratado "Geographia", donde introduce conceptos clave como latitud, longitud y proyecciones cartográficas (Berggren y Jones, 2000), lo que tuvo influencia en la

geografía y cartografía medieval y del renacimiento. Otro referente fue el naturalista y geógrafo Alexander Von Humboldt (1769-1859), quien realizó importantes expediciones en Latinoamérica y contribuyó al desarrollo de la climatología, la oceanografía, la biogeografía y la geomorfología; y es además considerado uno de los padres de la geografía moderna (Wulf, 2015).

Con base en James y Martin (1981), fue Carl Ritter (1779-1859) quién enfatizó la interrelación entre los seres humanos y el medio, promovió a la geografía como una disciplina científica independiente y desarrolló el concepto de geografía comparada. El desarrollo institucional y académico de la geografía en Estados Unidos, fue promovido por Isaiah Bowman (1878-1950) (Smith, 2002); y con base en (James y Martin (1981) fue Richard Hartshorne (1899-1992) quien introdujo el concepto de "paisaje humano", y fue pieza clave en el desarrollo de la geografía regional. De manera reciente, Couclelis (2005) contribuyó al desarrollo de la geografía cuantitativa y los sistemas de información geográfica (SIG).

La geografía es una disciplina diversa y ha sido abordada a través del tiempo, cada uno contribuyendo de manera única a su desarrollo. En el siglo XXI, en universidades, centros de investigación e instituciones científicas, se aprecian grupos de investigadores en diversas corrientes geográficas, algunas tradicionales (como la general y sistemática, regional, ecológica, humana y cultural) y, otras, con trayectorias posteriores a la segunda guerra mundial (enfoque cuantitativo, sistémico, de la percepción y el comportamiento, radical, humanista, ambiental, automatizado y cultural posmoderno).

Desde la geografía ambiental, que tuvo presencia en la etapa griega y apariciones discontinuas desde el siglo XVIII, misma que ha tenido dificultades en perpetuarse, debido a la visión fragmentaria y dicotómica que padeció la disciplina, al abordarse la geografía física y la geografía humana como campos separados (muchas veces infranqueables), por parte del enfoque general y sistemático. Durán (1972) refiere que, el aporte de los regionalistas de la escuela francesa, luego, la propuesta de H. Barrows empleando el concepto de "ecología humana" en la década de 1920, y más tarde, el impulso cobrado por el enfoque sistémico, ayudaron a poner énfasis sobre

las relaciones sociedad naturaleza. Esta visión holística y relacional fue retomada por la geografía en las décadas de 1980 y 1990, ante los estragos que la sociedad tecnológica y consumista generaba a nivel ambiental (Durán, 1972).

Es así como la geografía ambiental, ha contribuido en materia educativa, en la concientización social y la investigación, con el objetivo de prevenir, reducir y solucionar problemas concretos en espacios geográficos de diferentes países. Lo anterior, condujo a diversas naciones a implementar cambios normativos, institucionales, educativos y de praxis política, económica y jurídica; con la finalidad de preservar áreas naturales y evitar, mitigar o resolver los impactos sobre los ecosistemas y los grupos humanos.

#### **1.4 La Teoría de Sistemas Complejos y la posibilidad de interacciones en los sistemas socioecológicos**

Raskin (2006) considera que, la posibilidad de interacciones, tanto verticales como horizontales, realimentaciones y amplificación en los sistemas socio-ecológicos, puede llevar al sistema a un estado de crisis. Por lo anterior, es importante contar con enfoques que permitan conocer cuáles son los umbrales de resistencia de las interacciones del sistema, su capacidad de adaptación y de auto organización que permitan su viabilidad a lo largo del tiempo.

El enfoque de sistemas complejos adaptativos asume que, los sistemas sociales y sistemas ecológicos son interdependientes y no lineales, con realimentaciones en diferentes niveles que permiten al sistema auto organizarse, adaptarse continuamente y cambiar de una manera impredecible (Varela, 2000). Por ello, es necesario entender la estructura y los patrones de las interacciones intra e inter-sistemas para explorar e incrementar su resiliencia y capacidad de adaptación. Resultados de diversas investigaciones muestran que, los sistemas socio-ecológicos constituyen sistemas complejos adaptativos (Schianetz y Kavanagh, 2008).

En la segunda mitad del siglo XX y en los comienzos del siglo XXI se intensificó el estudio de la complejidad, de forma explícita y sistemática, desde diversas

perspectivas conceptuales y experimentales. En el ámbito del Estado, la dinámica del mundo contemporáneo exige contar con nuevas herramientas teóricas y prácticas de los sistemas complejos para la formulación y ejecución de nuevas políticas públicas. Soler (2017) considera que los aportes efectuados por Edgar Morin, Bertalanffy, Boaventura, Holland, Maldonado, Medina, Murray, Prigogine y Simon, retoman y articulan diversas nociones, proposiciones, conceptos y categorías que, desde diversas trayectorias disciplinares, definen la complejidad y los sistemas complejos, sus principios, estrategias, caracterización, acuerdos y conflictos.

La Teoría de Sistemas Complejos es un campo interdisciplinario que abarca una amplia variedad de autores y contribuciones de diferentes disciplinas, entre ellas, la física, biología, matemáticas, informática y sociología (García, 2006). Aquí, se presentan algunos autores influyentes en este campo; Murray (1929) físico que acuñó el término "complejidad" en sistemas y desarrolló conceptos fundamentales como auto organización, emergencia y criticalidad auto organizada (Gell-Mann, 1994). Por su parte, el biólogo Kauffman (1939) estudió las redes booleanas aleatorias y desarrolló modelos de sistemas adaptativos complejos aplicables a la biología evolutiva (Kauffman, 1993).

Desde el área de la química, Prigogine desarrolló el concepto de "estructuras disipativas", con base en sus estudios realizados sobre el mismo tema y sistemas termodinámicos alejados del equilibrio (Prigogine y Stengers, 1984). Así, la Teoría de Sistemas Complejos ha sido aplicada en variadas investigaciones empíricas, como la desarrollada por Holland (1992), científico computacional estadounidense conocido por el desarrollo de los algoritmos genéticos, quién la aplicó para resolver problemas de optimización; y Arthur (1945), economista estadounidense que aplicó la Teoría a la ciencia económica, mediante conceptos como rendimientos crecientes y dependencia de la trayectoria.

## **1.5 Los sistemas de barrancos desde un punto de vista teórico: ecosistemas y barrancos**

En la actualidad son escasas las investigaciones realizadas en los ambientes de barrancos, pues algunos científicos los consideran como reservorios de residuos, espacios hostiles y sin utilidad para la sociedad. Las pocas investigaciones refieren a la importancia de los barrancos, para el suministro de alimentos, recursos medicinales, materiales para la vivienda, combustibles y herramientas para la agricultura, además de desempeñar un escenario importante para la celebración de ceremonias. Sin embargo, y pese a los beneficios recibidos del ecosistema, el uso y manejo inadecuado de los recursos naturales, así como la presión demográfica y urbanización, han propiciado la degradación ambiental de los sistemas de barrancos.

La Ley Ambiental del Distrito Federal (2007: 15), define a los barrancos como:

“una depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geográficas se presenta como hendidura y sirve de refugio para la vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen una de las zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico”.

Los barrancos son ecosistemas, cuya dinámica se asocia a una microcuenca, y forma parte de un sistema hidráulico, es decir, cada barranca puede ser afluente o tributaria de una barranca mayor o estar asociada a diversas unidades de escurrimiento hasta llegar a constituirse en una microcuenca. Con base en la Ley Ambiental del Distrito Federal - LADF (2007), los ordenamientos jurídicos que regulan el uso, aprovechamiento, restricciones y vigilancia de los barrancos en México, son la Ley Ambiental del Distrito Federal y el Programa General de Ordenamiento Ecológico, la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Los barrancos son elementos físicos importantes que contribuyen al equilibrio ecológico, ya que proporcionan servicios ecosistémicos, entre ellos, promueven la

regulación del clima y la captación de lluvia; constituyen el hábitat natural de diversos ejemplares de flora y fauna silvestre; y regulan los contaminantes atmosféricos para una mejor calidad del aire (PAOT, 2003). Aunado a lo anterior, los barrancos pueden desempeñar una función recreativa, social, cultural y de esparcimiento.

Otros servicios ecosistémicos que prestan los sistemas de barrancos son: promoción del ciclo del agua (captación, escurrimiento del agua de lluvia, y regulación del régimen pluvial), disminución de la intensidad del viento, producción de oxígeno, regulación de la calidad del aire, preservación de especies endémicas, conservación de la biodiversidad, y además, representan zonas de amortiguamiento de impacto de las ondas sonoras al reducir el nivel de ruido.

Los sistemas de barrancos también forman parte del paisaje, cuyo estudio ha sido motivo del devenir de teorías bajo distintos enfoques, que buscan explicarlo, conceptualizarlo, analizarlo, describirlo e identificar aquellas conexiones e interrelaciones de su estructura, con el fin de entender el funcionamiento sistémico de este complejo espacio territorial (Canchola, 2017).

Sin embargo, y pese a los servicios ecosistémicos asociados a los barrancos, refiere que, en la actualidad estos ecosistemas han sido degradados y convertidos en zonas vulnerables, debido a la deforestación, erosión, e invasión de construcciones y asentamientos irregulares; además, problemas de contaminación por depósitos clandestinos de basura, descargas de aguas residuales y relleno con cascajo y otros materiales. Ante estos problemas, no se cuenta con estudios que precisen las características y condiciones biológicas, ecológicas, sociales y económicas en que se encuentran los barrancos de México, así como tampoco con una zonificación específica para usos y restricciones.

En los últimos años, en México se han efectuado acciones apoyadas por el gobierno para solucionar la ocupación del suelo en la periferia urbana y zonas rurales, sin embargo, dichas acciones no han sido suficientes ya que la mayoría de estos asentamientos han surgido en suelos no aptos para la residencia, por ejemplo,

barrancos, cañadas, lomeríos, suelo fangoso, entre otros, que tradicionalmente se consideran lugares inhóspitos.

### **1.5.1 Enfoque Geológico y Geomorfológico en el estudio de sistemas de barrancos**

Uno de los enfoques en el estudio de los sistemas de barrancos es el geológico y geomorfológico, con representantes como, Heine (1971), Gutiérrez (1997), Voglino (2008) y Franco (2017). Este enfoque, pone especial énfasis en la investigación sobre el geológico y geomorfológico aplicado al estudio de los sistemas de barrancos.

Heine (1971: p.5), define a los Barrancos como "cárcavas o zanjas abiertas en el suelo por acción del agua", o como "quebras profundas que hacen en el terreno las corrientes de agua" (Heina, 1971). Así mismo, son formas morfológicas que, por ejemplo, en la región de la cuenca de Puebla - Tlaxcala, se encuentran principalmente en sitios en donde gruesas capas de toba cubren las laderas de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl en el Oeste, de la Malinche al Este y de los bloques calcáreos en el Norte (Heine, 1971, p. 10). A nivel de cuenca también es frecuente encontrar formaciones de barrancos, que ocurren al existir desniveles en el terreno y estar cubiertos por tobas, por ejemplo, en el cerro Jerónimo al norte de Puebla, o en la zona de la línea divisoria hidrográfica entre la cuenca de Puebla y la cuenca del río Nexapa al Suroeste (Heine, 1971, p. 12).

Por su parte, fue Franco (2017) quien propuso una tipología de barrancos, en función de su origen, edad y dinámica geomorfológica. La tipología propuesta incluye barrancos de origen fluvial, barrancos de origen pluvial, barrancos de origen kárstico y barrancos de origen glaciar. Otras aportaciones dentro de este enfoque de estudio, son las realizadas por (Sweeting, 1972), geomorfóloga británica pionera en el estudio de barrancos y cañones kársticos, quién estudió los procesos erosivos y deposicionales en los sistemas de barrancos.

Otros representantes de esta corriente de estudio, son: Dorn, geomorfólogo estadounidense que se ha enfocado en el estudio de la formación y evolución de

barrancos y cañones en ecosistemas áridos (Dorn, 2018); así como Martínez, quien abordó el estudio de sistemas de drenaje efímeros y barrancos en zonas áridas (Martínez, 2017).

Otros autores que han contribuido al estudio de la geomorfología fluvial y sistemas de barrancos, son el británico Dixon (Rice, 2001), y el canadiense Church (Church, 2006), además de realizar estudios morfodinámicos en estos sistemas y en cauces efímeros, de manera respectiva (Rice, 2001; Church, 2006).

### ***1.5.2 Enfoque sobre la riqueza florística en el estudio de sistemas de barrancos.***

Otro enfoque para el estudio de los sistemas de barrancos, consiste en inventariar las especies vegetales que existen en el sitio. Algunos autores que han contribuido desde este análisis son: Lebgue (2005), a través de su investigación realizada en los Barrancos del Cobre, ubicados en la Sierra Madre Occidental; Camacho (2006), que estudió la porción alta del río Tembembe, Morelos; Acevedo (2008) quién contribuyó al estudio de la diversidad vegetal de los barrancos aledaños a la ciudad de Guadalajara y la región de Río Blanco; y por último, Antonio (2010) quién puso atención en el estudio de la barranca Nenetzingo, en el Estado de México.

Otros representantes de esta corriente o enfoque de estudio de los barrancos son, Martínez (2017,) botánico mexicano que estudió la biodiversidad de plantas acuáticas y ribereñas en humedales y barrancos de México. Cleland, ecóloga estadounidense que investigó los patrones de diversidad de plantas a lo largo de gradientes riparios, incluyendo barrancos, en el Suroeste de Estados Unidos (Cleland, 2013); Simberloff, ecólogo estadounidense que estudió los impactos de especies invasoras en la diversidad de especies nativas de ecosistemas riparios y de barrancos (Simberloff, 2005); Wilson, quién realizó estudios sobre biodiversidad y conservación en hábitats de barrancos. Juan que ha aportado estudios sobre diversidad vegetal en barrancos específicos (Juan, 2007).



### ***1.5.3 Enfoque sobre la identificación y cuantificación de fauna en el estudio de sistemas de barrancos***

Otro enfoque en el estudio de los sistemas de barrancos está dirigido a la identificación y cuantificación de fauna presente en el ecosistema. Algunos representantes de esta corriente de estudio son: Whittaker, quien desarrolló métodos de muestreo y análisis para cuantificar la diversidad de especies en hábitats de barrancos. Lindenmayer, ecólogo australiano experto en fauna y conservación de barrancos, mismo que realizó importantes contribuciones para la identificación y monitoreo de especies en estos sistemas (Lindenmayer, 2014); Hobbs, quien se enfocó en el análisis de la diversidad y dinámica de la fauna en barrancos, mediante métodos de muestreo y análisis multivariados (Hobbs y Wallace, 2009); y Hawksworth, destacado micólogo que contribuyó con inventarios de diversidad fúngica en sistemas de barrancos.

### ***1.5.4 Enfoque acerca del estudio de sistemas de barrancos en zonas urbanas***

El siguiente enfoque de análisis, aborda la investigación teórico-empírica de los barrancos ubicados en zonas urbanas, así como aspectos relacionados con usos, beneficios y problemas que experimentan.

Algunos representantes que han abordado este tema son, White, geógrafo pionero en el estudio de riesgos fluviales y gestión de barrancos en áreas urbanas (White, 1945); Leopold, hidrólogo que abordó la geomorfología fluvial y la evolución de ríos en entornos urbanos (Leopold, 1968); Chin, contribuyó al análisis de la alteración antrópica de barrancos en ciudades (Chin, 2006); Montgomery, que exploró el impacto de la urbanización en la erosión y morfología de barrancos (Montgomery, 2007); Lister, urbanista que incorporó principios ecológicos para la gestión sostenible de barrancos urbanos (Lister, 2010); Richards puso énfasis en los sistemas de drenaje y barrancos asociados al desarrollo urbano (Richards, 2018); y Earl que analizó los efectos de la urbanización en la hidrología y morfología de barrancos (Earl, 2016).

Los barrancos dentro de la Ciudad de México suministran diversos servicios ecosistémicos, con beneficios directos e indirectos al ambiente y a la sociedad. Sin embargo, el crecimiento desordenado de los asentamientos humanos y la ausencia de educación ambiental, entre otros factores, han contribuido al deterioro de estos ecosistemas. Actualmente la escasez de recursos humanos y económicos dificulta el desarrollo de acciones encaminadas a su recuperación (Ramírez, 2015). Por esta razón, han surgido iniciativas para conocer la viabilidad de instrumentar un cobro de derechos de limpieza, ligado al impuesto predial para financiar un proyecto de recuperación de barrancos (Rosas, 2018). La iniciativa de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México partió de la idea de realizar un cobro en función del valor comercial de las propiedades en las alcaldías de Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo.

Los procesos geológicos, el intemperismo y la erosión en los suelos a lo largo del río Apatlaco, afluente del río Balsas, dieron origen al sistema de barrancos que se distribuye en todo el territorio de la ciudad de Cuernavaca. Según datos recogidos por Alvarado (2017), en Cuernavaca existen 46 barrancos, que recorren 140 km y ocupan una superficie de 6.8 km<sup>2</sup>. La topografía de la ciudad es abrupta en amplias partes de su territorio, sobre todo en la zona Norponiente.

Los barrancos dentro o en la periferia de las ciudades, pueden cumplir la función que desempeñan las áreas verdes urbanas, en relación con el suministro de servicios ecosistémicos culturales, de regulación, de soporte y de provisión. Así mismo, organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan un mínimo de 9 m<sup>2</sup> de superficie de área verde por habitante en las ciudades, así como, que se ubiquen a menos de 15 minutos caminado desde el domicilio del usuario (ONU-Habitat, 2020).

Muestra de lo anterior, la ciudad de Puebla, cuenta con un índice per cápita de 2.8 m<sup>2</sup>/ habitante, y una distribución heterogénea (Gutiérrez, 2020), así como también, con diversos barrancos originados por la actividad volcánica y erosión hídrica de los escurrimientos pluviales de la montaña La Malinche; por lo tanto, para incrementar su índice per cápita y promover la prestación de servicios ecosistémicos, Gutiérrez

(2020) refiere la necesidad de desarrollar líneas de investigación y una política integral de recuperación y manejo de barrancos, a fin de constituirse en nuevas áreas verdes urbanas, debido a que, en la actualidad son utilizados como tiraderos a cielo abierto de basura y aguas residuales y asentamientos humanos irregulares.

A manera de conclusión, el interés por estos ambientes es cada vez mayor, son ecosistemas de importancia ambiental para el manejo de recursos naturales, además son sitios que combinan la agricultura tradicional con moderna, lo que permite no sólo la subsistencia de las familias, sino que genera formas de organización, colaboración e intercambio entre los pobladores de la comunidad y la región que les son muy particulares y les caracterizan en su entorno (Juan, 2007).

### **1.6 Evolución del concepto de servicios ecosistémicos**

Costanza (1997) economista y ecólogo clave en la valoración y conceptualización de los servicios de los ecosistemas. Los definió como los beneficios que la personas obtienen de los ecosistemas. Más tarde, el Informe de Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005) sintetizó el estado del conocimiento sobre servicios ecosistémicos a nivel global, evaluando las consecuencias del cambio de los ecosistemas para el bienestar humano e identificando las bases científicas para acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los mismos. En adición, Díaz (2015) señala que Anne Larigauderie y Harold Mooney lideraron el The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), plataforma intergubernamental que evalúa el estado de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas a nivel mundial, lo que contribuyó a incorporar el concepto de servicios ecosistémicos en la política internacional.

Desde su surgimiento a principios de los ochenta, el enfoque de servicios ecosistémicos ha logrado posicionarse entre académicos, conservacionistas, agencias de desarrollo, diseñadores de políticas y gobiernos, dada su versatilidad como marco teórico, herramienta analítica, instrumento para la gestión de ecosistemas, discurso político e incluso mensaje pedagógico, propósito original del concepto (Gómez-Baggethun et al., 2010).

La región del Sur del Estado de México ha sido históricamente reconocida como uno de los territorios privilegiados de México, de la cual se origina un abanico de barrancos que son un espacio rico en biodiversidad, y donde múltiples vinculaciones con el medio físico han establecido la presencia de diversos ecosistemas (Pérez, 2018). Su conservación es de relevancia para el mantenimiento del suministro de servicios ecosistémicos, como son, el mantenimiento del ciclo del agua, el mantenimiento del ciclo de nutrientes en el suelo, regulación del clima, regulación de la calidad de aire, hábitat para flora y fauna, producción de oxígeno, entre otros.

Sin embargo, la provisión de servicios ecosistémicos se ha reducido en las últimas décadas, debido al desarrollo urbano desordenado, la contaminación del agua y el suelo, y afectaciones a la biodiversidad. Con base en un estudio de Pérez (2018), otras causas que promueven la alteración de los ecosistemas y, de forma recíproca, el abastecimiento de los servicios ecosistémicos, se listan a continuación, :

- Corrupción e incumplimiento de las obligaciones legales de las instituciones gubernamentales
- Escasa observancia de la ley por la sociedad en general
- Escasa conciencia ambiental y valoración de los barrancos
- Escaso financiamiento oportuno y continuo para actividades de conservación del sistema de barrancos
- Poca continuidad, desarticulación o incompatibilidad entre las políticas públicas, planes, programas, y proyectos de los tres niveles de gobierno para la protección, restauración y uso sustentable de los barrancos
- Escasa corresponsabilidad y participación social para la solución de los problemas ambientales
- Poco acceso y aplicación de tecnologías apropiadas para un manejo sostenible de los recursos naturales
- Vacíos de información para la toma de decisiones sustentadas
- Intereses económicos particulares por encima de los colectivos, en el ámbito gubernamental y social

Ostrom (1990) refiere que, la educación ambiental puede convertirse en un insumo para la gestión local de los servicios de los ecosistemas; así como el mapeo y evaluación de estos, contribuyen en una gestión ambiental sostenible (Chan, 2012).

### **1.7 Geotecnología y SIG una ciencia en evolución**

Los estudios para la conservación de los ecosistemas poseen un componente espacial marcado. Para la conservación de especies, comunidades y ecosistemas, es imprescindible el conocimiento de su localización y distribución en el territorio; los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son un instrumento que permite la toma de decisiones en los barrancos de México, por medio del análisis y manipulación de información espacial.

Un SIG es una estructura de personas y equipos que trabajan con datos geográficos, es decir, espacialmente referenciados. Por lo tanto, poseen un alto potencial para apoyar los estudios de conservación del ecosistema. Entre las aplicaciones de los SIG en esta área, se encuentra el análisis de localización de especies nativas y su relación con las variables ambientales, la migración de especies de fauna, la complementación de bases de datos ya existentes, así como diversos aspectos del diseño de áreas protegidas.

El desarrollo de los SIG obedece a distintas etapas y personajes que han contribuido, entre ellos, Maguire (1991) que participó en el desarrollo de estándares y la evolución de la tecnología de SIG, Tomlinson (1962) fue pionero en el desarrollo de los primeros SIG computarizados, Goodchild (2010) es un destacado geógrafo que realizó contribuciones en geoinformática y SIG, y Heywood (2006) a través de sus textos introductorios sobre fundamentos de SIG.

Otros autores que utilizaron SIG en procesos de investigación son, Fisher (2002) aplicado a planificación urbana, Clarke (2018) aplicado a recursos hídricos, Bolstad (2020) en cuestiones ambientales, Longley (2010) y Nyerges (2016) para análisis y toma de decisiones espaciales.

## **1.8 El Método etnográfico para el estudio de los sistemas de barrancos**

El método etnográfico consiste en una inmersión cultural para una comprensión contextualizada. La etnografía emergió como un valioso método de investigación cualitativa que permite comprender los significados, prácticas y perspectivas al interior de una cultura o grupo social determinado. Su origen se remonta a los trabajos seminales de Malinowski (1922) y Boas (1920) en el campo de la antropología cultural a principios del siglo XX. Aunque originalmente asociada a esta disciplina, la etnografía se ha expandido a áreas como la sociología, la educación y los estudios organizacionales.

La etnografía ha sido ampliamente utilizada para estudiar las dinámicas socioculturales de los sistemas de barrancos. Malinowski (1922) fue pionero con su trabajo etnográfico en los barrancos de Nueva Guinea, describió los rituales, intercambios económicos y cohesión social. Otros autores clásicos, fueron Pritchard (1940) y Leach (1954) quienes realizaron importantes estudios etnográficos en África y Birmania, respectivamente; y Hughes (1992) que aplicó una etnografía crítica para analizar las relaciones de poder en los barrancos de Irlanda.

La etnografía, desde sus fundamentos metodológicos, se basa en la inserción prolongada del investigador en el medio social y cultural que busca entender. A través de la observación participante, el etnógrafo se convierte en parte de la vida cotidiana de la comunidad, estableciendo interacciones y relaciones de confianza con sus miembros (Emerson, Fretz y Shaw, 2011). Esto le permite experimentar sus prácticas, rituales, formas de hablar y comprender sus significados (Harris, 1976).

En la práctica, Geertz (1973) refiere que la etnografía permite al investigador tomar extensas notas de campo acerca de todo aquello que observa y vive: roles, interacciones sociales, artefactos y discursos; que después se complementan con entrevistas a profundidad, historias de vida, grupos focales y revisión de documentos. Este análisis permite la búsqueda de los patrones culturales subyacentes que dotan de sentido a lo observado (Geertz, 1973).

Si bien, la etnografía ha sido criticada por su supuesta subjetividad, un diseño riguroso y la triangulación de datos otorgan credibilidad y consistencia a los hallazgos. El resultado es el conocimiento y comprensión holística, dinámica y culturalmente situada de los grupos humanos.

Algunos autores contemporáneos que han utilizado técnicas etnográficas en sus procesos de investigación son, Lughod (1991) quien estudió las mujeres beduinas, Herzfeld (2001) los barrancos de Creta, y Low (2003) las dinámicas espaciales en barrancos peruanos. Por su parte, Escobar (2012) analizó los movimientos sociales y luchas en defensa del territorio; y Magnani (2014) exploró el uso de nuevas tecnologías como parte de la vida cotidiana. En el caso particular de los barrancos, la etnografía se caracteriza por enfoques reflexivos, éticos y compromisos políticos, e incorpora temas como género, tecnologías, movilidades y derechos indígenas.

En la última década, la etnografía es una herramienta metodológica clave para comprender las dinámicas socio culturales contemporáneas en los sistemas de barrancos. Algunos autores que han aplicado enfoques etnográficos en el estudio de sistemas de barrancos son: Smyer Yu (2013) que realizó una etnografía multilocal para analizar la migración transnacional de los habitantes de barrancos en China; Owen (2015) estudió desde una mirada decolonial las políticas de conservación en el Gran Cañón; mientras que, Walsh (2016) exploró las identidades de género juveniles en barrancos de Bolivia, usando métodos etnográficos feministas.

Otros autores como, Pennycook (2017) incorporó análisis críticos del discurso en etnografías de barrancos en Jamaica, Gordillo (2019) propuso el concepto de "etnografía aérea" mediante el uso de drones en barrancos argentinos, y Lubkemann (2020) aplicó enfoques etnográficos para analizar el impacto de proyectos de desarrollo en barrancos de Mozambique. La etnografía ha evolucionado en los estudios de barrancos, desde enfoques funcionalistas hasta críticos, interpretativos y reflexivos, incorporando temas de género, tecnología, poder y derechos territoriales (Lubkemann, 2020).

## CAPITULO 2. METODOLOGÍA

La propuesta metodológica para estudiar los servicios ecosistémicos en los sistemas de barrancos del río Calderón, Estado de México, y del río Tarango, en la delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México, parte de una caracterización de la zona y un diagnóstico socioambiental, el cual fue la base para la identificación de los servicios ecosistémicos, los actores sociales involucrados y los conductores de cambio directos e indirectos que afectan a estos ecosistemas, con la finalidad de poder dar propuestas de manejo encaminadas hacia el bienestar humano.

La metodología que se utilizó para esta primera aproximación hacia el estudio de los servicios ecosistémicos del sistema de barrancos del río Calderón, Estado de México, y del río Tarango, en la delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México, consta de cinco etapas metodológicas:

1. Se delimitó mediante la aplicación de Geo tecnologías, los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango, Delegación Álvaro Obregón; y se analizó la funcionalidad geográfica de ambos ambientes de barrancos, mediante la descripción de los ecosistemas y sus componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico.
2. Se identificó y evaluó la problemática ambiental y social que han sufrido los sistemas de barrancos; y se diferenció la problemática en el ámbito rural y el ámbito urbano, mediante métodos gráficos y matriciales.
3. Se analizó y diferenció el potencial para ofrecer servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad, conservación del suelo; y se identificaron las acciones actuales en la conservación de los sistemas de barrancos, mediante el método etnográfico, cuestionarios y entrevistas estructuradas.
4. Se diseñaron estrategias para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque



de participación social, mediante el método etnográfico y el Enfoque del Marco Lógico.

5. Se válida la propuesta teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos.

## **2.1 Primera etapa metodológica.**

**Delimitar mediante la aplicación de Geotecnologías, los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango; y analizar la funcionalidad geográfica de ambos ambientes de barrancos, mediante la descripción de los ecosistemas y sus componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico.**

Por otra parte, la complejidad emergente de la interacción entre los factores naturales y las actividades humanas en los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango de la Delegación Álvaro Obregón justifica la utilización de las Tecnologías de la Información Geográfica - TIG. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial del sistema de barrancos, para la generación de servicios ecosistémicos; mediante el análisis comparativo de un sistema en el ámbito rural, el sistema del río Calderón y un sistema en el ámbito urbano, el sistema del río Tarango.

### ***2.1.1 Caracterización geográfica, ambiental y socioeconómica del sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango.***

En esta etapa metodológica se utilizó la metodología de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2010) para el Ordenamiento Territorial, y se complementó con el uso de información geográfica para la caracterización física y socioeconómica del área de estudio de esta investigación, que corresponde al sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango. Para la descripción o caracterización de las áreas de estudio se realizó una investigación de gabinete para documentar la información geográfica referente a elementos físicos y sociales.

Comprende todas las actividades asociadas con la descripción cuantitativa y cualitativa de los rasgos homogéneos y heterogéneos que predominan en el sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango. Como elementos físicos se incluyó la localización, clima, hidrografía, edafología, geología, flora y fauna. Como elementos sociales se incluyó la demografía, economía, infraestructura, cultura y administración política. La investigación de gabinete se fortaleció con trabajo de campo, para complementar y enriquecer la información obtenida.

Mediante foto interpretación cartográfica se elaboraron los mapas de ubicación, altimetría, topográfico, hidrológico y uso de suelo. Para el análisis cartográfico, se delimitaron y ubicaron mediante la aplicación de Geo tecnologías y SIG, el sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango, la cuenca y las localidades ubicadas dentro de la cuenca; y se analizó su funcionalidad geográfica, mediante la identificación de los ecosistemas y sus componentes físicos y bióticos.

Posterior a ello, en diversas fuentes bibliográficas se llevó a cabo la búsqueda de información, la cual permitió localizar los documentos actualizados referentes a los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango; lo que hizo posible el identificar y evaluar el sistema de barrancos, así como diferenciar su problemática en el ámbito rural y urbano. La cartografía base se elaboró mediante SIG en escala 1:50,000. Las características físicas analizadas fueron: posición geográfica de la zona de estudio, diferencia altitudinal, fisiografía, relieve, climas, condiciones geológicas, hidrológicas, edafológicas, usos del suelo y vegetación.

De manera subsecuente, se analizaron las características sociales de las localidades ubicadas en la Cuenca del río Calderón y Tarango, basada en los Censos de Población y Vivienda (INEGI, 2020); así mismo, se realizó un análisis profundo de los datos, utilizando métodos de integración con otras fuentes a través de nuevos aportes teóricos. Las características sociales analizadas fueron: el número de localidades y total de población de cada cuenca, y las condiciones de la vivienda y marginación (viviendas particulares habitadas que disponen o no de agua entubada y energía eléctrica, y viviendas habitadas que no disponen de sanitario), con la finalidad de determinar la evolución de estos indicadores.

La caracterización geográfica ambiental del sistema de barrancos es un elemento clave dentro de la elaboración de programas de ordenamiento territorial, y aporta información esencial para una caracterización integral del territorio, evaluar su aptitud, limitaciones y riesgos ambientales de manera sustentable. Esta caracterización se enmarca en el análisis de los procesos naturales del territorio y busca identificar las condiciones físico-geográficas que influyen en los patrones de distribución de la población y sus actividades.

Como elemento, el relieve es un aspecto fundamental, que determina las posibilidades de uso del suelo y condiciona el establecimiento de asentamientos humanos. La presencia de barrancos, como formas del relieve con fuertes pendientes, limita las actividades productivas e incrementa los riesgos por deslizamientos o derrumbes. Por ello, es necesario analizar la distribución espacial de los barrancos y sus implicaciones.

Otros elementos relevantes son la geología y edafología, las características de las rocas y los suelos condicionan la estabilidad de los barrancos y su potencial de aprovechamiento. Suelos poco desarrollados y materiales blandos favorecen la erosión e inestabilidad, en cambio, suelos profundos pueden tener uso agrícola o forestal. El clima es determinante en los procesos morfodinámicos que modelan los barrancos, así, la pluviosidad y escorrentía influyen en la erosión y transporte de sedimentos, y eventos extremos como huracanes también provocan deslizamientos e inundaciones en barrancos.

La cobertura vegetal desempeña un papel protector, por lo que, el uso del suelo y los cambios en la vegetación afectan la dinámica de los barrancos. La deforestación incrementa la escorrentía y erosión, en contraste, la cobertura arbórea ayuda a estabilizar laderas y controlar sedimentos. Por lo anterior, se consideró necesario analizar la interacción entre estos elementos para comprender la dinámica del sistema de barrancos e identificar sus implicaciones ambientales. Los barrancos pueden actuar como zonas de recarga de acuíferos o albergar ecosistemas frágiles,

y también representan áreas de riesgo que condicionan los usos del suelo y el patrón de asentamientos humanos.

### ***2.1.2 Identificación de los usos del suelo presentes, los tipos de vegetación y los ecosistemas presentes en el sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango.***

Mediante imágenes de satélite (Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community), se elaboraron los mapas de uso de suelo de las cuencas de estudio. Para el análisis cartográfico de la información, se delimitaron y ubicaron mediante la aplicación de Geo tecnologías y SIG, el sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango, se analizó su funcionalidad geográfica, mediante la identificación de los ecosistemas. Se llevó a cabo el análisis de los mapas, lo que permitió localizar los diferentes tipos de uso de suelo y vegetación de los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango; lo que permitió identificar y evaluar el sistema de barrancos; y diferenciar su problemática en el ámbito rural y urbano. La cartografía base se elaboró mediante SIG en escala 1:50,000.

Es importante destacar que, la información específica sobre los usos del suelo, tipos de vegetación y ecosistemas en el sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango, puede cambiar de forma constante con el transcurrir del tiempo, y requeriría una nueva fase de estudios de campo y datos actualizados para una descripción actualizada al momento. Los tipos de usos de suelo que ocupan mayor superficie en la zona de estudio, en la Cuenca del río Calderón son: agricultura de temporal, selva baja caducifolia y bosque de táscate, y en el río Tarango es bosque de oyamel, zona urbana y bosque de pino.

## **2.2 Segunda etapa metodológica.**

### **Identificar y evaluar la problemática ambiental y social de los sistemas de barrancos; y diferenciar la problemática en el ámbito rural y el ámbito urbano, mediante métodos gráficos y matriciales**

En la segunda etapa del método, se diseñó una lista de chequeo que muestra los problemas ambientales, sociales y económicos de los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango, y comprenden los siguientes indicadores; identificación del problema, magnitud, permanencia, vulnerabilidad y método de identificación del problema, debido a que es un tema complejo que puede variar según el contexto rural y urbano en el que se encuentren.

Resultado del análisis de la investigación documental y de campo en relación a las características geográficas, ambientales y socioeconómicas, se desarrolló un diagnóstico sobre la cuenca Calderón y cuenca Tarango, para desarrollar un análisis FODA con enfoque ambiental, social y económico que permitió identificar Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, mediante el método de lista de chequeo. También, se desarrolló un árbol de los problemas que afectan a los barrancos que se encuentran en un ámbito rural (cuenca Calderón) y un ámbito urbano (cuenca Tarango); se definió la jerarquía de estos y las relaciones existentes, así como también, se identificaron sus causas y efectos. Esto representa una visión global de los problemas y la estructura que presentan al interior de los barrancos estudiadas.

La Matriz de comparación de problemas identificados en los barrancos de los ríos Calderón y Tarango, se hizo considerando las actividades de cada etapa de la investigación y los factores ambientales en el sitio donde se desarrolló. Con la matriz se exploran las interacciones que se darán entre los componentes fisicoquímicos, biológicos, estéticos y socioeconómicos del escenario ambiental donde se pretende desarrollar la investigación.

### **2.3 Tercera etapa metodológica.**

**Analizar y diferenciar el potencial para ofrecer servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad, conservación del suelo; e identificar las acciones actuales en la conservación de los sistemas de barrancos, mediante el método etnográfico, cuestionarios y entrevistas estructuradas.**

La primera actividad de la tercera etapa del método fue la identificación de los servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos, que se realizó mediante el método etnográfico y aplicación de cuestionarios a funcionarios, líderes y habitantes locales.

#### ***2.3.1 Elaboración del cuestionario y piloteo en la Cuenca Calderón***

Toda vez que se identificaron los servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos, se procedió a diseñar un cuestionario Likert. Se elaboró y piloteo un cuestionario sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémico. El piloteo se llevó a cabo en las fechas de 01 marzo al 23 de abril de 2022. Con este fin se aplicaron 25 cuestionarios en los municipios de Tenancingo y Villa Guerrero pertenecientes a la Cuenca Calderón. Los temas abordados en el cuestionario fueron los siguientes: 1. Servicios para recarga de acuíferos, 2. Servicios por captura de carbono, 3. Servicios por regulación climática, 4. Servicios ecosistémicos de provisión, 5. Servicios socioculturales, 6. Conservación de la biodiversidad, 7. Conservación del suelo, 8. Acciones actuales y disponibilidad para participar en la conservación de los sistemas de barracos.

La finalidad del piloteo fue probar la claridad, comprensión y efectividad del cuestionario antes de su aplicación definitiva. Se obtuvieron estadísticos descriptivos como media, desviación estándar y distribución de respuestas, así como indicadores de confiabilidad. Esto permitió realizar ajustes al instrumento para mejorar su consistencia interna y calidad de la información. En la cuenca Tarango,

no se realizó piloteo del cuestionario, debido a la inseguridad que predomina en el sitio.

### ***2.3.2 Criterios de Inclusión en la Muestra y aplicación de cuestionarios en la Cuenca Calderón y en la cuenca Tarango***

#### **a) Cuenca Calderón**

La muestra estuvo integrada por veinticinco personas dentro de un rango de edad de 40 a 60 años, a quienes se aplicaron entrevistas estructuradas durante los meses de agosto a octubre de 2022, a 13 hombres y 12 mujeres de los municipios que conforman la Cuenca Calderón. El tamaño muestral se definió por conveniencia considerando limitaciones de tiempo y recursos. Las entrevistas se realizaron con la finalidad de identificar el conocimiento que las personas tienen sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos. Se aplicó el cuestionario Likert previamente diseñado. La entrevista recogió datos sobre características socioeconómicas, edad, sexo, ocupación actual y nivel educativo.

Otras cinco entrevistas estructuradas se aplicaron a funcionarios públicos de los municipios que forman parte de la Cuenca Calderón, se les aplicó una entrevista estructurada abierta sobre acciones que realizan para la conservación de los barrancos. Adicionalmente se realizaron entrevistas no estructuradas a 12 personas habitantes de la Cuenca Calderón, entre los rangos de edad de 40 a 50 años, y aplicadas en las cabeceras municipales de los municipios de Tenancingo, Villa Guerrero, Ixtapan de la Sal y Tonatico, con la finalidad de ampliar la perspectiva relacionada con la temática de la Cuenca Calderón, para conocer sus percepciones y valoraciones cualitativas respecto a los barrancos de la cuenca.

Otra fase de recopilación de datos correspondió a la aplicación de cuestionarios de manera digital, con apoyo de un formulario de Google Forms, que se distribuyó durante los meses de agosto a octubre de 2022, a 112 estudiantes de tercer año de preparatoria (56 hombres y 56 mujeres), en un rango de edad de 17 a 20 años y pertenecientes a la zona de estudio. La finalidad de los formularios fue reconocer el

potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos. Los datos se procesaron con apoyo del software Microsoft Excel 2020.

#### b) Cuenca Tarango

En la cuenca Tarango, se aplicaron seis entrevistas no estructuradas a personas de pequeños negocios, como los son: puesto de tacos de carnitas, miscelánea pequeña de abarrotes, puesto de jugos de naranja y negocio de venta de cocteles de fruta. para conocer sus percepciones y valoraciones cualitativas respecto a los barrancos de la cuenca. También, se realizaron otras dos entrevistas no estructuradas, la primera al Director General de la Asociación Civil Ríos de Tarango, Ingeniero Eduardo Valencia Rodríguez, y la segunda, al Dr. Oscar Monroy, de la Universidad Autónoma Metropolitana - UAM Iztapalapa; ambos ofrecieron información acerca del trabajo de la asociación civil, el manejo del recurso hídrico y el impacto de la restauración ambiental en la Cuenca Tarango.

Además, se aplicaron 10 entrevistas estructuradas a cinco hombres y cinco mujeres, cuyas edades oscilaron entre los 30 y 50 años, entre los meses de septiembre a noviembre de 2022, con el cuestionario Likert previamente diseñado. También se aplicó de manera digital con apoyo de Google Forms, a 20 jóvenes de la Asociación Civil Ríos de Tarango, en la Delegación Alvaro Obregón, cuyas edades oscilaron entre los 18 y 25 años, de los cuales, diez fueron mujeres y diez hombres. Los datos se procesaron por medio de Microsoft Excel 2020.

#### ***2.3.3 Análisis Estadístico de los Cuestionarios aplicados en la Cuenca Calderón y en la cuenca Tarango***

Las respuestas de los alumnos de preparatoria de la cuenca Calderón, y de la Asociación Civil Ríos de Tarango, fueron afirmaciones con respecto a la importancia que se les otorga al potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos de acuerdo con su experiencia y fueron analizadas estadísticamente para identificar patrones y tendencias en los siguientes temas. 1. Servicios para recarga de acuíferos, 2. Servicios por captura de carbono, 3. Servicios por regulación climática, 4. Servicios ecosistémicos de provisión, 5.



Servicios socioculturales, 6. Conservación de la biodiversidad, 7. Conservación del suelo, 8. Acciones actuales y disponibilidad para participar en la conservación de los sistemas de barrancos.

Los resultados mostraron que en la mayoría de los temas consultados no había diferencias significativas, indicando que los alumnos de ambas cuencas otorgan un nivel de importancia similar. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en los temas de servicios de provisión y acciones de conservación. Los alumnos de la cuenca Calderón mostraron una valoración mayor de la importancia de estos servicios. El análisis estadístico permitió cuantificar las respuestas y comparar objetivamente las opiniones de los entrevistados de las dos cuencas. Esto complementa y enriquece el análisis cualitativo previo, identificando similitudes y diferencias relevantes entre los grupos.

## **2.4 Cuarta etapa metodológica.**

### **Diseñar estrategias para políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación social, mediante el método etnográfico y el Enfoque del Marco Lógico.**

La cuarta etapa del método correspondió al diseño de estrategias, con la finalidad de que sirvan de apoyo para generar políticas públicas orientadas a la conservación de la Cuenca Calderón y la Cuenca Tarango. Una vez identificadas las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) (Segunda etapa), se diseñaron estrategias FODA que capitalizan las fortalezas y oportunidades, mientras abordan las debilidades y mitigan las amenazas. Como cualquier método de planificación, en análisis FODA es un sistema que permite razonar y tomar mejores decisiones.

Con base en Camacho et al. (2001), el Enfoque de Marco Lógico – EML se usa como elemento esencial para analizar en gabinete los problemas, diseñar objetivos, analizar las alternativas cualitativas y posteriormente diseñar las propuestas enfocadas a un desarrollo viable y sostenible de la región, teniendo presentes acciones de sensibilización y concientización social.

El EML contempla cuatro fases centrales que incluye un conjunto de categorías internas o subetapas y algunas otras fases complementarias. Su importancia reside en la lógica circular y de flujos que subyace a la propuesta y no tanto en la denominación de cada etapa, que forma parte de convenciones y usos distintos, todos ellos en principio equivalentes y aceptables (Camacho et al. 2001).

En el cuadro 1, se muestra la descripción y las fases del análisis desarrollado en la cuarta etapa metodológica, bajo el EML, que permitieron diseñar las estrategias para que otros actores puedan generar políticas orientadas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos.

## Cuadro 1

### 4.1 Fases del método del análisis bajo el enfoque del Marco Lógico

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>
Identificación	Se identificaron y determinaron los problemas a resolver, o en su caso, las oportunidades que pueden aprovecharse. Implica aproximarse a un cierto análisis de la realidad.
Diseño	Consistió, por tanto, en formalizar y organizar los resultados obtenidos en el proceso de identificación, estableciendo estrategias, plazos, recursos, costos, entre otros.
Ejecución y seguimiento	Supone el momento de aplicación de los resultados del diseño a la acción práctica de cooperación con intención de transformar una determinada realidad.
Evaluación	Es la fase en la que se aprecia y valora para extraer conclusiones antes, durante y después de su ejecución.

Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta cuarta etapa se propusieron las estrategias para la cuenca Calderón y cuenca Tarango, las cuales fueron valoradas mediante juicios de carácter cualitativo y cuantitativo, se evaluó la viabilidad de cada una, por medio de una escala Likert de cinco valores: alto, muy alto, medio, bajo y muy bajo. Los criterios para evaluar las estrategias se basan en las localidades y de los municipios que conforman parte de la cuenca, la valoración que tiene la sociedad de su entorno ambiental y la presencia de factores que afectan de manera directa el progreso de cada estrategia.

## **2.5 Quinta etapa metodológica.**

### **Validar la propuesta teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos.**

La propuesta teórico-metodológica diseñada establece fundamentos teóricos y etapas metodológicas para el estudio sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos, como se muestra en el cuadro 31, de la sección 3.5.1) Etapas metodológicas de la propuesta. Esta propuesta se implementó en la investigación, llevando a cabo todas las etapas metodológicas planteadas y obteniendo resultados. Al finalizar, se hizo una discusión teórica-empírica donde se contrastaron los resultados con la literatura existente incluida en el marco teórico. Esta discusión permitió validar los componentes teóricos de la propuesta, resaltando su pertinencia. También validó el alcance y efectividad de las etapas metodológicas para cumplir con los objetivos. La ejecución metodológica y los resultados obtenidos permitieron una validación sólida de la utilidad de esta propuesta teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos, a partir de un análisis comparativo con el conocimiento previo. La validación por medio de la aplicación empírica y la discusión teórica con la literatura es un proceso adecuado y riguroso para este tipo de propuestas metodológicas. El proceso descrito permitió afirmar que la propuesta teórico-metodológica para el estudio de barrancos fue validada de manera satisfactoria.

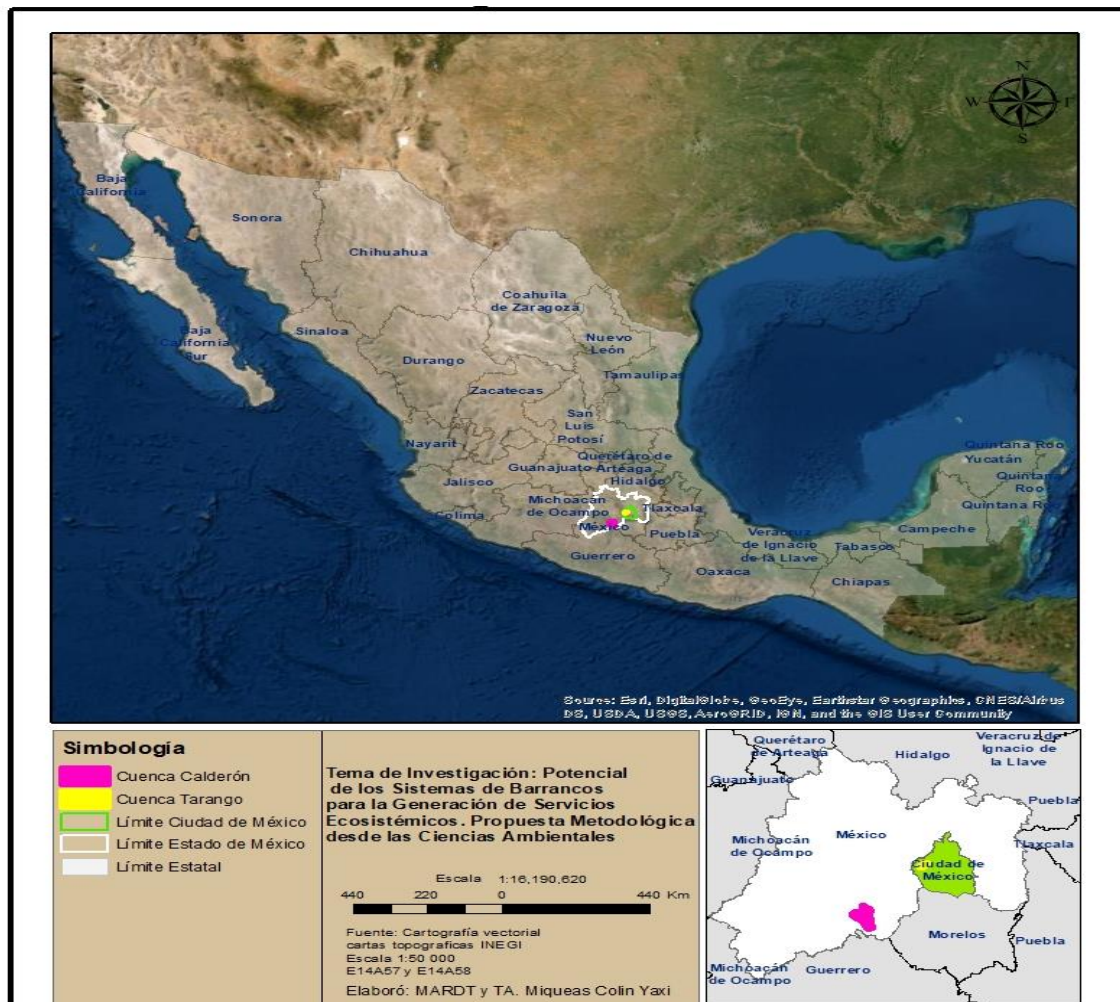
Esta investigación contextualizada de sistemas socioculturales complejos de los barrancos se integró por métodos cualitativos y sistémicos, se propuso un modelo teórico-metodológico para estudiar comunidades locales en los sistemas de barrancos, es decir, sistemas complejos donde interactúan dimensiones biofísicas, socioculturales, económicas y políticas. Metodológicamente, la propuesta integra el método etnográfico, la planificación geográfica integral, la evaluación de sustentabilidad y el enfoque de marco lógico. La propuesta teórico-metodológica representa un esfuerzo valioso por trascender en los estudios sociales fragmentados y descontextualizados en los sistemas de barrancos, al integrar métodos cualitativos, cuantitativos y sistémicos. Se reconoce que las realidades humanas son sistemas multidimensionales, donde lo global y local se entretajan; y se plantea analizar estas interrelaciones tomando como eje los barrancos rurales y urbanos, bajo los principios del pensamiento complejo.

## CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**3.1 Delimitación de los sistemas de barrancos del río Calderón y del río Tarango; y análisis de la funcionalidad geográfica de ambos ambientes de barrancos, mediante la descripción de los ecosistemas y sus componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico.**

A continuación, se presenta la caracterización geográfica de las Cuencas del río Calderón y del río Tarango. En el mapa 1 se observa la ubicación geográfica de las dos cuencas estudiadas, en el contexto nacional de la República Mexicana.

**Mapa 1. Ubicación Geográfica de las Cuencas de Estudio en el Contexto Nacional**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

### **3.1.1 Caracterización Geográfica, ambiental y socioeconómica del sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango**

En esta sección se muestran los resultados obtenidos sobre la caracterización geográfica, ambiental y socioeconómica del río Calderón y del río Tarango. Los resultados son presentados a nivel de cuenca hidrológica, primero para el río Calderón, y de manera subsecuente para el río Tarango.

#### **3.1.1.1 Caracterización del sistema de barrancos del río Calderón**

La cuenca del río Calderón con su sistema de barrancos, también llamada cuenca del río Grande de Amacuzac se alberga casi en su totalidad en el municipio de Villa Guerrero, y en pequeñas porciones dentro de los municipios de Ixtapan de la Sal (al Sur) y Zumpahuacán (al Sur Oeste) (INEGI,2020).

##### **a) Características geográficas y ambientales**

La cuenca del río Calderón posee una posición geográfica estratégica en la región Sur del Estado de México, favorecida por la disponibilidad y el manejo del agua proveniente del Nevado de Toluca. La cuenca del río Calderón está asociada a un sistema de barrancos perteneciente al sistema volcánico transversal y se encuentra en una zona de transición ecológica, que, desde el punto de vista biogeográfico, reparte al territorio del Estado de México en dos reinos: el Neotropical, localizado al sur y el Neártico al norte (INEGI, 2020).

Entre los dos reinos se localiza el ecotono o zona de transición, que de acuerdo con las condiciones geológicas, edafológicas, climáticas y de vegetación, presenta una gran agrobiodiversidad con características que hacen posible la diversidad cultural y agrícola, que se aprovecha para la agricultura tradicional de subsistencia y agricultura convencional con fines comerciales (IENGI, 2020). Desde la perspectiva política y administrativa, los barrancos del río Calderón se asientan en la parte sur del municipio de Villa Guerrero, desde la panorámica de la tenencia de la tierra, pertenece al Ejido de Santa Ana Xochuca (INEGI,2020).

En el aspecto que conforma la fisiografía del río Calderón, existen diferentes niveles altitudinales en la microcuenca, que quedan comprendidos entre las cotas 1600 y

2000 msnm; la pendiente desciende en forma longitudinal con dirección Norte – Sureste, donde se observan terrenos planos, que terminan en los barrancos formados por los ríos que actúan como límite natural con otras regiones y sistemas fisiográficos (INEGI, 2020).

Los sistemas de barrancos del río Calderón presentan un origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área, así como una morfología y litología propias y distintivas. Estas unidades a su vez pueden ser divididas en una serie de subprovincias fisiográficas, que pueden presentar elementos discordantes conocidos como discontinuidades fisiográficas.

La litología de la unidad es compleja, ya que comprende rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Uno de los sistemas de topoformas más importantes que están presentes en esta subprovincia es el de la sierra compleja con cañadas, con gran variedad de rocas, esquistos, basaltos, y aluviones continentales. Otros sistemas que se encuentran en la subprovincia son: la gran sierra compleja con mesetas, el lomerío, el valle de cañadas convergentes con lomerío, el valle de laderas tendidas con lomeríos y la meseta lávica (INEGI, 2020).

Con base en INEGI (2020), en la zona predominan los climas cálido, semicálido y templado. Los suelos son de origen coluvio-aluvial y residual (INEGI, 2020); su fertilidad es de moderada a alta, por lo que pueden ser utilizados en actividades agrícolas, pecuarias y forestales, aunque algunas zonas presentan problemas de acidez. Los tipos de suelos predominantes en esta subprovincia son: Cambisol eutrítico, Regosol eutrítico y Feozem Háptico, Litosol, Regosol calcárico, Regosol crómico, Acrisol órtico, Cambisol dítico, Cambisol crómico, Fluvisol eutrítico, Luvisol crómico, Andosol húmico, Vertisol pélico y Acrisol húmico; este último se caracteriza por presentar en la superficie una capa de color oscuro o negro sobre el suelo rojizo o amarillento, esta capa es rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes (INEGI, 2020).

Las especies vegetales predominantes en los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México están asociadas con las condiciones climáticas, los tipos de suelos, la altitud y las características fisiográficas de la Provincia de la Sierra Madre

del Sur. En relación con los barrancos, tienen diferente profundidad y albergan recursos variados con diversos usos (INEGI, 2020). Los terrenos agrícolas y la comunidad se encuentran en lomeríos y mesetas, donde se practican cultivos de riego con sistema por gravedad; estos cultivos son posibles gracias al manejo que los pobladores hacen del entorno, y que les ha permitido el almacenamiento del recurso hídrico. El río Grande de Amacuzac (río Calderón), nace en las pendientes del Volcán Xinantécatl y corresponde a la Región Hidrológica del río Balsas (INEGI, 2020).

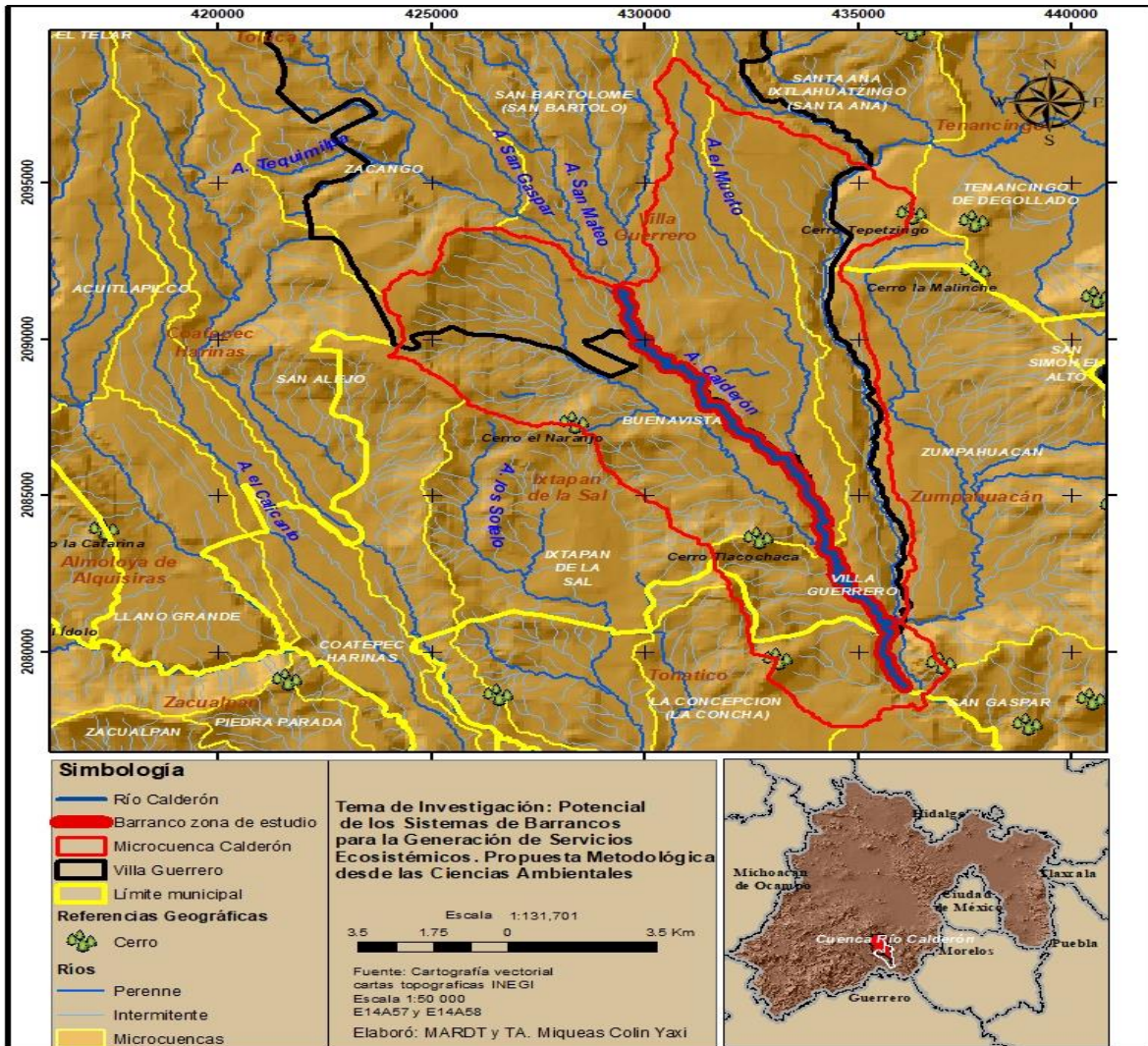
En esta delimitación el elemento hidrográfico es fundamental para entender la agrobiodiversidad y la adaptación sociocultural de los pobladores de la región. Los aportes hídricos a los ríos cercanos a la comunidad son producto de los escurrimientos superficiales del deshielo y aguas subterráneas que se originan en las pendientes del Nevado de Toluca. Otras fuentes de agua proceden de corrientes perennes e intermitentes, que tienen su origen en las elevaciones orientales de la región y que aumentan el caudal en el sistema de barrancos formado por los ríos Temozolapa, Tenancingo, Calderón, Nenezingo, San Martín, San Jerónimo, Copal, Arroyo Grande y Tintocho o Juirogo (INEGI, 2020).

A continuación, se muestran los mapas de ubicación, altimetría, topografía, hidrología y usos del suelo de la cuenca del río Calderón.

En el mapa 2 se muestra la ubicación de la cuenca del río Calderón, ubicado al Sur del Estado de México, en él se observa la microcuenca en color rojo, así mismo, en color azul se muestra el río Calderón, y en un tono rojo y al contorno del río se identifica el área de estudio del barranco en esta investigación. En el mapa es posible observar que, la cuenca abarca parte de los municipios de Villa Guerrero, Zumpahuacán, Ixtapan de las Sal, Tenancingo y Tonatico.



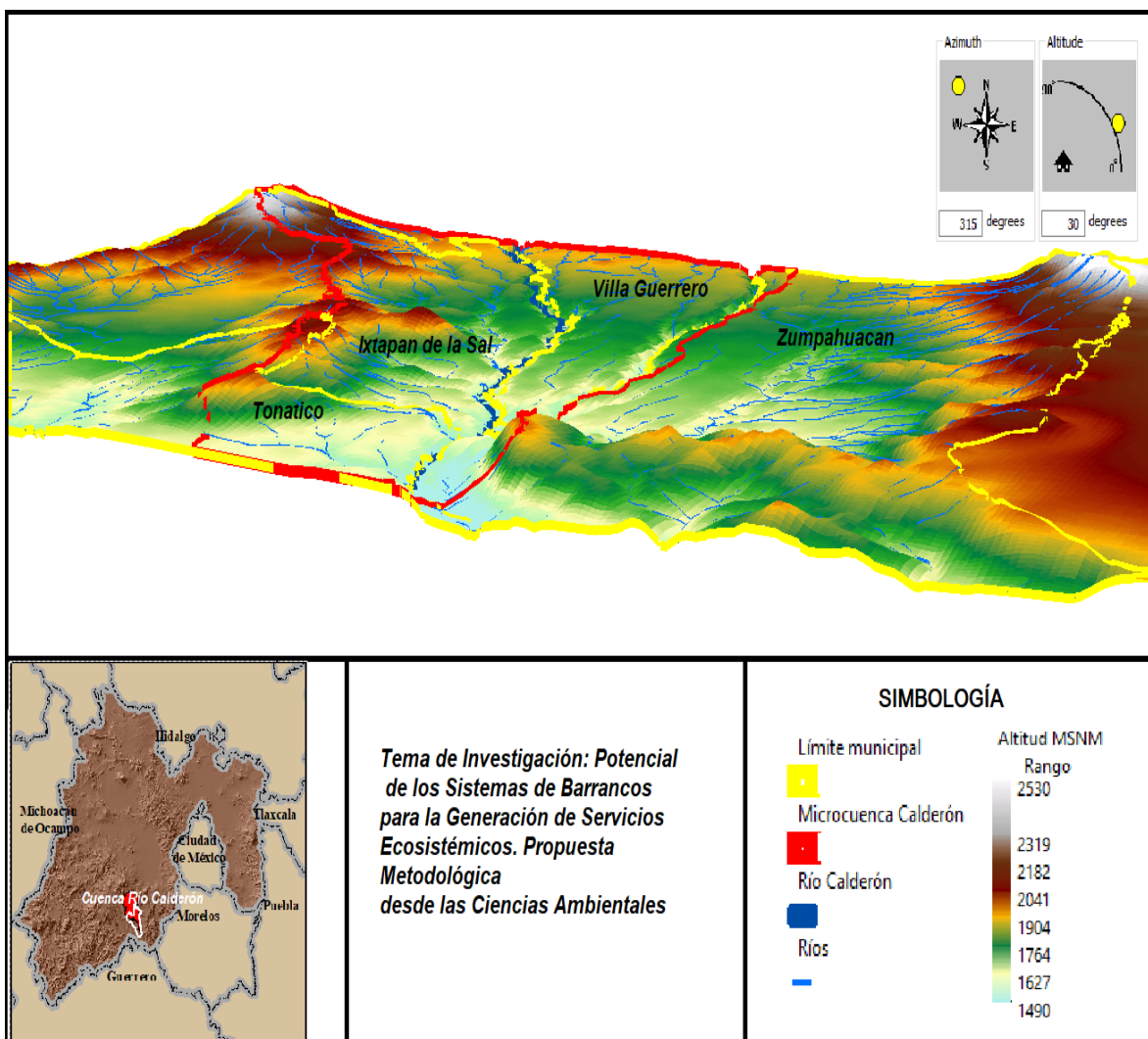
**Mapa 2. Ubicación de la Cuenca del río Calderón en el contexto Estatal**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El mapa 3 muestra la altimetría o relieve de la cuenca Calderón en un sistema de elevación de un modelo 3D, el cual refleja una similitud de cómo se ve en la realidad. Los colores del mapa están en bandas de color de acuerdo con determinados intervalos de altitud. Las zonas bajas de la cuenca en verde, las medias en amarillo y las altas en marrón. Esto permite distinguir fácilmente las variaciones en el relieve de la cuenca.

**Mapa 3. Altimetría de la Cuenca Calderón**

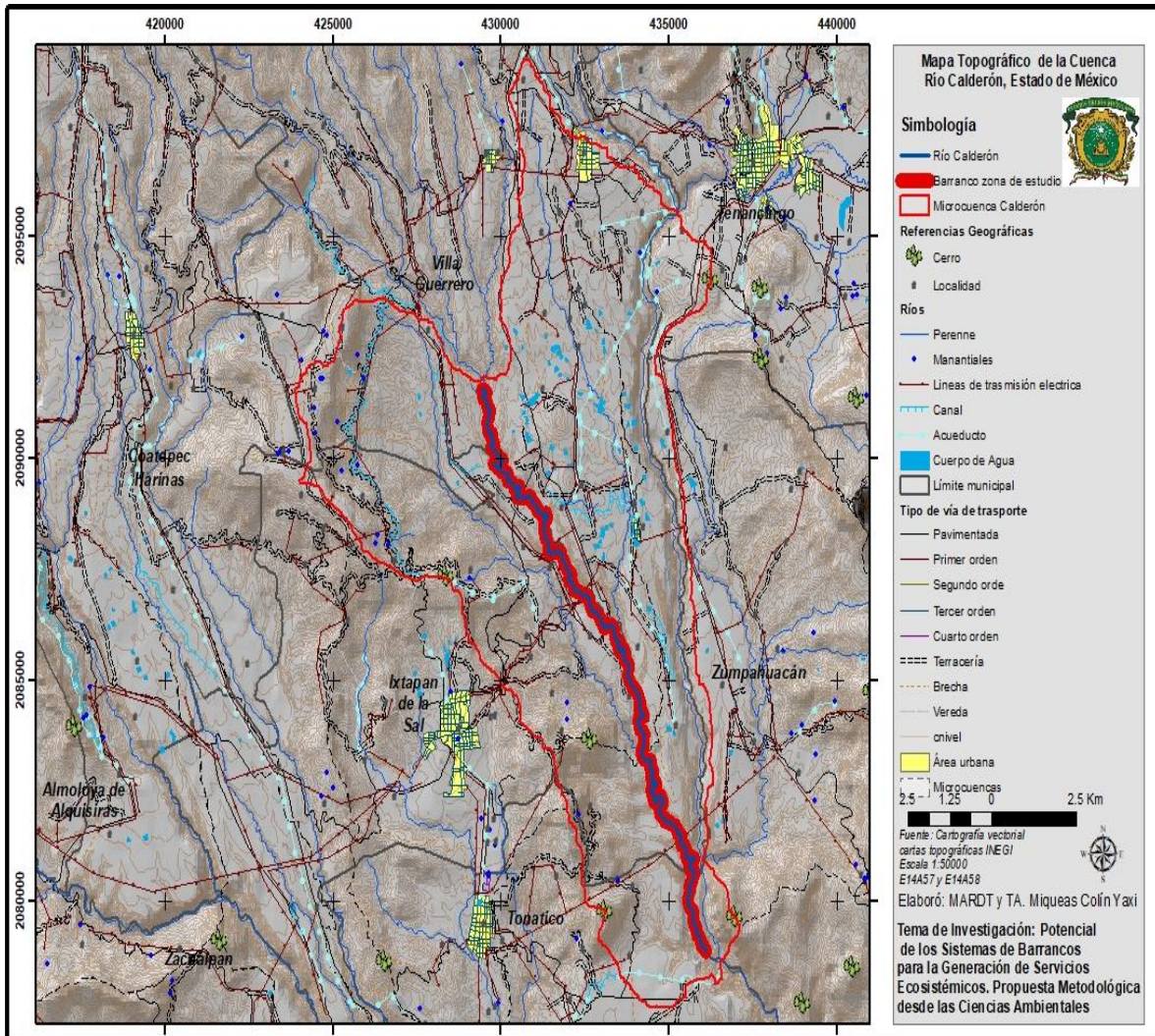


Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El mapa 4 muestra la topografía de la cuenca del río Calderón, así como también las características físicas y geográficas de la zona. En el mapa se pueden observar localidades urbanas y rurales, manantiales, cuerpos de agua, ríos, curvas de nivel que indican la elevación del terreno, líneas de comunicación como carreteras y caminos, entre otras cosas. Este mapa topográfico brinda una representación precisa del paisaje físico y las características geomorfológicas de la cuenca del río Calderón, el área de estudio.



### Mapa 4. Topográfico de la Cuenca del río Calderón

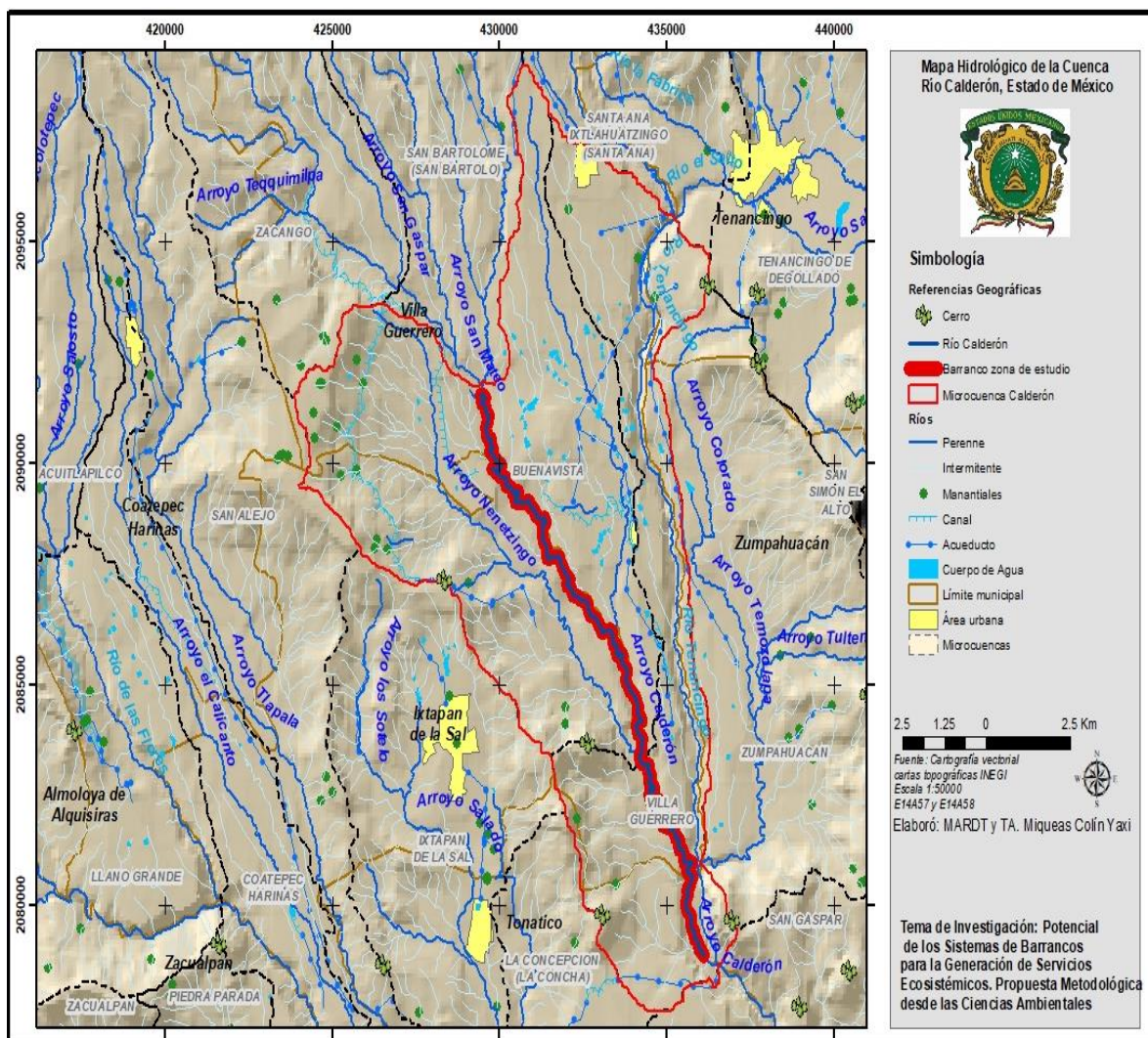


Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El mapa 5 muestra la hidrología de la cuenca del río Calderón. En él, se pueden observar los principales aspectos hidrológicos, como los ríos perennes que se integran a la cuenca, entre ellos el río San Gaspar, San Mateo, Colorado, Nenetzingo, Temozolapa y el propio río Calderón. Asimismo, se distinguen algunos ríos intermitentes en la zona, como El Salado, Tlapala y Tequimilpa. Este mapa hidrológico de la cuenca del río Calderón proporciona información integral sobre las fuentes y recursos hídricos del área de estudio, resultando de gran utilidad para la gestión y aprovechamiento de dichos recursos.



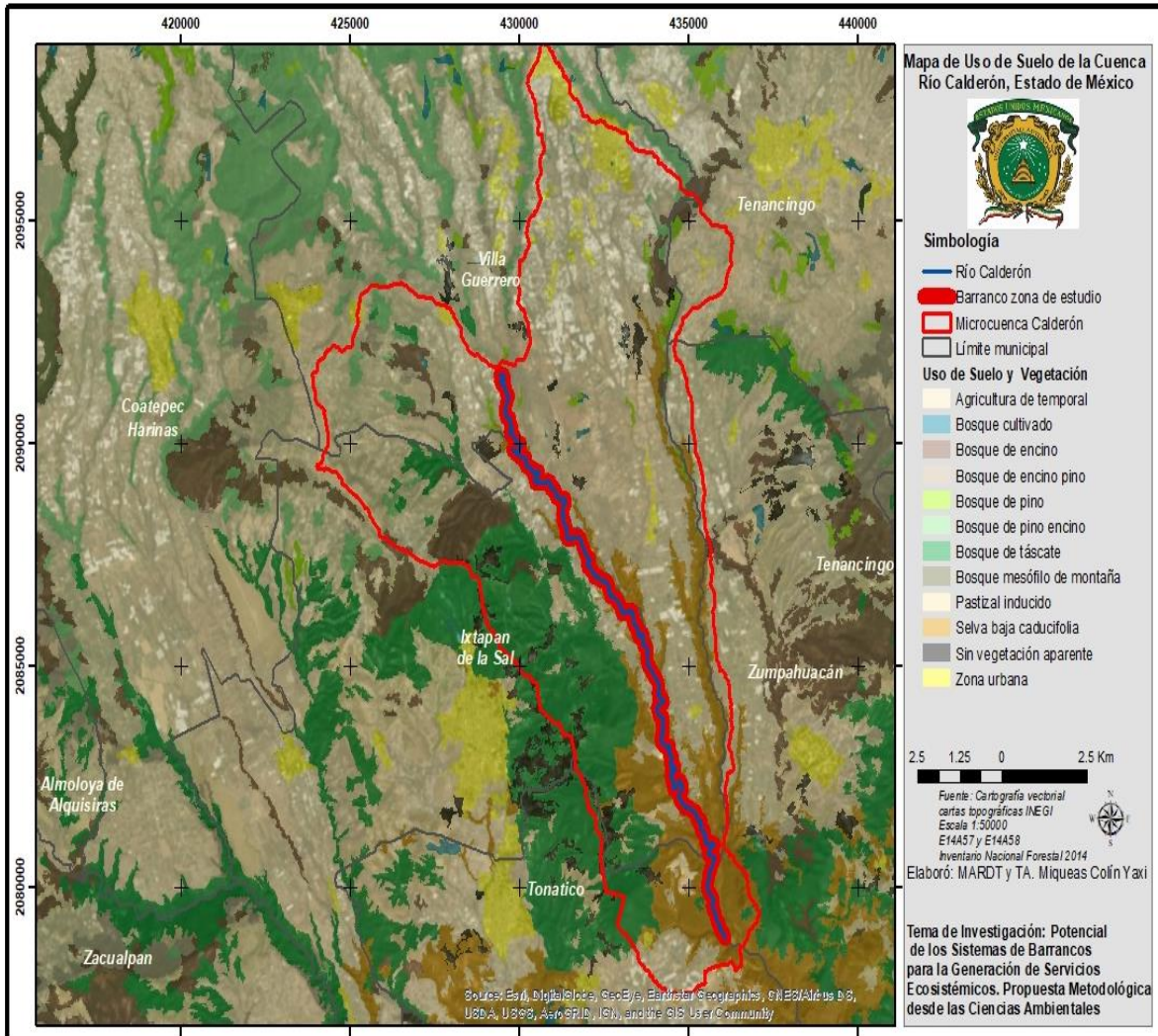
**Mapa 5. Hidrológico de la Cuenca del río Calderón**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El mapa 6 muestra los usos de suelo en la cuenca del río Calderón. En él se observan los distintos tipos de suelo presentes: agricultura de temporal (55%), selva baja caducifolia (16%), bosque de táscate (15%), bosque de encino (4%), zona urbana (3%), sin vegetación aparente (2%), pastizal inducido (1%), bosque de pino-encino (1%) y bosque de pino (1%). Este mapa de uso de suelo de la cuenca del río Calderón muestra la distribución de los diversos usos y actividades que se desarrollan en el área. Cuenta con una leyenda que explica el significado de cada color utilizado para representar los distintos tipos de suelo.

**Mapa 6. Uso de Suelo de la Cuenca del río Calderón**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

## b) Características sociales y económicas

Los indicadores sociales han tomado en los últimos años una relevancia fundamental, ya que con ellos se puede establecer a través de sucesivas comparaciones en el tiempo, una medición respecto del avance de algunos aspectos del desarrollo social, como lo son la educación, la salud, el ingreso, la pobreza, la inversión federal, la marginación entre otras cosas.



En el siguiente apartado de este documento, se presenta una descripción de la población, condiciones de la vivienda, marginación y características económicas de los municipios que conforman la cuenca del río Calderón.

- **Características sociales de los municipios de la Cuenca del río Calderón**

En la tabla 1 se muestran los totales de población de los cinco Municipios que se encuentran dentro de la Cuenca Calderón. La población total para el año 2020 es de 64,752 habitantes dentro de la Cuenca de estudio, de los cuales 33,158 pertenecen al sexo femenino y 31,614 al masculino.

**Tabla 1. Población de los Municipios dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Municipio	Población total 2020	Mujeres	Hombres
Villa Guerrero	35,387	18,076	17,331
Zumpahuacán	1,991	1,035	956
Ixtapan de la Sal	6,220	3,169	3,051
Tenancingo	20,708	10,657	10,051
Tonatico	446	221	225
<b>Total</b>	<b>64,752</b>	<b>33,158</b>	<b>31,614</b>
<b>Promedio estatal. Estado de México.</b>	<b>16,992,418 (100%)</b>	<b>8,741,123 (51.25%)</b>	<b>8,251,295 (48.74%)</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

Con base en la tabla 1, la mayor concentración de personas se ubica dentro del municipio de Villa Guerrero (0.21 %), seguido de Tenancingo (0.12 %); y por último Tonicato, con sólo 446 personas que habitan en la superficie municipal que forma parte de la cuenca.

En la tabla 2 se muestra que, dentro de la cuenca Calderón 598 son las viviendas que no disponen de agua entubada. El grado de marginación para la cuenca tiene las siguientes características: Muy alto (3), Alto (30), Medio (9) y Bajo (3). Así mismo 15,284 es el total de viviendas particulares habitadas. Cabe recalcar que, 83 viviendas no disponen de energía eléctrica y 740 no cuentan de drenaje.

**Tabla 2. Condiciones de la vivienda y marginación de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020**

Municipio	Viviendas habitadas	No tienen agua entubada	No tienen drenaje	No tienen energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas habitadas que no tienen sanitario	Grado de marginación del municipio
Villa Guerrero	8,716	308	472	51	338	492	Muy alto (1) Alto (14) Medio (5) Bajo (1)
Zumpahuacán	503	17	27	3	13	24	Muy alto (0) Alto (1) Medio (0) Bajo (0)
Ixtapan de la Sal	1,700	196	165	14	65	177	Muy alto (2) Alto (11) Medio (2) Bajo (0)
Tenancingo	4,256	72	74	14	87	48	Muy alto (0) Alto (3) Medio (2) Bajo (2)
Tonatico	109	5	2	1	1	5	Muy alto (0) Alto (1) Medio (0) Bajo (0)
<b>Total</b>	<b>15,284</b>	<b>598</b>	<b>740</b>	<b>83</b>	<b>504</b>	<b>746</b>	<b>Muy alto (3)</b> <b>Alto (30)</b> <b>Medio (9)</b> <b>Bajo (3)</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla 3 se muestra que, dentro de la Cuenca Calderón 598 son las viviendas que no disponen de agua entubada. El grado de marginación para la Cuenca tiene las siguientes características: Muy alto (3), Alto (30), Medio (9) y Bajo (3). Así mismo 15,284 es el total de viviendas particulares habitadas. Cabe recalcar que, 83 viviendas no disponen de energía eléctrica y 740 no cuentan de drenaje.

**Tabla 3. Condiciones de la vivienda y marginación de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020 (%)**

Municipio	Viviendas particulares habitadas (100%)	No tienen agua entubada	No tienen drenaje	No tienen energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas habitadas que no tienen sanitario	Marginación del municipio
Villa Guerrero	8,716	3.53	5.41	0.58	3.87	5.64	Muy alto (1) Alto (14) Medio (5) Bajo (1)
Zumpahuacán	503	3.37	5.36	0.59	2.58	4.77	Muy alto (0) Alto (1) Medio (0) Bajo (0)
Ixtapan de la Sal	1,700	11.52	9.70	0.82	3.82	10.41	Muy alto (2) Alto (11) Medio (2) Bajo (0)
Tenancingo	4,256	1.69	1.73	0.32	2.04	1.12	Muy alto (0) Alto (3) Medio (2) Bajo (2)
Tonatico	109	4.58	1.83	0.91	0.91	4.58	Muy alto (0) Alto (1) Medio (0) Bajo (0)
<b>Total</b>	<b>15,284</b>	<b>3.91</b>	<b>4.84</b>	<b>0.54</b>	<b>3.29</b>	<b>4.88</b>	<b>Muy alto (3) Alto (30) Medio (9) Bajo (3)</b>
<b>Promedio estatal. Estado de México</b>	<b>4,303,449</b>	<b>118,409 = 2.75</b>	<b>112,246 = 2.60</b>	<b>14,765 = 0.34</b>	<b>92,762 = 2.15</b>	<b>99,520 = 2.31</b>	<b>Bajo</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la Tabla 4, se muestran las condiciones económicas de los municipios en la Cuenca Calderón en 2020. La población económicamente activa (PEA) en la cuenca fue de 31,873 personas, de las cuales 12,791 eran mujeres y 19,082 hombres. La población económicamente inactiva (PEI) fue de 15,148 personas. La mayoría de la PEA se encuentra ocupada (31,679 personas), siendo 12,731 mujeres y 18,948 hombres con trabajo. Solo había 194 personas desocupadas, 60 mujeres y 134 hombres sin empleo. El municipio con más PEA y población ocupada fue Villa Guerrero, con 18,474 y 18,382 personas respectivamente. El que tuvo menor PEA y ocupación fue Tonicato, con 210 y 207 personas. La PEA de la Cuenca está casi totalmente ocupada, con bajos niveles de desempleo. Villa Guerrero es el municipio económicamente más activo y Tonicato el menos activo.



**Tabla 4. Condiciones económicas de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020**

	PEA	PEA mujeres	PEA hombres	PEI	PEI mujeres	PEI hombres	Población ocupada	Población ocupada (mujeres)	Población ocupada (hombres)	Población desocupada	Población desocupada (mujeres)	Población desocupada (hombres)
<b>Villa Guerrero</b>	18,474	7,510	10,964	8,222	6,311	1,911	18,382	7,482	10,900	92	28	64
<b>Zumpahuacán</b>	907	346	561	587	444	143	905	346	559	2	0	2
<b>Ixtapan de la Sal</b>	3,249	1,244	2,005	1,423	1,177	246	3,224	1,235	1,989	25	9	16
<b>Tenancingo</b>	9,033	3,641	5,392	4,789	3,572	1,217	8,961	3,620	5,341	72	21	51
<b>Tonatico</b>	210	50	160	127	113	14	207	48	159	3	2	1
<b>Total</b>	<b>31,873</b>	<b>12,791</b>	<b>19,082</b>	<b>15,148</b>	<b>11,617</b>	<b>3,531</b>	<b>31,679</b>	<b>12,731</b>	<b>18,948</b>	<b>194</b>	<b>60</b>	<b>134</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla 5, se muestra la PEA total fue de 49.22% de la población, ligeramente inferior al promedio estatal (50.28%). La PEA de mujeres fue 20.89% y la de hombres 29.39%, en línea con el promedio. La ocupación de mujeres fue 20.57% y la de hombres 28.65%, similares al promedio. La población desocupada total fue de 1.76%, por encima del promedio estatal (1.06%). La desocupación de mujeres fue 0.75% y la de hombres 0.99%, mayores al promedio. Villa Guerrero tuvo los mayores porcentajes de PEA y población ocupada. Tonalico tuvo los menores porcentajes y la participación laboral y la ocupación en la Cuenca fueron ligeramente menores al promedio estatal.

Tabla 5. Continuación de las Condiciones económicas de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020 (%)

Municipio	Población total 2020 (100%)	PEA	PEA mujeres	PEA hombres	PEI	PEI mujeres	PEI hombres	Población ocupada	Población ocupada mujeres	Población ocupada hombres	Población desocupada	Población desocupada mujeres	Población desocupada hombres
Villa Guerrero	35,387	52.20	21.22	30.98	23.23	17.83	5.40	47.88	21.11	30.80	0.25	0.07	0.18
Zumpahuacán	1,991	45.55	17.37	28.17	29.48	22.30	7.18	45.45	17.37	28.07	0.10	0	0.10
Ixtapan de la Sal	6,220	52.23	20.00	32.23	22.87	18.92	3.95	51.83	19.85	31.97	0.40	0.14	0.25
Tenancingo	20,708	43.62	17.58	26.03	23.12	17.24	5.87	43.27	17.48	25.79	0.34	0.10	0.24
Tonalico	446	47.08	11.21	35.87	28.47	25.33	3.13	46.41	10.76	35.65	0.67	0.44	0.22
Total	64,752	49.22	87.38	153.28	127.17	101.62	25.53	234.84	86.57	152.28	1.76	0.75	0.99
Promedio Estado de México	16,992,418	8,544,416 = 50.28	3,549,802 = 20.89	4,994,614 = 29.39	5,162,516 = 30.38	3,571,005 = 21.01	1,591,511 = 9.36	8,364,273 = 49.22	3,495,702 = 20.57	486,8571 = 28.65	180,143 = 1.06	54,100 = 0.31	126043 = 0.74

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla 6, se muestra el ingreso promedio en los municipios es de 2 salarios mínimos. Villa Guerrero tiene la mayor proporción en el sector primario (66%) y la menor en secundario (6%). Ixtapan de la Sal tiene la mayor proporción en el sector terciario (60.64%) y la menor en primario (19.21%). Tenancingo tiene una distribución equilibrada entre los tres sectores. Zumpahuacán y Tonalico están entre los extremos de Villa Guerrero e Ixtapan de la Sal. Se observa una transición de economías primarias a terciarias.

**Tabla 6. Ingreso y población en sectores económicos de los Municipios en la Cuenca Calderón, 2020**

	<b>Ingreso</b>	<b>Población, sector primario %</b>	<b>Población, sector secundario %</b>	<b>Población, sector terciario %</b>
<b>Villa Guerrero</b>	2 salarios mínimos	<b>66.00</b>	<b>6.00</b>	<b>28.00</b>
<b>Zumpahuacán</b>	2 salarios mínimos	<b>58.30</b>	<b>16.20</b>	<b>25.50</b>
<b>Ixtapan de la Sal</b>	2 salarios mínimos	<b>19.21</b>	<b>20.15</b>	<b>60.64</b>
<b>Tenancingo</b>	2 salarios mínimos	<b>24.00</b>	<b>27.00</b>	<b>49.00</b>
<b>Tonalico</b>	2 salarios mínimos	<b>28.20</b>	<b>14.80</b>	<b>57.00</b>
<b>Villa Guerrero</b>	2 salarios mínimos	<b>66.64</b>	<b>6.77</b>	<b>26.59</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En referencia de los sectores económicos, en la Cuenca Calderón destaca el sector primario, con actividades como la agricultura, ganadería, pesca y minería; seguido del sector terciario con un poco más de la cuarta parte de las actividades, entre los que destacan establecimientos de comercios al por menor y servicios de alojamiento temporal.

La tabla 7, se muestra la PEA total del municipio es de 36,150, con mayoría de hombres (21,563). La PEI total es 14,843, con mayoría de mujeres (11,744). La población ocupada total es 36,016, con muy poca desocupación (134). En localidades rurales la de mayor PEA es San Lucas (962) y la menor El Izote (89). En urbanas, Villa Guerrero tiene la mayor PEA (5,555) y ocupados (5,520). San Francisco tiene 1,870 de PEA y 1,860 ocupados. La actividad económica se concentra en Villa Guerrero y San Francisco. Las demás localidades son rurales con menor actividad.

Tabla 7. Condiciones económicas de las localidades dentro de la Cuenca Calderón, que corresponden a Villa Guerrero, 2020

	PEA	PEA mujeres	PEA hombres	PEI	PEI mujeres	PEI hombres	Población ocupada	Población ocupada (mujeres)	Población ocupada (hombres)	Población desocupada	Población desocupada (mujeres)	Población desocupada (hombres)
<b>Total, del Municipio</b>	36,150	14,587	21,563	14,843	11,744	3,099	36,016	14,548	21,468	134	39	95
<b>Localidades rurales (2020)</b>												
<b>Buenavista</b>	1,559	602	957	743	593	150	1,558	602	956	1	0	1
<b>El Carmen</b>	458	164	294	284	239	45	455	163	292	3	1	2
<b>La Finca</b>	952	381	571	488	387	101	943	380	563	9	1	8
<b>El Islote</b>	283	120	163	125	104	21	282	119	163	1	1	0
<b>El Izote</b>	89	33	56	45	39	6	88	33	55	1	0	1
<b>Matlazinca</b>	276	118	158	53	42	11	276	118	158	0	0	0
<b>Potrero Nuevo</b>	424	121	303	285	231	54	423	121	302	1	0	1
<b>El Progreso Hidalgo</b>	460	138	322	259	219	40	459	138	321	1	0	1
<b>San Diego</b>	898	294	604	406	353	53	898	294	604	0	0	0
<b>San Felipe</b>	382	150	232	139	105	34	381	150	231	1	0	1
<b>San Lucas</b>	962	363	599	362	284	78	956	361	595	6	2	4
<b>San Pedro Buenos Aires (San Pedro)</b>	192	77	115	87	63	24	190	76	114	2	1	1
<b>Totolmajac</b>	1,049	421	628	422	327	95	1045	420	625	4	1	3
<b>Coxcacoaco</b>	502	209	293	206	160	46	501	209	292	1	0	1
<b>Ejido de la Finca</b>	1,060	381	679	460	382	78	1057	379	678	3	2	1
<b>La Joya</b>	938	390	548	424	320	104	927	387	540	11	3	8
<b>El Peñón</b>	72	41	31	14	7	7	71	41	30	1	0	1
<b>Los Ranchos de San José</b>	394	144	250	154	130	24	393	143	250	1	1	0
<b>Cuajimalpa (Los Cuervos)</b>	99	40	59	7	6	1	99	40	59	0	0	0
<b>Localidades urbanas (2020)</b>												
<b>Villa Guerrero</b>	5,555	2,533	3,022	2,568	1,797	771	5,520	2,521	2,999	35	12	23
<b>San Francisco</b>	1,870	790	1,080	691	523	168	1,860	787	1,073	10	3	7
<b>Total,</b>	<b>18,474</b>	<b>7,510</b>	<b>10,964</b>	<b>8,222</b>	<b>6,311</b>	<b>1,911</b>	<b>18,382</b>	<b>7,482</b>	<b>10,900</b>	<b>92</b>	<b>28</b>	<b>64</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

**c) Características sociales y económicas de cada municipio que conforma la cuenca Calderón**

- **Municipio de Villa Guerrero**

El Municipio de Villa Guerrero alberga dentro de la Cuenca Calderón a 19 comunidades rurales y dos urbanas. De estas comunidades citadas en la tabla 8, la localidad rural de Cuajimalpa (Los Cuervos) tiene la elevación máxima dentro de la Cuenca de 2,465 msnm, y la que tiene el menor rango en altitud es la comunidad rural de El Progreso Hidalgo, con 1,704 msnm.

**Tabla 8. Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Villa Guerrero dentro de la Cuenca Calderón 2020 (Coordenadas Geográficas UTM)**

<b>Población</b>	<b>Longitud (UTM)</b>	<b>Latitud (UTM)</b>	<b>Altitud (MSNM)</b>
<b>Coordenadas extremas del Municipio de Villa Guerrero</b>	Este 99° 38' 24"	Norte 18° 57' 36"	Máxima 2,159
	Oeste 99° 38' 30"	Sur 18° 98'	Mínima 1,420
<b>Localidades rurales</b>			
<b>Buenavista</b>	993925	185644	2,099
<b>El Carmen</b>	994303	185450	2,429
<b>La Finca</b>	993829	185345	1,880
<b>El Islote</b>	993926	185803	2,199
<b>El Izote</b>	994213	185511	2,172
<b>Matlazinca</b>	994233	185617	2,199
<b>Potrero Nuevo</b>	993744	185357	1,880
<b>El Progreso Hidalgo</b>	993651	185047	1,704
<b>San Diego</b>	993912	190042	2,457
<b>San Felipe</b>	993916	185559	2,035
<b>San Lucas</b>	993938	185841	2,277
<b>San Pedro Buenos Aires (San Pedro)</b>	994233	185534	2,426
<b>Totolmajac</b>	994106	185532	2,036
<b>Coxcacoaco</b>	993741	185716	2,083
<b>Ejido de la Finca</b>	993737	185315	1,840
<b>La Joya</b>	993910	185821	2,241
<b>El Peñón</b>	994322	185733	2,350
<b>Los Ranchos de San José</b>	993947	190239	2,807
<b>Cuajimalpa (Los Cuervos)</b>	994134	190047	2,465
<b>Localidades urbanas</b>			
<b>San Francisco</b>	993852	185655	2,098

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla 9, se muestra que, el Municipio de Villa Guerrero alberga dentro de la Cuenca Calderón 9 comunidades rurales con una población aproximada de entre los mil y dos mil habitantes y solamente tres zonas urbanas que van de más de 2,500 habitantes, de acuerdo al INEGI.

**Tabla 9. Población por localidades en el Municipio de Villa Guerrero, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

<b>Población</b>	<b>Población total 2020</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>
<b>Total, de población del municipio de Villa Guerrero</b>	69,086	35,227	33,859
<b>Población rural</b>			
<b>Potrero nuevo</b>	1,006	507	499
<b>El Progreso Hidalgo</b>	1,004	501	503
<b>Ejido de la Finca</b>	2,067	1,039	1,028
<b>Coxcacoaco</b>	928	467	461
<b>Cuajimalpa los Cuervos</b>	143	61	82
<b>Buenavista</b>	3,115	1,573	1,542
<b>El Carmen</b>	1,000	531	469
<b>La Finca</b>	1,977	1,033	944
<b>El Islote</b>	533	298	255
<b>El Izote</b>	192	90	102
<b>Matlazinca</b>	438	223	215
<b>San Diego</b>	1,818	914	904
<b>San Lucas</b>	1,776	871	905
<b>Totolmajac</b>	1,967	1,010	957
<b>El Peñón</b>	121	66	55
<b>Los Ranchos de San José</b>	816	407	409
<b>San Felipe</b>	696	333	363
<b>San Pedro Buenos Aires</b>	357	179	178
<b>La Joya</b>	1,746	902	844
<b>Población urbana</b>			
<b>Villa Guerrero</b>	10,336	5,387	4,949
<b>San Francisco</b>	3,351	1,684	1,667
<b>Total</b>	<b>35,387</b>	<b>18,076</b>	<b>17,331</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

La población que habita la Cuenca Calderón para el municipio de Villa Guerrero (2020) es de 35,387 habitantes, de los cuales 18 076 pertenecen al sexo femenino y 17,331 al masculino, de una población total de 69,086 habitantes.

En la tabla 10, se muestra que, Villa Guerrero alberga dentro de la Cuenca Calderón un total de 8,716 viviendas particulares habitadas, de las cuales dos de sus localidades rurales cuentan con más de 500 viviendas particulares (Buenavista, Totolmajac y Ejido de la Finca). Así mismo dos zonas urbanas tienen más de 800 a 2500 viviendas particulares habitadas (San Francisco y la cabecera de Villa Guerrero).

Tabla 10. Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Villa Guerrero, dentro de la Cuenca Calderón, 2020

Nombre de la localidad	Viviendas habitadas	No disponen de agua entubada	No disponen de drenaje	No disponen de energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas habitadas que no disponen de sanitario	Grado de marginación de la localidad
<b>Localidades rurales (2020)</b>							
<b>Cuajimalpa (Los Cuervos)</b>	30	6	16	3	5	13	<b>Muy alto</b>
<b>Buenavista</b>	767	61	35	3	43	12	<b>Alto</b>
<b>El Carmen</b>	245	48	16	1	13	19	<b>Alto</b>
<b>La Finca</b>	357	19	47	7	17	93	<b>Alto</b>
<b>El Islote</b>	129	3	4	2	4	0	<b>Alto</b>
<b>El Izote</b>	55	21	9	1	2	3	<b>Alto</b>
<b>Matlazinca</b>	137	9	29	4	10	19	<b>Alto</b>
<b>Potrero Nuevo</b>	239	2	8	1	7	6	<b>Alto</b>
<b>El Progreso Hidalgo</b>	226	37	29	1	5	25	<b>Alto</b>
<b>San Diego</b>	443	15	37	5	22	42	<b>Alto</b>
<b>San Lucas</b>	411	13	22	1	25	35	<b>Alto</b>
<b>Totolmajac</b>	546	13	43	4	22	12	<b>Alto</b>
<b>Ejido de la Finca</b>	502	8	24	0	10	32	<b>Alto</b>
<b>El Peñón</b>	33	8	8	1	4	7	<b>Alto</b>
<b>Los Ranchos de San José</b>	203	5	72	1	52	67	<b>Alto</b>
<b>San Felipe</b>	178	1	8	2	5	2	<b>Medio</b>
<b>San Pedro Buenos Aires (San Pedro)</b>	93	9	5	1	4	1	<b>Medio</b>
<b>Coxcacoaco</b>	237	0	7	1	6	10	<b>Medio</b>
<b>La Joya</b>	422	13	11	1	14	15	<b>Medio</b>
<b>Localidades urbanas (2020)</b>							
<b>Villa Guerrero</b>	2,620	11	15	7	39	73	<b>Bajo</b>
<b>San Francisco</b>	843	6	27	4	29	6	<b>Medio</b>
<b>Total</b>	<b>8,716</b>	<b>308</b>	<b>472</b>	<b>51</b>	<b>338</b>	<b>492</b>	<b>Muy alto (1) Alto (14) Medio (5) Bajo (1)</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

Como se observa en la tabla 10, dentro de la cuenca Calderón el grado de marginación de la localidad es muy alto sólo en una localidad rural (Cuajimalpa, Los cuervos). Para catorce localidades rurales la marginación es alta; cuatro localidades rurales y una urbana tienen una marginación media; y solamente la cabecera de Villa Guerrero tiene marginación baja. El total de viviendas que no dispone de agua entubada dentro de la Cuenca Calderón es de 308; así mismo no disponen de energía eléctrica 51 viviendas, y 472 no tienen drenaje.

- **Municipio de Zumpahuacán**

Zumpahuacán alberga dentro de la Cuenca Calderón a 3 comunidades rurales, de las cuales, Santa Cruz de los Pilares tiene la elevación máxima dentro de la Cuenca, que corresponde a 1,938 msnm, mientras que la altitud mínima la tiene la comunidad de Llano del Copal (1,747 msnm), como se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11. Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Población	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altitud (MSNM)
Coordenadas extremas del Municipio de Zumpahuacán	Este 99°34'43"	Norte 18°50'11"	Máxima 1,667
	Oeste 99° 37' 32"	Sur 18°55'22"	Mínima 1,160
<b>Localidades rurales</b>			
Guadalupe Tlapizalco	993640	185246	1,798
Santa Cruz de los Pilares	993706	185453	1,938
Llano del Copal	993606	185139	1,747

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla 12, se muestra que el municipio de Zumpahuacán alberga dentro de la Cuenca Calderón una comunidad rural con una población aproximada de más de 1,000 habitantes y ninguna población de zona urbana. La población que alberga la Cuenca Calderón para el Municipio de Zumpahuacán, para el año 2020, es de 1991 habitantes de los cuales 1,035 pertenecen al sexo femenino y 956 al masculino, de una población total municipal de 18,833 habitantes.



**Tabla 12. Población por localidades en el Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Población	Población total 2020	Mujeres	Hombres
Total, de la población del municipio de Zumpahuacán	18,833	9,745	9,088
<b>Población rural</b>			
Guadalupe Tlapizalco	1,084	566	518
Santa Cruz de los Pilares	564	292	272
Llano del Copal	343	177	166
<b>Total</b>	<b>1,991</b>	<b>1,035</b>	<b>956</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla 13, se muestra que, Zumpahuacán alberga dentro de la Cuenca Calderón un total de 503 viviendas particulares habitadas, todas completamente localidades rurales. El grado de marginación de las localidades del municipio, se encuentra de la siguiente manera; dos localidades con grado medio (Santa Cruz de los Pilares y Llano del Copal) y una con marginación alta (Guadalupe Tlapizalco).

**Tabla 13. Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Localidad	Viviendas habitadas	No tienen agua entubada	No tienen drenaje	No tiene energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas habitadas que no tienen sanitario	Grado de marginación
<b>Localidades rurales (2020)</b>							
Guadalupe Tlapizalco	257	7	12	2	5	14	<b>Alto</b>
Santa Cruz de los Pilares	159	8	11	1	4	6	<b>Medio</b>
Llano del Copal	87	2	4	0	4	4	<b>Medio</b>
<b>Total</b>	<b>503</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>Muy alto (0) Alto (1) Medio (0) Bajo (0)</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El total de viviendas que no dispone de agua entubada dentro de las localidades que constituyen al municipio de Zumpahuacán, dentro de la cuenca Calderón, es de 17 viviendas. Así mismo no disponen de energía eléctrica 3 viviendas y no disponen de drenaje 27 viviendas.

En la tabla 14, se muestra la PEA (Población Económicamente Activa) total del municipio: 7,827, de los cuales 2,722 son mujeres y 5,105 hombres. PEI (Población Económicamente Inactiva) total del municipio: 5,967, de los cuales 4,547 son mujeres y 1,420 hombres. Población ocupada total del municipio: 7,767, de los cuales 2,714 son mujeres y 5053 hombres. Población desocupada total del municipio: 60, de los cuales 8 son mujeres y 52 hombres.

**Tabla 14. Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Zumpahuacán, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

	PEA	PEA Femenino	PEA Masculino	PEI	PEI Femenino	PEI Masculino	Población ocupada	Población ocupada Femenino	Población ocupada Masculino	Población desocupada	Población desocupada Femenino	Población desocupada Masculino
<b>Total, del Municipio</b>	7827	2722	5105	5967	4547	1420	7767	2714	5053	60	8	52
<b>Localidades rurales. 2020</b>												
<b>Guadalupe Tiapizalco</b>	526	208	318	297	226	71	526	208	318	0	0	0
<b>Santa Cruz de los Pilares</b>	263	107	156	154	114	40	263	107	156	0	0	0
<b>Llano del Copal</b>	118	31	87	136	104	32	116	31	85	2	0	2
<b>Total</b>	<b>907</b>	<b>346</b>	<b>561</b>	<b>587</b>	<b>444</b>	<b>143</b>	<b>905</b>	<b>346</b>	<b>559</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

- **Municipio de Ixtapan de la Sal**

En la tabla 15 se muestran las 14 comunidades del municipio de Ixtapan de la Sal, cuya superficie forma parte de la cuenca Calderón. De estas, la localidad rural de Ahuacatlán tiene la elevación máxima dentro de la Cuenca de 2,212 msnm, y la que tiene la menor altitud es la comunidad rural de San Diego Alcalá, con 1,739 msnm.

**Tabla 15. Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Ixtapan de la Sal dentro de la Cuenca Calderón, 2020 (Coordenadas Geográficas UTM)**

Población	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altitud (MSNM)
Coordenadas extremas del Municipio de Ixtapan de la Sal	Este 99°40'31''	Norte 18°50'39''	Máxima 2,020
	Oeste 99°67'55''	Sur 18° 48'38''	Mínima 1,884
<b>Localidades rurales</b>			
El Abrojo	994003	185325	1,882
Ahuacatlán	994234	185406	2,212
Llano de la Unión	993821	185152	1,746
Los Naranjos	994026	185232	1,976
San Diego Alcalá (San Diego)	993921	185140	1,739
San Miguel Laderas (San Miguel)	994144	185251	2,168
Santa Ana Xochuca	993904	185247	1,742
Tlacoachaca	993852	185041	1,897
Yautepec	993821	184946	1,806
Colonia Juárez	994027	185201	2,006
Llano de San Diego	993910	185201	1,794
Portezuelos Dos	993853	185010	1,980
San Pedro Tlacoachaca	993851	185121	1,782
Portezuelos Uno (San Andrés)	993906	185028	2,058

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla 16 se muestra que, el Municipio de Ixtapan de la Sal alberga dentro de la Cuenca Calderón a 2 comunidades rurales con una población aproximada de entre los 1,000 y 1,500 habitantes. La población que alberga la Cuenca Calderón para el Municipio de Ixtapan de la Sal, para el año 2020, es de 6,220 habitantes, de los cuales 3,619 pertenecen al sexo femenino y 3,051 al masculino, de una población total municipal de 36,911 habitantes.

**Tabla 16. Población por localidades en el Municipio de Ixtapan de la Sal, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

<b>Población</b>	<b>Población total 2020</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>
<b>Municipio de Ixtapan de la Sal</b>	36911	19235	17676
<b>Población rural</b>			
<b>Yautepec</b>	264	125	139
<b>Portezuelos Dos</b>	56	30	26
<b>El Abrojo</b>	417	210	207
<b>Ahuacatlán</b>	1512	763	749
<b>Llano de la Unión</b>	461	248	213
<b>Los Naranjos</b>	310	154	156
<b>San Miguel Laderas (San Miguel)</b>	1171	646	525
<b>Santa Ana Xochuca</b>	420	206	214
<b>Tlacoachaca</b>	182	77	105
<b>Colonia Juárez</b>	144	81	63
<b>San Pedro Tlacoachaca</b>	144	77	67
<b>Portezuelos uno (San Andrés)</b>	226	112	114
<b>San Diego Alcalá (San Diego)</b>	600	281	319
<b>Llano de San Diego</b>	313	159	154
<b>Total, de población de las localidades del municipio de Ixtapan de la Sal que están dentro de la Cuenca Calderón</b>	<b>6220</b>	<b>3169</b>	<b>3051</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla número 17 se observa que el Municipio de Ixtapan de la Sal tiene dentro de la Cuenca Calderón un total de 1,700 viviendas particulares habitadas, con dos localidades rurales con más de 300 viviendas particulares habitadas (Ahuacatlán y San Miguel Ladereas). Dentro de la Cuenca Calderón sólo dos localidades rurales tienen un grado de marginación muy alto, once localidades rurales tienen una alta marginación, y dos tienen marginación media.

**Tabla 17. Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Ixtapan de la Sal dentro de la cuenca calderón, 2020**

Nombre de la localidad	Viviendas habitadas	No tienen agua entubada	No tienen drenaje	No tienen energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas que no tienen sanitario	Grado de marginación de la localidad
<b>Localidades rurales (2020)</b>							
Yautepec	57	35	53	1	4	52	<b>Muy alto</b>
Portezuelos Dos	15	2	7	0	1	8	<b>Muy alto</b>
El Abrojo	114	4	4	1	3	8	<b>Alto</b>
Ahuacatitlán	439	38	37	4	19	32	<b>Alto</b>
Llano de la Unión	122	3	1	0	1	4	<b>Alto</b>
Los Naranjos	87	2	1	0	3	3	<b>Alto</b>
San Miguel Laderas (San Miguel)	335	18	7	1	7	15	<b>Alto</b>
Santa Ana Xochuca	118	16	15	0	6	17	<b>Alto</b>
Tlacoachaca	46	10	10	0	0	10	<b>Alto</b>
Colonia Juárez	40	5	1	0	1	2	<b>Alto</b>
San Pedro Tlacoachaca	30	13	4	0	2	5	<b>Alto</b>
Portezuelos uno San Andrés	51	40	15	0	8	13	<b>Alto</b>
San Diego Alcalá (San Diego)	154	10	8	6	9	7	<b>Medio</b>
Llano de San Diego	92	0	2	1	1	1	<b>Medio</b>
<b>Total</b>	<b>1700</b>	<b>196</b>	<b>165</b>	<b>14</b>	<b>65</b>	<b>177</b>	<b>Muy alto (2) Alto (11) Medio (2) Bajo (0)</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

Como se observa en la tabla 17, el total de viviendas que no dispone de agua entubada dentro de la Cuenca Calderón es de 196 viviendas. Así mismo no disponen de energía eléctrica y drenaje, 14 y 165 viviendas, respectivamente.

En la tabla 18, se muestra la PEA municipal la cual es de 18,814, con mayoría masculina. La PEI es 9,590, mayormente mujeres. La población ocupada total es 18,517, también con predominio masculino. La población desocupada es 297, principalmente hombres. En localidades rurales la PEA es 3,249 y la población ocupada 3,224, ambas con mayoría masculina. La PEI rural es 1,423, mayormente mujeres. La población desocupada rural es 25, predominando hombres. Ahuacatitlán y San Miguel Laderas tienen la mayor PEA y ocupación. Tlacoachaca, San Pedro Tlacoachaca y Portezuelos Uno tienen la mayor desocupación.

Tabla 18. Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Ixtapan de la Sal dentro de la Cuenca Calderón, 2020

	PEA	PEA mujeres	PEA hombres	PEI	PEI mujeres	PEI hombres	Población ocupada	Población ocupada mujeres	Población ocupada hombres	Población desocupada	Población desocupada mujeres	Población desocupada hombres
<b>Total, del Municipio</b>	18814	7962	10852	9590	7085	2505	18517	7893	10624	297	69	228
<b>Localidades rurales (2020)</b>												
El Abrojo	205	72	133	92	85	7	202	70	132	3	2	1
Ahuacatitlán	773	270	503	349	304	45	771	270	501	2	0	2
Llano de la Unión	320	166	154	25	21	4	320	166	154	0	0	0
Los Naranjos	139	39	100	91	74	17	139	39	100	0	0	0
San Diego Alcalá (San Diego)	376	173	203	82	56	26	374	171	203	2	2	0
San Miguel Laderas (San Miguel)	540	186	354	362	308	54	539	186	353	1	0	1
Santa Ana Xochuca	236	94	142	94	77	17	235	94	141	1	0	1
Tlacoachaca	67	9	58	68	51	17	62	9	53	5	0	5
Yautepec	126	31	95	57	51	6	126	31	95	0	0	0
Colonia Juárez	76	36	40	42	29	13	76	36	40	0	0	0
Llano de San Diego	201	98	103	36	29	7	200	97	103	1	1	0
Portezuelos Dos	24	7	17	17	14	3	24	7	17	0	0	0
San Pedro Tlacoachaca	62	23	39	43	31	12	57	21	36	5	2	3
Portezuelos Uno (San Andrés)	104	40	64	65	47	18	99	38	61	5	2	3
<b>Total,</b>	<b>3249</b>	<b>1244</b>	<b>2005</b>	<b>1423</b>	<b>1177</b>	<b>246</b>	<b>3224</b>	<b>1235</b>	<b>1989</b>	<b>25</b>	<b>9</b>	<b>16</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

- **Municipio de Tenancingo**

Tenancingo alberga dentro de la Cuenca Calderón a cuatro comunidades rurales y tres urbanas, que se muestran en la tabla 19.

**Tabla 19. Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Tenancingo, dentro de la Cuenca Calderón, 2020 (Coordenadas Geográficas UTM)**

Población	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altitud (MSNM)
Coordenadas extremas del Municipio de Tenancingo	Este 99°35'37"	Norte 18°57'41"	Máxima 2,490
	Oeste 98°35'45"	Sur 19°02'25"	Mínima 2,031
<b>Localidades rurales</b>			
Quetzalapa	993549	185626	2,061
Santa Ana Ixtlahuatzingo (Santa Ana)	993725	185814	2,109
Tepetzingo	993645	185617	2,079
Colonia San Francisco Tepetzingo	993632	185549	2,077
Colonia Emiliano Zapata Ejido Tepetzingo	993605	185613	2,090
Colonia Morelos	993508	185845	2,144
San José el Cuartel	993438	185735	2,018

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

Con base en la tabla 19, la localidad rural Colonia Morelos tiene la elevación máxima dentro de la Cuenca que corresponde a 2,144 msnm, y la que tiene el menor nivel de altitud es la comunidad urbana de San José el Cuartel con 2,018 msnm.

La siguiente tabla 20 refiere que, Tenancingo alberga dentro de la Cuenca Calderón una comunidad rural con una población aproximada de mil habitantes, y cuatro localidades con características urbanas que van de más de 3,000 hasta 7,000 habitantes. La población total de la Cuenca Calderón para Tenancingo (año 2020), es de 20,708 habitantes, de los cuales 10,657 pertenecen al sexo femenino y 10,051 al masculino, de una población total para el municipio de 104,677 habitantes.



**Tabla 20. Población por localidades en el Municipio de Tenancingo, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Población	Población total 2020	Mujeres	Hombres
Municipio de Tenancingo	104677	53450	51227
<b>Población rural</b>			
Colonia Emiliano Zapata Ejido Tepetzingo	3061	1569	1492
Colonia Morelos	381	189	192
Quetzalapa	1222	642	580
Colonia San Francisco Tepetzingo	400	205	195
<b>Población urbana</b>			
Santa Ana Ixtlahuatzingo (Santa Ana)	7542	3819	3723
Tepetzingo	3120	1573	1547
San José el Cuartel	4982	2660	2322
<b>Total</b>	<b>20708</b>	<b>10657</b>	<b>10051</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla número 21 se muestra que el municipio de Tenancingo alberga dentro de la Cuenca Calderón un total de 4,256 viviendas particulares habitadas, con dos localidades urbanas con más de 1,000 viviendas particulares (Santa Ana Ixtlahuatzingo y San José el Cuartel). Así mismo, dentro de la Cuenca Calderón tres localidades tienen un grado de marginación alto (dos rurales y una urbana), dos localidades rurales tienen marginación media, y otras dos tienen marginación baja.

**Tabla 21. Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Tenancingo, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Nombre de la localidad	Viviendas habitadas	No tienen agua entubada	No tienen drenaje	No tienen energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas habitadas que no tienen sanitario	Grado de marginación
<b>Localidades rurales (2020)</b>							
Santa Ana Ixtlahuatzingo (Santa Ana)	1582	34	46	4	43	3	<b>Alto</b>
Colonia Emiliano Zapata Ejido Tepetzingo	141	3	2	2	2	15	<b>Alto</b>
Colonia Morelos	101	0	3	1	7	4	<b>Alto</b>
Quetzalapa	293	5	2	0	6	4	<b>Medio</b>
Tepetzingo	796	22	17	4	14	14	<b>Medio</b>
Colonia San Francisco Tepetzingo	109	0	1	0	0	1	<b>Bajo</b>
San José el Cuartel	1234	8	3	3	15	7	<b>Bajo</b>
<b>Total</b>	<b>4256</b>	<b>72</b>	<b>74</b>	<b>14</b>	<b>87</b>	<b>48</b>	<b>Muy alto (0) Alto (3) Medio (2) Bajo (2)</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El total de viviendas que no dispone de agua entubada dentro de las localidades que constituyen al municipio de Tenancingo, dentro de la cuenca Calderón es de 72 viviendas. Así mismo, 14 viviendas no disponen de energía eléctrica y 74 no tienen drenaje.

La tabla 22 se refiere a las condiciones económicas de las localidades de Tenancingo, que forman parte de la cuenca Calderón, 2020. La PEA total del municipio es de 50,588, de los cuales 20,229 son mujeres y 30,359 hombres. La PEI total es 30,101, con 21,472 mujeres y 8,629 hombres. Las localidades de Santa Ana Ixtlahuatzingo y San José el Cuartel tienen la mayor PEA y población ocupada rural. La PEA y población ocupada del municipio tiene predominio masculino, mientras que en la PEI predomina el género femenino. En las zonas rurales se observan las mismas tendencias.

**Tabla 22. Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Tenancingo, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

	PEA	PEA mujeres	PEA hombres	PEI	PEI mujeres	PEI hombres	Población ocupada	Población ocupada mujeres	Población ocupada hombres	Población desocupada	Población desocupada mujeres	Población desocupada hombres
<b>Total, del Municipio</b>	50588	20229	30359	30101	21472	8629	49943	20058	29885	645	171	474
<b>Localidades rurales (2020)</b>												
<b>Quetzalapa</b>	559	224	335	363	258	105	555	224	331	4	0	4
<b>Santa Ana Ixtlahuatzingo (Santa Ana)</b>	3654	1303	2351	2084	1628	456	3633	1296	2337	21	7	14
<b>Tepetzingo</b>	1520	641	879	746	535	211	1510	636	874	10	5	5
<b>Colonia San Francisco Tepetzingo</b>	196	84	112	108	77	31	193	82	111	3	2	1
<b>Colonia Emiliano Zapata Ejido Tepetzingo</b>	273	86	187	177	141	36	270	85	185	3	1	2
<b>Colonia Morelos</b>	195	77	118	111	80	31	194	77	117	1	0	1
<b>San José el Cuartel</b>	2636	1226	1410	1200	853	347	2606	1220	1386	30	6	24
<b>Total</b>	<b>9033</b>	<b>3641</b>	<b>5392</b>	<b>4789</b>	<b>3572</b>	<b>1217</b>	<b>8961</b>	<b>3620</b>	<b>5341</b>	<b>72</b>	<b>21</b>	<b>51</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

- **Municipio de Tonatico**

En la tabla 23 se muestra que, Tonatico tiene sólo una comunidad rural dentro de la Cuenca Calderón. La Audiencia (tabla 23) tiene una elevación de 1,722 msnm.

**Tabla 23. Ubicación geográfica de las localidades del Municipio de Tonatico, dentro de la Cuenca Calderón, 2020 (Coordenadas Geográficas UTM)**

Población	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altitud (MSNM)
Coordenadas extremas del Municipio de Tonatico	Este 99°40'11"	Norte 18°48'04"	Máxima 2,125
	Oeste 99°67'	Sur 18°80'28'	Mínima 1,644
<b>Localidades rurales</b>			
<b>La Audiencia</b>	993740	184847	1,722

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

La comunidad de la Audiencia tiene una población aproximada de 446 habitantes, cifra calculada para el año 2020, de los cuales, 221 pertenecen al sexo femenino y 225 al masculino; de una población total municipal de 12,912 habitantes.

**Tabla 24. Población por localidades en el Municipio de Tonatico, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Población	Población total 2020	Mujeres	Hombres
<b>Municipio de Tonatico</b>	12,912	6,677	6,235
<b>Población rural</b>			
<b>La Audiencia</b>	446	221	225

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

En la tabla número 25 se refiere que, el Municipio de Tonatico alberga dentro de la Cuenca Calderón, a un total de 109 viviendas particulares habitadas. Así también, el grado de marginación de la localidad es alto, con un total de 4 viviendas que no cuentan con agua entubada, 2 viviendas sin energía eléctrica, y 2 viviendas sin drenaje.

**Tabla 25. Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en el Municipio de Tonicato, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

Nombre de la localidad	Viviendas habitadas	No tienen agua entubada	No tienen drenaje	No tienen energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas habitadas que no tienen sanitario	Grado de marginación
<b>Población rural</b>							
<b>La Audiencia</b>	109	5	2	1	1	5	<b>Alto</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

La tabla 26 se refiere a las condiciones económicas de las localidades de Tonicato, que forman parte de la cuenca Calderón

**Tabla 26. Condiciones económicas de las localidades en el Municipio de Tonatico, dentro de la Cuenca Calderón, 2020**

	PEA	PEA mujeres	PEA hombres	PEI	PEI mujeres	PEI hombres	Población ocupada	Población ocupada mujeres	Población ocupada hombres	Población desocupada	Población desocupada mujeres	Población desocupada hombres
<b>Total, del Municipio</b>	3618	1585	2033	2118	1478	640	3531	1559	1972	87	26	61
<b>Población rural</b>												
<b>La Audiencia</b>	210	50	160	127	113	14	207	48	159	3	2	1

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

### **3.1.1.2 Caracterización del sistema de barrancos del río Tarango**

La cuenca Tarango con su sistema de barrancos se ubica en la Delegación Álvaro Obregón, al Poniente de la Ciudad de México; colinda al Norte con la Delegación Miguel Hidalgo, al Oriente con las Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán, al Sur con las Delegaciones La Magdalena Contreras, Tlalpan y el Municipio de Jalatlaco, Estado de México, y al Poniente con la Delegación Cuajimalpa (INEGI, 2020).

#### **a) Características geográficas y ambientales**

La cuenca Tarango tiene una superficie de 7,720 hectáreas, que representan el 6.28% del área total de la delegación Álvaro Obregón, de las cuales 5,052 ha. son suelo urbano y 2,668 ha. son destinadas a la conservación, lo que representa el 66.1% y el 33.8% de la superficie de la cuenca, respectivamente. Geográficamente, la cuenca está situada entre los paralelos 19°14'N, 19°25'N y los meridianos 99°10'W, 99°20'W, en el margen inferior de la Sierra de las Cruces (INEGI, 2020).

El territorio de la Delegación Álvaro Obregón está compuesto por un conjunto de estructuras volcánicas que alcanzan una altitud máxima de 3,820 msnm, en el Cerro del Triángulo; y una altitud mínima de 2,260 msnm. En la Delegación existen otras elevaciones importantes, como son el Cerro de San Miguel (3,780 msnm), el Cerro La Cruz de Cólica o Alcalica (3,610 msnm), el Cerro Temamatla (3,500 msnm), El Ocotil (3,450 msnm) y Zacazontetla (3,270 msnm). Las colonias que se han establecido dentro del barranco, son: Las Águilas 1.a Sección, Las Águilas Ampliación 2.o Parque, Águilas Ampliación 3.er Parque, San Clemente Norte, Lomas de las Águilas, Lomas de Guadalupe y Lomas de Axomiatla (INEGI, 2020).

Las principales unidades geológicas presentes en la delegación Álvaro Obregón son suelos, piroclastos (depósitos volcánicos) y rocas ígneas extrusivas de composición intermedia (INEGI, 2020). La misma Delegación, se localiza en el sector Suroeste de la Cuenca de México, sobre depósitos volcánicos del Volcán Ajusco y de la Sierra de las Cruces. Algunos autores consideran que, la Sierra de las Cruces inició en el Plioceno Tardío, como consecuencia de tres episodios volcánicos, el último de ellos permanece activo hasta el Holoceno (García et al., 2008; Delgado y Martín, 1993).

Se considera que, los productos de la Sierra de las Cruces se emplazaron a través de sistemas de fallas de dirección N–S, así, estos eventos tuvieron como escenario la actual frontera entre la Sierra de las Cruces y la Sierra de Chichinautzin (INEGI, 2020). Por su parte, Mooser et al. (1974) refieren que, la evolución de la Sierra de las Cruces se relaciona con episodios de fallas y fracturas, así como la formación de estratovolcanes; en adición, Lugo et al. (1995) reconocen seis barrancos principales, La Malinche, San Ángel Inn, Puerta Grande, Mixcoac, Becerra y Tacubaya.

El basamento de la Sierra de las Cruces en la Delegación Álvaro Obregón está conformado por una variedad de rocas al sur de la Sierra y en las inmediaciones de la Cuenca de México (INEGI, 2020). De acuerdo con Padilla y Sánchez (1989), el basamento de esta demarcación es el mismo que para el resto del Valle de México, y se encuentra representado por una unidad de roca caliza del Cretácico a una profundidad aproximada de 2,000 m. Sobre esta unidad de caliza se encuentra una secuencia de rocas conglomeráticas heterogéneas con clastos de caliza y fósiles del Cretácico, a la que Oviedo de León (1970) asigna el nombre de Formación de conglomerado Texcoco.

La litología en la Delegación Álvaro Obregón consiste en rocas volcánicas que conforman las laderas montañosas de composición andesítica, cubiertas por un depósito piroclástico de espesor variable; el contacto de estas dos unidades se evidencia por un abrupto cambio de pendiente (15–30%) a 6% (INEGI, 2020). La constitución de la unidad superior es material volcánico de caída (pómez y piroclastos finos) y, en menor grado, depósitos de lahar y corrientes de lodo en las desembocaduras fluviales.

Dentro de la Delegación Álvaro Obregón es posible identificar regiones o zonas distintas; las llanuras y lomeríos presentes al Oriente, en los límites con las Demarcaciones Benito Juárez y Coyoacán, y al poniente con la base de la Sierra de las Cruces, son la región con mayor aptitud para el Desarrollo Urbano, y de manera recíproca corresponde a los lugares con mayor densidad de población



La región de las montañas se ubica al Suroeste, en la parte más alta de la Delegación. Esta zona se encuentra enclavada en la Sierra de las Cruces, compuesta de cumbres, mesetas, pequeñas cañadas y barrancos. La región de Los Pedregales se originó a partir de las erupciones del Volcán Xitle, que produjo una zona cubierta de lava volcánica, que se extendió hacia el Norte a través de las actuales poblaciones de Tizapán, Chimalistac, Copilco y Coyoacán, hacia el Noroeste por San Jerónimo y Contreras, y hacia el Noreste por Tlalpan y Santa Úrsula. Esta región ocupa una superficie aproximada de 9,000 ha (PDDU, 2011).

Con base en INEGI (2020). la edafología de la Delegación Álvaro Obregón se caracteriza por suelos de tipo Pheozem (53.8%), Litosol (28.8%) y Andosol (21.5%). Los suelos Pheozem presentan una secuencia normal en sus horizontes, con un espesor máximo de 1 metro, y se localizan entre los 2,500 y 3,000 m de altitud (INEGI, 2020). Los suelos Litosol, son de origen volcánico rocoso, con un espesor máximo de 30 cm. y se localizan entre los 2,300 y los 2,500 m de altitud. En adición, los suelos Andosol, tienen textura media, son ricos en materiales volcánicos con horizontes superficiales oscuros y un espesor de hasta 50 cm., y se localizan a una altitud desde los 3,000 hasta los 3,800 msnm (INEGI, 2020).

La microcuenca Tarango pertenece a la Cuenca del Río Pánuco, Subcuenca del Río Moctezuma y del Lago de Texcoco y Zumpango; presenta una densa red fluvial, por donde fluyen las abundantes precipitaciones que se producen en las zonas altas INEGI (2020). La gran cantidad de escurrimientos que proviene de la Sierra de las Cruces ha originado el sistema hidrológico actual, donde se localizan los Ríos Tacubaya, Becerra, Mixcoac, Tequilasco, Pilares, San Ángel y Río Magdalena, así como los arroyos Puente Grande, Puente Colorado, Las Flores y Texcalatlaco, cuyas zonas de escurrimiento se encuentran en diversos grados de conservación o de invasión con asentamientos humanos INEGI (2020). Dichos afluentes son propensos a inundaciones durante la temporada de lluvias, lo que ocasiona estragos en las comunidades que habitan en sus márgenes (PDDU, 2020).

Además, existe el siguiente sistema de presas: Anzaldo, Las Flores, Tequilasco, La Mina, Pilares, Tarango, Mixcoac, Becerra A, B y C, Tacubaya, Ruiz Cortines (represa Tacubaya) y Texcalatlaco (PDDU, 2020).

El medio natural en la cuenca Tarango se componen de un conjunto de factores bióticos (flora y fauna) y factores abióticos (temperatura, precipitación, humedad, fisiografía e hidrografía), así como sus interacciones; de esto la población local obtiene recursos tanto renovables (alimento, recursos madereros) como no renovables (minerales, combustibles y agua) que utilizan para satisfacer sus necesidades diarias.

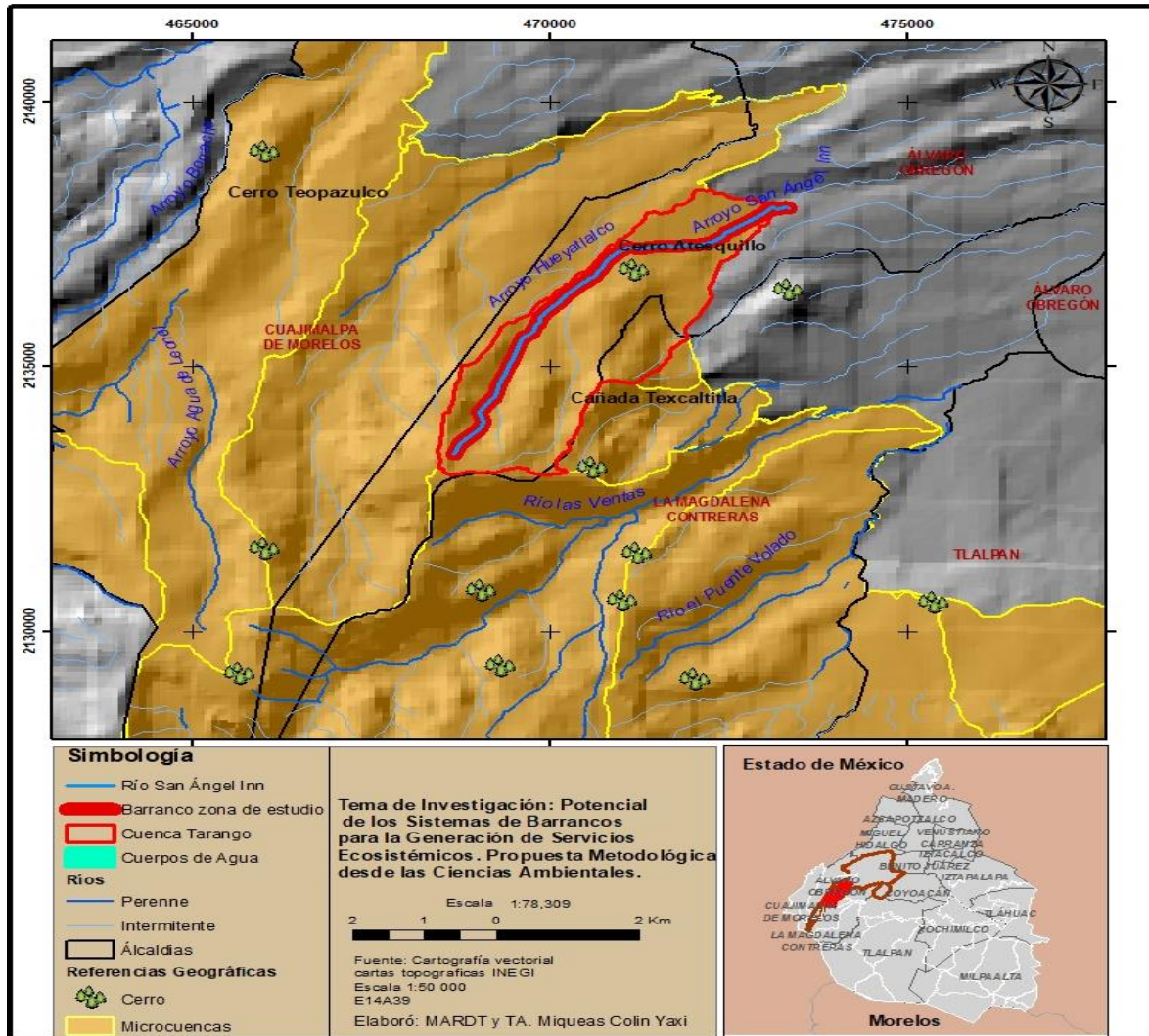
Durante las últimas décadas la población local ha alterado las condiciones naturales de la microcuenca, transformando la composición de las poblaciones biológicas, la regularidad de los ciclos de la materia, los flujos de energía y con ello todo el equilibrio dinámico del sistema. La población ha modificado el ecosistema a través del uso de la tecnología y la organización de los grupos sociales para el cumplimiento de diversos objetivos; sin embargo, la misma sociedad ha padecido las consecuencias del uso o manejo inadecuado del entorno.

La acción sobre el sistema natural tiene efectos, que son función tanto de las características del ecosistema, como de la magnitud y peculiaridad de los cambios que se introducen en él. La magnitud y frecuencia de los impactos tienen consecuencias acumulativas que someten a la cuenca a una presión constante, que tiende a alterar las funciones que permiten su funcionamiento.

A continuación, se muestran algunos mapas que representan rasgos y características geográficas y ambientales de la cuenca Tarango, de la Delegación Álvaro Obregón, en la Ciudad de México.

El mapa 7 muestra la ubicación de la cuenca Tarango, en él se observa la microcuenca en color rojo, el río San Angelín se identifica en color azul, y el área de estudio del barranco en color rojo al contorno del río. Como es posible observar, la cuenca colinda el Oeste con Magdalena Contreras y al Este con Cuajimalpa de Morelos; y se ubica en su totalidad dentro de la delegación Álvaro Obregón.

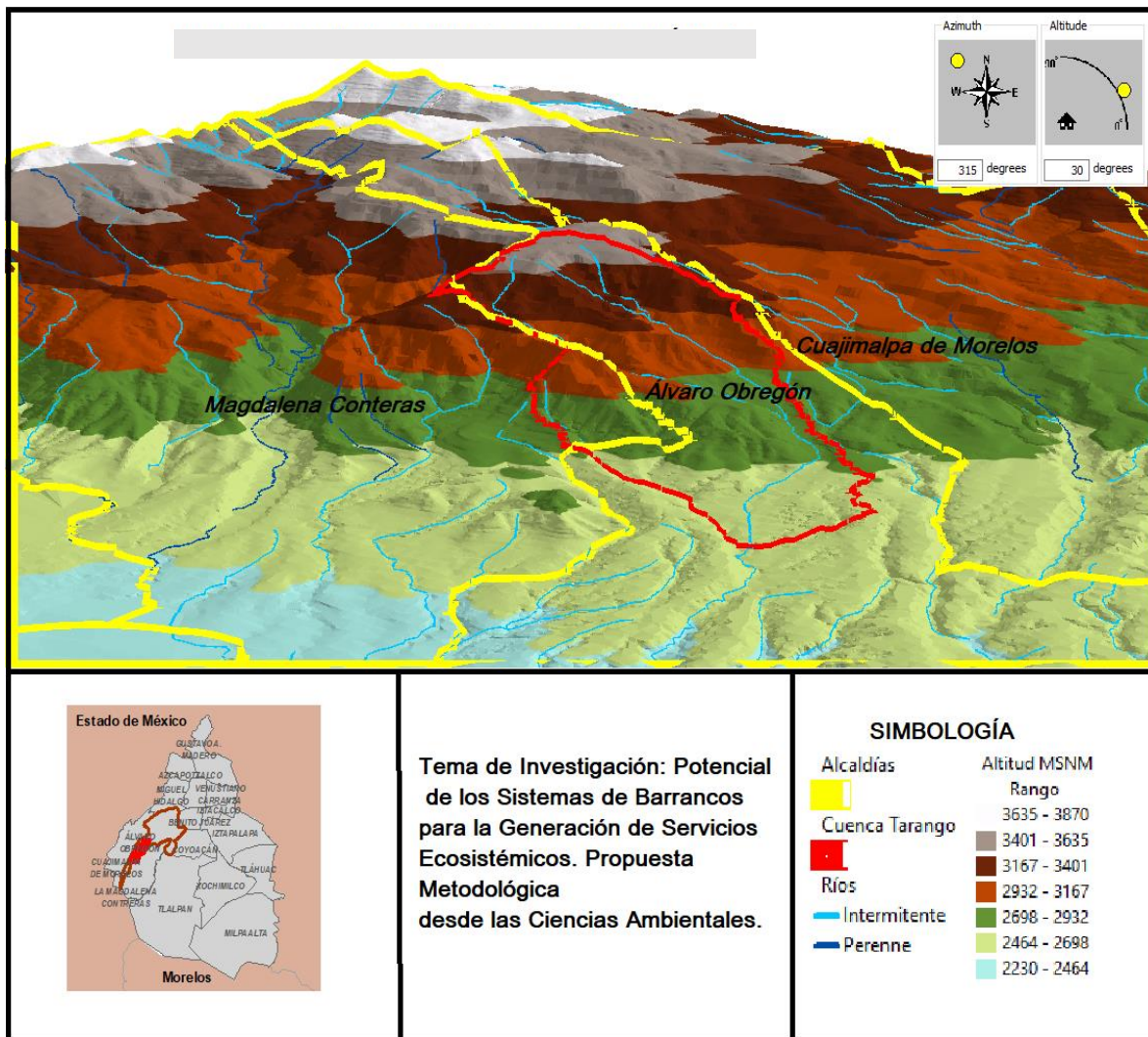
**Mapa 7. Ubicación de la Cuenca Tarango en el contexto de la Ciudad de México**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El mapa 8 muestra la altimetría o relieve de la cuenca Tarango en un sistema de elevación de un modelo 3D, el cual refleja una similitud de cómo se ve en la realidad. Los colores del mapa están en bandas de color de acuerdo con determinados intervalos de altitud. Las zonas bajas de la cuenca en verde y azul claro, las medias en café y las altas en gris y blanco. Esto permite distinguir fácilmente las variaciones en el relieve de la cuenca.

**Mapa 8. Altimetría de la Cuenca Tarango, Ciudad de México**

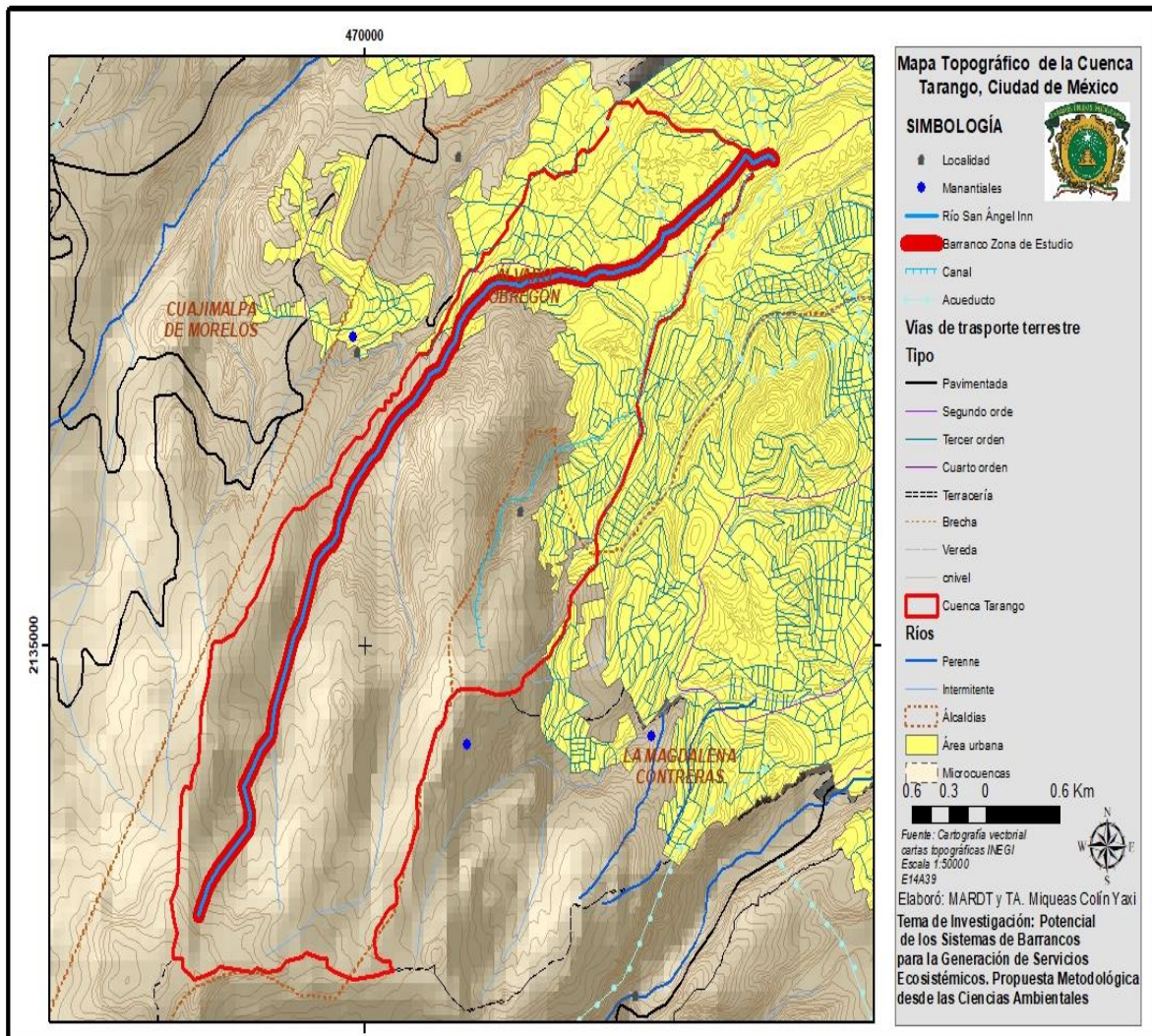


Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020



El mapa 9 muestra la topografía de la cuenca, así como también, incluye localidades urbanas y rurales, manantiales, cuerpos de agua, líneas de comunicación y alcaldías.

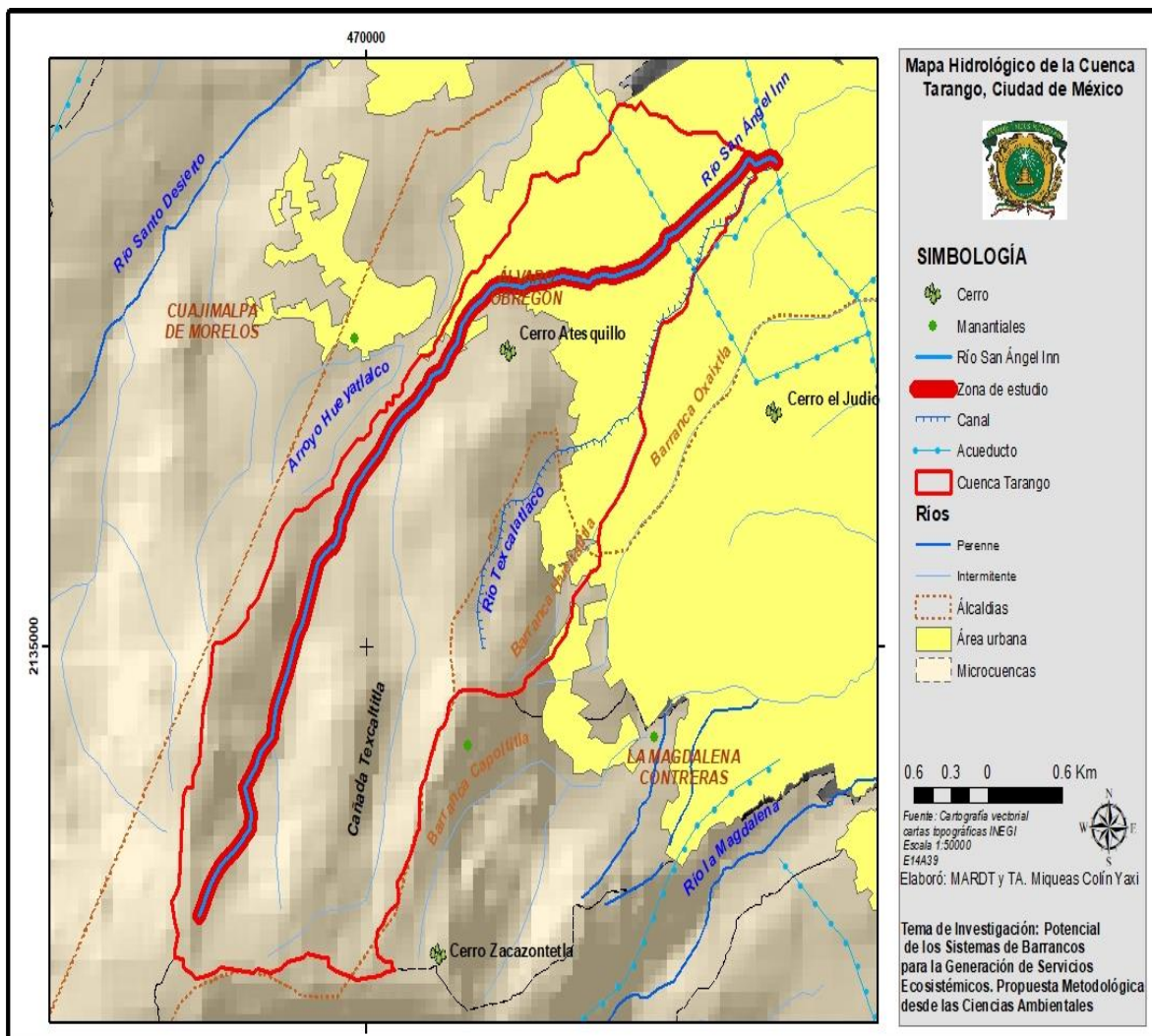
**Mapa 9. Topográfico de la Cuenca Tarango, Ciudad de México**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El mapa 10 muestra la hidrología de la cuenca del río Tarango. En él, se pueden observar los principales aspectos hidrológicos, como los ríos perennes que se integran a la cuenca, entre ellos el río Texcaliatiaco y el San Angelín. Asimismo, se distinguen algunos ríos intermitentes en la zona, como el río Santo Desierto y el río La Magdalena. Este mapa hidrológico de la cuenca del río Tarango proporciona información integral sobre las fuentes y recursos hídricos del área de estudio, resultando de gran utilidad para la gestión y aprovechamiento de dichos recursos.

**Mapa 10. Hidrológico de la Cuenca Tarango, Ciudad de México**

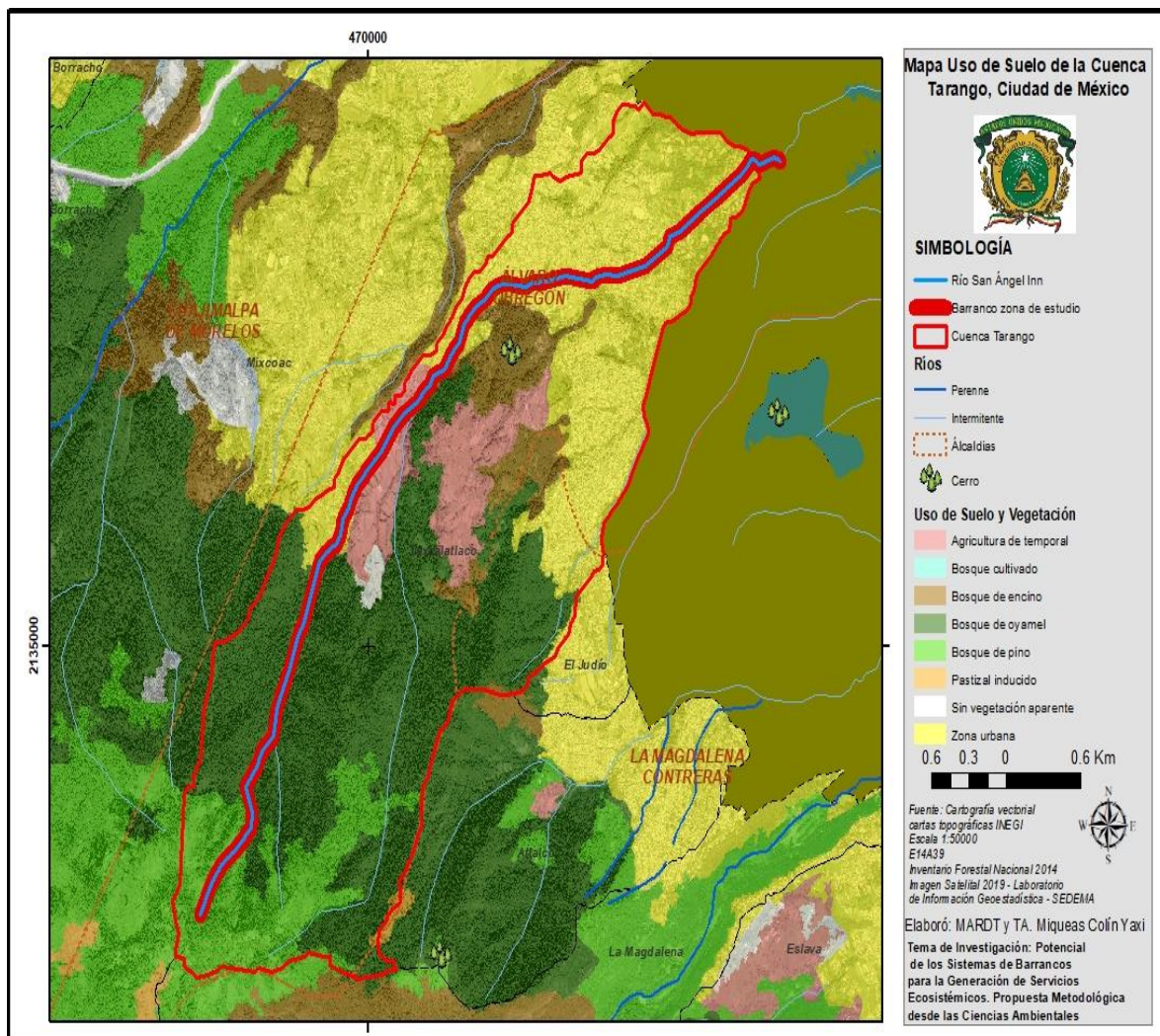


Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020



El mapa 11 muestra los usos de suelo en la cuenca Tarango. En él se observan los distintos tipos de suelo presentes: bosque de oyamel (40.95 %), zona urbana (32.28 %), bosque de pino (12.33 %), agricultura de temporal (9.67 %), bosque de encino (6.12 %), sin vegetación aparente (1.15 %). Este mapa de uso de suelo de la cuenca del río Tarango muestra la distribución de los diversos usos y actividades que se desarrollan en el área. Cuenta con una leyenda que explica el significado de cada color utilizado para representar los distintos tipos de suelo.

**Mapa 11. Uso de Suelo de la Cuenca Tarango, Ciudad de México**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

## b) Características sociales y económicas

En el siguiente apartado de este documento, se presenta una descripción de la población, condiciones de la vivienda, marginación y características económicas de las localidades que conforman la cuenca del río Tarango.

- Condiciones sociales de las localidades de la cuenca del río Tarango

La Delegación Álvaro Obregón tiene una comunidad rural y una urbana, dentro de la cuenca Tarango. La comunidad rural se denomina el Ermitaño (Paraje el Chipil) y tiene una elevación máxima dentro de la cuenca de 2,777 msnm, mientras que, la comunidad urbana Álvaro Obregón tiene una altitud de 2,039 msnm. La tabla 27 muestra la ubicación geográfica y altura sobre el nivel del mar de las dos comunidades.

**Tabla 27. Ubicación geográfica de las localidades de la Delegación Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango, 2020 (Coordenadas Geográficas UTM)**

Población	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Altitud (MSNM)
Coordenadas extremas de la Delegación Álvaro Obregón	Este 99°35'37"	Norte 19°24'	Máxima 2,031
	Oeste 99°10'	Sur 19°13'	Mínima 3,811
<b>Localidad rural</b>			
El Ermitaño (Paraje el Chipil)	991613	191801	2,777
<b>Urbana</b>			
Álvaro Obregón	993537	185741	2,039

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

La tabla 28 refiere la población de cada localidad de la Delegación Álvaro Obregón, que a su vez se ubica dentro de la cuenca Tarango.



**Tabla 28. Población por localidades en la Delegación Álvaro Obregón dentro de la cuenca Tarango, 2020**

Población	Población total 2020	Mujeres	Hombres
Delegación Álvaro Obregón	759,137	398,130	361,007
<b>Rural</b>			
El Ermitaño (Paraje el Chipil)	47	24	23
<b>Urbano</b>			
Álvaro Obregón	759,003	398,068	360,935

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

La población total de la cuenca Tarango para el año 2020, es de 759,050 habitantes, de los cuales 398,068 pertenecen al sexo femenino y 360,935 al masculino (INEGI, 2020). En cuanto a dotación de casas, la delegación Álvaro Obregón dentro de la cuenca Tarango, tiene un total de 200,546 viviendas particulares habitadas, con una localidad rural de tan solo nueve viviendas particulares habitadas, como es posible observar en la tabla 29.

**Tabla. 29. Condiciones de la vivienda y marginación de las localidades en la Delegación Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango, 2020**

Nombre de la delegación	Viviendas habitadas	No disponen de agua entubada	No disponen de drenaje	No disponen de energía eléctrica	Con piso de tierra	Viviendas habitadas que no disponen de sanitario	Grado de marginación de la localidad
<b>Rural</b>							
El Ermitaño (Paraje el Chipil)	9	0	0	0	0	0	Bajo
<b>Urbano</b>							
Álvaro Obregón	200,537	407	213	73	1,139	1,778	Muy bajo
<b>Total</b>	<b>200,546</b>	<b>407</b>	<b>213</b>	<b>73</b>	<b>1,139</b>	<b>1,778</b>	<b>Alto (1) Medio (1) Bajo (1) Muy bajo (1)</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

Dentro de la cuenca Tarango, el grado de marginación es muy bajo y 407 viviendas no dispone de agua entubada, 73 no cuentan con energía eléctrica y 213 no tienen drenaje (Tabla 29).

### **c) Características sociales y económicas de cada localidad de la cuenca del Río Tarango**

Los aspectos socioeconómicos de las localidades de la cuenca Tarango, en la Delegación Álvaro Obregón, se muestran en la tabla 30; donde el porcentaje de la PEA por sector de actividad para el 2020 es de 96.54%, de la cual el sector primario ocupa un 0.14%, el sector secundario un 17.21% y el terciario un 79.19%. La tasa de ocupación para el 2020 es del 95.6% y la tasa de desempleo abierto es de 4.4%. El porcentaje de población que recibe menos de dos salarios mínimo es del 23.64%, por lo que, el grado de marginación es muy bajo dentro de la Cuenca Tarango (Tabla 30 y 31).

La PEA en la Cuenca Tarango fue de 422,861 personas en 2020, con 46% mujeres y 54% hombres. La PEI alcanzó 228,035, con 66% mujeres y 34% hombres. La población ocupada fue 413,437 (97.8% de ocupación), mientras que la desocupada sumó 9,423 (2.2% de desocupación). La PEA rural fue solo 29 personas, mientras que la urbana alcanzó 422,781 en su mayoría en Álvaro Obregón. La PEA es mayoritariamente urbana, con altas tasas de ocupación y baja desocupación. Los hombres tienen mayor participación económica que las mujeres (Tabla 30).

**Tabla 30. Condiciones económicas de las localidades en la Delegación Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango, 2020**

	PEA	PEA mujeres	PEA hombres	PEI	PEI mujeres	PEI hombres	Población ocupada	Población ocupada mujeres	Población ocupada hombres	Población desocupada	Población desocupada mujeres	Población desocupada hombres
<b>Total, de la delegación</b>	422,861	194,250	228,611	228,035	150,460	77,575	413,437	190,870	222,567	9,424	3,380	6044
<b>Rural</b>												
<b>El Ermitaño (Paraje el Chipil)</b>	29	13	16	8	7	1	28	12	16	1	1	0
<b>Urbano</b>												
<b>Álvaro Obregón</b>	422,781	194,214	228,567	228,008	150,442	77,566	413,359	190,835	222,524	9,422	3,379	6043
<b>Total</b>	422,810	194,227	228,583	228,016	150,449	77,567	413,387	190,847	222,540	9,423	3,380	6043

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

**Tabla 31. Ingreso y población en sectores económicos de las localidades de la Delegación Álvaro Obregón, 2020**

	Ingreso	Población, sector primario %	Población, sector secundario %	Población, sector terciario %	No está especificado
<b>Delegación Álvaro Obregón</b>	2 salarios mínimos	0.14	17.21	79.19	3.46

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

El ingreso promedio es bajo y la mayor parte de la población en Álvaro Obregón dentro de la Cuenca Tarango se emplea en el sector terciario o de servicios. El sector primario es muy pequeño y el secundario emplea a una menor proporción (Tabla 31).

### 3.1.2 Análisis comparativo de las Características Físicas, Bióticas, Sociales y Económicas de la cuenca Calderón y la cuenca Tarango

En esta sección se presentan los resultados de un análisis comparativo entre las principales características geográficas, ambientales y socioeconómicas de las dos cuencas de estudio, en un contexto rural y urbano. El cuadro 2 muestra la comparación en términos de diversos aspectos, como son: uso de suelo, hidrología, clima, relieve y vegetación. La Cuenca Tarango tiene mayor altitud, relieve más complejo y vegetación de clima templado. La Calderón es más cálida, con toposformas suaves y vegetación tropical estacional. Ambas son vitales para sus respectivas regiones.

**Cuadro 2. Análisis comparativo de las Características Físicas y Bióticas de la cuenca Calderón y la cuenca Tarango**

<b>Características Físicas y Bióticas</b>	<b>Cuenca Calderón</b>	<b>Cuenca Tarango</b>
<b>Ubicación</b>	Posición geográfica estratégica en la región sur del Estado de México  Villa Guerrero Ixtapan de la Sal Zumpahuacán Tenancingo Tonatico	Se localiza al Poniente de la Ciudad de México  Delegación Álvaro Obregón
<b>Altitud</b>	Máxima 2,465 msnm Mínima 1,600 msnm	Máxima 3, 820 msnm Mínima 2, 260 msnm
<b>Climas</b>	Neotropical (cálidos y semicálidos)	Templado
<b>Relieve general</b>	Montañas, valles y mesetas	Montaña, valle y meseta
<b>Hidrología</b>	Río el Muerto, Temozolapa, Tenancingo, San Mateo, San Gaspar, San Martín, San Jerónimo, Copal, Arroyo grande, Nenetzingo y el Calderón.	Río San Angelín, Hueyatlalco y el río Tarango
<b>Uso de suelo</b>	Agricultura de temporal (55 %) Selva baja caducifolia (16 %) Bosque de táscate (15 %) Bosque de encino (4 %) Zona urbana (3 %) Sin vegetación aparente (2 %) Pastizal inducido (1 %) Bosque de pino encino (1 %) Bosque de pino (1 %) Bosque de encino pino (0 %) Bosque cultivado (0 %)	Bosque de oyamel (40 %) Zona urbana (32 %) Bosque de pino (12 %) Agricultura de temporal (9 %) Bosque de encino (6 %) Sin vegetación aparente (1 %) Pastizal inducido (0 %)
<b>Vegetación</b>	Natural de bosque tropical caducifolio (zacate, maguey, nopal, jaral, huizache, vara dulce, cuerazo, palo mulato, cazahuate, guamúchil y copal)	Encinos, pinos, helechos, bromelias, matorrales y pastizales

Fuente: elaboración propia

El cuadro 3 muestra un análisis comparativo de las cuencas Calderón y Tarango, el cual implica examinar las características sociales y económicas de dos áreas geográficas, que son comparadas en términos de diversos aspectos, como son: población, ámbito territorial, viviendas, salarios, Población Económicamente Activa y Población Económicamente Inactiva. La cuenca Tarango tiene mayor densidad demográfica, desarrollo urbano, condiciones socioeconómicas y participación laboral más favorables que la cuenca Calderón.

**Cuadro 3. Análisis comparativo de las características Sociales y Económicas de la cuenca Calderón y la cuenca Tarango**

<b>Características Sociales y económicas</b>	<b>Cuenca Calderón</b>	<b>Cuenca Tarango</b>
<b>Población</b>	Total 64,752 Mujeres 33,158 Hombres 31,614	Total 759,050 Mujeres 398,068 Hombres 360,935
<b>Ámbito territorial</b>	Localidades urbanas 6 Localidades rurales 31	Localidades urbanas 1 Localidades rurales 1
<b>Viviendas</b>	Particulares habitados 15,284	Particulares habitados 200,546
No disponen de agua entubada	3.91 %	0.20 %
No disponen de energía eléctrica	0.54 %	0.47 %
No disponen de drenaje	4.84 %	0.10 %
Con piso de tierra	3.29 %	0.56 %
No disponen de sanitario o excusado	4.88 %	0.88 %
Grado de marginación	Muy alto (3) Alto (30) Medio (9) Bajo (3)	Muy alto (1) Alto (1) Medio (1) Bajo (1)
<b>Salarios</b>	2 salarios mínimos	2 salarios mínimos a 5 salarios mínimos
<b>Población Económicamente Activa (PEA)</b>	49.22 %	55.70 %
Población Económicamente Activa (Femenino)	19.75 %	25.58 %
Población Económicamente Activa (Masculino)	29.46 %	30.11 %
<b>Población Económicamente Inactiva (PEI)</b>	24.11 %	30.03 %
Población Económicamente Inactiva (Femenino)	17.94 %	19.82 %
Población Económicamente Inactiva (Masculino)	55.70 %	55.70 %

Fuente: elaboración propia

Los tipos de uso de suelo que representan mayor superficie dentro de la cuenca del río Calderón, son: agricultura de temporal (55%), selva baja caducifolia (16%) y bosque de táscate (15%) (Tabla 32).

**Tabla 32. Tipos de uso de suelo de la Cuenca del río Calderón**

Uso de suelo	Superficie (has)	Porcentaje de la superficie (%)
Agricultura de temporal	6,885	55
Selva baja caducifolia	2,036	16
Bosque de táscate	1,859	15
Bosque de encino	490	4
Zona urbana	408	3
Sin vegetación aparente	290	2
Pastizal inducido	179	1
Bosque de pino encino	154	1
Bosque de pino	118	1
Bosque de encino pino	30	0
Bosque cultivado	16	0
Total	<b>12,464</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

Los tipos de uso de suelo que representan mayor superficie dentro de la cuenca del río Tarango, son: bosque de oyamel (40.95%), zona urbana (32.28) y bosque de pino (12.33%).

**Tabla 33. Tipos de uso del suelo en la Cuenca del río Tarango**

Uso de suelo	Superficie (has)	Porcentaje de la superficie (%)
Bosque de oyamel	434	40.95
Zona urbana	338	32.28
Bosque de pino	124	12.33
Agricultura de temporal	91	9.67
Bosque de encino	68	6.12
Sin vegetación aparente	5	1.15
Pastizal inducido	1	0
Total	1,060	100

Fuente: elaboración propia, con base en INEGI, 2020

La cuenca Calderón tiene más superficie agropecuaria y selva baja, mientras que en la cuenca Tarango predominan las zonas forestales de clima templado y el uso urbano.

### 3.2 Identificación y evaluación de la problemática ambiental y social que han sufrido los sistemas de barrancos en el ámbito rural y el ámbito urbano.

El estudio permitió una visión integral de la problemática de los barrancos en ambas cuencas.

#### 3.2.1 Diagnóstico de la problemática de la cuenca Calderón: identificación de problemas, análisis FODA y análisis de Causalidad.

##### a) Identificación de problemas

El cuadro 4 muestra los problemas ambientales, sociales y económicos identificados, en relación con los sistemas de barrancos en el contexto rural de la cuenca Calderón. Los problemas identificados varían, según el contexto rural y urbano del sitio de análisis, por lo que, se trata de un sistema complejo. En el cuadro mencionado, además de los problemas, se refiere la magnitud, permanencia, vulnerabilidad y método de identificación del problema. La cuenca Calderón enfrenta complejos retos ambientales, sociales y económicos, que deben atenderse de manera coordinada e integral.

**Cuadro 4. Problemas ambientales, sociales y económicos de la cuenca Calderón**

1) Económicos 2) Ambientales 3) Sociales	1) Pequeña 2) Mediana 3) Grande	1) Permanente 2) Temporal	Depende de las acciones de cada orden de gobierno: 1) Federal, 2) Estatal 3) Municipal y 4) Local (a nivel comunidad)	1) Entrevistas, 2) Observación directa en campo 3) Análisis estadístico y cartográfico.
<b>Problemas Ambientales</b>				
Deforestación en la Cuenca Calderón	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Erosión del suelo en terrenos agrícolas, en la Cuenca	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Contaminación del río con aguas negras.	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Contaminación por depósitos inadecuados de residuos sólidos y	Mediana	Temporal	SEMARNAT	Observación directa en campo

generación de malos olores.				
Pérdida de biodiversidad de flora y fauna debido a la transformación de ecosistemas y a la extracción de especies.	Mediana	Temporal	SEMARNAT	Observación directa en campo
<b>Problemas Sociales</b>				
Falta del servicio del drenaje en las viviendas	Mediana	Permanente	Secretaría de planeación urbana	Observación directa en campo y análisis estadístico
Actividades agrícolas crecientes con uso de agroquímicos	Mediana	Temporal	SEMARNAT	Observación directa en campo
Construcción de puentes sobre el río	pequeño	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Basureros clandestinos dentro de la Cuenca	Mediana	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Crecimiento de la mancha urbana	Pequeño	Permanente	Secretaria de planeación urbana	Observación directa en campo
<b>Problemas Económicos</b>				
Bajo nivel de ingresos económicos	Mediana	Permanente	Secretaria de desarrollo	Observación directa en campo y análisis estadístico
Uso de maquinaria en las actividades de la Cuenca	Mediana	Permanente	Secretaria de desarrollo	Observación directa en campo
Acaparamiento de concesiones para uso del suelo de manera privada	Pequeño	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Falta de empleo en los sectores primario, secundario y terciario	Grande	Permanente	Secretaria de desarrollo	Observación directa en campo y análisis estadístico

Fuente: elaboración propia

## b) Análisis FODA

Tras la investigación documental y de campo, se elaboró un diagnóstico de la cuenca Calderón, que hizo posible un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas – FODA, con enfoque ambiental, social y económico, mediante el método de lista de chequeo.



El cuadro 5 refiere el análisis FODA en el rubro ambiental, implementado en la cuenca Calderón.

**Cuadro 5. Análisis FODA ambiental de la Cuenca Calderón**

<p><b>Fortalezas</b></p> <p><b>F A 1.</b> Alto valor ecológico</p> <p><b>F A 2.</b> Suelos ricos en producción agrícola.</p> <p><b>F A 3.</b> La conformación de sus ríos son clave para la biodiversidad del barranco.</p> <p><b>F A 4.</b> Es un territorio constituido por diferentes barrancos con formación histórica y social que generan la calidez y un ambiente agradable para la convivencia.</p> <p><b>F A 5.</b> El valor científico y ecológico de la cuenca Calderón es representativo y único, en comparación con otras cuencas.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p><b>D A 1.</b> Deforestación</p> <p><b>D A 2.</b> Erosión del suelo en terrenos agrícolas</p> <p><b>D A 3.</b> Contaminación del río con aguas negras.</p> <p><b>D A 4.</b> Contaminación por depósitos inadecuados de residuos sólidos y generación de malos olores.</p> <p><b>D A 5.</b> Pérdida de biodiversidad de flora y fauna, debido a la transformación de ecosistemas y a la extracción de especies.</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p><b>O A 1.</b> Su ubicación geográficamente les permite acceso a diversas poblaciones del Sur del Estado de México.</p> <p><b>O A 2.</b> Aprovechar el turismo que llega a los diferentes municipios que conforman la cuenca Calderón, para realizar visitas guiadas a la barranca.</p> <p><b>O A 3.</b> Promover actividades de conservación de los ríos de la cuenca.</p> <p><b>O A 4.</b> Orientación para la gestión adecuada de los residuos sólidos que llegan a la cuenca</p> <p><b>O A 5.</b> Actividades que fortalezcan la cooperación y confianza entre actores para el cuidado de la cuenca.</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p><b>A A 1.</b> Explotación no adecuada de flora</p> <p><b>A A 2.</b> Pérdida total de suelos, por el uso de agroquímicos agrícolas.</p> <p><b>A A 3.</b> Ríos contaminados por aguas negras que provoquen la extinción de la flora y fauna de los barrancos.</p> <p><b>A A 4.</b> Pérdida de biodiversidad, por espacios no adecuados para los residuos sólidos de los municipios que conforman la cuenca Calderón.</p> <p><b>A A 5.</b> Insertar otro tipo de biodiversidad, el cual no es parte de la cuenca.</p>

Fuente: elaboración propia

La cuenca posee importantes fortalezas y oportunidades ambientales, pero enfrenta serias debilidades y amenazas que deben atenderse para asegurar su conservación integral a largo plazo.

El cuadro 6 refiere el análisis FODA realizado para el rubro social, e implementado en la cuenca Calderón.

**Cuadro 6. Análisis FODA social de la Cuenca Calderón.**

<p><b>Fortalezas</b></p> <p><b>F S 1.</b> Apoyo financiero por parte de las autoridades locales, municipales y estatales para la mejora del servicio del drenaje.</p> <p><b>F S 2.</b> Su saber – hacer de varios años de los campesinos con respecto a las actividades agrícolas de la Cuenca Calderón.</p> <p><b>F S 3.</b> La Cuenca Calderón está constituida por diferentes barrancos con formación histórica y social e identidad social de la zona de estudio.</p> <p><b>F S 4.</b> Su valor social y cultural de la Cuenca Calderón es representativo y único de otras cuencas.</p> <p><b>F S 5.</b> Áreas idóneas para la construcción adecuada de viviendas.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p><b>D S 1.</b> Falta del servicio del drenaje en las viviendas.</p> <p><b>D S 2.</b> Actividades agrícolas crecientes que utilizan agroquímicos.</p> <p><b>D S 3.</b> Construcción de puentes sobre el río.</p> <p><b>D S 4.</b> Basureros clandestinos dentro de la Cuenca.</p> <p><b>D S 5.</b> Crecimiento de la mancha urbana.</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p><b>O S 1.</b> Construcción adecuada de los drenajes que tienen impacto a la Cuenca.</p> <p><b>O S 2.</b> Explotación de las actividades agrícolas de manera sustentable.</p> <p><b>O S 3.</b> Estudios científicos adecuados en la construcción de puentes en el río.</p> <p><b>O S 4.</b> Lugares idóneos con investigación científica para los depósitos de residuos sólidos.</p> <p><b>O S 5.</b> Zonas aptas para el crecimiento urbano adecuado en la Cuenca.</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p><b>A S 1.</b> Pérdida de identidad social y cultural de la Cuenca.</p> <p><b>A S 2.</b> Pobreza por la explotación no correcta de las zonas agrícolas.</p> <p><b>A S 3.</b> Investigaciones sin ningún sustento científico para la construcción de puentes en el río.</p> <p><b>A S 4.</b> Cambio cultural y social por no contar con depósitos adecuados de residuos sólidos.</p> <p><b>A S 5.</b> Cambios inadecuados en el control del crecimiento social de la población y de construcciones para vivir.</p>

Fuente: elaboración propia

La cuenca tiene fortalezas sociales clave, pero también debilidades que pueden mitigarse aprovechando oportunidades y previniendo graves amenazas con visión integral y sustentable.

El cuadro 7 refiere el análisis FODA realizado para el rubro o aspecto económico, e implementado en la cuenca Calderón.

**Cuadro 7. Análisis FODA económico de la Cuenca Calderón.**

<p><b>Fortalezas</b></p> <p><b>F E 1.</b> Emprender de manera adecuada y sustentable la extracción de recursos por parte de los habitantes pertenecientes a la Cuenca y mejorar sus ingresos.</p> <p><b>F E 2.</b> Utilización de recursos nativos de la zona, para el empleo de maquinaria apto en las actividades de la Cuenca.</p> <p><b>F E 3.</b> Permisos adecuados en áreas específicas para el desarrollo económico de los pobladores de la Cuenca.</p> <p><b>F E 4.</b> Creación de puestos y oportunidades para el ingreso económico en los sectores económicos.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p><b>D E 1.</b> Bajo nivel de ingresos económicos.</p> <p><b>D E 2.</b> Uso de maquinaria en las actividades de la Cuenca.</p> <p><b>D E 3.</b> Acaparamiento de concesiones para uso del suelo de manera privada.</p> <p><b>D E 4.</b> Falta de empleo en los sectores primario, secundario y terciario.</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p><b>O E 1.</b> Su ubicación geográfica permite el desarrollo económico basado en la extracción de recursos de manera sustentable.</p> <p><b>O E 2.</b> Actividades que fortalezcan la cooperación, economía y confianza entre actores de la cuenca.</p> <p><b>O E 3.</b> Desarrollo económico en turismo Rural.</p> <p><b>O E 4.</b> Creación de empleos con enfoque primario, secundario y terciario.</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p><b>A E 1.</b> Périda económica de la cuenca por el exceso de explotación de sus recursos.</p> <p><b>A E 2.</b> Intermediarios conocidos cómo taladores que proveen de recursos a otras poblaciones de la cuenca.</p> <p><b>A E 3.</b> Indiferencia institucional en cuanto al apoyo financiero por parte de los sectores de gobierno municipal, estatal y federal, y la capacitación y control de conservación de la cuenca Calderón.</p> <p><b>A E 4.</b> Variaciones por parte de los pobladores con relación al cuidado de la cuenca, afectando el valor económico de la zona.</p>

Fuente: elaboración propia

La cuenca tiene fortalezas y oportunidades económicas que deben aprovecharse de forma sustentable y equitativa, previniendo las debilidades y amenazas identificadas.

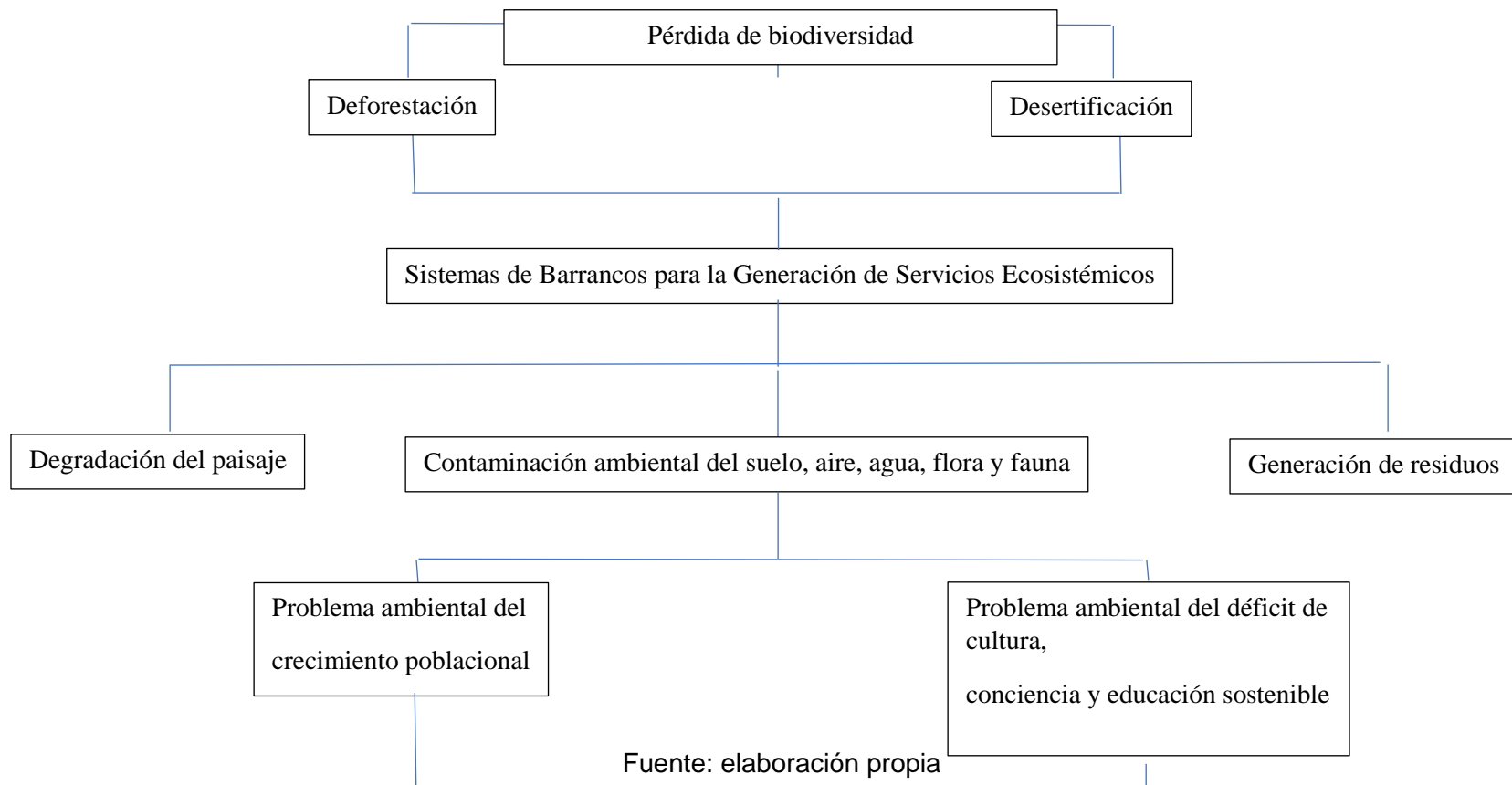
### **c) Análisis de causalidad**

El análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la cuenca Calderón, permitió identificar una serie de causas y efectos de los diversos problemas referidos en los cuadros 5,6 y 7.

La Figura 1 muestra, por medio del método gráfico de árbol de problemas, las distintas causas y efectos relacionados con los problemas ambientales, económicos y sociales identificados y mencionados.

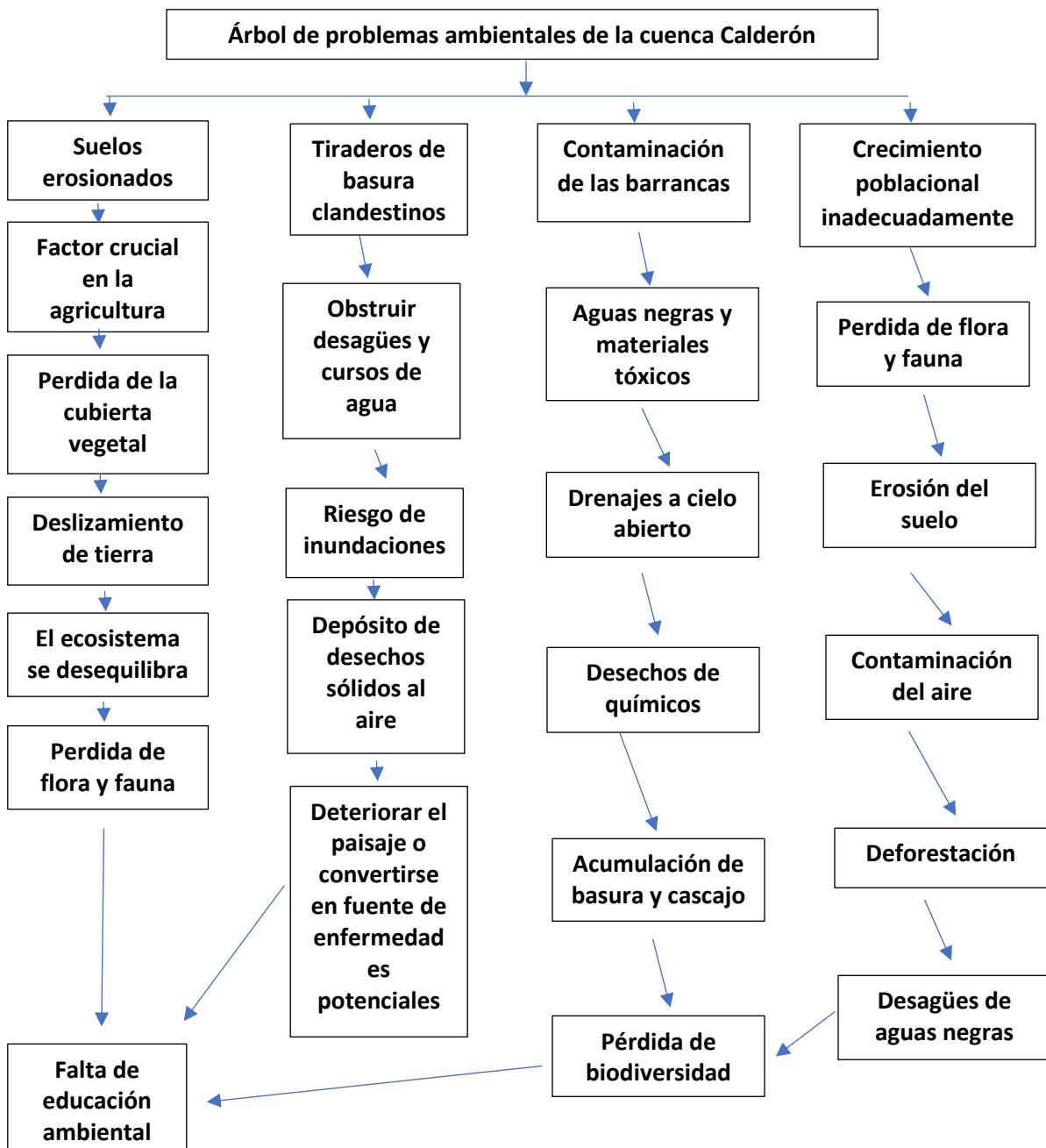
**Figura 1. Análisis de causas y efectos de la problemática en las cuencas estudiadas, mediante el método gráfico de árboles de problemas**

El árbol de problemas destaca las consecuencias negativas de la deforestación y sus causas antrópicas en los sistemas de barrancos, resaltando la necesidad de atender este problema ambiental de raíz para la conservación integral de dichos sistemas.



El árbol de problemas ambientales (figura 2) se elaboró mediante la identificación de las principales dificultades que afectan a los barrancos que se encuentran en el ámbito rural de la cuenca Calderón. Estableciendo la jerarquía de estos y las relaciones existentes, así como sus causas y efectos.

**Figura 2. Árbol de problemas ambientales de la cuenca del Río Calderón**



Fuente: elaboración propia

La figura 2 representa una visión global de los problemas y su estructura al interior de los barrancos de la cuenca Calderón. A continuación, se exponen los problemas identificados.

Uno de los fenómenos que necesita mayor atención es la contaminación del agua en el barranco, debido a que recibe grandes descargas de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento a lo largo de su recorrido. Esto aporta grandes cantidades de materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes y metales pesados que deterioran la calidad del agua.

En este barranco, casi una tercera parte de los paisajes cuentan con algún basurero y presentan cierto grado de contaminación del agua, ya sea por la presencia de color, olor, desechos sólidos y fauna nociva; que degrada la calidad física, química y visual de los cuerpos de agua. Algunas razones por las que se presenta esta contaminación se deben a la descarga a cielo abierto de agua de uso doméstico, debido a que no se cuenta con un sistema de drenaje adecuado; también, debido a la actividad agrícola, a partir del uso de agroquímicos que se infiltran al manto freático por la alta permeabilidad del suelo, lo que genera contaminación química del agua subterránea y del suelo. A pesar de presentar contaminación, el agua de la barranca es utilizada para el riego, con el uso de una red de mangueras que abastecen a parcelas en el barranco Calderón.

Otro problema identificado, es la presencia de residuos sólidos en los paisajes de la cuenca Calderón, debido a la carencia del servicio de recolección de basura que propicia una mala disposición o incineración en el solar de las viviendas. Entre las principales causas de la contaminación por desechos sólidos destaca, la falta de personal para la limpieza y cuidado de los barrancos, falta de vehículos para la recolección de la basura y de un sitio adecuado dentro de cada espacio de los municipios que conforma el barranco. Lo anterior, se considera un problema importante, debido al alto número de sitios inadecuados identificados en campo, lo que propicia contaminación visual y la generación de posibles focos de infección, ya que, el agua de lluvia en combinación con la basura, generan ambientes

propicios para el desarrollo de larvas de mosquitos portadores del dengue, cucarachas, roedores y perros callejeros.

Otro factor que influye en el problema de la disposición de los desechos sólidos es la falta de educación ambiental; por lo que, una alternativa son los programas de cultura ecológica en nivel básico. Los problemas relacionados con erosión del suelo se presentan de manera frecuente en zonas agrícolas y predios de pastizales, lo que implica un proceso de degradación significativo. Su principal causa son los cambios de uso de suelo, asociados en pequeñas porciones a la pérdida de la vegetación en el barranco Calderón, por quema de pastizales y por crecimiento urbano inadecuado.

Aunado a los procesos erosivos, se encontró que, en el barranco más de la mitad de los paisajes presentan una cobertura de vegetación de media a baja, donde las zonas con tierra cultivable resultan ser las más alteradas. Las causas que favorecen la degradación de la cobertura de la vegetación son: los incendios, la apertura de nuevas tierras de cultivo, la extracción excesiva de madera para uso doméstico y la falta de estrategias que faciliten su cuidado. Las principales consecuencias detectadas son el incremento en los procesos erosivos, la disminución en la recarga de mantos acuíferos, la alteración en las comunidades de flora y fauna, y la variación en los microclimas que se presentan en el barranco.

Otro problema adicional identificado en los recorridos de campo es la pérdida de masa forestal y la desaparición de fauna silvestre, a consecuencia del cambio de uso de suelo forestal a urbano.

Otro elemento importante articulado al problema de pérdida de cobertura vegetal es que, a pesar de la alta diversidad de vegetación, son inexistentes los inventarios y trabajos sobre la distribución de las especies a nivel de cuenca. El Gobierno del Estado de México, a través de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), cuenta con trabajos referentes a la presencia de especies; pero, para el caso particular de la cuenca Calderón, existen muy pocos trabajos de etnobotánica, que rescaten el conocimiento de la población hacia los



recursos que ofrecen las cuencas, a pesar de que la mayoría de ellos conocen y utilizan su entorno para satisfacer sus necesidades básicas como, alimentación, recursos medicinales y culturales. La deforestación y sus causas antrópicas son identificadas como la raíz de los principales problemas ambientales de la cuenca Calderón, resaltando la urgencia de reforestar y conservar la cubierta forestal para la protección integral de este sistema.

### 3.2.2 Diagnóstico de la problemática de la cuenca Tarango: identificación de problemas, análisis FODA y análisis de Causalidad.

#### a) Identificación de problemas

El cuadro 8 muestra los problemas ambientales, sociales y económicos identificados, en relación con los sistemas de barrancos en el contexto urbano de la cuenca Tarango. A continuación, se describen algunos problemas que afectan a los sistemas de barrancos de la Cuenca Tarango, además de la magnitud, permanencia, vulnerabilidad y método de identificación del problema (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Problemas ambientales, sociales y económicos de la Cuenca Tarango**

<b>Problemas Ambientales</b>				
<b>Identificación del problema</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Permanencia</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Método de identificación del problema</b>
Deforestación	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Erosión del suelo en terrenos con pendiente a lado de la carretera y planos	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Contaminación del río con aguas negras y depósitos de residuos sólidos	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Contaminación atmosférica debido al crecimiento de la mancha urbana y movilización de automotores.	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Pérdida de biodiversidad de flora y fauna debido a la transformación de ecosistemas.	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
<b>Problemas Sociales</b>				
Falta del servicio del drenaje en las viviendas	Pequeño	Permanente	Secretaría de Planeación Urbana	Observación directa en campo
Construcción de puentes sobre el río	Mediano	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Más de 20 basureros clandestinos dentro de la Cuenca	Grande	Permanente	SEMARNAT	Observación directa en campo
Crecimiento de la mancha urbana dentro de la Cuenca	Grande	Permanente	Secretaría de Planeación Urbana	Observación directa en campo
<b>Problemas Económicos</b>				

Bajo nivel de ingresos económicos	Mediana	Permanente	Secretaria de Desarrollo	de	Observación directa en campo y análisis estadístico
Uso de maquinaria en las actividades de la Cuenca	Mediana	Permanente	Secretaria de desarrollo	de	Observación directa en campo y análisis estadístico
Acaparamiento de concesiones para uso del suelo de manera privada	Grande	Permanente	SEMARNAT		Observación directa en campo y análisis estadístico
Falta de empleo en los sectores secundario y terciario	Mediano	Permanente	Secretaria de Desarrollo	de	Observación directa en campo y análisis estadístico

Fuente: elaboración propia

La Cuenca Tarango presenta graves problemas ambientales que afectan los ecosistemas, así como carencias sociales y económicas entre sus pobladores, todo ello con necesidad de atención por parte de las autoridades correspondientes para lograr el desarrollo sustentable de la región.

## b) Análisis FODA

Tras la investigación documental y de campo, se elaboró un diagnóstico de la cuenca Tarango, que hizo posible un análisis un análisis FODA, con enfoque ambiental, social y económico, mediante el método de lista de chequeo.

El cuadro 9 refiere el análisis FODA en el rubro ambiental, implementado en la cuenca Tarango.

**Cuadro 9. Análisis FODA ambiental de la Cuenca Tarango**

<p><b>Fortalezas</b></p> <p><b>F A 1.</b> Viveros boscosos en la Cuenca y ser abastecedor de servicios medioambientales.</p> <p><b>F A 2.</b> Variedad biológica de recursos forestales y ecológicos.</p> <p><b>F A 3.</b> Localización y ubicación del sistema de ríos en condiciones aceptables para la biodiversidad.</p> <p><b>F A 4.</b> Sensibilización ambiental en el uso adecuado de automotores.</p> <p><b>F A 5.</b> Extensas zonas de tendencia forestal sin aprovechar adecuadamente.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p><b>D A 1.</b> Deforestación en la Cuenca Tarango.</p> <p><b>D A 2.</b> Erosión del suelo en terrenos con pendiente a lado de la carretera y planos.</p> <p><b>D A 3.</b> Contaminación del río con aguas negras y depósitos de residuos sólidos.</p> <p><b>D A 4.</b> Contaminación atmosférica debido al crecimiento de la mancha urbana y movilización de automotores.</p> <p><b>D A 5.</b> Pérdida de biodiversidad de flora y fauna debido a la transformación de ecosistemas.</p>
--	---

<p><b>Oportunidades</b></p> <p><b>O A 1.</b> La ubicación geográfica de la Cuenca permite el cambio de clase de especies forestales de la zona.</p> <p><b>O A 2.</b> La conveniente organización y generación de actividades silvícolas de la Cuenca.</p> <p><b>O A 3.</b> Posibilidad de marchar adecuadamente conforme un laboratorio en investigaciones en residuos sólidos.</p> <p><b>O A 4.</b> Aumento de interés en la población por el uso adecuado de automotores ecológicos.</p> <p><b>O A 5.</b> Virtud de agregación para aminorar el daño medioambiental por medio de la ampliación en la cobertura boscosa del barranco.</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p><b>A A 1.</b> Pérdida de la abundancia forestal del habitat de la Cuenca.</p> <p><b>A A 2.</b> Rebajamiento de terreno boscoso por alteración de manejo del terreno.</p> <p><b>A A 3.</b> Deficiencia de organización parcial para la utilización sustentable de los afluentes.</p> <p><b>A A 4.</b> Degradación del ambiente y atmósfera por el alto desarrollo de la mancha urbana de la Ciudad de México y su creciente contaminación de automotores.</p> <p><b>A A 5.</b> Disminución y pérdida de la biodiversidad biológica y sus biocenosis de la Cuenca.</p>
--	--

Fuente: elaboración propia

La cuenca Tarango, tiene fortalezas en recursos, pero debilidades por mal manejo, con oportunidades en organización y conciencia ambiental ante amenazas como urbanización y pérdida de ecosistemas.

El cuadro 10 refiere el análisis FODA realizado para el rubro social, e implementado en la cuenca Tarango.

**Cuadro 10. Análisis FODA social de la Cuenca Tarango**

<p><b>Fortalezas</b></p> <p><b>F S 1.</b> Aprovechamiento de tecnológica en el desarrollo de drenajes a las viviendas de tipo ecológico.</p> <p><b>F S 2.</b> Vigorizar las áreas de cubierta boscosa para frenar la conexión de puentes.</p> <p><b>F S 3.</b> Reforzar áreas de productividad boscosa conforme a la tendencia del crecimiento urbano y evitar el aumento de vertederos ilícitos.</p> <p><b>F S 4.</b> Promocionar una mayor y mejor conjunción en estrategias políticas que favorezcan el crecimiento urbano de la cuenca.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p><b>D S 1.</b> Falta del servicio del drenaje en las viviendas.</p> <p><b>D S 2.</b> Construcción de puentes sobre el río.</p> <p><b>D S 3.</b> Más de 20 basureros clandestinos dentro de la Cuenca.</p> <p><b>D S 4.</b> Crecimiento de la mancha urbana en la Cuenca sin coordinación.</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p><b>O S 1.</b> Motivar convenios de contribución y conjunción en la implementación de avenamiento de casas.</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p><b>A S 1.</b> Pérdida de los distintos actores sociales ante la dificultad burócrata para la audacia de disidencia de los problemas básicos a las casas.</p>

<p><b>O S 2.</b> Utilidad y promoción en la construcción de vías de comunicación, como lo es en puentes sobre el río con recursos maderables de la Cuenca.</p> <p><b>O S 3.</b> Planificación de proyectos de salvación de recuerdos históricos, para vigorizar la igualdad cultural y sensibilizar sobre prácticas sustentables evitando la aglomeración de basureros.</p> <p><b>O S 4.</b> Desarrollar políticas de utilidad social, para apoyar proyectos en el crecimiento de la mancha urbana dentro de la Cuenca.</p>	<p><b>A S 2.</b> Indagar en la integración de recientes actores para un cambio en la construcción de vías de paso como lo son los puentes sobre el río.</p> <p><b>A S 3.</b> Traslucirse el problema de contaminación a la salud por basureros clandestinos a la población de la Cuenca.</p> <p><b>A S 4.</b> Incumplimiento de la ley en el crecimiento desordenado de la mancha urbana en la cuenca.</p>
---	--

Fuente: elaboración propia

En la cuenca hay fortalezas en tecnología y políticas, pero debilidades en servicios y crecimiento desordenado, con oportunidades de coordinación, pero bajo amenazas burocráticas y de salud.

El cuadro 11 refiere el análisis FODA realizado para el rubro o aspecto económico, e implementado en la cuenca Tarango.

**Cuadro 11. Análisis FODA económico de la Cuenca Tarango**

<p><b>Fortalezas</b></p> <p><b>F E 1.</b> Generación y promoción de proyectos de turismo de naturaleza como aprovechamiento para generar una mejor economía.</p> <p><b>F E 2.</b> Ser suministrador de servicios medio ambientales con material de la cuenca.</p> <p><b>F E 3.</b> Inclinación para actividades agradables, sin cambio de uso de suelo, en la jerarquía de ecoturismo de calidad natural.</p> <p><b>F E 4.</b> Autenticidad social con arraigo espacial en los sectores económicos.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p><b>D E 1.</b> Bajo nivel de ingresos económicos.</p> <p><b>D E 2.</b> Uso de maquinaria en las actividades de la Cuenca.</p> <p><b>D E 3.</b> Acaparamiento de concesiones para uso del suelo de manera privada.</p> <p><b>D E 4.</b> Falta de empleo en los sectores secundario y terciario.</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p><b>O E 1.</b> Aumento del valor en la contratación de Servicios al ambiente.</p> <p><b>O E 2.</b> Producir los enlaces benéficos en busca de nichos de mercados de alto valor compuesto medioambiental.</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p><b>A E 1.</b> Escasa inversión en infraestructura para la colocación final de los desechos o sedimentos.</p> <p><b>A E 2.</b> Deficiencia en el seguimiento y soporte constante a los planes de proyectos.</p>

<p><b>O E 3.</b> Causar convenios de aportación económica y coordinación con propósito de estudio en el uso del suelo de la Cuenca por habitantes de la zona.</p>	<p><b>A E 3.</b> Reducida inversión pública y privada empleada a programas de turismo ambientalmente responsable y en la conservación ecológica de la Cuenca.</p>
<p><b>O E 4.</b> Crear convenios en los diferentes sectores económicos con empresas emprendedoras en bienestar de la Cuenca.</p>	<p><b>A E 4.</b> Organización económica adecuada de los recursos monetarios destinados para la conservación de la Cuenca a corto plazo.</p>

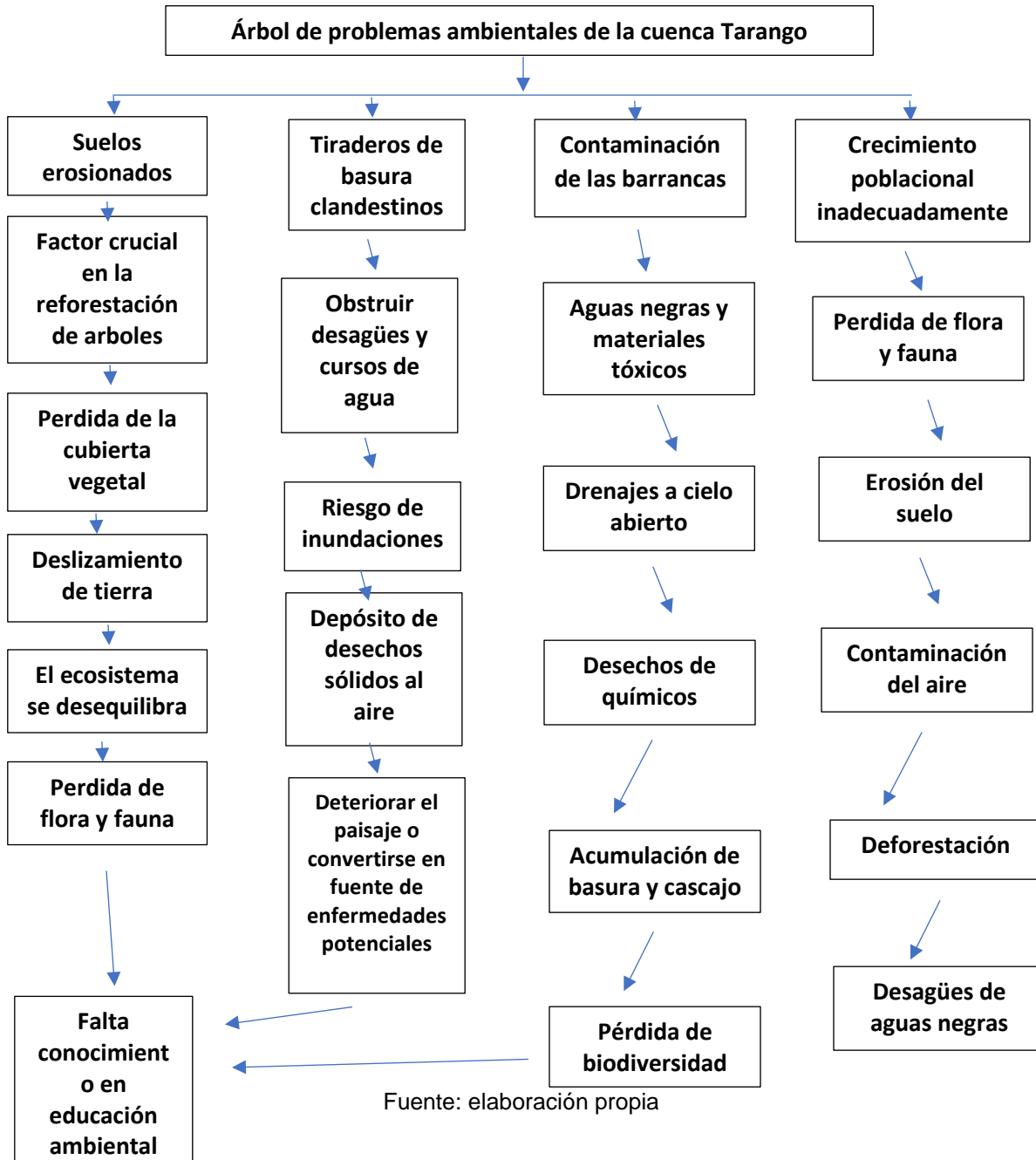
Fuente: elaboración propia

En la cuenca Tarango hay fortalezas en turismo y provisión de servicios ambientales, pero debilidades económicas estructurales, con oportunidades en nichos verdes, pero bajo amenazas por falta de inversión y gestión sustentable.

### **c) Análisis de causalidad**

Después de realizar la identificación de problemas y el análisis FODA para los diversos rubros de la cuenca Tarango, se procedió a hacer el análisis de causas y efectos de los problemas ambientales identificados, mediante el método gráfico de árbol de problemas, como se muestra en la figura 3.

**Figura 3. Árbol de problemas ambientales de la cuenca Tarango**



El problema central de la cuenca Tarango es la pérdida de flora y fauna, resultado de la deforestación, la acumulación de basura y cascajo, la pérdida de biodiversidad y los desagües de aguas negras. Esto genera suelos erosionados, tiraderos clandestinos, contaminación de barrancas, deslizamientos e inundaciones. La

pérdida de cubierta vegetal es un factor clave, pues desequilibra el ecosistema. Las aguas negras y materiales tóxicos, así como los drenajes a cielo abierto, contribuyen a la erosión y contaminación. Los desechos químicos también deterioran el paisaje y generan focos de enfermedad. Como causas subyacentes están el crecimiento poblacional inadecuado y la falta de educación ambiental.

En la cuenca Tarango la deforestación y la mala disposición de residuos provocan degradación ambiental que pone en riesgo a la población. Se requieren medidas de control demográfico, saneamiento y educación ambiental.

### **3.2.3 Análisis comparativo de la problemática en las dos cuencas**

El cuadro 12 muestra un diagnóstico general las dos cuencas de estudio, que pueden ayudar a identificar, tanto los recursos internos como las influencias externas que están afectando al barranco de cada cuenca. A partir de este diagnóstico, es posible diseñar estrategias de gestión y conservación que aprovechen las fortalezas y oportunidades, mientras se trabajan en superar las debilidades y mitigar las amenazas.

**Cuadro 12. Diagnóstico de las dos cuencas**

<b>DIAGNÓSTICO</b>		
<b>Análisis de la problemática</b>	<b>Cuenca Calderón</b>	<b>Cuenca Tarango</b>
<b>Problemática general</b>	Consistió en identificar los problemas para cada componente y factor de cada cuenca, por lo que se realizó un análisis sistémico de cada tema (ambiental, social y económico), y posteriormente una integración de las dimensiones estudiadas.	
<b>Problemática general</b>	1) Consistió en identificar los problemas para cada componente y factor de cada cuenca, por lo que se realizó un análisis sistémico de cada tema (ambiental, social y económico), y posteriormente una integración de las dimensiones estudiadas.  2) Se caracterizaron los problemas de acuerdo a su magnitud, permanencia, vulnerabilidad.	
<b>Fortalezas</b>	<b>F1.</b> La cuenca Calderón es reconocida por su alto	<b>F 1</b> Extensas zonas de tendencia forestal sin



	<p>valor ecológico y es un territorio constituido por diferentes barrancos con formación histórica.</p> <p><b>F2.</b> Su valor social y cultural de la cuenca Calderón es representativo y único de otras cuencas.</p>	<p>aprovechar adecuadamente.</p> <p><b>F 2</b> Aprovechamiento de tecnología en el desarrollo de drenajes a las viviendas de tipo ecológico y ser suministrador de servicios medio ambientales con material de la cuenca.</p>
<b>Debilidades</b>	<p><b>D 1</b> Contaminación del río Calderón con aguas negras.</p> <p><b>D 2</b> Falta del servicio del drenaje en las viviendas.</p>	<p><b>D 1</b> Erosión del suelo en terrenos con pendiente a lado de la carretera y planos.</p> <p><b>D 2</b> Crecimiento de la mancha urbana sin coordinación</p>
<b>Oportunidades</b>	<p><b>O 1</b> Su ubicación geográficamente les permite acceso a diversas poblaciones del Sur del Estado de México.</p> <p><b>O 2</b> Aprovechar el turismo que llega a los diferentes municipios que conforman la cuenca Calderón, para realizar visitas guiadas a los barrancos.</p>	<p><b>O 1</b> Aumento de interés en la población por el uso adecuado de automotores ecológicos, desarrollar políticas de utilidad social, para apoyar proyectos en el crecimiento de la mancha urbana.</p> <p><b>O 2</b> Aumento del valor en la contratación de servicios al ambiente.</p>
<b>Amenazas</b>	<p><b>A 1</b> Ríos contaminados por aguas negras que provoquen la extinción de la flora y fauna de sus barrancos</p> <p><b>A 2</b> Exceso de explotación de sus recursos.</p>	<p><b>A 1</b> Pérdida de la abundancia forestal del hábitad.</p> <p><b>A 2</b> Incumplimiento de la ley en el crecimiento desordenado de la mancha urbana.</p> <p><b>A 3</b> Escasa inversión en infraestructura para la</p>

		colocación final de los desechos o sedimentos.
--	--	--

Fuente: elaboración propia

### 3.2.4 Análisis de Causas y Efectos de las dos cuencas

Para realizar el Análisis de Causas y Efectos de la Problemática, y de acuerdo con el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico, se utilizó el método gráfico llamado “Árbol de Problemas”. El árbol de problemas se elaboró mediante la identificación de las principales dificultades que afectan al barranco que se encuentra en las cuencas estudiadas. Estableciendo la jerarquía de estos y las relaciones existentes, así como sus causas y efectos.

**Cuadro 13. Análisis de Causas y Efectos de las dos cuencas**

<b>Cuenca Calderón</b>	<b>Cuenca Tarango</b>
Los factores desencadenantes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos erosionados</li> <li>• Tiraderos de basura clandestinos</li> <li>• Contaminación del barranco</li> </ul>	Los factores desencadenantes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deforestación</li> <li>• Erosión del suelo</li> <li>• Contaminación del río con aguas negras</li> </ul> Contaminación atmosférica

Fuente: elaboración propia

**3.2.5 Diseño de estrategias como alternativas para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación y retribución social.**

a) Estrategias como alternativas para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos de la Cuenca Calderón

El cuadro 14 muestra la formulación de estrategias para la Cuenca Calderón. Una vez identificadas las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se elaboraron estrategias FODA que capitalizan las fortalezas y oportunidades, mientras abordan las debilidades mitigando las amenazas. Y se busca potenciar el valor ecológico y turístico de la cuenca aprovechando su ubicación, a la vez que se estudian y combaten las amenazas a la biodiversidad y la contaminación ambiental

**ESTRATEGIAS FODA**

**Cuadro 14. Estrategias FODA Ambiental de la Cuenca Calderón**

<b>FO</b>	<p>Su ubicación geográficamente permite el desarrollo de diversas poblaciones del Sur del Estado de México.</p> <p>Es un territorio planificado y constituido por diferentes barrancos con formación histórica y social que generan la calidez de un ambiente agradable para la convivencia.</p>
<b>FA</b>	<p>Fomentar su valor científico y ecológico de la Cuenca Calderón es representativo y único de otras cuencas.</p> <p>Investigar sobre la pérdida de biodiversidad en la Cuenca por espacios no adecuados para los residuos sólidos de los municipios que conforman la Cuenca Calderón.</p>
<b>DO</b>	<p>Investigar la pérdida de biodiversidad de flora y fauna debido a la transformación de ecosistemas y a la extracción de especies.</p> <p>Fomentar el turismo que llega a los diferentes municipios que conforman la Cuenca Calderón, para realizar visitas guiadas a los barrancos.</p>
<b>DA</b>	<p>Investigar la contaminación por depósitos inadecuados de residuos sólidos y generación de malos olores.</p> <p>Investigar los ríos contaminados en la Cuenca Calderón por aguas negras que provoquen la extinción de la flora y fauna de sus barrancos.</p>

Fuente: elaboración propia

El cuadro 15 muestra la manera de buscar y aprovechar los saberes locales en actividades sustentables, preservando la identidad sociocultural, previniendo impactos de agroquímicos y urbanización, y mejorando servicios de saneamiento.

**Cuadro 15. Estrategias FODA social de la Cuenca Calderón**

	Fomentar su saber – hacer de varios años de los campesinos con respecto a las actividades agrícolas de la Cuenca Calderón.
<b>FO</b>	Planificar la explotación de las actividades agrícolas de manera sustentable.
<b>FA</b>	Comprender que la Cuenca Calderón está constituida por diferentes barrancos con formación histórica y social e identidad social de la zona de estudio.  Planificar la pérdida de identidad social y cultural de la Cuenca.
<b>DO</b>	Planificar las actividades agrícolas crecientes con uso de agroquímicos.  Planificar la construcción adecuada de los drenajes que tienen impacto a la Cuenca.
<b>DA</b>	Incentivar la falta del servicio del drenaje en las viviendas.  Planificar cambios inadecuados en el control del crecimiento social de la población y de construcciones para vivir.

Fuente: elaboración propia

El cuadro 16 muestra un aprovechamiento sustentable y participativo de los recursos, investigando impactos ambientales y necesidades socioeconómicas para generar empleo y mayores ingresos con apoyo interinstitucional.

**Cuadro 16. Estrategias FODA económico de la Cuenca Calderón**

<b>FO</b>	Promover de manera adecuada y sustentable la extracción de recursos por parte de los habitantes pertenecientes a la Cuenca y mejorar sus ingresos.  Su ubicación geográficamente les permite el desarrollo económico en la extracción de sus recursos de manera sustentable.
<b>FA</b>	Fomentar la utilización de recursos nativos de la zona para la construcción de maquinaria apta en las actividades de la Cuenca.  Investigar la pérdida económica de la Cuenca por el exceso de explotación de sus recursos.
<b>DO</b>	Promover la falta de empleo en los sectores primario, secundario y terciario.

	Planificar actividades que fortalezcan la cooperación, economía y confianza entre actores de la Cuenca.
<b>DA</b>	Investigar el porque del bajo nivel de ingresos económicos.  Coordinar la indiferencia institucional en cuanto al apoyo financiero por parte de los sectores de gobierno municipal, estatal y federal, y la capacitación y control de conservación de la Cuenca Calderón.

Fuente: elaboración propia

Las alternativas estudiadas para la cuenca Calderón, fueron valoradas mediante juicios de carácter cualitativo y cuantitativo, se evaluó la viabilidad de cada estrategia por medio de una escala Likert de cinco valores: alto, muy alto, medio, bajo y muy bajo. Los criterios para evaluar las alternativas se basan en la habilidad por parte de las localidades y de los municipios que conforman parte de la cuenca, la valoración que tiene la sociedad de su contorno ambiental y la presencia de factores que afectan externamente el progreso de las alternativas.

El cuadro 17 muestra que las alternativas más balanceadas, son la concientización comunitaria, la participación ciudadana y el trabajo interinstitucional.

**Cuadro 17. Evaluación cualitativa de las alternativas de la Cuenca Calderón**

Estrategia	Criterios					
	Económico	Social	Ambiental	Viabilidad política	Legal	Tiempo
Mejorar la efectividad de instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales y la validez de normas y principios que favorezcan el orden del cuidado ambiental de la cuenca.	Alto	Medio	Alto	bajo	Muy bajo	Alto
Favorecer el interés y fundamento por parte de las administraciones de gobierno hacia las instituciones y dependencias interesadas en el ambiente.	Bajo	Alto	Muy alto	Muy bajo	Bajo	Medio
Concientizar a los habitantes locales que habitan con valores y enseñanza medioambiental adecuada para no dañar al marco natural de la cuenca.	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo	Medio
Trabajar en las actividades laborales de las comunidades para aumentar su interés y asistencia en las actividades programadas, respecto a la cuenca.	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Mejorar la difusión y expansión de proyectos a las diferentes regiones de las comunidades de la cuenca desde el inicio de los proyectos.	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio
Fomentar la diversidad biológica a largo plazo y hacer un aprovechamiento sustentable y de los	Muy bajo	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo

recursos financieros para capacitación y desarrollo tecnológico.						
Propiciar la participación de instituciones sociales, para desarrollar la educación medioambiental dentro de la cuenca y la consolidación de las aptitudes para obtener, manejar y sistematizar la información para la toma de resoluciones pertinentes para la cuenca.	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Bajo
Trabajar en las áreas de amenaza natural por deslizamientos, remoción en masa y terrenos de erosión del suelo que involucren estudios sobre las vías de comunicación y viviendas que conforman la cuenca.	Medio	Medio	Alto	bajo	Muy bajo	Alto
Motivar mediante incentivos económicos a los residentes de las comunidades para la conservación de las cuencas.	Bajo	Medio	Bajo	Baja	Medio	Bajo

Elaboración propia

La evaluación cuantitativa para la cuenca Calderón se obtuvo por medio de la retribución de un dígito en una graduación de 1 a 5 a cada una de las valoraciones. Asignando un coeficiente a cada criterio a partir de la importancia que presenta cada uno en el desarrollo de las alternativas. Reutilizando la misma escala de valoración donde el valor de 1 corresponde a los criterios de menor importancia y el 5 a los de mayor importancia. Subsiguientemente se multiplicó el valor asignado a cada alternativa por el coeficiente para obtener una valoración de cada alternativa, como se muestra en el cuadro 18. Las alternativas más sólidas se enfocan en el fortalecimiento institucional ambiental y la concientización comunitaria para la conservación (cuadro 18).



**Cuadro 18. Evaluación por criterios de viabilidad de las alternativas de la Cuenca Calderón**

Estrategia	Criterios												
	Económico		Social		Ambiental		Viabilidad política		Legal		Tiempo		Total
	Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		
	4		5		5		3		2		1		
Mejorar la efectividad de instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales y la validez de normas y principios que favorezcan el orden del cuidado ambiental de la cuenca.	4	16	5	25	5	25	5	15	4	8	4	4	
Favorecer el interés y fundamento por parte de las administraciones de gobierno hacia las instituciones y dependencias interesadas en el ambiente.	5	20	4	20	5	25	5	15	4	8	3	3	91
Concientizar a los habitantes locales que habitan con valores y enseñanza medioambiental adecuada para no dañar al marco natural de la cuenca.	4	16	5	25	4	20	4	12	4	8	5	5	86
Trabajar en las actividades laborales de las comunidades para aumentar su interés y asistencia en las actividades programadas, respecto a la cuenca.	4	16	4	20	4	20	4	12	4	8	3	3	79
Mejorar la difusión y expansión de proyectos a las diferentes regiones de las comunidades de la cuenca desde el inicio de los proyectos.	4	16	4	20	4	20	4	12	4	8	3	3	79
Fomentar la diversidad biológica a largo plazo y hacer un aprovechamiento sustentable y de los recursos financieros	4	16	3	15	4	20	4	12	5	10	5	5	78

para capacitación y desarrollo tecnológico.													
Propiciar la participación de instituciones sociales, para desarrollar la educación medioambiental dentro de la cuenca y la consolidación de las aptitudes para obtener, manejar y sistematizar la información para la toma de resoluciones pertinentes para la cuenca.	3	12	4	20	3	15	4	12	3	8	2	2	69
Trabajar en las áreas de amenaza natural por deslizamientos, remoción en masa y terrenos de erosión del suelo que involucren estudios sobre las vías de comunicación y viviendas que conforman la cuenca.	3	12	3	15	2	10	3	9	2	4	1	1	51
Motivar mediante incentivos económicos a los residentes de las comunidades para la conservación de las cuencas.	2	8	3	15	2	10	3	9	1	2	1	1	45

Elaboración propia, 2022

**a) Estrategias como alternativas para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos de la Cuenca Tarango.**

El cuadro 19 muestra la formulación de estrategias para la Cuenca Tarango. Una vez identificadas estas fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del FODA, se elaboraron estrategias FODA que capitalizan las fortalezas y oportunidades, mientras abordan las debilidades mitigando las amenazas.

**Cuadro 19. Estrategias FODA ambiental de la Cuenca Tarango**

<b>FO</b>	Promover viveros boscosos en la Cuenca y ser abastecedor de servicios medioambientales.  La ubicación geográfica de la Cuenca permite el desarrollo de especies forestales de la zona.
<b>FA</b>	Fomentar la localización y ubicación del sistema de ríos en condiciones aceptables para la biodiversidad.  Investigar sobre la pérdida de la abundancia forestal del hábitat de la Cuenca.
<b>DO</b>	Investigar la pérdida de biodiversidad de flora y fauna debido a la transformación de ecosistemas.  Planificar para aminorar el daño medioambiental por medio de la ampliación en la cobertura boscosa del barranco.
<b>DA</b>	Planificar la contaminación atmosférica debido al crecimiento de la mancha urbana y movilización de automotores.  Investigar la degradación del ambiente y atmósfera por el alto desarrollo de la mancha urbana de la Ciudad de México y su creciente contaminación de automotores.

Fuente: elaboración propia

El cuadro 19 muestra la manera de potenciar los servicios ambientales y la biodiversidad de la cuenca, investigando la deforestación y los impactos del crecimiento urbano desordenado, para diseñar estrategias de reforestación y control de la contaminación.

El cuadro 20 muestra mejorar los servicios de saneamiento, planificar el crecimiento urbano, rescatar la identidad cultural y combatir problemas como los basureros ilegales a través de la coordinación interinstitucional y el cumplimiento de la ley ambiental.

**Cuadro 20. Estrategias FODA social de la Cuenca Tarango**

<b>FO</b>	Fomentar el aprovechamiento de tecnológica en el desarrollo de drenajes a las viviendas de tipo ecológico.  Desarrollar convenios de contribución y conjunción en la implementación de avenamiento de casas.
<b>FA</b>	Fomentar una mayor y mejor conjunción en estrategias políticas que favorezcan el crecimiento urbano de la cuenca.  Coordinar la perdida de los distintos actores sociales ante la dificultad burócrata para la audacia de disidencia de los problemas básicos a las casas.
<b>DO</b>	Planificar el crecimiento de la mancha urbana en la Cuenca sin coordinación.  Planificación de proyectos de salvación de recuerdos históricos, para vigorizar la igualdad cultural y sensibilizar sobre prácticas sustentables evitando la aglomeración de basureros.
<b>DA</b>	Investigar los más de 20 basureros clandestinos dentro de la Cuenca.  Investigar el incumplimiento de la ley en el crecimiento desordenado de la mancha urbana en la cuenca.

Fuente: elaboración propia

El cuadro 21 muestra la manera de desarrollar el ecoturismo, aumentar la inversión verde y las alianzas productivas sustentables, investigando problemáticas como el acaparamiento de tierras y mejorando la administración de fondos para la conservación ambiental.

**Cuadro 21. Estrategias FODA económico de la Cuenca Tarango**

<b>FO</b>	Desarrollar la generación y promoción de proyectos de turismo de naturaleza como aprovechamiento para generar una mejor economía.  Fomentar el aumento del valor en la contratación de Servicios al ambiente.
<b>FA</b>	Coordinar la inclinación para actividades agradables, sin cambio de uso de suelo, en la jerarquía de ecoturismo de calidad natural.

	Aumentar la escasa inversión en infraestructura para la colocación final de los desechos o sedimentos.
<b>DO</b>	Desarrollar estrategias a la falta de empleo en los sectores secundario y terciario. Fomentar a la creación de convenios en los diferentes sectores económicos con empresas emprendedoras en bienestar de la Cuenca.
<b>DA</b>	Investigar el acaparamiento de concesiones para uso del suelo de manera privada. Coordinar la organización económica adecuada de los recursos monetarios destinados para la conservación de la Cuenca a corto plazo.

Fuente: elaboración propia

El cuadro 22 muestra que las alternativas educativas, comunitarias y de generación de empleos verdes son de alto impacto ambiental y relativamente viables.

**Cuadro 22. Evaluación cualitativa de las alternativas de la Cuenca Tarango**

Estrategia	Criterios					
	Económico	Social	Ambiental	Viabilidad política	Legal	Tiempo
Incentivar la creación de programas de educación ambiental para las comunidades involucrando entidades e instituciones educativas.	Alto	Medio	Alto	Bajo	Muy bajo	Alto
Comprometer a la comunidad con el desarrollo de proyectos que den buenos resultados en la recuperación de la cuenca.	Bajo	Alto	Muy alto	Muy bajo	Bajo	Medio
Formulación de proyectos a través de esquemas de contratación con instituciones académicas, organismos de investigación y consultoría.	Medio	Medio	Alto	Bajo	Muy bajo	Alto
Desarrollar el empleo verde a través de entidades existentes (cooperativas de trabajo) con el fin de preservar y restaurar este ambiente.	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo	Medio
Fomentar el financiamiento de especies vegetales de fácil crecimiento	Muy bajo	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo
Integrar la existencia de entidades gubernamentales dedicadas a mejoras de la cuenca, a nivel nacional, estatal y local.	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Medio	Bajo
Fomentar el poder adquisitivo en programas de zonas de riesgo de la cuenca.	Bajo	Medio	Bajo	Baja	Medio	Bajo
Trabajar en normas políticas de tema ambiental del cuidado de la cuenca.	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio

Trabajar en las áreas de amenaza natural por deslizamientos, remoción en masa y terrenos de erosión del suelo que involucren viviendas que conforman la cuenca.	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
---	------	-------	-------	-------	-------	-------

Elaboración propia, 2022

El cuadro 23 muestra que las alternativas educativas y comunitarias, así como la vinculación académica, son las opciones más sólidas y equilibradas para la Cuenca Tarango.

**Cuadro 23. Evaluación por criterios de viabilidad de las alternativas de la Cuenca Tarango**

Estrategia	Criterios												Total
	Económico		Social		Ambiental		Viabilidad política		Legal		Tiempo		
	Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		Coeficiente		
	4		5		5		3		2		1		
Incentivar la creación de programas de educación ambiental para las comunidades involucrando entidades e instituciones educativas.	5	20	4	20	5	25	4	12	3	6	3	3	86
Comprometer a la comunidad con el desarrollo de proyectos que den buenos resultados en la recuperación de la cuenca.	4	16	5	25	4	20	4	12	3	6	3	3	82
Formulación de proyectos a través de esquemas de contratación con instituciones académicas, organismos de investigación y consultoría.	4	16	4	20	4	20	4	12	3	6	3	3	77

Desarrollar el empleo verde a través de entidades existentes (cooperativas de trabajo) con el fin de preservar y restaurar este ambiente.	3	12	4	20	4	20	4	12	3	6	3	3	73
Fomentar el financiamiento de especies vegetales de fácil crecimiento.	4	16	3	15	4	20	3	9	3	6	3	3	69
Integrar la existencia de entidades gubernamentales dedicadas a mejoras de la cuenca, a nivel nacional, estatal y local.	3	12	3	15	4	20	4	12	3	6	3	3	68
Fomentar el poder adquisitivo en programas de zonas de riesgo de la cuenca.	4	16	3	15	4	20	2	6	2	4	2	2	63
Trabajar en normas políticas de tema ambiental del cuidado de la cuenca.	1	4	3	15	4	20	4	12	3	6	2	2	59
Trabajar en las áreas de amenaza natural por deslizamientos, remoción en masa y terrenos de erosión del suelo que involucren viviendas que conforman la cuenca.	2	8	3	15	4	20	3	9	1	2	3	3	57

Fuente: Elaboración propia



### 3.2.6 Análisis comparativo de las estrategias y alternativas para las dos cuencas

El siguiente cuadro muestra un análisis comparativo de las estrategias FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y las alternativas de evaluación cualitativa y evaluación por criterios de viabilidad de la Cuenca Calderón y la Cuenca Tarango, ya que se demanda evaluar y conocer sus enfoques para la protección y gestión sostenible de los recursos del barranco.

**Cuadro 24. Análisis comparativo de las estrategias en la cuenca Calderón y en la cuenca Tarango**

ESTRATEGIAS		
Tipo de estrategia	Cuenca Calderón	Cuenca Tarango
<b>FO</b>	Planificar el exceso de explotación de sus recursos.  Planificar la explotación de las actividades agrícolas de manera sustentable.	Promover viveros boscosos en la Cuenca y ser abastecedor de servicios medioambientales.  Fomentar el aprovechamiento de tecnológica en el desarrollo de drenajes a las viviendas de tipo ecológico.
<b>FA</b>	Investigar sobre la pérdida de biodiversidad por espacios no adecuados para los residuos sólidos de los municipios que conforman la Cuenca.  Fomentar la utilización de recursos nativos de la zona para la construcción de maquinaria apta en las actividades de la Cuenca.	Investigar sobre la pérdida de la abundancia forestal del hábitat de la Cuenca.  Coordinar la inclinación para actividades agradables, sin cambio de uso de suelo, en la jerarquía de ecoturismo de calidad natural.
<b>DO</b>	Investigar la pérdida de biodiversidad de flora y fauna debido a la transformación de ecosistemas y a la extracción de especies  Planificar las actividades agrícolas crecientes con uso de agroquímicos	Planificar para aminorar el daño medioambiental por medio de la ampliación en la cobertura boscosa del barranco.  Planificar para aminorar el daño medioambiental por medio de la ampliación en la cobertura boscosa del barranco.
<b>DA</b>	Investigar la contaminación por depósitos inadecuados de residuos sólidos y generación de malos olores y coordinar la indiferencia institucional en cuanto al apoyo financiero por parte de los sectores de gobierno municipal, estatal y federal, y la capacitación y control de conservación de la Cuenca.	Planificar la contaminación atmosférica debido al crecimiento de la mancha urbana y movilización de automotores.  Investigar los más de 20 basureros clandestinos dentro de la Cuenca.

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.7 Evaluación Cualitativa de las Alternativas

Para finalizar el diagnóstico del Sistema de Barrancos del río Calderón y río Tarango, de acuerdo con el Enfoque del Marco Lógico, se realizó el Análisis cualitativo y cuantitativo de las alternativas.

**Cuadro 25. Evaluación Cualitativa de las Alternativas**

Cuenca Calderón	Cuenca Tarango
Alternativas con los mayores niveles de viabilidad en la Cuenca Calderón son: mejorar la efectividad de instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales y la validez de normas y principios que favorezcan el orden del cuidado ambiental de la cuenca; favorecer el interés y fundamento por parte de las administraciones de gobierno hacia las instituciones y dependencias interesadas en el ambiente; y concientizar a los habitantes locales que habitan, con valores y enseñanza medioambiental adecuada, para no afectar a la cuenca	Los mayores niveles de viabilidad son: incentivar la creación de programas de educación ambiental para las comunidades, involucrando entidades e instituciones educativas; comprometer a la comunidad con el desarrollo de proyectos que den buenos resultados en la recuperación de la cuenca; y la formulación de proyectos a través de esquemas de contratación con instituciones académicas, organismos de investigación y consultoría.

Fuente: Elaboración propia

Para ambas cuencas las estrategias se enfocan en fortalecer el marco institucional y normativo ambiental, educar y concientizar a la población local, e implementar proyectos ambientales con participación de múltiples actores. La educación ambiental y el involucramiento comunitario parecen ser clave en las dos cuencas (cuadro, 25).

**Cuadro 26. Observaciones de campo**

<b>PRINCIPALES OBSERVACIONES DEL TRABAJO DE CAMPO</b>	
Cuenca Calderón	Cuenca Tarango
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La gente si acepta una plática o entrevista siempre cuando vallas con algún conocido</li> <li>• Tienen conocimiento respecto a la barranca, pero son retraídos para hablar o expresar sus ideas</li> <li>• Los funcionarios demoran en conceder una entrevista no estructurada, ponen contratiempos y varios no tienen noción del tema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inseguridad en la zona</li> <li>• Los habitantes no se prestan para realizar entrevistas ya sea estructurada o no estructurada</li> <li>• Asaltos a los habitantes que caminan por la cuenca</li> <li>• Corrupción, debido a que pedían dinero para conceder dar una plática o entrevista.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

En ambas cuencas se observa desconfianza y apatía de los habitantes, inseguridad, y problemas de corrupción o desinterés por parte de funcionarios. Esto podría dificultar la implementación de proyectos ambientales, siendo necesario ganar la confianza y compromiso de la comunidad (cuadro, 26).

**3.3 Análisis del potencial de los sistemas de barrancos para ofrecer los servicios ecosistémicos de recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad, conservación del suelo; y análisis de las acciones actuales en la conservación de los sistemas de barrancos, mediante el método etnográfico, cuestionarios y entrevistas estructuradas.**

Los resultados de la tercera etapa metodológica se presentan primero para la cuenca (¿es correcto cuenca, o debe ser sistema de barrancos?) Calderón y después para la cuenca Tarango, e incluyen el análisis sobre el conocimiento de los encuestados en relación con el potencial de los sistemas de barrancos para suministrar servicios ecosistémicos, y en análisis de las acciones que actualmente se llevan a cabo para la conservación del ecosistema.

### ***3.3.1 Resultados en la cuenca Calderón***

#### a) Resultados de las entrevistas a ciudadanos y servidores públicos

Como parte de las actividades desarrolladas, se realizaron cuatro recorridos de observación directa en campo, en los municipios pertenecientes a la cuenca Calderón.

La muestra estuvo integrada por veinticinco personas (13 hombres y 12 mujeres) de los municipios que forman parte de la cuenca Calderón, cuyas edades oscilaron entre 40 y 60 años, a quienes se aplicó una entrevista estructurada en el período comprendido del 01 de marzo al 23 de abril de 2022. El objetivo de las entrevistas fue identificar y analizar el conocimiento que tienen sobre el potencial de los sistemas de barrancos para el suministro de servicios ecosistémicos. La entrevista recogió algunos datos personales sobre características socioeconómicas, edad, sexo, ocupación actual y nivel educativo. Además de lo anterior, se aplicaron cinco entrevistas estructuradas a funcionarios públicos de los municipios que forman parte de la cuenca Calderón.

Los servicios ecosistémicos analizados fueron: recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación del clima, servicios de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad y conservación del suelo; además de las acciones actuales y disponibilidad para participar en la conservación de los sistemas de barracos.

**Cuadro 27. Metodología para la evaluación participativa de la percepción sobre el potencial de los sistemas de barracos para ofrecer servicios ecosistémicos**

<b>ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA</b>		
	<b>Cuenca Calderón</b>	<b>Cuenca Tarango</b>
<b>Numero de recorridos</b>	6 recorridos de observación directa en campo	5 recorridos de observación directa en campo
<b>Entrevistas</b>  El tema fundamental de las entrevistas es identificar el conocimiento que tienen sobre el potencial de los sistemas de barracos para la generación de servicios ecosistémicos. La entrevista contiene rasgos con características socioeconómicas, edad, sexo, ocupación actual y nivel educativo.	Piloteo de 25 cuestionarios estructurados en los municipios de; Tenancingo en la comunidad de San José el Cuartel, Santa Ana Ixtlahuatzingo y la Cabecera Municipal.  Villa Guerrero en la comunidad de Buenavista y en la Cabecera Municipal. Pertenecientes a la Cuenca Calderón	No se realizó piloteo debido a que las condiciones del lugar no lo permitieron en la primera visita y una de ellas fue la inseguridad en la zona.
	Adicionalmente se realizaron entrevistas no estructuradas a 12 habitantes de la Cuenca Calderón de 40 a 50 años, en las cabeceras municipales de los municipios de	Entrevistas no estructuradas a 6 personas que habitan en la cuenca Tarango, principalmente habitantes de pequeños comercios.

	<p>Tenancingo, Villa Guerrero, Ixtapan de la Sal y Tonatico, con la finalidad de ampliar la perspectiva relacionada con la temática de la Cuenca Calderón.</p>	
	<p>Veinticinco entrevistas estructuradas realizadas durante los meses de agosto a octubre de 2022, a personas dentro de un rango de edad de 40 a 60 años, constituida por 13 hombres y 12 mujeres de los municipios que conforman la Cuenca Calderón.</p>	<p>Una muestra está conformada por diez personas con quienes se tuvieron entrevistas estructuradas. Los criterios de inclusión de estas personas entrevistadas están dentro de un rango de edad de 30 a 50 años, constituida por 5 hombres y 5 mujeres</p>
	<p>5 entrevistas estructuradas a funcionarios públicos en condiciones de trabajo de los municipios que forman parte de la Cuenca Calderón.</p>	<p>2 entrevistas no estructuradas a funcionarios públicos en condiciones de trabajo de la delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México.</p>
	<p>Entre los meses de agosto a octubre de 2022 se realizaron entrevistas estructuradas de manera digital, para reconocer el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos en formulario de Google Forms a 112 jóvenes estudiantes de tercer año de preparatoria en un rango de edad de 17 a 20 años, constituida por 56 estudiantes del sexo masculino y 56 del sexo</p>	<p>Entrevistas estructuradas de manera digital de agosto a septiembre de 2022, en formulario de Google Forms a 20 jóvenes de la Asociación Civil Ríos de Tarango, en un rango de edad de 18 a 25 años, constituida por 10 hombres y 10 mujeres pertenecientes a la zona de estudio. Los datos se procesaron en Microsoft Office 2020 de Excel.</p>

	femenino pertenecientes a la zona de estudio. Los datos se procesaron en el paquete de Microsoft Office 2020 de Excel	
--	---	--

Los datos sobre la localidad, municipio y edad de las personas entrevistadas se observan en el siguiente;

**Cuadro 28. Residencia y edad de las personas entrevistadas en la Cuenca Calderón**

ID	Nombre del informante	Localidad	Municipio	Edad
1	Sergio Sánchez Reyes	Villa Guerrero	Villa Guerrero	48
2	Marco Antonio Garcia Piña	Buenavista	Villa Guerrero	36
3	Tannia Cid Hernández	Totolmajac	Villa Guerrero	26
4	Edwin Jesús Colin Sanchez	Tenancingo	Tenancingo	42
5	Martina Sánchez Reyes	Totolmajac	Villa Guerrero	40
6	Liliana Castillo Jasso	Guadalupe Tlapizaco	Zumpahuacán	41
7	Beatriz Vilchis Garcia	Zumpahuacán	Zumpahuacán	27
8	José García Jiménez	Zumpahuacán	Zumpahuacán	38
9	Giovanni Gpe. Mangú Enllanche	Totolmajac	Villa Guerrero	33
10	José Miguel Martínez de la Cruz	Guadalupe Tlapizalco	Zumpahuacán	31
11	Brenda Mariela Hernández Ramírez	Guadalupe Tlapizalco	Zumpahuacán	33
12	Diana Molina de la Cruz	Ahuacatlán	Ixtapan de la Sal	38
13	Moisés Velásquez López	La cienega	Tenancingo	26
14	Magali Yaxi Mendoza	Ahuacatlán	Ixtapan de la Sal	35
15	Dalia Becerril	La cienega	Tenancingo	34
16	Antonio Bernabé Corral	Tenancingo	Tenancingo	38
17	Rosa María Hernández Islas	Tenancingo	Tenancingo	40
18	Michel Kim Martínez Sánchez	Tonatico	Tonatico	37
19	Angelica Mondragón Varela	Tonatico	Tonatico	32
20	Cesar Bruno Ramírez	Zumpahuacán	Zumpahuacán	40
21	Julio Rosas González	Ixtapan de la Sal	Ixtapan de la Sal	38
22	Rosario Flores Fernández	Tenancingo	Tenancingo	42
23	Pedro Coyote Gutiérrez	Villa Guerrero	Villa Guerrero	36
24	Lázaro Bustamante Corral	Villa Guerrero	Villa Guerrero	35
25	Rufino Pedraza Buenrostro	Villa Guerrero	Villa Guerrero	39

Fuente: elaboración propia

La muestra de entrevistados abarca una gama amplia de edades y localidades dentro de la Cuenca Calderón, lo que permite obtener perspectivas variadas de los habitantes sobre los barrancos (cuadro, 28).

Las entrevistas realizadas aportaron información valiosa sobre la percepción de los pobladores respecto a los servicios ecosistémicos y la biodiversidad que proveen los sistemas de barrancas. Un análisis cuidadoso de las respuestas sobre el conocimiento de los siete servicios ecosistémicos incluidos en el cuestionario refleja que, en general los pobladores tienen una alta conciencia y valoración de la importancia multifuncional de las barrancas. El mayor acuerdo y reconocimiento fue sobre el servicio conservación de biodiversidad (100% de acuerdo) y uso educativo de las barrancas (100%). Otros servicios con altos niveles de reconocimiento fueron la belleza escénica, regulación del clima, provisión de abonos y forrajes, y conservación de suelos. Por el contrario, solo el 57.9% sabe que tiene derecho a participar en la conservación de las barrancas y sus acuíferos; y la mitad de los entrevistados no reconoció el valor de las barrancas para fines religiosos y tradiciones. Lo anterior muestra que, existe la necesidad de reforzar la educación comunitaria sobre el marco legal y los vínculos socioculturales con las barrancas.

Los resultados del conocimiento de los entrevistados con relación al potencial de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos se muestran en porcentaje, en el cuadro 29.

**Cuadro 29. Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos (%)**

Pregunta	De acuerdo	En desacuerdo
Tiene conocimiento de que los sistemas de barrancos son importantes debido a la recarga de acuíferos que se lleva a cabo en ellos	73.7	26.3
Los sistemas de barrancos son importantes porque realizan la recarga de acuíferos y crean un ambiente propicio para la generación de otros beneficios ambientales	94.7	5.3
Tiene conocimiento de que los sistemas de barrancos se forman a partir de ríos y alimentan los acuíferos que son fuentes subterráneas de agua	78.9	21.1
Los sistemas de barrancos realizan la preservación de los acuíferos y son uno de los aspectos fundamentales en el manejo del agua y en su desarrollo actual y futuro	89.5	10.5
Sabe usted que tiene derecho a la participación en la conservación de recursos naturales y zonas de recarga del acuífero como las barrancas	57.9	42.1



Tiene plena conciencia del valor e importancia de los acuíferos en las barrancas y de que la extracción de agua de estos es un asunto público de la mayor relevancia, y su preservación también	73.3	26.3
---	------	------

Fuente: elaboración propia

Si bien existe un buen nivel de conciencia general sobre la importancia de los barrancos, hay oportunidades para reforzar el conocimiento más específico sobre la recarga de acuíferos y la participación ciudadana en su conservación (cuadro, 29).

Los resultados del conocimiento de los entrevistados con relación al potencial de los sistemas de barrancos para la captura de Carbono se muestran en porcentaje, en el cuadro 30.

**Cuadro 30. Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la captura de Carbono (%)**

Pregunta	De acuerdo	En desacuerdo
Tiene conocimiento de que los sistemas de barrancos son importantes debido a que los árboles que crecen en ellos capturan y almacenan carbono para una mejor calidad de vida	94.7	5.3
Los sistemas de barrancos son importantes porque al capturan el carbono crean un ambiente propicio para la generación de otros beneficios ambientales	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes en programas ambientales orientados a la mitigación del cambio climático, por lo que es importante conservar y restaurar las barrancas	94.7	5.3
Tiene conocimiento de que actualmente los sistemas de barrancos pueden participar en programas gubernamentales de captura de carbono y así mejorar su ingreso y calidad de vida familiar	94.7	5.3
Sabe usted que los sistemas de barrancos con la captura de carbono pueden ser importantes en el futuro para las sociedades por el pago a sus servicios ambientales	57.9	42.1

Fuente: elaboración propia

El conocimiento sobre el potencial de captura de carbono es muy alto en términos generales, pero podría reforzarse más el tema de pago por servicios ambientales a futuro, para concientizar sobre este beneficio. Los programas actuales de captura de carbono son bien conocidos (cuadro, 30).

Los resultados del conocimiento de los entrevistados con relación al potencial de los sistemas de barrancos para la regulación climática se muestran en porcentaje, en el cuadro 31.

**Cuadro 31. Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la regulación climática (%)**

Pregunta	De acuerdo	En desacuerdo
Los sistemas de barrancos son importantes porque regulan el clima de la zona y les permiten a las familias tener una mejor calidad de vida	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes porque la vegetación existente en ellos crea una temperatura y humedad agradables para su hogar	94.7	5.3
Los sistemas de barrancos son importantes porque los árboles y la vegetación protegen su hogar contra la presencia de vientos fuertes y regulan la velocidad del viento	78.9	21.1
Los sistemas de barrancos son importantes porque modifican el microclima y generan un confort óptimo	84.2	15.8
El valorar los servicios de regulación climática que la vegetación aporta en ambientes de barrancos conlleva a la sostenibilidad de este tipo de paisajes	94.7	5.3
Los árboles en los sistemas de barrancos absorben una proporción importante de la energía proveniente de la radiación solar que incide en el proceso de la fotosíntesis	73.3	26.3

Fuente: elaboración propia

Si bien hay un buen conocimiento general sobre los beneficios de regulación climática, podría reforzarse el entendimiento más científico sobre los procesos involucrados y la protección contra vientos.

Los resultados del conocimiento de los entrevistados en relación con el potencial de los sistemas de barrancos para suministrar servicios de provisión se muestran en porcentaje, en el cuadro 32.

**Cuadro 32. Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para el suministro de servicios ecosistémicos de provisión (%)**

Pregunta	De acuerdo	En desacuerdo
Los sistemas de barrancos son importantes porque proporcionan alimentos silvestres y naturales todo el año	73.3	26.3
Los sistemas de barrancos son importantes porque con el aporte de alimentos variados se mejora la nutrición de su familia	57.9	42.1
Los sistemas de barrancos son importantes porque aportan alimentos sanos y libres de agroquímicos	63.2	36.8
Los sistemas de barrancos son importantes porque de ellos proveen de una gran cantidad de plantas medicinales y condimenticias	73.3	26.3
Los sistemas de barrancos son importantes porque de ellos proveen de una gran cantidad de plantas ornamentales	78.9	21.1
Los sistemas de barrancos son importantes porque de ellos se obtienen forrajes y abonos orgánicos (tierra de monte)	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes porque de ellos se obtienen semillas o material vegetativo que utiliza para sembrar nuevamente	78.9	21.1
Los sistemas de barrancos son importantes porque de ellos se obtienen materiales diversos como fibra, madera, combustible, carbón	78.9	21.1

Fuente: elaboración propia

El potencial de provisión de alimentos silvestres podría ser más difundido entre los pobladores. El mayor conocimiento está sobre los recursos no alimenticios que proveen los barrancos (cuadro, 32).

Los resultados del conocimiento de los entrevistados en relación con el potencial de los sistemas de barrancos para suministrar servicios socio - culturales, se muestran en porcentaje, en el cuadro 33.

**Cuadro 33. Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para el suministro de servicios ecosistémicos socio – culturales (%)**

Pregunta	De acuerdo	En desacuerdo
Los sistemas de barrancos son importantes porque mantienen la belleza paisajística	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes porque en él se pueden realizar diversas actividades recreativas	84.2	15.8
Los sistemas de barrancos son importantes porque crean un ambiente propicio para la relajación y el descanso de familiares y visitas	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes porque permiten mantener la convivencia y relaciones sociales	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes porque en estos se comparten y transmiten los conocimientos sobre los barrancos y las plantas y animales que viven en ellos	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes porque se comparten con los hijos u otras personas en actividades educativas sobre el medio ambiente	100.0	0
Los sistemas de barrancos son importantes porque se utilizan con fines religiosos o para mantener las tradiciones de la comunidad	52.6	47.7

Fuente: elaboración propia

El conocimiento está muy enfocado en los beneficios paisajísticos, recreativos, sociales y educativos de los barrancos. Podría reforzarse más su valor para preservar tradiciones y usos religiosos de la comunidad (cuadro, 33).

Los resultados del conocimiento de los entrevistados con relación al potencial de los sistemas de barrancos para la conservación de la biodiversidad se muestran en porcentaje, en el cuadro 34.

**Cuadro 34. Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la conservación de la biodiversidad (%)**

Pregunta	De acuerdo	En desacuerdo
Los sistemas de barrancos son importantes porque es un hábitat vital para las plantas y animales	100.0	0
Los sistemas de barrancos son importantes porque en estos existe una gran cantidad de plantas silvestres	100.0	0
Los sistemas de barrancos son importantes porque en ellos se pueden observar animales silvestres, ardillas, armadillos, entre otros	89.5	10.5

Los sistemas de barrancos son importantes porque en ellos se pueden observar aves diversas	94.7	5.3
Los sistemas de barrancos son importantes porque en ellos se pueden observar insectos polinizadores, como abejas, abejorros, catarinas, mariposas	89.5	10.5
Los sistemas de barrancos son importantes en la conservación de la biodiversidad para mantener la gran variedad de hongos	89.5	10.5
La conservación de la biodiversidad en el sistema de barrancos es importante ya que puede garantizar el equilibrio de la vida para los ecosistemas	94.7	5.3
Tiene conocimiento de que muchas especies comenzarán a desaparecer si se daña a la biodiversidad de los sistemas de barrancos provocando su desequilibrio	84.2	15.8

Fuente: elaboración propia

Existe un conocimiento muy sólido sobre el rol de la biodiversidad de barrancos y las consecuencias de su pérdida. Esto sugiere una oportunidad para implementar acciones de conservación (cuadro, 34).

Los resultados del conocimiento de los entrevistados en relación con el potencial de los sistemas de barrancos para la conservación del suelo se muestran en porcentaje, en el cuadro 35.

**Cuadro 35. Conocimiento sobre el potencial de los sistemas de barrancos para la conservación del suelo (%)**

Pregunta	De acuerdo	En desacuerdo
Los sistemas de barrancos son importantes porque la presencia de árboles y plantas evita que el suelo se erosione por la lluvia o vientos	94.7	5.3
Los sistemas de barrancos a través de la regulación climática también regulan la frecuencia de los deslaves	94.7	5.3

Fuente: elaboración propia

El conocimiento acerca del valor de los sistemas de barrancos para la conservación del suelo es muy sólido entre los entrevistados. Prácticamente la totalidad reconoce el rol de la vegetación para prevenir la erosión y regulación de deslaves. Esto indica una oportunidad para implementar acciones que aprovechen este potencial de los barrancos.

## **b) Resultados del cuestionario aplicado a estudiantes en la Cuenca Calderón**

Entre los meses de agosto a octubre de 2022 se realizaron las entrevistas estructuradas con apoyo de un formulario aplicado en Google forms, a 112 estudiantes (56 hombres y 56 mujeres) de tercer año de preparatoria en los municipios pertenecientes a la cuenca Calderón, cuyas edades oscilaron entre los 17 y 20 años. El propósito de los cuestionarios fue reconocer y analizar el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos.

Los resultados obtenidos muestran que, el 59.8% de los alumnos tienen conocimiento de la importancia de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, y un 23% está en desacuerdo. Sólo el 67.9% de los estudiantes tiene conocimiento de que los sistemas de barrancos se forman a partir de ríos y alimentan los acuíferos que son fuente de agua subterránea; y un 32.1% conoce que los sistemas de barrancos contribuyen a la preservación de los acuíferos y son uno de los aspectos fundamentales en el manejo del agua y en su desarrollo actual y futuro. De forma adicional, el 61.1% sabe que tiene derecho a la participación en la conservación de recursos naturales y zonas de recarga del acuífero como los barrancos.

Los resultados del conocimiento sobre la importancia de los sistemas de barrancos para la captura de Carbono muestran que, el 69.6% de estudiantes conocen sobre la función de los árboles para capturar y almacenar Carbono para una mejor calidad de vida. Un 33% de los estudiantes no conoce sobre la importancia de los barrancos en programas ambientales orientados a la mitigación del cambio climático; y un 56.3% sabe sobre el pago de servicios ambientales relacionados con la captura de Carbono que ofrecen los sistemas de barrancos.

Con relación a la regulación climática, los resultados arrojaron que, el 64.3% de los alumnos reconoce la importancia de los barrancos para este servicio ecosistémico, el 40.2% no reconoce la función de los sistemas de barrancos para la regulación de la velocidad del viento y la protección del hogar ante la incidencia

de fuertes vientos. En adición, un 71.4% sabe que el servicio de regulación climática que la vegetación aporta en ambientes de barrancos conlleva a la sostenibilidad de este tipo de paisajes.

Otro apartado es el relacionado con los servicios ecosistémicos de provisión, cuyos resultados arrojaron que, el 81.3% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que los sistemas de barrancos son importantes porque proporcionan alimentos silvestres y naturales todo el año. Sólo un 36.6% estuvo en desacuerdo con la provisión de plantas ornamentales; y el 67% saben que los sistemas de barrancos son importantes porque de ellos se obtienen materiales diversos como fibra, madera, combustible y carbón.

La sección del formulario referida a los servicios socio culturales, muestra que, los alumnos reconocen que los sistemas de barrancos son importantes porque mantienen la belleza del paisaje (59.8%), pero no están de acuerdo en que crean un ambiente propicio para la relajación y descanso (39.9%). Un 70.5% de alumnos están conscientes de que los sistemas de barrancos son importantes porque en estos se comparten y transmiten los conocimientos sobre los barrancos y las plantas y animales que viven en ellos, y un 55.4% reconocen a los barrancos como sitios que permiten el mantenimiento de tradiciones de la comunidad.

Los estudiantes en un 81.3% tienen conocimiento sobre la función de los sistemas de barrancos de ser hábitat para plantas y animales; y albergar diversidad y cantidad de plantas silvestres (82.1%). Por el contrario, sólo el 23.2% estuvo en desacuerdo sobre la importancia de los barrancos para la polinización, y un 64.3% consideran que conservar la biodiversidad de los barrancos, es importante y puede garantizar el equilibrio del ecosistema.

Por último, el servicio ecosistémico de conservación de suelo fue reconocido por el 67.9% de los estudiantes, que consideran que la presencia de árboles y plantas evita la erosión hídrica y eólica, y un 33% estuvo en desacuerdo en que los sistemas de barrancos regulan la frecuencia de los deslaves.

Como parte de la investigación realizada, los alumnos manifestaron tener conocimiento en relación a las acciones actuales para la conservación del ecosistema de barrancos, y también, dijeron estar dispuestos a participar en la conservación de los barrancos a través de programas emitidos en redes sociales por las presidencias municipales pertenecientes a la Cuenca Calderón, y por medio de asignaturas impartidas en la escuela, como Geografía y Ecología y Medio Ambiente.

### **3.3.2 Resultados en la cuenca Tarango**

En la cuenca Tarango se realizaron cuatro recorridos de observación directa, en los mismos, se aplicaron 14 entrevistas estructuradas a los pobladores de la Delegación Álvaro Obregón, con apoyo de un formulario aplicado a través de Google Forms. Los entrevistados fueron siete mujeres y siete hombres, de edades entre los 20 y 35 años.

El propósito de los formularios fue conocer y analizar el potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos, en función de la opinión, percepción y conocimiento de la gente. Los servicios ecosistémicos analizados fueron: recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad y conservación del suelo. Además, se incluyó también el conocimiento sobre las acciones actuales de conservación y la disponibilidad para participar en actividades orientadas a un manejo sostenible del ecosistema.

Como resultados se obtuvo lo siguiente: un 85.7 % de entrevistados manifestaron tener conocimiento sobre la función de recarga de acuíferos de los sistemas de barrancos, un 14.3% estuvo en desacuerdo en que los sistemas de barrancos permiten la recarga de acuíferos y crean un ambiente propicio para la generación de otros beneficios ambientales. Sólo el 85.7% de las personas, tuvieron conocimiento con relación a que los sistemas de barrancos se forman a partir de ríos y alimentan los acuíferos que son fuente de agua subterránea.

En adición a lo anterior, el 71.4% de los entrevistados saben que los sistemas de barrancos contribuyen a la preservación de acuíferos y son un aspecto fundamental para el manejo del agua, su desarrollo actual y futuro; y el 57.1% está enterado sobre su derecho a participar en la conservación de recursos naturales y zonas de recarga del acuífero, como lo son los barrancos.

Otro apartado del formulario aplicado se refiere al servicio de captura de Carbono, del que un 85.7% de las personas tuvieron conocimiento de la importancia de los barrancos para cumplir con la función, así, sólo el 38.6% de los entrevistados



desconocen los programas ambientales que integran a los sistemas de barrancos para la mitigación del cambio climático; y un 57.1% sabe que los sistemas de barrancos y captura de carbono, pueden ser importantes por el pago de servicios ambientales.

En relación con la regulación climática, los resultados arrojaron que, el 92.9% de los entrevistados reconoce la importancia de los barrancos para el suministro de este servicio ecosistémico y una mejor calidad de vida; el 14.3% no reconoce la función de los sistemas de barrancos para la regulación de la velocidad del viento, y el 71.4% sabe que el servicio de regulación climática que la vegetación aporta en ambientes de barrancos conlleva a la sostenibilidad de estos paisajes.

Otro apartado es el relacionado con los servicios ecosistémicos de provisión, cuyos resultados arrojaron que, el 92.9% de los entrevistados estuvo de acuerdo en que los sistemas de barrancos son importantes porque proporcionan alimentos silvestres y naturales todo el año. Sólo un 28.6% estuvo en desacuerdo con la provisión de plantas ornamentales; y el 92.9% saben que los sistemas de barrancos son importantes porque de ellos se obtienen materiales diversos como fibra, madera, combustible y carbón.

La sección del formulario referida a los servicios socio culturales, muestra que, las personas reconocieron que los sistemas de barrancos son importantes porque mantienen la belleza del paisaje (85.7%), pero no están de acuerdo en que crean un ambiente propicio para la relajación y descanso (28.6%). Mientras que, el 85.7% de los entrevistados están conscientes de la importancia de los sistemas de barrancos para la educación y transmisión de conocimientos sobre la biodiversidad presente en el lugar; y el 78.6% reconocen a los barrancos como sitios que permiten el mantenimiento de tradiciones.

Con relación al servicio de hábitat para plantas y animales, los entrevistados en un 85.7% refirieron tener conocimiento, de manera simultánea, el 85.7% sabe que los sistemas de barrancos son importantes porque en ellos existe una gran cantidad de plantas silvestres. Por el contrario, sólo el 14.3% de los entrevistados estuvo

en desacuerdo con que los barrancos permiten que se lleva a cabo la polinización, y el 100% estuvo de acuerdo en la conservación de la biodiversidad de los barrancos para garantizar el equilibrio del ecosistema.

Por último, el servicio ecosistémico de conservación de suelo fue reconocido por el 92.9% de la gente, que considera que la presencia de árboles y plantas evita la erosión hídrica y eólica, y el 100% consideran que los sistemas de barrancos regulan la frecuencia de los deslaves.

Como parte de la investigación realizada, los entrevistados refirieron tener conocimiento con relación a las acciones actuales para la conservación del sistema de barrancos, y manifestaron disponibilidad para participar en la conservación a través de programas emitidos en redes sociales por la Delegación Álvaro Obregón, perteneciente a la Cuenca Tarango.

### **3.4 Validación de la propuesta teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos a nivel de cuenca.**

Los resultados de la quinta etapa metodológica incluyen una discusión teórico-empírica, que permitió validar los fundamentos teóricos de la propuesta y el alcance y pertinencia de la metodología, para el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación. En una primera fase, se presenta la discusión y validación de los fundamentos teóricos de la propuesta, para continuar con la discusión y validación de los fundamentos metodológicos (2da. fase), se presenta la propuesta teórico-metodológica diseñada para el cumplimiento del objetivo general y específicos de esta investigación (3ra. fase); y se concluye con la discusión general teórico - empírica.

#### ***3.4.1 Fundamentos teóricos de la propuesta***

Esta investigación centró su atención en los sistemas de barrancos, como estudio de caso la cuenca del río Calderón y la cuenca del río Tarango. La primera, es un sistema en el ámbito rural, y la segunda es un sistema urbano; por lo que, resulta interesante conocer y analizar el potencial de ambos, para el suministro de siete diversos servicios ecosistémicos. Los fundamentos teóricos que dieron sustento a esta investigación fueron las ciencias ambientales, con representantes como Leff (2004), Martínez Alier (1998), Guimarães (2003), cuyo objeto de estudio es el ambiente y la función que la sociedad desempeña en él.

La evolución de la geografía ha permitido pasar de un enfoque meramente descriptivo y de catalogación de lugares y fenómenos, a un enfoque analítico, donde se busca comprender las interrelaciones, procesos y dinámicas que ocurren en el territorio. En este trabajo, la geografía como fundamento teórico permitió abordar el estudio de los sistemas de barrancos desde una perspectiva integral, considerando las múltiples interacciones entre los elementos naturales y sociales en estos territorios. Los principios geográficos fundamentales, como el de distribución, interacción, espacio y lugar, fueron relevantes como base conceptual y metodológica.

Desde la geografía ambiental, el estudio de sistemas de barrancos tuvo un análisis integrador, considerando diversos representantes y enfoques de estudio, como, procesos geomorfológicos (Strahler, 1950; Morisawa, 1985; Thornbury, 1969), fluviales (Leopold, 1953; Schumm, 1977; Richards, 1982), ecológicos (Odum, 1953; Tricart, 1977; Forman, 1995), de riesgos y aspectos socioambientales (White, 1974; Burton, 1978; Cutter, 1996).

La teoría de sistemas complejos y su aplicación al estudio del potencial de los sistemas de barrancos para el suministro de servicios ecosistémicos, permitió entender la dinámica no lineal del sistema y sus interacciones con los elementos sociales. Lo anterior, debido a que es imprescindible considerar el estudio de los barrancos desde un enfoque ecosistémico, y por consiguiente, tener presente que el potencial para prestar servicios ecosistémicos o beneficios a la población, se ve mediatizado por los usos, manejo y presión que el ser humano ejerce sobre el ecosistema.

El desarrollo de la tecnología y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en esta investigación permitieron la recopilación, integración y análisis de datos geospaciales sobre los sistemas de barrancos, al proveer herramientas poderosas para el análisis espacial de usos del suelo, edafología, topografía, hidrología y relieve. Se retomaron conceptos o principios de autores como Tomlinson (1962), Dangermond (1982) y Burrough (1986).

#### ***3.4.2 Etapas metodológicas de la Propuesta Fundamentos metodológicos de la propuesta***

La primera etapa del método consistió en la identificación de los usos del suelo, los tipos de vegetación y los ecosistemas presentes en el sistema de barrancos del río Calderón y del río Tarango, para ello se utilizaron geotecnologías (SIG), que permitieron comprender los ambientes naturales y evaluar su interacción con los componentes físicos, bióticos y sociales. Para entender el uso del suelo y los ecosistemas en cuencas, se demandan estudios detallados de uso de suelo y

evaluaciones ecosistémicas que permiten conocer los servicios ecosistémicos que proveen, para metas relacionadas con la conservación o gestión sostenible.

Existen diferencias importantes en los problemas ambientales y sociales que afectan a los sistemas de barrancos localizados en el ámbito rural y urbano. Por lo anterior, la segunda etapa del método fue la identificación y evaluación de los problemas en los dos sistemas de barrancos (Calderón y Tarango), a partir del uso de métodos gráficos y matriciales que permitieron cumplir el segundo objetivo específico de la investigación.

La percepción de servicios ecosistémicos por comunidades locales se analizó con el apoyo de métodos etnográficos, investigando interacciones con el entorno; esto permitió cumplir con la tercera etapa del método, que consistió en analizar y diferenciar el potencial para ofrecer servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática, servicios ecosistémicos de provisión, servicios socioculturales, conservación de la biodiversidad, conservación del suelo y sobre acciones actuales en la conservación de los sistemas de barrancos.

Dentro de los fundamentos metodológicos de la propuesta, se incluye el diseño de estrategias para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, cuyas técnicas empleadas para tal fin fueron el método etnográfico y el Enfoque del Marco Lógico, que permiten la participación social y con ello, resultados holísticos e integradores. La observación participante etnográfica permitió capturar los significados culturales situados.

Por lo anterior, se requiere una metodología integral y rigurosa, que combine métodos cuantitativos y cualitativos para un entendimiento completo de la complejidad de los sistemas de barranco.

### 3.4.3 La propuesta teórico – metodológica

La propuesta diseñada integra los fundamentos o componentes teóricos con los fundamentos o componentes metodológicos, es decir, las etapas y los proceso o actividades desarrolladas para el cumplimiento de cada objetivo específico. El cuadro 36 muestra lo mencionado.

**Cuadro 36. Propuesta teórico - metodológica**

Fundamentos teóricos de la propuesta	Fundamentos - etapas metodológicas de la propuesta
La evolución de la ciencia geográfica	Delimitar mediante la aplicación de Geo tecnologías, los sistemas de barrancos del río Calderón y de la Delegación Álvaro Obregón; y analizar las características geográficas de ambos ambientes de barrancos, mediante SIG. Y descripción de la funcionalidad de los componentes físicos, bióticos y sociales del área de estudio, mediante el método geográfico
Los principios geográficos	Ubicar y cuantificar los usos del suelo y ecosistemas presentes en las dos cuencas
Enfoques en geografía ambiental y en el estudio de los sistemas de barrancos	Identificar y evaluar la problemática ambiental y social que han sufrido los sistemas de barrancos; y diferenciar la problemática en el ámbito rural y el ámbito urbano, mediante métodos gráficos y matriciales.
La teoría de sistemas complejos en el estudio de sistema de barrancos  El Método Etnográfico	Analizar y diferenciar el potencial para ofrecer servicios ecosistémicos de los sistemas de barrancos para la recarga de acuíferos, captura de carbono, regulación climática; servicios ecosistémicos de provisión y los servicios socioculturales, mediante el método etnográfico.
Los sistemas de barrancos desde un punto de vista teórico: ecosistemas y barrancos	Diseñar estrategias para generar políticas públicas dirigidas a la conservación y restauración de los sistemas de barrancos, desde un enfoque de participación social, mediante el método etnográfico y el Enfoque del Marco Lógico.
Servicios ecosistémicos y su evolución	Validar la propuesta teórico- metodológica para el estudio de sistemas de barrancos
Geo tecnología y SIG una ciencia en evolución	Ubicar y cuantificar los usos del suelo y ecosistemas presentes en las dos cuencas
Experiencias metodológicas en el estudio de ecosistemas Sistemas ecosistémicos	Validar la propuesta teórico- metodológica para el estudio de sistemas de barrancos

Fuente: Elaboración propia

La interacción entre los fundamentos teóricos y las etapas metodológicas permitió diseñar productos de modelos y mapas de los sistemas de barrancos estudiados, publicaciones científicas, lineamientos para el manejo sostenible, y generar nuevo conocimiento sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. La propuesta relaciona las teorías con las etapas metodológicas para el estudio, y permitió obtener productos de investigación novedosos y relevantes en un nivel de doctorado.

La evolución de la ciencia geográfica se relaciona con la etapa de delimitación y análisis de las características geográficas de los sistemas de barrancos mediante geotecnologías y SIG. Los principios geográficos se vinculan con la etapa de ubicación y cuantificación de usos de suelo y ecosistemas en las cuencas; con estos fundamentos teóricos fue posible el modelo geográfico de distribución espacial de los sistemas de barrancos, mapas detallados de características geográficas relevantes, análisis espacial cuantitativo de dinámica de usos de suelo y ecosistemas, un estudio comparativo de las relaciones espaciales entre variables geográficas, y desarrollar publicaciones que aportan al conocimiento geográfico de estos sistemas.

El enfoque geográfico permitió obtener análisis, modelos y conocimiento sobre la dimensión espacial de los sistemas de barrancos estudiados. Así también, la geografía ambiental y el estudio de barrancos se relacionan con la identificación y evaluación de problemáticas ambientales y sociales.

La teoría de sistemas complejos se asocia al análisis de servicios ecosistémicos de los barrancos con métodos etnográficos. Lo anterior hizo posible elaborar un diagnóstico de los principales problemas ambientales y sociales en los sistemas de barrancos analizados, un modelo conceptual del funcionamiento de los barrancos como sistemas complejos socio-ecológicos, un análisis etnográfico de la percepción social sobre los servicios ecosistémicos de los barrancos, y una evaluación multicriterio de los servicios ecosistémicos provistos por los barrancos.

La teoría en relación a los sistemas de barrancos, analizados desde un enfoque ecosistémico, es decir, desde la interacción de componentes bióticos, abióticos y el medio físico en dónde se encuentran en un mismo lugar y tiempo, y que brindan beneficios al ser humano (servicios ecosistémicos), permitió diseñar estrategias de manejo integral a partir de la participación comunitaria, recomendaciones de política pública para la gestión ambiental y social de los barrancos, propuestas enfocadas en las dimensiones ambiental, social y ecosistémica de los sistemas de barrancos estudiados, y publicaciones científicas que aportan al campo de la geografía ambiental y al estudio de sistemas complejos.

Los fundamentos teóricos sobre servicios ecosistémicos se vinculan a la validación de la propuesta teórico-metodológica, y la geotecnología y SIG se asocian a varias etapas metodológicas como herramientas de análisis.

Bajo este marco, lo referido en párrafos anteriores hizo posible la obtención de los siguientes productos: un modelo conceptual sobre la dinámica ecológica de los sistemas de barrancos estudiados, propuestas de estrategias y políticas para la conservación y restauración de barrancos, mapas de distribución de los servicios ecosistémicos provistos por los barrancos, un análisis de la efectividad de las estrategias propuestas para la gestión de los barrancos, y un análisis de vacíos y necesidades para mejorar las políticas públicas sobre barrancos. En adición, se generaron publicaciones científicas, modelos conceptuales, estrategias, políticas públicas y recomendaciones enfocadas en la conservación, restauración y gestión sostenible de los sistemas de barrancos analizados.

La propuesta de estudiar los sistemas de barrancos desde un enfoque integral es respaldada por diversos autores. Según Martínez (2017), los barrancos conforman paisajes únicos con alto valor ecológico, por lo que requieren enfoques holísticos que combinen métodos ecológicos, sociales y geográficos. El uso de métodos etnográficos es avalado por González (2019), quien argumenta que comprender las perspectivas locales es esencial para diseñar estrategias de conservación culturalmente apropiadas; por su parte, Ruiz (2020) y Sánchez (2018) validan la



aplicación del Enfoque del Marco Lógico, al demostrar su utilidad para diseñar y evaluar políticas públicas ambientales de manera sistemática y participativa.

Las técnicas etnográficas como entrevistas y observación participante son relevantes para la validación de la propuesta teórico-metodológica, por lo tanto, un estudio integral de sistemas de barrancos con métodos etnográficos y EML tiene un sólido respaldo teórico y metodológico. Así, la propuesta permite una comprensión integral de los sistemas de barrancos desde múltiples dimensiones, y los resultados obtenidos son información valiosa para el diseño de políticas públicas efectivas encaminadas a la conservación y manejo sostenible de los sistemas de barrancos.

Por último, se concluye que la propuesta teórico – metodológica diseñada y aplicada, considera dimensiones biofísicas, ecosistémicas, sociales y culturales; y por lo tanto, es válida para evaluar el potencial del sistema de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos.

### **3.5 *Discusión General***

Los sistemas de barrancos en las cuencas de Tarango y Calderón revela importantes contrastes y similitudes en cuanto a los factores de degradación, la provisión de servicios ecosistémicos y los esfuerzos de conservación. Mientras que la cuenca de Tarango enfrenta presiones por la urbanización, la cuenca del río Calderón se ve afectada principalmente por actividades productivas en entornos rurales. No obstante, ambos sistemas comparten la necesidad urgente de implementar estrategias integrales de gestión territorial y restauración ecológica, con la participación activa de las comunidades locales, para asegurar la preservación de estos valiosos ecosistemas y los beneficios que aportan a la sociedad.

Los sistemas de barrancos son una red de cañones estrechos y valles profundos y escarpados, cuya formación data de millones de años, a consecuencia de la erosión hídrica y eólica en regiones montañosas, la actividad tectónica, y factores climáticos. Estos sistemas son característicos de zonas con topografía escarpada y elevada precipitación, se caracterizan por albergar diversos ecosistemas, como bosques, praderas, humedales y hábitats acuáticos; a menudo son refugio de plantas y animales, y albergan una alta biodiversidad.

Esta investigación contribuye a la conservación de los frágiles ecosistemas de barrancos, al generar conocimiento sobre su potencial para proveer múltiples servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades humanas. Se sugiere completar. En adición, el estudio desarrollado desempeña un papel relevante, al generar conocimiento que contribuye al manejo sostenible del ecosistema.

La delimitación y el análisis de sistemas de barrancos mediante el uso de Geotecnologías, es importante en las ciencias ambientales, la geografía y gestión del territorio, y ha sido abordado en varios estudios al comparar ambientes rurales y urbanos, por ejemplo, el realizado por Martínez (2018) quien además empleó análisis morfométricos y modelos hidrológicos para el estudio de problemas relacionados con inundaciones y deslizamientos en barrancos de barrios marginales

de Arequipa, Perú; o también, Goodchild (1992) que proporcionó una base sólida para comprender cómo aplicar las geotecnologías para la caracterización y gestión de barrancos.

En el caso particular de este estudio, el uso de SIG en los sistemas de barranco demandó una recolección y procesamiento de datos; y permitió su delimitación, análisis de la funcionalidad geográfica, descripción de ecosistemas y de los componentes físicos, bióticos y sociales, modelar atributos topográficos y de drenaje, e integrar aspectos relevantes para la planificación y gestión de los barrancos.

Otros autores han abordado el estudio de los barrancos como ecosistema, entre ellos, Ezcurra (1990) quien analizó la vegetación y flora de los barrancos como relictos del matorral xerófilo original, como resultados obtuvo que son reservorios importantes de biodiversidad vegetal, por lo que, es posible observar que son similares a los obtenidos en este estudio, dónde también se destaca el potencial de los barrancos para la conservación de biodiversidad; así, Contreras (2004) estudió los barrancos como corredores biológicos para la biodiversidad en la zona metropolitana de la Ciudad de México, dentro de sus principales resultados destaca su conectividad ecológica para el movimiento y dispersión de especies, son similares a los resultados de esta investigación; y Fernández (2002) describió la transformación histórica del paisaje de barrancos con la expansión urbana en la Delegación Álvaro Obregón, obteniendo que ha habido una degradación ambiental de los barrancos urbanos. En esta investigación también se evidencia que los barrancos urbanos como el de Tarango han sufrido degradación por presiones antrópicas.

Investigaciones relacionadas con los cambios en los usos del suelo y la degradación ambiental de los barrancos de la Delegación Álvaro Obregón, fueron realizados por Díaz (1979), quién obtuvo que ha habido una pérdida de vegetación nativa y deterioro de los barrancos por el avance de la mancha urbana. Son similares a los resultados de este estudio para el caso del barranco de Tarango, donde también se

evidencia degradación por presiones antrópicas de la urbanización. Autores como Capra (2007) y Novelo (2010) caracterizaron la geomorfología, geología, hidrología y suelos en los barrancos de la Cuenca de México, empleando trabajo de campo y gabinete.

En esta investigación también se hizo trabajo de campo y gabinete para caracterizar las dimensiones físico-geográficas de los barrancos; mientras que en esta investigación se muestra que, en la zona metropolitana del Valle de México existen cientos de barrancos que históricamente han sido impactados por la expansión urbana. Un caso representativo es el del Barranco del río Tarango en la Alcaldía Álvaro Obregón, donde el crecimiento desordenado ha fragmentado el ecosistema y afectado la conectividad hídrica y biodiversidad. Por lo anterior, se sugiere la necesidad de un enfoque integral de estudios, que permitan restaurar la conectividad ecológica, recuperar servicios ambientales y preservar la biodiversidad en ecosistemas de barrancos amenazados. El saneamiento y conservación de estas áreas naturales en la ciudad, beneficia la calidad de vida de los habitantes.

Entre los estudios contemporáneos sobre los barrancos del río Calderón se encuentra el trabajo de Juan (2009), quien analiza el sistema desde una perspectiva geográfica y de turismo alternativo. El mismo autor utilizó métodos como cartografía, fotointerpretación y trabajo de campo para delimitar y analizar componentes físicos, biológicos y socioculturales, lo que resulta similar a los métodos empleados en el presente estudio, para la caracterización y análisis de componentes. Como resultados, Juan (2009) encontró que, el sistema posee diversos ambientes y biodiversidad con potencial para realizar turismo alternativo, además de ser importante para las sociedades locales; sin embargo, actividades extractivas generan impactos ambientales, por lo que, considera la necesidad de desarrollar e implementar un programa de manejo. De manera similar, esta investigación refiere problemas de extracción de materiales pétreos y urbanización en el sistema del río Calderón, que amenazan su integridad y, por lo tanto, se recomienda implementar un programa de manejo integral y participativo para asegurar la conservación

efectiva de sus valores ambientales y aprovechamiento sustentable de los barrancos.

En el caso del sistema de barrancos de la cuenca Tarango, en la Delegación Álvaro Obregón, Lee (1980) analizó la funcionalidad original del drenaje pluvial con la degradación ambiental por urbanización, con el apoyo de sensores remotos y fotointerpretación. Dentro de sus principales resultados, obtuvo que la urbanización ha reducido la capacidad de infiltración, incrementando escorrentía y riesgos de inundación.

En esta tesis, en la cuenca Tarango se detectaron zonas de invasión y basureros clandestinos que degradan el ecosistema de los barrancos, y a partir de ello, se propusieron lineamientos para restaurar la conectividad hídrica y la cobertura vegetal nativa de los barrancos, así como programas de saneamiento y educación ambiental, con la finalidad de recuperar las funciones ecológicas del ecosistema.

La problemática de los sistemas de barrancos es diversa, y ha sido analizada en otras partes del mundo, tanto en contextos rurales como urbanos. Por ejemplo, en zonas rurales de China, estudios como los de Xu (2012) y Zhang (2016) documentaron procesos acelerados de erosión y pérdida de suelo en barrancos, como resultado de deforestación, agricultura en laderas y sobrepastoreo.

En zonas rurales, la deforestación y actividades agropecuarias han acelerado la erosión y pérdida de suelo en barrancos (Cantú, 2007), en contraste, en áreas urbanas la canalización y relleno ha interrumpido el funcionamiento hidrológico de los barrancos. Muestra de lo referido, en la ciudad de Poza Rica, Rodríguez (2008) describió la grave degradación de barrancos por desechos, drenaje alterado e invasión por viviendas, lo que conlleva a la pérdida de biodiversidad. En este estudio, el barranco Tarango situado en una zona urbana, ha experimentado procesos de canalización, relleno y cementación, lo que ha interrumpido el drenaje natural para la expansión de viviendas e infraestructura, provocando inundaciones durante la época de lluvia. En adición, el barranco Tarango presenta descargas de

agua residual y acumulación de basura, lo que degrada la calidad del agua e impacta de manera negativa sobre la biodiversidad.

En relación con los resultados obtenidos sobre el análisis de las acciones actuales que se realizan para la conservación de los sistemas de barrancos, estas varían según la ubicación geográfica y las necesidades locales. Organizaciones gubernamentales, ONGs, y comunidades locales suelen llevar a cabo proyectos de restauración, monitoreo y gestión sostenible de los barrancos para preservar los servicios ecosistémicos que ofrecen. En otros estudios, se han documentado acciones de conservación de barrancos, como por ejemplo reforestación, saneamiento, educación ambiental, delimitación de áreas protegidas, y promoción del ecoturismo, entre otras. Sería interesante comparar en futuros estudios si las acciones identificadas en la Cuenca Calderón y Tarango coinciden o difieren de las reportadas en otros sistemas de barrancos del país.

Los sistemas de barrancos tienen un importante potencial para proveer servicios ecosistémicos, tanto de regulación, aprovisionamiento, como socioculturales. Sin embargo, este potencial se ve mediatizado por los usos y manejo del entorno, que pueden degradar el ecosistema, y de forma recíproca, la obtención de beneficios (servicios ecosistémicos). Algunos servicios que han sido estudiados por distintos autores, son la recarga de acuíferos (Cantón, 2010), captura de Carbono (Sofía, 2014), regulación del clima local o microclima (Christlieb, 2000), servicios de provisión como agua, alimento, leña o fibras (Pérez, 2009), servicios socio culturales como recreación y turismo (Jordan y Zavala, 2008; Pari 2018; Pérez, 2009).

En este estudio se refiere que la cobertura vegetal de los barrancos tiene un efecto regulador del microclima local, que brinda confort climático a las personas; pero, la remoción de árboles para establecer cultivos en las laderas de barrancos eleva considerablemente la temperatura local. Así pues, las actividades productivas como agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal en barrancos proveen alimento, leña y otros recursos; sin embargo, la sobreexplotación agota estos servicios, como ocurre en el barranco Tarango de la Delegación Álvaro Obregón.

Aquí una propuesta para completar la información sobre los resultados obtenidos en cuanto a la opinión de la gente sobre el potencial de los barrancos para proveer servicios ecosistémicos: Los resultados de las entrevistas y encuestas aplicadas evidenciaron que existe un buen conocimiento y valoración por parte de las comunidades locales sobre el potencial de los sistemas de barrancos para proveer múltiples servicios ecosistémicos que benefician su calidad de vida.

Se encontró una alta conciencia sobre el valor de los barrancos para la recarga de acuíferos, regulación microclimática, control de erosión, provisión de recursos naturales, conservación de biodiversidad, belleza escénica y recreación. Esto demuestra un arraigo e interdependencia de las comunidades con los barrancos. Sin embargo, se detectaron algunas brechas en el conocimiento sobre temas específicos como el potencial para mitigación y adaptación al cambio climático, que podrían abordarse con mayor educación ambiental. Comparando con otros estudios, se observa una tendencia similar en cuanto a la valoración de los servicios ecosistémicos provistos por los barrancos en diferentes regiones del país. Esto resalta la importancia de involucrar a la gente local en estrategias de conservación.

Los barrancos pueden proveer una amplia gama de servicios ecosistémicos críticos si son manejados de forma sostenible. En zonas rurales, estos incluyen la regulación hídrica, provisión de agua limpia, control de erosión y hábitats para la biodiversidad. En contextos urbanos, los barrancos bien conservados mejoran la calidad ambiental al regular la temperatura y humedad, proveer espacios recreativos y belleza escénica, funcionar como corredores biológicos y contribuir a la depuración de aguas. Es fundamental analizar el estado actual de estos servicios ecosistémicos en los barrancos de estudio, evaluando las presiones y amenazas que enfrentan. Luego, se debe determinar el potencial para restaurar o mejorar dichos servicios a través de estrategias adecuadas de manejo y conservación. La valoración económica de los servicios provistos resalta la importancia de los barrancos y puede apoyar la toma de decisiones. Igualmente, es clave discutir los beneficios que los barrancos generan para el bienestar humano, tanto en el ámbito rural como urbano.

Pese al potencial que tienen los sistemas de barranco para la generación de servicios ecosistémicos, enfrentan serios retos por su acelerada degradación; por lo que, se demandan acciones efectivas de gestión territorial y restauración, con enfoque socio ecosistémico e integral, que a su vez permita la participación pública. Esto implica combinar áreas protegidas, pago por servicios ambientales, modelos productivos sostenibles, restauración ecológica y ordenamiento territorial (García, 2018). Así, se considera que, una gestión integral de barrancos que equilibre uso productivo con conservación, es esencial para preservar los servicios ecosistémicos para el bienestar humano.

Algunos autores resaltan la importancia de involucrar a comunidades locales y actores clave en el diagnóstico, planeación e implementación de iniciativas (Bocco, 2010; Cotler, 2013), lo que permite integrar valores, intereses y conocimientos mediante métodos etnográficos, fortaleciendo la pertinencia y viabilidad social de las políticas (Pérez, 2011). En esta investigación el EML permitió definir propósitos, medios y supuestos en un proceso sustentado de política pública, alineado a objetivos, estrategias, acciones y metas verificables sobre conservación y restauración de barrancos, bajo un enfoque participativo. Así, Harden (2013) y Duque (2010) refieren que, las políticas requieren abordar integralmente los motores de degradación de barrancos e incorporar sus servicios ecosistémicos en la planificación territorial y sectorial.

Un Marco Lógico participativo, puede orientar políticas públicas efectivas para la conservación y recuperación de los valores ambientales, socioeconómicos y culturales de los frágiles sistemas de barrancos. Sin embargo, las políticas públicas enfocadas en su protección han sido limitadas; por ello, en esta investigación se diseñaron estrategias participativas para generar políticas efectivas utilizando métodos etnográficos y el Enfoque del Marco Lógico.

La validación de la propuesta integral teórico-metodológica para el estudio de los sistemas de barrancos, implicó la revisión y aplicación de diversos enfoques teóricos y métodos de investigación sobre sistemas de barrancos; se recurrió a las ciencias



naturales para estudiar su ecología, y a las ciencias sociales para comprender las dimensiones culturales. Autores que han estudiado los barrancos con un enfoque integral son, Martínez (2017) que combina métodos ecológicos, sociales y geográficos, y González (2019) que utiliza métodos etnográficos. De manera similar, este trabajo empleó técnicas etnográficas (entrevistas y observación participante) para la validación de la propuesta.

Autores como Ruiz (2020) y Sánchez (2018) validan la aplicación del EML, al demostrar su utilidad para diseñar y evaluar políticas públicas ambientales de manera sistemática y participativa. Por lo tanto, un estudio integral de sistemas de barrancos con métodos etnográficos y EML tiene un sólido respaldo teórico y metodológico para el estudio de barrancos. Los resultados de esta investigación pueden ser herramienta para el diseño de políticas públicas efectivas para la conservación y manejo sostenible de los sistemas de barranco.

## CONCLUSIONES

El medio natural en la Cuenca del río Calderón y Cuenca del río Tarango se componen de un conjunto de factores bióticos (flora y fauna) y factores abióticos (temperatura, precipitación, humedad, fisiografía e hidrografía), así como las interacciones entre ellos. De estos la población local perteneciente a la cuenca obtiene recursos tanto renovables (alimento, recursos madereros) como no renovables (minerales, combustibles y agua) que utilizan para satisfacer sus necesidades cotidianas, además de ser ambientes de equilibrio climático para las sociedades.

El uso no sostenible y mal manejo han degradado los barrancos, siendo necesario implementar prácticas adecuadas de conservación y restauración. Es fundamental involucrar a las comunidades locales en la gobernanza de estos ecosistemas, pero promoviendo un uso sostenible basado en principios ecológicos, monitoreo ambiental y educación. La participación social debe orientarse a decisiones informadas sobre actividades compatibles con la conservación, el establecimiento participativo de reglas de uso, y el monitoreo comunitario. Se debe encontrar un balance entre el bienestar humano y la integridad ecológica a largo plazo por medio de la gestión sostenible de los barrancos.

El análisis de resultados permitió conocer la percepción que expresan los jóvenes estudiantes, habitantes locales y autoridades municipales, quienes tienen conocimiento básico con relación al potencial de los sistemas de barrancos para la generación de servicios ecosistémicos. Los SE con mayor reconocimiento fueron la conservación de la biodiversidad y del suelo, y la recarga de acuíferos y servicios ecosistémicos de provisión. A partir del análisis de la Cuenca del río Tarango en el ámbito urbano se muestra que, tiene una posición geográfica estratégica en la delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México, que permite la recarga del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

La Cuenca del río Tarango se puede conceptualizar como un sistema articulado, cuyos elementos dan cohesión a sus componentes: agua, laderas, rocas, relieve, suelo, flora y fauna. Está representada por diferentes elementos integrados e interrelacionados, donde el elemento rector es el cauce y caudal del río Tarango. Los componentes en interacción e interrelación generan una serie de conexiones, donde las acciones que se realizan en uno de los elementos integradores del sistema pueden repercutir en otros.

Es recomendable que, en la política pública los gobiernos locales construyan agendas hacia el cuidado de los barrancos en ámbitos rurales, bajo un enfoque integral, es decir, que vayan más allá de las políticas públicas sectoriales y que les permita diseñar planes, programas y acciones integrales, con efectos multiplicadores para la prosperidad de las sociedades que habitan en ellos; así como estrategias y líneas de acción que tengan el propósito de fortalecer los sistemas de barrancos. Actualmente las investigaciones realizadas en los sistemas de barrancos deben ser valoradas por los grupos sociales, ya que en muchas ocasiones se han considerado espacios geográficos discrepantes y sin utilidad, y sólo son vistos como depósitos de residuos de todo tipo.

## RECOMENDACIONES

Tras haber realizado la investigación y analizado los resultados obtenidos, se recomienda elaborar un inventario actualizado y detallado de los recursos naturales renovables y no renovables que se extraen actualmente en las cuencas de estudio, incluyendo tasas de extracción; además, analizar el impacto en los ecosistemas, a consecuencia del uso de recursos. Se sugiere realizar estudios sobre prácticas locales de manejo de recursos y determinar si son sostenibles o requieren modificaciones, y con base en ello, proponer estrategias para un uso sostenible de los recursos, que permita la conservación del ambiente y el sustento a largo plazo de las comunidades locales.

Se recomienda desarrollar modelos para predecir escenarios futuros bajo diferentes estrategias de gestión de recursos e involucrar a las comunidades locales y otros grupos de interés en el manejo y conservación de los barrancos. Un enfoque interdisciplinario sería valioso, integrando aspectos ecológicos, sociales, económicos y culturales.

Se recomienda una caracterización integral de los distintos sistemas de barrancos en la región de estudio (componentes biofísicos, sociales, económicos y culturales), identificando su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen, y analizar las causas y consecuencias de la degradación ambiental desde un enfoque sistémico.

Se recomienda diseñar una propuesta para la creación de consejos consultivos con representantes de comunidades locales, ONGs, academia y gobierno, para la gobernanza de los sistemas de barrancos y la creación de lineamientos para planes de manejo comunitario de los recursos naturales, basados en investigación interdisciplinaria.

Se recomienda implementar a nivel piloto esquemas de monitoreo participativo y de resolución de conflictos sobre el uso de los recursos de los barrancos, en términos ecológicos, sociales y económicos.

Se recomienda diseñar un programa para fortalecer la conservación y aprovechamiento sostenible de las cuencas de estudio a través de la educación ambiental, con el uso de material educativo adecuado para cada público: estudiantes, pobladores locales y autoridades que tiene contacto directo con los barrancos.

Se recomienda diseñar e implementar una política pública basada en un enfoque de manejo integral de cuencas para la conservación y aprovechamiento sostenible del sistema de barrancos de la Cuenca del Río Tarango y la Cuenca del río Calderón.

Se recomienda caracterizar y valorar económicamente los servicios ecosistémicos provistos por las cuencas de estudio, enfatizando su importancia para la recarga de acuíferos. Por último, se sugiere difundir los resultados de este estudio, para replicar el modelo en otras regiones con problemas similares en los sistemas de barranco.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abu Lughod, L. (1991). Writing against culture. In R. G. Fox (Ed.), *Recapturing anthropology* (pp. 137-162). Santa Fe, NM: School of American Research Press.
- Acevedo, Raúl. (2008), *Especies de plantas vasculares descritas de los barrancos aledañas a la ciudad de Guadalajara y de río blanco*, Jalisco, México. *Revista Polibotánica*. Universidad de Guadalajara.
- Aldunce, P., Beilin, R., Handmer, J., & Howden, M. (2016). Stakeholder participation in building resilience to disasters in a changing climate. *Environmental Hazards*.
- Almeida, Lucía. (2007). *Servicios Ecosistémicos en la Cuenca del río Magdalena*, Distrito Federal México. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias (UNAM), México.
- Alvarado, Concepción. (2017), *Regulación de Barrancos Urbanizadas en Cuernavaca*. *Revista Inventio*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Anderson, R.S. et al. (2019). *Geomorphology of Mojave Desert Streams*. *Geomorphology of Desert Environments*. Springer, Cham.
- Antonio, José. (2010), *Estudio Florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo*, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México. *Revista Polibotánica*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Arthur, W. B. (1994). *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. University of Michigan Press.
- Balderas Plata, M.A. et al. (2015). *Los barrancos del sur del Estado de México: paisajes y biodiversidad*. *Ciencia Ergo Sum*.
- Batllore, Alicia. (2003), *Educación ambiental para el saneamiento y manejo de los barrancos*. El caso de la barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos. X Congreso de Investigación educativa ambiental. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. México.
- Batllore, Alicia. (2004), *Los barrancos de Morelos*. Enfoque educativo para un cambio de comportamiento de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. México.
- Barrows, H. (1920), "Geography as human ecology". *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 1<sup>o</sup>.
- Berggren, J. & Jones, A. (2000). *Ptolemy's Geography: An Annotated Translation of the Theoretical Chapters*. Princeton University Press.
- Bertrand, Javier. (1987), "Juazeiro-Petronia; un pôle rnaricher au coer du Sertao", en Hélène Rivière d'Arc (coord.), *Forfaits de Bahia*, Eds, de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
- Boas, F. (1920). *The methods of ethnology*. *American Anthropologist*.

- Bocco, G., Mendoza, M., & Priego, A. (2010). La planeación comunitaria para el desarrollo local y el manejo de recursos naturales. *Gaceta Ecológica*.
- Bolstad, P. (2020). *GIS fundamentals: A first textbook on geographic information systems*. Acta Press.
- Buzai, Gustavo. (2008), *Sistemas de Información Geográfica (SIG) y cartografía temática*. Lugar Editorial, Buenos Aires. 131 pp.
- Buzai, Gustavo. (2011), "Geografía y Sistemas de Información Geográfica". *Revista Geográfica de América Central*. Número Especial. Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica. Iº Semestre. San José, Costa Rica.
- Camacho, Fernando. (2006), Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. UNAM. México.
- Camacho, Hugo. (2001), *El Enfoque del Marco lógico: 10 casos prácticos*. Cuadernillo para la identificación y diseño de proyectos de desarrollo. Acciones de Desarrollo y Cooperación A. D.C. Madrid, España.
- Canales, Manuel. (2006), *Metodologías de investigación social*. Colección Ciencias Humanas. Ciencias Sociales. Santiago, Chile.
- Canchola, Yered. (2017), "Propuesta Metodológica para el Análisis y Valoración Geológica del Paisaje". Tesis doctoral. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Cantón, Y. et al. (2010). Hydrological response of a dryland ephemeral stream to regional rainfall events in SE Spain. *Catena*.
- Cantú, P. et al. (2007). Evaluación de la degradación del suelo por erosión hídrica en una microcuenca de la zona centro de Tamaulipas. *Ciencia UANL*.
- Capra, F. (2007). *Las conexiones ocultas: implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Cárdenas, Fabio. (2006), "Proyectos Turísticos". Localización e inversión. Ed. Trillas. México.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin.
- Castree, Noel. (2009), "Environmental Issues: Signals in the Noise? Progress in Human Geography".
- Chan, K. M. (2012). Where are Cultural and Social in Ecosystem Services? A Framework for Constructive Engagement. *BioScience*.
- Chávez, Gilberto. (2009). Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Uruapan. Michoacán. México.

- Chin, A. (2006). Urban transformation of river landscapes in a global context. *Geomorphology*.
- Church, M. (2006). Bed Material Transport and the Morphology of Alluvial River Channels. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*
- Clarke, K.C. (2018). *Advanced Spatial Analysis: Extensions for Remote Sensing Applications*. Cambridge University Press.
- Cleland, E. E (2013). Species richness and species pool size regulation along riparian environmental gradients. *Global Ecology and Biogeography*.
- Costanza, R.(1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*.
- Cotler, H., Mazari, M., de Anda, J., & Paredes, D. (2013). Hacia una evaluación integral de los servicios ecohidrológicos. *Gaceta ecológica*.
- CONABIO, (2019) “La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Conesa, Vicente. (1993) “Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental”, Ed. Mundi-Prensa. Segunda edición. Madrid, España.
- Couclelis, H. (2005). “Where has the future gone?” Rethinking the role of integrated land-use models in spatial planning. *Environment and Planning*.
- Cuétara, Ramón. (2018), “Principios en la enseñanza de la geografía”. *Revista Atlante: cuadernos de educación y desarrollo*. Agosto. México.
- Daily, G.(1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press.
- Díaz Berrio, S. (1979). *Cambios en los usos del suelo y degradación ambiental de los barrancos de la Ciudad de México*. Biótica.
- Díaz, S. (2015). The IPBES Conceptual Framework, connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*.
- Diamond, J. (1997). *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. W.W. Norton y Company.
- Dicks, D.R. (1960). *The Geographical Fragments of Hipparchus*. University of London.
- DNP, (2014), “Departamento Nacional de Planeación. Colombia.
- Dorn, R.I. (2018). *Desert rock coatings*. Elsevier.
- Durán, Diana. (1972), “El método de la Geografía”. *Cuestiones epistemológicas*. Ed. Oikos. Buenos Aires, Argentina.
- Earl (2016). *Effects of Urbanization on Stream Hydrology and Riparian Microclimate in the Southern Appalachian Mountains (USA)*. *River Research and Applications*.



Edin, Dante. (2013), "Perspectiva Geográfica" ISSN: 0123-3769 Vol. 18 No. 2, Julio - diciembre pp. 325-346.

Emerson, R. M., Fretz, R. I., Shaw, L. L. (2011). Writing ethnographic fieldnotes. University of Chicago Press.

Escobar, A. (2012). Encountering development: The making and unmaking of the Third World. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Ezcurra, E. (1990). De los barrancos del río de la Plata a la sierra de Tandilia, o como los enclaves relictuales nos permiten reconstruir la historia de la vegetación de la llanura pampeana. Ecosur.

Evans-Pritchard, E. E. (1940). The Nuer: A description of the modes of livelihood and political institutions of a Nilotic people. Oxford: Clarendon Press.

Fernández-Christlieb, F. (2000). La vegetación y el clima de la cuenca de México durante el Pleistoceno Tardío y Holoceno. Boletín de la Sociedad Botánica de México.

Fernández Christlieb, F. (2002). La transformación histórica del paisaje de barrancos en la Ciudad de México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.

Fisher, P.F. y Unwin, D.J. (2002). Virtual reality in geography. CRC Press.

Flores, Juan. (2019), "Investigaciones Geográficas". Universidad Nacional Autónoma de México.

Flores, Mata, (1971), "Memoria del Mapa de Tipos de Vegetación de la República Mexicana". Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, D.F.

FOCUS N° 3, (2007), [http://www.inforesources.ch/pdf/focus07\\_3\\_s.pdf](http://www.inforesources.ch/pdf/focus07_3_s.pdf)

Franco, Osvaldo. (2017), Edad, dinámica geomorfológica y tipología de barrancos en el sector norte del volcán Popocatepetl, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México.

García Ayllón, S. (2018). Integrated evaluation of the environmental impact of agricultural terraces. A methodological proposal. Science of the Total Environment.

García, Rolando (2006), Sistemas complejos. conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria, España: Gedisa.

Galacho, Federico. (2010), "Modelo de evaluación de la capacidad de acogida del territorio con SIG y técnicas de decisión multicriterio respecto a la implantación de edificaciones en espacios rurales". Departamento de geografía. Universidad de Murcia.

Gell Mann, M. (1994). The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex. W. H. Freeman y Co.

Geertz, C. (1973). The interpretation of cultures. Basic books.

González, A. (2019). Enfoques etnográficos para la conservación biocultural. *Revista de Antropología Social*.

González, J.L. (1990). Deslizamientos e inestabilidad de laderas asociados a barrancos en la Ciudad de México. *Ingeniería Hidráulica en México*.

González, Ortiz. (1997), "Papeles de geografía". Apuntes acerca de la geografía en el nuevo sistema educativo. Universidad de Murcia.

Goodchild, M.F. (1992). Integrating GIS and remote sensing for vegetation analysis and modeling: methodological issues. *Journal of Vegetation Science*.

Goodchild, M.F. (2010). Twenty years of progress: GIScience in 2010. *Journal of Spatial Information Science*.

Gordillo, G. (2019). Terrain as insurgent weapon: An affective geometry of warfare in the mountains of Afghanistan and Argentina. *Political Geography*.

Gutiérrez, Francisco. (1997). Subsistencia kárstica sinsedimentaria en un sistema aluvial efímero: El Barranco de Torrecilla (Depresión del Ebro, Zaragoza). Dpto. de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. España.

Gutiérrez, Rey. (2013), "Desarrollo sostenible en Colombia: utopía o realidad". Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

Gutiérrez, Víctor. (2020), Los barrancos de la Ciudad de Puebla, México: Un recurso desaprovechado en una urbe con déficit de áreas verdes. *Revista Interciencia*.

Harden, C. P., Chin, A., English, M. R., Fu, R., Galvin, K. A., Gerlak, A. K., McDowell, P. F. (2013). Understanding human–landscape interactions in the "Anthropocene". *Environmental management*.

Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*.

Harris, M. (1976). History and significance of the emic/etic distinction. *Annual review of anthropology*.

Heine, Klaus. (1971). Observaciones Morfológicas acerca de los barrancos en la Región de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala. *Separata de Comunicaciones*. Universidad de Bonn. Alemania.

Hernández, Miranda. (1963), "Los tipos de vegetación de México y su clasificación". *Botanical Sciences*.

Herzfeld, M. (2001). *Anthropology: Theoretical practice in culture and society*. Malden, MA: Blackwell Publishers.

Heywood, I. (2006). *An introduction to geographical information systems*. Pearson Education.

- Hobbs, R.J. y Wallace K.J. (2009). Vegetation dynamics in response to disturbance: ecosystem resilience and the emergence of better environments. In Hudson, I.L. y Keatley, M.R. Australian, Cambridge University Press.
- Holland, J. H. (1992). Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence. MIT Press.
- IGUNNE, (2014), "Revista Geográfica Digital". Facultad de Humanidades". UNNE. Año 11. N° 21. Enero – Junio. ISSN 1668-5180 Resistencia, Chaco.
- INEGI, (1988), "Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- INEGI, (2010), "Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- James, P.E. & Martin, G.J. (1981). All Possible Worlds: A History of Geographical Ideas. John Wiley y Sons.
- Jordan, A. y Martínez-Zavala, L. (2008). Análisis y tipificación morfométrica de barrancos en el sur de España: el ejemplo de la cuenca del río Alias (Almería). GeoFocus.
- Juan, José. (2007), "Los sistemas de barrancos mexicanos, un recurso potencial para el turismo alternativo". El caso de los Barrancos del río Calderón, Estado de México. El Periplo Sustentable, núm. 17, julio-diciembre. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Kauffman, S. A. (1993). The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution. Oxford University Press.
- LAPTDF, (2000), "Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal".
- LADF, (2007), "Ley Ambiental del Distrito Federal".
- Leach, E. R. (1954). Political systems of Highland Burma: A study of Kachin social structure. London: Athlone Press.
- Lebgue, Sosa. (2005), "La flora de los barrancos del Cobre, Chihuahua, México. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia.
- Lebgue, Toutcha. (2005), La flora de los barrancos del Cobre, Chihuahua, México. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Perú.
- Lee, G.C. (1980). The changing form of drainage channels in urbanized areas. Geographic Review.
- Leopold, A. (1948). A Sand County Almanac. Oxford University Press.
- Leopold, L.B (1968). Hydrology for urban land planning: A guidebook on the hydrologic effects of urban land use. US Government Printing Office.
- Leopold, Starket. (1950), "Vegetación de México". Limusa, México.
- Lindenmayer, D. (2014). Species Identification and Biodiversity Monitoring in Australian Agricultural Landscapes: Towards an Optimal Sampling Framework. PloS one.

- Lister, N. M. (2010). Sustainable large parks: ecological design or designer ecology? In Young, G. y McPherson, E. (Eds.), *The future of large parks*. University of Illinois Press.
- Longley, P.A. (2010). *Geographic information systems and science*. John Wiley y Sons.
- López, Levi. (2001), "Ciberespacio, mundos virtuales y territorios del saber", en Lindón, A. y D. Hiernaux, *Los giros de la geografía humana*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa/Anthropos, México.
- López Martínez (2017). Geomorphology of desert dune-sourced alluvial fans in the Province of Almería, southeastern Spain. *Geomorphology*.
- Low, S. M. (2003). Embodied space(s) anthropological theories of body, space, and culture. *Space and Culture*.
- Lubkemann, S. (2020). New conflicts around old contradictions: Peasant-state tensions over development in post-war Mozambique. *Journal of Southern African Studies*.
- Madrid, Lucía. (2009). Financiamiento para la regeneración ambiental de barrancos a través del impuesto predial: el caso de la Ciudad de México. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental del Instituto Nacional de Ecología. México.
- Magadán, Revelo. (2015), "Algunas consideraciones importantes para el fortalecimiento de los socioecosistemas marinos". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 2, octubre. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Estado de México, México.
- Magnani, J. G. (2014). New media, new technologies and new forms of visibility in contemporary Andean religion. *Visual Anthropology Review*.
- Maguire, D.J. (1991). An overview and definition of GIS. *Geographical information systems: Principles and applications*.
- Malinowski, B. (1922). *Argonauts of the Western Pacific: An account of native enterprise and adventure in the Archipelagoes of Melanesian New Guinea*. London: G. Routledge y Sons.
- Martín Duque, J. F., Sanz, M. A., Bodoque, J., Lucía, A., Martín-Moreno, C. (2010). Restoring earth surface processes through landform design. A 13-year monitoring of a geomorphic reclamation model for quarries on slopes. *Earth Surface Processes and Landforms*.
- Martínez, L. et al. (2017). Los paisajes de barrancos: caracterización y valoración ambiental. *Ecosistemas*.
- Martínez, Miguel. (2005). *Epistemología y Metodología Cualitativa en los Postgrados de la Universidad Simón Bolívar de Caracas*.
- McKibben, B. (1989). *The End of Nature*. Random House.

Montero-Martínez, G. et al. (2018). Geomorphological mapping and morphometric analysis for characterising landforms in the marginal urban area of Arequipa, Peru. *Geomorphology*.

Moreno de las Heras, M. et al. (2018). Medium-term erosion simulation in an abandoned field in a semiarid Mediterranean environment by integrating stakes measurements, spatial information and modelling. *Earth Surface Processes and Landforms*.

Montgomery, D.R. (2007). *Dirt: The erosion of civilizations*. Univ of California Press.

Némiga, X.A. (2013). Los barrancos fluviales: importancia de los servicios ecosistémicos para el bienestar humano. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*.

Novelo, I. (2010). Barrancos, zanjones y cañadas: hidro geomorfología y vulnerabilidad ambiental en el centro semiárido de Coahuila. *Investigaciones Geográficas*.

Nyerges, T. (2016). Geodesign dynamics for sustainable urban watershed development. *Sustainable Cities and Society*.

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.

Owen, S. (2015). Indigenous knowledge and power in the American Southwest: Conflicting views of the Grand Canyon's past. *American Antiquity*.

Palmas, Daniela. (2017), "Metodología del turismo armónico". Una propuesta de conocimientos para San Pedro Tultepec de Quiroga, estado de México. *Nova Scientia*. Universidad de la Salle Bajío León, Guanajuato, México.

Peralta, Claudina. (2009). Etnografía y métodos etnográficos. Análisis. *Revista Colombiana de Humanidades*, núm. 74, Universidad Santo Tomás Bogotá, Colombia.

Pérez, C. J., Sader, S. A. Winograd, M. (2011). Modeling erosion and sedimentation coupled to slash-and-burn agriculture over a landscape gradient in the northwestern Neotropical hillsides. *Geomorphology*.

PAOT, (2003), "Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal".

PAOT, (2010), *Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial*. Ciudad de México.

Pari, Y. et al. (2018). Análisis ambiental y paisajístico para la puesta en valor turístico del sistema de quebradas Seca y Vítor, Arequipa-Perú. *Investigaciones Andina*.

PDDU, (2011), *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano*. Ciudad de México.

Pennycook, A. (2017). Translanguaging and semiotic assemblages. *International Journal of Multilingualism*.

Pérez, J.I. et al. (2009). Los sistemas de barrancos mexicanos, un recurso potencial para el turismo alternativo. *El Periplo Sustentable*.

Pérez, J. (2010). Riqueza florística del sistema de barrancos El Salto, Valle de Bravo. *Botanical Sciences*.

Pérez, J.I., Juan, A.A., Martínez, P.L. y González, F.J. (2009). Los sistemas de barrancos mexicanos, un recurso potencial para el turismo alternativo. El caso de los Barrancos del río Calderón, Estado de México. *El Periplo Sustentable*.

Prigogine, I y Stengers, I. (1984). *Order out of Chaos: Man's new dialogue with nature*. Bantam Books.

Ramírez, Aurelio. (2010), Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca Hidalgo, México.

Raskin, Paul, (2006), "World Lines. Pathways, Pivots, and the Global Future, Boston: Tellus Institute".

Reid, W.V. (2005). *Ecosystems and human well-being-Synthesis: A report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press.

Rice, S. et al. (2001). John Conway Dixon. 1931-1998. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*.

Richards (2018). Impacts of urbanization on stream ecosystems along an agriculture-urban land use gradient, and potential remediation. *Freshwater Science*.

Ricketts, T. H. (2016). State of the Arc: Protected Areas and Biodiversity Conservation in the 21st Century. *Annual Review of Environment and Resources*.

Rojas, Octavio. (2011), "Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales". *Revista Universitaria de Geografía*. Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca, Argentina.

Rojas, Temístocles. (2005), "Epistemología de la Geografía...una aproximación para entender esta disciplina" *Terra Nueva Etapa*, vol. XXI, núm. 30. Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela.

Romero Contreras, A.T. (2004). Los barrancos y las formas menores de relieve en el paisaje de la depresión del Ebro. *Serie Geográfica*.

Ruiz, J. (2020). *El Enfoque del Marco Lógico: guía práctica para políticas ambientales*. Centro de Investigaciones Sociales.

Rzedowski, J. (1978), "Vegetación de México". Limusa, México.

Rzedowski, J. (2006), "Vegetación de México". (1a. edición digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Smith, N. (2002). *American Empire: Roosevelt's Geographer and the Prelude to Globalization*. University of California Press.

Sánchez, G. (2018). Evaluación de políticas públicas ambientales mediante el Enfoque del Marco Lógico. Tesis de maestría, Universidad de Los Andes.

Sánchez Rodríguez, R. (2008). Urbanización y degradación ambiental de una ciudad petrolera: Poza Rica, Veracruz. *Investigaciones Geográficas*.

- Sauer, C.O. (1925). *The Morphology of Landscape*. University of California Press.
- Schianetz, Karin (2008), "Sustainability Indicators for Tourism Destinations: A Complex Adaptative Systemas Approach using Systemic Indicator Systems" en *Journal of Sustainable Tourism*.
- SEDEMEX, (1985), Segundo Estudio Dasonómico del Estado de México, México.
- SEDEMEX, (1990), Segundo Estudio Dasonómico del Estado de México, México.
- SEDESOL, (2010), Secretaría de Desarrollo Social
- Scheper-Hughes, N. (1992). *Death without weeping: The violence of everyday life in Brazil*. Berkeley: University of California Press.
- Simberloff, D (2005). Spread and impact of introduced conifers in South America: Lessons from other southern hemisphere regions. *Austral Ecology*.
- Smyer Yu, C. (2013). Embodying Chinese transnationalism: Modernity and mobility in a rural Kaiping village. *Anthropological Quarterly*.
- Sofia, G. et al. (2014). Morphometric analysis of buyangu tributary, Brazil, through GIS-based techniques. *Journal of Urban and Environmental Engineering*.
- Soler, Yezid, (2017), *Teorías sobre los sistemas complejos*. Universidad Nacional de Colombia. Ciudad y Territorio. Colombia.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*.
- Sweeting, M. M. (1972). *Karst landforms*. Macmillan.
- Torres-Martínez, L.A (2017). Riqueza y distribución de hidrófitas en cuencas lacustres del centro de México. *Acta Botanica Mexicana*.
- Tomlinson, R.F. (1962). Computer handling of geographical data. *Natural Resources Research*.
- Trinca, Fighera. (2010), "La geografía y sus actuales desafíos teóricos y metodológicos". *Revsita, Geografía de América Central*.
- UNDP, (2005), *Integrated Water Resources Management Plans: Training Manual and Operational Guide*, Cap-Nat, Global Water Partnership.
- Venturini, Orlando. (1977), "Epistemología de la Geografía". En *Síntesis, Geográfica*, junio.
- Verón, Marta. (2015), "Transformación y funcionalización del Socioecosistema Litoral Norte de la provincia de Buenos Aires, Argentina". Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geografía y Turismo. *Revista Universitaria de Geografía*.
- Voglino, Damián. (2008), *Los barrancos del Río Paraná en la Provincia de Buenos Aires*. Servicio Geológico Minero Argentino. Ed. CSIGA. Argentina.

- Walsh, S. (2016). *Juventudes en los márgenes: Una etnografía feminista sobre jóvenes mujeres en La Paz*. La Paz: Plural Editores.
- White, G.F. (1945). *Human adjustment to floods*. Department of Geography Research Paper (Vol. 29). The University of Chicago.
- Whittaker, R.H. (1973). Niche, Habitat, and Ecotope. *The American Naturalist*.
- Wilson, E.O. (2016). *Half-earth: our planet's fight for life*. Liveright Publishing.
- Wulf, A. (2015). *The Invention of Nature: Alexander von Humboldt's New World*. Knopf.
- Xu, X. et al. (2012). Effectiveness of check dams on soil erosion control in the Loess Plateau, China. *Ecological Engineering*.
- Zhang, G.H. et al. (2016). Effects of grazing exclusion on carbon sequestration and plant diversity in grasslands of China — A meta-analysis. *Ecological Engineering*.