

ACADEMIA JOURNALS



OPUS PRO SCIENTIA ET STUDIUM

Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación en Puebla

ISSN 2644-0903 online

Vol. 3. No. 1, 2021

www.academiajournals.com

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN AUSPICIADO POR EL
CONVENIO CONCYTEP-ACADEMIA JOURNALS



Gobierno de Puebla

Hacer historia. Hacer futuro.



Secretaría
de Educación
Gobierno de Puebla

CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla

VÍCTOR GUTIÉRREZ PACHECO

EVALUACIÓN SOCIO-AMBIENTAL DE DOS BARRANCAS DE LA CIUDAD DE PUEBLA

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

DIRECTORA:

DRA. SONIA EMILIA SILVA GÓMEZ

COMITÉ TUTORIAL:

DRA. EDITH CHÁVEZ BRAVO

DRA. MARÍA TERESA ZAYAS PÉREZ

DRA. ROSALINDA DEL CARMEN CASTELÁN VEGA



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”

“Evaluación socio-ambiental de dos barrancas de la Ciudad de Puebla”

TESIS

Que para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

VÍCTOR GUTIÉRREZ PACHECO



Directora	Dra. Sonia Emilia Silva Gómez
Integrante Comité Tutorial	Dra. Edith Chávez Bravo
Integrante Comité Tutorial	Dra. María Teresa Zayas Pérez
Integrante Comité Tutorial	Dra. Rosalía del Carmen Castelán Vega

Diciembre 2020

EVALUACIÓN SOCIO-AMBIENTAL DE DOS BARRANCAS DE LA CIUDAD DE PUEBLA

Víctor Gutiérrez Pacheco

RESUMEN

Puebla es una ciudad que, desde las últimas décadas, experimenta un fuerte crecimiento poblacional y de extensión por lo que acusa múltiples problemas ambientales. El crecimiento de la mancha urbana ha significado la invasión y devastación de los ecosistemas originarios, sin embargo, las barrancas por sus abruptas características fisiográficas, en su mayoría han permanecido relativamente conservadas dentro del conglomerado urbano. Las barrancas; accidentes geográficos de origen volcánico y erosión hídrica, se presentan como líneas negativas del relieve, con profundidad y anchura variables y con corrientes de agua generalmente estacionales. Diferentes trabajos dan cuenta de los variados servicios ecosistémicos que las barrancas urbanas proveen a la ciudad gracias a su condición rural, servicios que, sin embargo, están siendo comprometidos debido al impacto antrópico negativo que experimentan en acciones como contaminación, extracción de materiales pétreos, rellenado, asentamientos humanos informales y deforestación, entre otros.

Dados sus servicios ecosistémicos, su nulo reconocimiento social, el deterioro que experimentan y la mínima atención académica prestada, es que se propuso este trabajo que considera a las barrancas como un objeto de estudio válido, planteándose como objetivo general el: Evaluar social y ambientalmente las barrancas Malinalli y El Conde de la ciudad de Puebla; y como objetivos particulares el: Diseñar el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB); determinar el estado ecosistémico de las barrancas: Malinalli y El Conde, a través del índice diseñado y con ello validar el mismo; conocer el estado de bienestar subjetivo, en relación con la barranca El Conde, de los habitantes de la misma, y proponer elementos de un programa de manejo de barrancas.

El trabajo se basó en los propuestos metodológicos de la OCDE y el modelo PER para la elaboración de indicadores, en los modelos existentes para evaluar bosque ripario y cuerpos de agua lénticos, en el uso de material de identificación botánica y de índices de diversidad específica, y en los fundamentos teóricos y metodológicos del bienestar subjetivo.

Se elaboró el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB), y su aplicación arrojó estados ecosistémicos diferenciados para las barrancas, acorde con los impactos antrópicos que las mismas experimentan y que dan cuenta de la sensibilidad del IEEB. Ambas barrancas presentan alta riqueza florística y alta estabilidad ecológica. Los habitantes de la barranca El Conde manifiestan bienestar en grado similar a los reportados, por organismos especializados en la materia, para el grueso de la población mexicana. Se elaboró un conjunto de elementos que podrían servir de base para una propuesta de manejo de barrancas urbanas.

Los resultados indican que las barrancas urbanas estudiadas son espacios con una alta riqueza específica autóctona, lo que contrasta con la pobreza específica, generalmente exógena, de las áreas verdes de la ciudad. Por lo que las barrancas deberían ser incorporadas al equipamiento urbano y convertirse en áreas de conservación ecológica, a fin de mejorar el ecosistema urbano y mantener los servicios ecosistémicos que proveen.

Así mismo, quienes habitan en barrancas merecen y requieren ser considerados en cualquier propuesta de manejo, en el entendido de que, aunque los habitantes de la barranca El Conde manifiestan un alto bienestar subjetivo, también indican que la barranca, en el estado en que se encuentra, les genera malestar; por lo que en su mayoría plantean que algo debe de hacerse con ella y dentro de esas posibilidades manifiestan el recuperarla y conservarla.

TABLA DE CONTENIDOS

I.-INTRODUCCIÓN.....	1
II.-MARCO DE REFERENCIA.....	4
2.1.-FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.1.1.-LA PERTINENCIA DE CONOCER EL FENÓMENO DE URBANIZACIÓN	4
2.1.2.-EL INDICADOR COMO UN INSTRUMENTO ESTADÍSTICO PARA LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LO URBANO	5
2.1.3.-MODELO DE URBANIZACIÓN DE LA POBREZA.....	7
2.1.4.-EL CONCEPTO DE ECOLOGÍA EN LAS CIENCIAS AMBIENTALES Y EL ENFOQUE ECOSISTÉMICO	7
2.1.5.-LAS BARRANCAS Y EL BOSQUE DE ENCINO.....	9
2.1.6.-LAS BARRANCAS URBANAS	10
2.1.7.-LA EVALUACIONES RÁPIDAS DE LOS ECOSISTEMAS; UN ENFOQUE PERTINENTE EN TIEMPOS DE CRISIS AMBIENTAL.....	11
2.1.8.-LAS BARRANCAS Y EL CONCEPTO DE ÁREA DE ALTO VALOR AMBIENTAL O DE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA...--	12
2.1.9.-PROGRAMA DE MANEJO: ¿QUÉ ES Y PARA QUÉ?	13
2.1.10.-LA PSICOLOGÍA POSITIVA Y LA EVALUACIÓN DEL BIENESTAR SUBJETIVO.....	14
2.1.11.-ACERCARSE A LAS BARRANCAS CON UN ENFOQUE SISTÉMICO.....	16
2.2.-NORMATIVIDAD.....	17
2.2.1.-INTERNACIONAL	17
2.2.2.-NACIONAL	17
2.2.3.-LOCAL.....	20
2.3.-CONTEXTO HISTÓRICO.....	21
2.4.-MARCO GEOGRÁFICO.....	23
III.-ANTECEDENTES	25
3.1.-DEL DISEÑO DE UN ÍNDICE PARA EVALUAR EL ESTADO ECOSISTÉMICO DE BARRANCAS Y SU APLICACIÓN	25

3.2.-DE LA EVALUACIÓN DEL BIENESTAR SUBJETIVO	27
3.3.-DE LOS ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE MANEJO DE BARRANCAS.....	28
IV.-PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN	30
V.-JUSTIFICACIÓN.....	34
VI.-OBJETIVOS	36
6.1.-GENERAL.....	36
6.2.-PARTICULARES	36
VII.-HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	36
VIII.-ZONA DE ESTUDIO	37
8.1.-BARRANCA MALINALLI.....	37
8.2.-BARRANCA EL CONDE	38
IX.-METODOLOGÍA.....	40
9.1.-ACERCA DEL ÍNDICE DE ESTADO ECOSISTÉMICO DE BARRANCAS (IEEB)	40
9.2.-ACERCA DE LA EVALUACIÓN DE LAS BARRANCAS: MALINALLI Y EL CONDE	42
9.2.1.-DEL CÁLCULO DE BIODIVERSIDAD DE LAS BARRANCAS A TRAVÉS DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD	43
9.2.2.-DE LA APLICACIÓN DEL IEEB	46
9.3.-ACERCA DEL ESTADO DE BIENESTAR SUBJETIVO, EN RELACIÓN CON LA BARRANCA EL CONDE, DE LOS HABITANTES DE LA MISMA.....	48
9.3.1.-TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DEL CUESTIONARIO	48
9.3.2.-EVALUACIÓN DEL CUESTIONARIO	49
9.3.2.1.-Encuesta piloto	49
9.3.2.2.-Alfa de Cronbach.....	49
9.3.3.-ANÁLISIS DE DATOS	50
9.4.-ACERCA DE ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE MANEJO DE BARRANCAS.....	50
X.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
10.1.-DEL DISEÑO DEL ÍNDICE DE ESTADO ECOSISTÉMICO DE BARRANCAS (IEEB).	51

10.2.-DE LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOSISTÉMICO DE LAS BARRANCAS: MALINALLI Y EL CONDE, A TRAVÉS DEL ÍNDICE DISEÑADO Y VALIDACIÓN DEL MISMO	57
10.2.1.-BARRANCA MALINALLI	57
10.2.2.-BARRANCA EL CONDE	67
10.2.3.-UNIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE AMBAS BARRANCAS	80
10.3.-DEL ESTADO DE BIENESTAR SUBJETIVO, EN RELACIÓN CON LA BARRANCA EL CONDE, DE LOS HABITANTES DE LA MISMA	84
10.3.1.-CUESTIONARIO APLICADO Y SU VALIDACIÓN	84
10.3.2.-CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.....	85
10.3.3.-DEL BIENESTAR SUBJETIVO	89
10.3.3.1.-Satisfacción en lo general.....	89
10.3.3.2.-Satisfacción en lo específico de la barranca.....	91
10.3.4.-EL FUTURO	94
10.4.-DE LOS ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE MANEJO DE BARRANCAS.....	96
10.4.1.-DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE BARRANCAS.....	97
10.4.2.-DE UNA VISIÓN SOBRE EL SISTEMA Y DE LO QUE DEBE CONTEMPLAR UN PROGRAMA.....	98
10.4.3.-LINEAS GENERALES DE UN PROGRAMA	98
10.4.3.1.-Del diagnóstico.....	98
10.4.3.2.-Del accionar institucional	98
10.4.3.3.-De la participación social y académica	99
10.4.3.4.-De los mecanismos de financiamiento	100
XI.-CONCLUSIONES	101
XII.-REFERENCIAS	103
XIII.-ANEXOS.....	114
1.-Hoja de campo.....	114
2.- Cuestionario	116

ÍNDICE DE CUADROS

1.-Indicadores para evaluar los aspectos ecosistémicos de las barrancas.....	43
2.- Indicadores del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)	46
3.-Metodología para recabar la información que alimenta a los indicadores	47
4.-Diseño del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)	53
5.-Calificación del sistema barranca a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB).....	53
6.-Estado ecosistémico de las barrancas de acuerdo al IEEB y semaforización	56
7.-Flora de la barranca Malinalli	58
8.-Especies de diagnóstico de la barranca Malinalli.....	61
9.-Índice de Pielou de la barranca Malinalli	62
10.-Índice de Simpson de la barranca Malinalli	63
11.-Calificación de la barranca Malinalli a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB).....	64
12.-Resumen de las calificaciones de la barranca Malinalli arrojadas por el Índice de Estado Ecosistémico de barrancas (IEEB).....	66
13.-Flora de la barranca El Conde	68
14.-Especies de diagnóstico de la barranca El Conde.....	73
15.- Índice de Pielou de la barranca El Conde.....	74
16.-Índice de Simpson de la barranca El Conde.....	75
17.-Calificación de la barranca El Conde a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB).....	76
18.-Resumen de las calificaciones de la barranca El Conde arrojadas por el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB).....	78
19.-Evaluación del sistema barranca.....	81
20.-Estadística de confiabilidad interna	84
21.-Edades de la población encuestada.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

1.-Barranca El Conde con presencia de casas habitación en su cauce.....	30
2.-Barranca El Conde con residuos sólidos y aguas residuales domésticas e industriales	31
3.-Árboles frutales y juegos infantiles a un lado del cauce de aguas residuales en la barranca El Conde.....	33
4.-Localización de la barranca Malinalli	37
5.-Localización de la barranca El Conde y del parque industrial 5 de Mayo	39
6.-Barranca Malinalli	58
7.-Calificaciones ajustadas, otorgadas por el IEEB a la barranca Malinalli.....	67
8.-Barranca El Conde	68
9.-Calificaciones ajustadas, otorgadas por el IEEB a la barranca El Conde.....	79
10.-Acumulativos de los indicadores para ambas barrancas.....	83
11.-Porcentajes por género, de la población encuestada.....	86
12.-Lugar de origen de la población encuestada	87
13.-Porcentaje por número de niños en los hogares encuestados.....	88
14.-Número de hogares con animales domésticos para consumo humano	88
15.-La felicidad de los habitantes de la barranca El Conde.....	89
16.-La satisfacción de los habitantes de la barranca El Conde.....	90
17.-La barranca y su importancia en la vida y el bienestar de los encuestados.....	91
18.-La barranca y la salud, seguridad y condición del vecindario	93
19.-Intención de participación ante un programa de recuperación y mantenimiento de la barranca	94
20.-Porcentajes de opiniones sobre qué hacer con la barranca para mejorar el vecindario	95

I. INTRODUCCIÓN

**La barranca debería ser: canchas de futbol, juegos para niños, parque ecológico.
Habitante de la barranca El Conde**

El Valle de Puebla-Tlaxcala es una extensa altiplanicie conformada por terrenos de origen volcánico producto de la lava derramada de los volcanes que la circundan, así como por material pétreo y ceniza que en eones pasados y actualmente expulsan hacia la atmósfera. Los volcanes Popocateptl, Iztaccihuatl, Citlaltepétl y Matlalcueye (Malinche), solo por mencionar a los más grandes y conocidos, han configurado de manera muy importante con su actividad, las características fisiográficas de este gran espacio geográfico (Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, 2005).

La ciudad de Puebla se asienta así, sobre un gran valle con pocos accidentes geográficos, circundado por los volcanes mencionados y por la Sierra del Tenzo hacia el sur. Sin embargo, acercándose a esta gran planicie se registra que el terreno de la misma se presenta cruzado por un gran sistema de hendiduras que lo cortan, las cuales se conocen como barrancas. Estas barrancas presentan continuidad entre ellas y se conectan con arroyos y ríos que conducen los escurrimientos pluviales tierras abajo, desembocando en el río Atoyac o en los ríos Alseseca y San Francisco, los cuales a su vez se conectan con el primero, formando así una gran red o entramado que le otorga versatilidad a la monotonía del terreno plano que la contiene (IMTA y CONAGUA, 2013).

“La tierra, en general, tiene aquí grandes hendiduras. Con frecuencia hay interminables abismos cuyas rapidísimas paredes se hacen más inaccesibles por lo espeso de los matorrales y las yerbas que las cubren. A estas hendiduras se les llama barrancas...” (Kolonitz, 1984). Con estas palabras se refiere a las barrancas Paula Kolonitz en su libro: Un Viaje a México en 1864, con lo que se pone de relieve el que estas son sin duda, un componente único de esta región, pues de no ser así no hubiera Kolonitz, dado cuenta de su presencia de esta forma tan especial.

El sistema de barrancas se ha generado, de acuerdo a los principios de la geografía y la geomorfología, por el vulcanismo asociado a la actividad tectónica, por la acción erosiva del agua durante millones de años (Juan, *et al.*, 2014), y por la invasión de estos espacios por organismos que han configurado en el mismo sus nichos ecológicos. Se ha gestado así, un ecosistema *sui generis* con características seguramente propias y únicas; en una interacción dinámica donde el espacio es colonizado por seres vivos que encuentran en él un hábitat propicio para existir, pero que con su actividad vital lo transforman generando nuevas características en un proceso coevolutivo espacio-organismo.

Este sistema de barrancas que ha surgido, en gran medida, por la acción del agua, a su vez ha funcionado como conductor de la misma hacia los ríos de la región, fungiendo como

tributario de los mismos sobre todo en los tiempos de lluvias ya que en época de secas muchas de las barrancas se encuentran sin agua.

Debido a esta génesis tan particular, las barrancas de la ciudad presentan el ecosistema propio de bosque de encino, lo cual hace a las barrancas verdaderos corredores ecológicos pues no solo valen por la presencia de su flora, sino porque la misma es la base para la presencia de otras formas de vida como pequeños mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos entre otros (González, 1974).

El ecosistema de las barrancas evolucionó casi de manera “prístina” en la zona donde se asienta la ciudad, hasta que en la época de la colonia se decidió por parte de los colonizadores españoles fundar la ciudad de Puebla de los Ángeles en lo que eran los llanos de Cuetzacoapan o “donde las serpientes cambian de piel”, fundación que se llevó a cabo en el año de 1531 junto a las márgenes del río San Francisco (De la Luz, 2015).

Como en todo asentamiento humano que se haya efectuado a lo largo de la historia de la humanidad, con la llegada de los seres humanos se inició un proceso de uso de los recursos del lugar, de transformación del entorno y de generación y disposición de contaminantes hacia el medio ambiente. Durante muchos años este proceso fue lento y sin consecuencias graves o al menos visiblemente graves para el entorno, debido a que las actividades que en la ciudad se desarrollaban eran de carácter artesanal. Y esto fue así hasta incluso las primeras décadas del siglo pasado en que, a pesar de ya sostener cierta actividad industrial, hay referencias personales en el sentido de que aún se podía pescar en el río San Francisco. Y se está hablando tan recientemente como la década de los 40's.

Sin embargo, la ciudad de Puebla experimentó, al igual que el resto del país, el crecimiento poblacional exponencial que se dio a partir de la segunda mitad del siglo XX. Esto, aunado a que la ciudad se convirtió en un centro atractor para emigrantes, tanto internos del Estado como externos, por su industria y por sus centros educativos -una alternativa para el sur y sureste de México-, se acentuó el crecimiento desordenado de la ciudad con los problemas concomitantes de disposición de tierra para asentamientos humanos y los servicios correspondientes (IMPLAN, 2016).

Esta demanda de tierra para asentamientos humanos, ha propiciado el cambio de uso de suelo de terrenos de la periferia de la ciudad; convirtiendo bosques de encino, tierras de vocación agrícola y de otros usos a zonas habitacionales. Parte de este proceso ha sido la ocupación de tierras consideradas “tierras de nadie”, que personas de los estratos socio-económicos de menor poder adquisitivo, han considerado como una alternativa para ubicar sus viviendas; sin observar que en muchos casos estos terrenos, por sus características fisiográficas, no son adecuados para usos habitacionales por lo que se exponen permanentemente a situaciones de riesgo (IMPLAN, 2016).

Un elemento importante en este proceso tiene que ver con la disposición del agua. Es claro que el ser humano requiere de agua para sostenerse como forma orgánica viviente y

para mantener su cultura y civilización. De ahí que a lo largo de su existencia como especie, se ha asentado siempre cerca de yacimientos de agua como condición previa para el desarrollo de sus actividades económicas y sociales.

En el pasado se pensó en el agua dulce como inacabable y de ahí la relación que el ser humano estableció con dicho elemento; una relación que iba del respeto por su evidente importancia al desperdicio por su aparente inagotabilidad. Sin embargo, hoy se reconoce que el agua dulce para uso humano es finita, como se revela con la sobre explotación de los acuíferos en las grandes ciudades, la alteración del ciclo del agua por el cambio climático, la disminución de recarga de los acuíferos por la pérdida de ecosistemas y la contaminación de cuerpos de agua por desechos humanos (IMTA y CONAGUA, 2013).

Esta situación se presenta en la ciudad de Puebla donde sus principales ríos, así como sus arroyos y barrancas tributarios, se encuentran fuertemente contaminados por las descargas de aguas domésticas no tratadas y de aguas residuales de la industria de la ciudad. A esta forma de contaminación se asocia la disposición, en estos sitios, de diversas clases de residuos sólidos.

La actividad industrial es muy importante en la ciudad de Puebla, lo que se revela en la presencia de 19 parques industriales establecidos y 2 en construcción (SIMPPI, 2018) y a su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) del Estado (SMRN, 2007). Sin embargo, la contaminación de los cuerpos de agua por la industria también es muy fuerte en la medida en que sus aguas residuales no son tratadas antes de ser vertidas a las barrancas.

A fin de regular la contaminación de los cuerpos de agua se cuenta con una amplia gama de leyes y normas que buscan regular diversos aspectos de esta problemática, sin embargo, diversos estudios en la materia han revelado que la contaminación sigue en ascenso (Díaz, 2014; García, 2014).

El sistema de barrancas, a pesar de encontrarse fuertemente presionado por la demanda de tierra para edificación de viviendas y por ser, en muchos de los casos, depositario de contaminantes sólidos e hídricos; aún proporciona múltiples servicios ecosistémicos, como el ser un elemento crucial en el sostenimiento de la biodiversidad en los núcleos urbanos, al fungir como corredor ecológico y último refugio para especies vegetales y animales que ya no se encuentran en otros sitios urbanos (SMA, 2012).

Este proceso, que se menciona de manera específica para la ciudad de Puebla, seguramente se está replicando en muchos sitios del Valle de Puebla, debido al crecimiento poblacional, a los cambios en los estilos de vida y a los procesos de industrialización entre otros factores, y que están derivando en el deterioro de los ecosistemas, en el agotamiento de recursos, en la contaminación de los cuerpos de agua y de manera particular, en la ocupación, contaminación y deterioro de las barrancas que se encuentran en dichos sitios.

II. MARCO DE REFERENCIA

**Es un elemento que produce aire con sus árboles y ayuda al agua de lluvia a fluir.
Habitante de la barranca El Conde**

2.1.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Con la publicación de la obra de Rachel Carson: “La primavera silenciosa” (Carson, 2016) en el año de 1962; se considera se da inicio a lo que se ha denominado la preocupación ambiental moderna y con ello a un movimiento ambiental que ha permeado a los diferentes estratos sociales y a los diferentes niveles de gobierno en toda la extensión de nuestro planeta. Cabe aquí señalar que más de una década atrás, en 1949, el connotado científico mexicano; Enrique Beltrán en su obra “La protección de la naturaleza” ya señalaba que “...el hombre, el constructor por excelencia, es también el terrible destructor de la Naturaleza”, ya que “hemos destruido recursos naturales que debieron ser inagotables y, lo que es más triste aun, los estamos destruyendo todavía” (Beltrán, 1949).

De entonces a la fecha, se han documentado múltiples problemas ambientales que prácticamente no dejan región del planeta sin impactar, y con el incremento en la demanda de recursos y energía por la humanidad, se han provocado grandes transformaciones en los ecosistemas y en los ciclos físicos y biogeoquímicos a escalas local y global cuyas consecuencias están aún por determinarse.

Dentro de este panorama, las ciudades y su estudio son elementos que han cobrado una creciente relevancia en los últimos tiempos en la medida que los centros urbanos se afirman como centros de poder económico y político, como puntos de atracción de numerosas migraciones y concentración de grandes poblaciones, como grandes consumidores de ingentes volúmenes de materia y energía, y como generadores de materia y energía degradada. El fenómeno de urbanización se torna en un punto nodal en el tema “ciudad” y aunque es un proceso que se inició con la sedentarización del hombre y durante milenios caminó lentamente, actualmente marcha a una velocidad sorprendente. De acuerdo a las proyecciones a futuro, este proceso se seguirá acelerando, por lo que para el año 2050 se considera que del 64 % al 69 % de la población total mundial se concentrará en centros urbanos, momento en el que la extensión de la capa urbana se duplicará o hasta triplicará, dependiendo de las dinámicas poblacionales y económicas (ONU, 2011).

2.1.1.-LA PERTINENCIA DE CONOCER EL FENÓMENO DE URBANIZACIÓN

La persistencia de la emigración de las zonas rurales a las ciudades permite prever que estas concentrarán en mayor medida, el crecimiento poblacional en los próximos años (Iracheta, 2005). Aunado a ello se da un desplazamiento de la condición “pobreza” del campo a la ciudad, proceso cuyos elementos que lo caracterizan han sido muy poco documentados,

y por ende, muy poco entendidos. Esto como resultado de que los sistemas de medición del crecimiento urbano se evidencian inadecuados e incompletos (López, 2005)

Se puede asumir, con base a estas proyecciones, que la urbanización en gran parte descontrolada y descapitalizada que ha caracterizado a México por más de seis décadas, continuará con consecuencias y riesgos de baja gobernabilidad e insustentabilidad difícilmente manejables.

Ante este panorama a nivel mundial, frente a la necesidad de mejorar el conocimiento sobre lo urbano, se creó en 1998 el “Programa de Indicadores de Vivienda” por la ONU-Hábitat y el Banco Mundial, el cual buscaba diseñar herramientas metodológicas para monitorear la implementación del marco regulatorio y legislativo que facilitara el desarrollo del sector vivienda. Más tarde, en 2003, los indicadores de vivienda se abrieron a una agenda más amplia que pretendía cubrir otros aspectos del desarrollo urbano mucho más en la tónica con el tema central de la “Conferencia Hábitat II” en Estambul: “Desarrollo sostenible en un mundo que se urbaniza”. Por esto es que un año después se dieron a conocer un conjunto de indicadores urbanos que cubrían ahora áreas como: infraestructura urbana, transporte, medio ambiente y otros, por lo cual ahora ya no solo se hablaba de indicadores de vivienda sino de Indicadores de Desarrollo Urbano (López, 2005)

En este contexto, el conocer el fenómeno urbano debería considerarse una acción estratégica en México. Sin embargo, se carece de un sistema que integre ordenadamente la información que existe y la que se produce cotidianamente sobre los procesos urbanos. A nivel estatal y municipal se presenta la misma situación. Producto de todo esto es que, a pesar de la necesidad de gestionar grandes proyectos urbanos en el país, las autoridades locales, estatales y federales tienen que ejecutar obras sobre bases endeble de información.

2.1.2.-EL INDICADOR COMO UN INSTRUMENTO ESTADÍSTICO PARA LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LO URBANO

La generación de información sobre la dinámica de los procesos urbanos, en sus múltiples aspectos y relaciones, para la toma de decisiones, descansa en un instrumento que es el indicador; entendido este como una medida estadística que ofrece conocimiento sobre un aspecto relevante, prioritario o estratégico de la realidad natural y social (Iracheta, 2005).

El *Global Urban Observatory* del Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, plantea que el indicador es “una medición que permite resumir toda la información respecto de un tema en particular y

que, a su vez, permite detectar problemas particulares sobre dicho tema y provee una respuesta razonable a necesidades y preguntas específicas requeridas por los tomadores de decisiones. Los indicadores muestran tendencias y proveen información cuantitativa y cualitativa, aunque pueden ser más que elementos proveedores de información si su diseño

obedece a objetivos de política bien definidos. Los indicadores orientados a políticas ayudan a priorizar y definir las metas” (INEGI e INECOL, 2000).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), particulariza que un indicador ambiental se entiende como “un parámetro o valor, que provee información sobre el estado de un fenómeno dado con un significado que trasciende el valor específico del parámetro. Este indicador es un dato altamente agregado, diseñado para un propósito específico y con un significado sintético, que conlleva dos factores básicos: a) Reducir el número de mediciones y parámetros para reflejar una situación dada y b) simplificar el proceso de comunicación con el usuario” (INEGI e INECOL, 2000).

El uso de indicadores de sostenibilidad se inicia en 1992 con la Cumbre de la Tierra (Agenda 21 de Río-Capítulo 40), en la Comisión para el Desarrollo Sostenible (CDS) de la ONU y el Programa de Trabajo sobre Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS, 1995-2000). En una primera etapa, no estableció un apartado especial sobre indicadores urbanos o de sostenibilidad urbana. Los esfuerzos en este sentido tienen poco más de una década y desde la agencia Hábitat se han realizado acciones para explicar con esta herramienta las tendencias en el desempeño de las ciudades (Villasos-Keever, 2005). Del 92 a la fecha se han adaptado y generado diversos modelos para la elaboración de indicadores siendo uno de los más conocidos y utilizados el modelo PER (Presión-Estado-Respuesta). El modelo PER fue creado por *Statistics* Canadá en el año de 1979 y después retomado y adaptado por la ONU para la elaboración de sus manuales sobre estadísticas ambientales. Paralelamente, este esquema fue adoptado y modificado por la OCDE en 1991, para generar en 1993 su grupo medular de indicadores ambientales (INEGI e INECOL, 2000).

Así, el modelo PER se ha convertido en “una herramienta analítica que trata de categorizar o clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales, a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguiente: La actividad humana ejerce presión (P) sobre el ambiente modificando con ello la cantidad y calidad, es decir el estado (E) de los recursos naturales, la sociedad responde (R) a toda transformación con políticas generales y sectoriales, tanto ambientales como socioeconómicas, las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas” (INEGI e INECOL, 2000).

En diferentes partes del mundo se han dado esfuerzos importantes en la generación de indicadores urbanos, como la iniciativa ya señalada de los Observatorios Urbanos Globales (GUO) de la agenda Hábitat y la iniciativa sobre las Ciudades Europeas Sostenibles de la Unión Europea. Para el caso de Latinoamérica, hasta 1990 los estudios urbanos se centraban en investigaciones en donde la información generada servía de base para la gestión urbana siendo esta, responsabilidad fundamental de los gobiernos. Sería hasta la década del 2000 cuando este enfoque cambiaría incorporándose conceptos como la sustentabilidad y la participación social (Villasos-Keever, 2005).

El indicador es así, la herramienta estadística confiable para la generación de información y conocimiento, y para la toma de decisiones. La creación de un sistema de indicadores para estudios urbanos en Puebla, y en particular para el diagnóstico y evaluación del estado ecosistémico de las barrancas, posibilitaría el manejo de información estructurada, congruente entre sí y sistematizada permitiendo conocer el estado actual del objeto de estudio en sus diversos aspectos específicos. Indicadores que superen el paradigma positivista y se finquen en el enfoque epistemológico constructivista; consideren crucial la participación social, la credibilidad y la utilidad del trabajo; así como además de la estadística, el uso de los métodos cualitativos que permitan profundizar en las explicaciones. Esto es, indicadores sustentados en función del problema, objetivos, recursos y programa, buscando a la vez la promoción del aprendizaje social (Rodríguez, 2015).

2.1.3.-MODELO DE URBANIZACIÓN DE LA POBREZA

El llamado “Modelo de Urbanización de la Pobreza”, caracteriza el proceso de urbanización sobre todo en países pobres: a) Déficit de servicios de base, b) habitación informal, c) vulnerabilidad económica a desastres naturales y problemas medio ambientales y d) desigualdad creciente al interior de las ciudades (López, 2005).

De esto es que se esperan transformaciones urbanas para los próximos años con efectos sociales, económicos, de salud y en derechos humanos definitivamente adversos sobre todo para los sectores más pobres. Dentro de estas transformaciones se pueden prever: a) Desarrollo de nuevas regiones urbanas, b) transformación de ciudades secundarias, c) incremento de la pobreza urbana y d) proliferación de asentamientos informales (López, 2005).

Sin embargo, no se puede soslayar que los flujos migratorios del campo hacia las ciudades, dentro de todas las reconfiguraciones que generan en el ámbito de lo urbano, se encuentran aquellas de carácter cultural al volver los espacios que ocupan, espacios multiculturales y pluriétnicos.

En tal escenario, la variable de la pobreza, sobre todo en los cinturones de miseria como los asentamientos a orillas y dentro de barrancas, representa un enorme reto para cualquier tipo de reconfiguración de lo urbano hacia uno de tinte más humano, ambientalmente armónico y culturalmente diverso.

2.1.4.-EL CONCEPTO DE ECOLOGÍA EN LAS CIENCIAS AMBIENTALES Y EL ENFOQUE ECOSISTÉMICO

El término ecología fue introducido por el naturalista Ernst Haeckel en el año de 1866 para agrupar bajo su acepción a todos aquellos estudios que se enfocaban a investigar las relaciones entre los organismos y su medio, y que en conjunto con otras disciplinas recibían

el nombre genérico de *Historia Natural*. Una aproximación al entendimiento de que es de lo que se ocupa la ecología en su acepción clásica, puede lograrse a través de las preguntas, entre otras, que de acuerdo a Jensen y Salisbury (1988) trata de responder la ecología: “¿Por qué un organismo se desarrolla en un sitio determinado? ¿Por qué algunas plantas parecen crecer casi en cualquier parte, mientras que otras solo se encuentran sobre la línea de árboles, cerca de la zona donde la nieve comienza a derretirse en las montañas elevadas? ¿Por qué la mayor parte de las plantas solo crecen naturalmente en lugares donde las condiciones ambientales satisfacen los restringidos requerimientos de las plantas para su crecimiento ideal?”.

Bajo esta acepción, la ecología como disciplina científica y como concepto, ha sido por tanto del conocimiento de un grupo limitado de personas, esto es solo de aquellos que se ocupan del trabajo o que están interesados en los temas ecológicos.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, con la preocupación por el medio ambiente y el surgimiento del movimiento ambientalista, el término ecología dejó de referirse solamente a una disciplina de la biología, para resemantizarse y adquirir varios significados relacionados con dicho movimiento. Esto es, el término se popularizó, como a la hora de hablar de la ecología como sinónimo de medio ambiente y de la ecología como una actitud frente a los problemas ambientales, entre otros significados más.

La crisis ambiental a la vez que ha sacudido las conciencias, también ha revelado que hay una crisis civilizatoria en la base misma de su generación; “de una falla en los modos de comprensión del mundo y de construcción del conocimiento que constituyeron e instituyeron la racionalidad de la modernidad...” (Leff, 2014). Con este tren de cambios en el ámbito académico, el concepto ecología también experimentó transformaciones acordes con las exigencias que le imponía la labor de construcción del conocimiento y la necesidad de una nueva epistemología.

Con la génesis de las ciencias ambientales para atender precisamente el reto de la crisis ambiental, las exigencias del fenómeno apelan al sujeto, colocan al ser humano en el centro de la discusión. La crisis no es una crisis de los ecosistemas y las soluciones no pueden únicamente inscribirse en el ámbito tecnológico. El estudio del fenómeno y la solución al mismo, si es que la hay, parte del reconocimiento de que la crisis es una relación disfuncional de nuestra sociedad globalizada con la naturaleza (RCFA, 2007).

A su vez, el reconocimiento de las dimensiones de la actividad humana -prácticamente no hay sitio del globo terráqueo donde no se encuentren rastros de su presencia- obliga a una reconceptualización del término ecología, llevándolo de su acepción clásica a una donde incorpora al hombre como un elemento ineludible de la dinámica de los ecosistemas, entendiéndose entonces como aquella disciplina que estudia a los seres vivos en su relación con el medio ambiente, en donde este es el resultado de las interacciones de la naturaleza con el accionar humano (RCFA, 2007).

En la medida de que ninguna región del planeta está libre de preocupaciones ambientales, la mayoría de las regiones tiende a enfocarse en problemas ambientales específicos de carácter local, que les afectan directamente (Enger y Smith, 2010). Un enfoque valioso al abordar estos retos, lo constituye el enfoque ecosistémico, el cual propone que el mundo natural está organizado en unidades interrelacionadas llamados ecosistemas. Un ecosistema es una región en la que los organismos y el ambiente físico forman una unidad entrelazada. “Tangley en 1935 declaró que un ecosistema es una unidad de vegetación....” (Enger y Smith, 2010), y que con los “componentes físicos y químicos de su ambiente inmediato o hábitat, forman una entidad autónoma reconocible” (Enger y Smith, 2010). Tal concepción también ha evolucionado y debido a las exigencias de nuestros tiempos, el trabajo de investigación ahora debe caminar hacia no solo reconocer y entender las interacciones naturales que tienen lugar en los ecosistemas, sino también integrarlas con los usos e impactos que el ser humano genera sobre el mundo natural.

2.1.5.-LAS BARRANCAS Y EL BOSQUE DE ENCINO

La barranca es, de acuerdo al diccionario geomorfológico (Instituto de Geografía-UNAM, 1989): “una forma lineal negativa del relieve, estrecha, con laderas abruptas...En longitud llega a alcanzar algunos kilómetros, y en anchura y profundidad, algunas decenas de metros..., se forma generalmente en rocas incoherentes o fácilmente erosionables, como los loess, depósitos piroclásticos y conglomerados, por escurrimiento de temporada de las aguas pluviales y nivales”.

En la *Toronto Ravine Strategy* se describe a las barrancas como ese terreno de forma discernible que presenta un cambio de elevación de dos metros, como mínimo, entre el punto más alto y el más bajo; que puede presentar cubierta vegetal y que tiene o ha tenido en algún momento del año, corrientes de agua lénticos y/o lóticos. Son también áreas de amortiguamiento, de barreras de árboles y de importancia ambiental por sus funciones ecológicas (Toronto City, 2018).

Las barrancas son así, esas depresiones geográficas creadas por erosión hídrica y que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio a la vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de los ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, de zonas de recarga de acuíferos, de regulación de inundaciones por azolves extraordinarios y de regulación del clima. Son entonces las barrancas, elementos geomorfológicos muy importantes de los ciclos hidrológico y biogeoquímico (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2000; Toronto City, 2018). Al ser las mismas, parte de un sistema hídrico amplio (cuenca hidrográfica), ello implica que cada barranca puede ser afluente o tributaria de un sistema que integra una cuenca hidrográfica mayor. Lo anterior indica que las barrancas están interrelacionadas por lo que cualquier afectación a una zona determinada repercute sobre todo el sistema (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2000).

La vegetación de las barrancas del Valle de Puebla y del Valle de México, corresponde a la variedad de bosque mesófilo, denominada por González (1974) como “bosque templado enterifolio”, y que se caracteriza por presentar formas de vida mexicano-laurásicas y que Axelrod (1966) considera como una reliquia del terciario temprano eoceno para América del Norte. Rzedowski lo considera un bosque de encinos con elementos de bosque mesófilo (Rzedowski, 1988).

Los encinos (*Quercus*), constituyen el género de mayor distribución en el mundo de la familia *Fagaceae*. Se reconocen dos centros de diversidad para el género, presentándose uno de ellos en México, donde forma parte importante de los bosques templados (Valencia, 2004).

En el Valle de Puebla, al igual que en el Valle de México, los bosques de encino son pues, las comunidades vegetales más diversas; los encinares proveen soporte a muchas otras especies vegetales, generan gran cantidad de hojarasca productora de suelo y sus bellotas alimentan a aves y mamíferos. En los troncos de sus árboles se aprecian helechos, musgos, líquenes y epífitas. Los listados florísticos de las barrancas dan cuenta de la gran riqueza vegetal típica de los encinares húmedos de esta zona.

2.1.6.-LAS BARRANCAS URBANAS

El Programa General de Desarrollo Urbano de la CDMX plantea que “las barrancas sin perturbación antropogénica constituyen elementos que aportan ingentes servicios ecosistémicos a la ciudad por sus características biofísicas y escénicas: a) Son sitios naturales de escurrimientos pluviales, por lo que representan zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico, b) son conductoras de los escurrimientos superficiales de agua de lluvia, función importantísima para la viabilidad de la ciudad, lo cual se resalta cuando las mismas son entubadas o rellenadas generándose inundaciones y c) funcionan como reductos ambientales y de diversidad biológica de gran importancia ecológica, al ser reservorios de la vida silvestre nativa, tanto de flora como de asociaciones importantes de diversos animales” (Gobierno de la CDMX, 2013).

Por su condición de espacios arbolados, los servicios ecosistémicos que las barrancas proporcionan a la ciudad y que están siendo comprometidos al deteriorarse las mismas se relacionan con el clima, la contaminación, la protección a otros recursos, la recreación y la salud mental, y la arquitectura del paisaje (Rivas, 2001).

En cuanto al clima, la vegetación mejora la temperatura del aire debido a que modifica la cantidad de radiación solar, mediante la absorción y refracción de sus hojas (Granados y Mendoza, 1992). Respecto al abatimiento de la contaminación, los árboles contribuyen a disminuir prácticamente todos los tipos de contaminación urbana, disipando la polución del aire, amortiguando los ruidos desagradables, enmascarando los malos olores y ocultando las vistas indeseables. La vegetación puede también ocultar ruidos generando sus propios

ruidos, como el de las hojas movidas por el viento o mediante el canto de los pájaros que habitan en los árboles (Rivas, 2001).

En relación a la protección de otros recursos, los árboles detienen el suelo con sus raíces, ejerciendo presión contra este y a través de la red radical que se forma de brotes secundarios y los entrecruzamientos de dos o más sistemas radicales de plantas que crecen juntas. Las copas frondosas frenan la fuerza cinética del agua de lluvia, provocando un escurrimiento lento sobre las ramas y tallos; el amortiguamiento del impacto de la lluvia protege en cierta medida al suelo de la erosión, a la vez que favorece la infiltración del agua donde las características físicas de la superficie lo permiten, convirtiéndose los bosques en “esponjas” que atrapan el agua de la lluvia, liberándola lentamente en forma de escurrimientos superficiales (arroyos y ríos) o subterráneos (manantiales) (Rodríguez, 2003).

Tocante a la biodiversidad, los árboles son especialmente fuente de alimento y abrigo para la fauna silvestre (Rivas, 2001). Acerca de la recreación y la salud mental, el arbolado impacta profundamente en el estado de ánimo y las emociones de los seres humanos. Crean sensaciones de relajamiento y bienestar y proveen de un sentido de privacidad, recogimiento y seguridad (Martínez y Chacalo, 1994).

En cuanto a la arquitectura del paisaje, la vegetación define y articula espacios, se constituye en pantallas y cortinas para áreas poco agradables a la vista, aunque indispensables para el funcionamiento de los habitantes y realza el paisaje al enmarcar a los mismos (Granados y Mendoza, 1992) (Rivas, 2001).

2.1.7.-LAS EVALUACIONES RÁPIDAS DE LOS ECOSISTEMAS; UN ENFOQUE PERTINENTE EN TIEMPOS DE CRISIS AMBIENTAL

La pérdida de la biodiversidad es uno de los grandes problemas ambientales de nuestros tiempos. Este fenómeno está estrechamente ligado a la destrucción acelerada del hábitat y al cambio en el uso del suelo, a la introducción de especies exóticas, a la sobreexplotación de especies comerciales, a la expansión urbana y a la inadecuada imposición de estatutos ambientales. La presión antrópica sobre los ecosistemas exige a los estudiosos de los mismos, acciones que permitan estar a la par de la velocidad con que dicha presión es ejercida y poderse plantear acciones pertinentes de conservación.

Sin embargo, antes de que un gobierno, comunidad o grupo ambientalista pueda actuar, debe primero contar con información que le indique cuales son los recursos que en el sitio se localizan y sobre los cuales accionar. “De manera ideal, tales evaluaciones deben ser exhaustivas y detalladas. Sin embargo, dada la urgencia de la situación y los limitados recursos financieros disponibles, algo que fuera menos ideal-pero científicamente viable- se necesita con desesperación” (Sayre *et al.*, 2002).

Las evaluaciones rápidas son herramientas de reciente desarrollo e implementación por lo que su construcción aún está en proceso, existiendo al momento relativamente pocas de ellas y su conocimiento por los profesionales en la materia es aún muy limitado. Lovejoy (2002) refiere como una de las primeras experiencias de una evaluación rápida, los trabajos realizados en las selvas tropicales de Mbaracayu Uruguay, en 1988.

Algunas de las metodologías con este enfoque son: Las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER), el Programa de Evaluación Rápida (RAP), el enfoque BioRap, el Minimalismo Taxonómico, el Inventario de Biodiversidad de Todos los Taxa (*All Taxa Biodiversity Inventory* - ATBY) (Sayre *et al.*, 2002).

La ambición de las evaluaciones rápidas es posicionarse como un enfoque sólido dentro del abanico de enfoques que abordan la evaluación de los ecosistemas, buscando siempre que las evaluaciones con estas metodologías se realicen con un nivel de detalle alentador y una base científica sólida de tal manera que, al concluirse el trabajo, los interesados puedan contar con un producto de alta calidad y que puedan usar para hacer recomendaciones y tomar decisiones con toda confianza (Lovejoy, 2002).

2.1.8.-LAS BARRANCAS Y EL CONCEPTO DE ÁREA DE ALTO VALOR AMBIENTAL O DE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente [LGEEPA] (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 1988), con el propósito de contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, mantiene regulación ambiental en materia de asentamientos humanos y a través de los ordenamientos ambientales, regulan los usos de suelo del ámbito federal en materia de Áreas Naturales Protegidas y de ordenamiento ecológico, mandando evitar que se afecten las Áreas de Alto Valor Ambiental.

Sin embargo, la LGEEPA no cuenta con una definición de Área de Alto Valor Ambiental o de Conservación Ecológica, aunque la vincula a los centros de población. En ese sentido, la legislación de la ciudad de México y las de algunos estados como Colima y San Luis Potosí entre otros, van a la vanguardia ya que en la regulación del uso de suelo observan las Áreas de Alto Valor Ambiental. Esta herramienta de planeación territorial tiene la finalidad de conservar y proteger ciertas zonas que aportan diversos servicios ecosistémicos en el contexto urbano.

De acuerdo con la normatividad ambiental de la Ciudad de México, las Áreas de Alto Valor Ambiental son consideradas como las áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas, en función de que mantienen ciertas características biofísicas y escénicas las cuales les permiten contribuir a la calidad ambiental de la zona urbana (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2015).

La categoría de Área de Alto Valor Ambiental se establece mediante decreto del titular de gobierno y se le aplica las mismas disposiciones establecidas para las Áreas Naturales Protegidas; se sujetan a un programa de manejo (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 1988).

2.1.9.-PROGRAMA DE MANEJO: ¿QUÉ ES Y PARA QUÉ?

La problemática ambiental exige, como sociedad preocupada y ocupada del tema, no solo un acercamiento al conocimiento del fenómeno, sino que quizá, como ningún otro objeto de estudio de disciplina científica alguna, que dicho conocimiento signifique acciones oportunas en su solución, esto es, que la acción se convierta en el fin último del trabajo de investigación. Tal premisa está en la base misma del surgimiento de las ciencias ambientales; en palabras de Enrique Leff (2007): “El reto de la crisis ambiental para el conocimiento fue planteado desde los inicios del movimiento ambientalista...”. De ahí que, por la naturaleza misma del objeto de estudio de las ciencias ambientales, conocimiento sin acción sería un sin sentido a la génesis de esta área de conocimiento, que quizá, como ninguna otra disciplina científica, ha surgido de la mano de una necesidad clara y apremiante; abordar y resolver la crisis ambiental.

Inscrito en este contexto, es que dentro de las acciones que reclama la problemática ambiental, la formulación de programas de manejo para el sistema en estudio se convierte muchas veces en el primer paso práctico a ejecutar. Esto en el entendido también, de que la posibilidad de reconocer a las barrancas como Áreas de Alto Valor Ambiental significa el que las mismas cuenten con un programa de manejo, instrumento ineludible como herramienta de planeación y normatividad a que se sujete la administración y manejo de las mismas.

Un programa de manejo, como instrumento vertebral de planeación de las barrancas, debe responder a las necesidades ambientales, económicas, sociales y culturales del área, y establecer una regulación adecuada, mediante líneas de acción, estrategias, acciones y lineamientos básicos a diferentes plazos, para el funcionamiento, manejo y administración del Área de Alto Valor Ambiental. Todo mediante criterios de protección, preservación, restauración, forestación, reforestación y aprovechamiento sustentable y controlado de los recursos naturales, que permitan la preservación de los ecosistemas, hábitats y servicios ecosistémicos que ofrece, a través de involucrar e integrar a los diferentes actores que en el Área de Alto Valor Ambiental confluyen (Gobierno de la CDMX, 2012).

Un instrumento como un programa de manejo que se ocupe en su oportunidad de las barrancas objeto de estudio, debe contener, entre otros requisitos, el diagnóstico del lugar. Dicho diagnóstico debe contener las características físicas, biológicas, rurales, culturales, sociales, recreativas y económicas del área; la regulación del uso de suelo y, en su caso, del manejo de recursos naturales y de la realización de actividades en el área. Derivado del análisis y diagnóstico técnico, se desprenden las acciones a ejecutar en el corto, mediano y

largo plazo para la restauración, rehabilitación y preservación del área (Gobierno de la CDMX, 2012).

2.1.10.- LA PSICOLOGÍA POSITIVA Y LA EVALUACIÓN DEL BIENESTAR SUBJETIVO.

Muchas de las barrancas de la ciudad están siendo ocupadas por personas que en ellas sitúan sus viviendas. De acuerdo a estudios socioeconómicos practicados en colonias de estas características, las mismas se encuentran clasificadas como zonas de atención prioritaria por sus condiciones de pobreza (SEDESOL, 2015). Por lo tanto, podríamos concluir de forma precipitada que estamos ante los más miserables de nuestro conglomerado social si ligamos condiciones materiales a satisfacción de vida y felicidad. Sin embargo, se empieza a reconocer que tal relación directa no es cierta.

Aunque se reconoce la dificultad a la hora de entender y conceptualizar lo que es felicidad, en lo que si empieza a haber acuerdo es en que el sentido último y más importante para el ser humano es el estar bien, el sentirse satisfecho con su vida, el ser feliz. Y esa sensación es íntima y profundamente personal. Es una experiencia del sujeto y termina con él. Es una valoración subjetiva que el sujeto hace de sí mismo y de su vida, y que por lo tanto nadie puede calificarla desde el exterior pues la experiencia es un hecho único, personal e intransferible.

¿Qué hace feliz a una persona? Esto depende de la persona en sí. Lo que hace bien a un sujeto posiblemente no le haga bien a otro. Esto marca un problema a la hora de intentar establecer constantes y relaciones causa-efecto que permita su estudio (INEGI, 2015a). Sin embargo, sin dejar de reconocer la importancia que los llamados elementos objetivos o satisfactores materiales tienen para las personas y su evaluación, se ha empezado a trabajar en la evaluación del bienestar subjetivo. En concordancia con Rojas (2009), el progreso debe entenderse como el logro de un mayor nivel de satisfacción de las personas, y que el bienestar subjetivo constituye un importante enfoque para entender y medir aquel que es relevante para los seres humanos.

Al respecto la llamada psicología positiva, ha empezado a adquirir protagonismo en los últimos años, en tanto que plantea que esta disciplina se enfoca al estudio de las fortalezas y virtudes humanas, de las experiencias positivas, los rasgos individuales positivos, las instituciones que facilitan su desarrollo y los programas que ayudan a mejorar la calidad de vida de los individuos, mientras previene o reduce la incidencia de la psicopatología. Incluye también virtudes cívicas e institucionales que guían a los individuos a tomar responsabilidades sobre su comunidad y promueve características para ser un mejor ciudadano (Seligman y Csikszentmihalyi, 2000; Seligman, 2003).

La psicología positiva establece algunos conceptos que a la vista de los sujetos de estudio se revelan interesantes. Seligman (2003) plantea que el sentimiento de felicidad o bienestar duradero es bastante estable en las personas, y que está compuesto por un puntaje

fijo, probablemente hereditario, que es relativamente independiente del ambiente en que se vive. Se puede modificar por circunstancias específicas, pero luego de unos meses vuelve a su nivel de línea de base. Asimismo, resalta la importancia de la interpretación subjetiva de factores objetivos en el mantenimiento y creación de la felicidad (Lyubomirshy, 2001). De acuerdo a Meyers y Nastasy (1999), hay que decantarse por más socialización satisfactoria.

Por todo esto se puede decir que el bienestar es rico y complejo, de tal manera que no se puede circunscribir al marco de una sola disciplina, ni se puede entender basándose en concepciones de bienes particulares. Esta más allá de ser un votante, un consumidor, un poseedor etc. Y “...su medición requiere de un enfoque de *abajo hacia arriba*, que parta de las personas y no de las concepciones parcializadas e incompletas que las disciplinas tienen de los seres humanos. De igual manera su comprensión requiere de un esfuerzo interdisciplinario. (Rojas, 2011)

Así, es fundamental superar los enfoques de imputación y presunción a la hora de definir en qué consiste el bienestar y, con base en ello, evaluar el de los seres humanos (Veenhoven, 1984; Rojas, 2011).

En un planeta con recursos limitados, donde sostener *ad infinitum* el crecimiento económico y la producción de satisfactores es imposible, son necesarios modelos que incorporen la actuación de variables endógenas, en tanto valoren “el juicio de los sujetos acerca de su propio nivel de satisfacción y felicidad, y no el que realizan los expertos” (Rojas, 2011)

La apreciación del sujeto respecto a su vida, de que tan satisfecho está o que tan feliz es, en respuesta a la pregunta directa acerca de su bienestar, es válida en tanto es una evaluación integral del sujeto, al considerar en su declaración múltiples aspectos de su vivencia, como los hedónicos, cognitivos, afectivos y místicos (Cummins, 1997; Ferrer-I-Carbonell, 2002; Rojas y Veenhoven, 2011).

De esto es que, para entender mejor el bienestar general del individuo, también se consideren, en la evaluación, distintos aspectos, esferas o dominios de su vida, como el trabajo, la familia, la comunidad, la salud y la economía, entre otros (Cummins, 1997). Este enfoque de dominios de vida considera que el bienestar es el resultado, aunque no aditivo ni lineal, de todos ellos (Möller y Saris, 2001; Salvatore y Muñoz, 2001; van Praag *et al.*, 2003; Rojas, 2006), y aunque los dominios pueden ser múltiples, en diversos trabajos se ha logrado reducirlos a un número manejable que, con diferencias entre autores, consideran: nivel de vida (situación material), salud, logros o productividad, relaciones íntimas, seguridad, comunidad y situación emocional.

Por todo esto, es que el bienestar subjetivo se ha revelado como un marco teórico-metodológico innovador en la evaluación del bienestar humano, y la consideración de la satisfacción de vida incluso, como un indicador de desarrollo, ya que “un mayor nivel de

bienestar puede ser considerado como un mejor desempeño de las sociedades y en consecuencia de progreso” (Rojas, 2009).

2.1.11.-ACERCARSE A LAS BARRANCAS CON UN ENFOQUE SISTÉMICO

En cuanto a las barrancas como ecosistemas, una perspectiva interesante e innovadora la presenta el Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MAB) de la UNESCO. Este programa considera a las ciudades como sistemas ecológicos complejos con funciones y estructuras definidas, planteamiento que ha llevado a grupos de investigación a buscar marcos conceptuales que puedan explicar el origen y función de la diversidad biológica, con el propósito de elaborar proyectos factibles de manejo y conservación en los sistemas urbanos. Estos estudios han permitido observar que, como señala López-Moreno y Díaz-Betancourt (1998) citando a su vez a Holfftery: “la biodiversidad es una respuesta del proceso evolutivo, que se manifiesta en la presencia de diferentes estrategias o modos de ser para la vida”. Esto en concordancia con el hecho de que los sistemas urbanos están compuestos por el hombre y especies animales y vegetales, silvestres e introducidas, que se han adaptado a convivir en los hábitats de dichos sistemas. Dentro de los sistemas urbanos, las barrancas son un componente importantísimo en la medida de que son territorios de conservación que penetran en el entorno urbano, proporcionando a éste los servicios ecosistémicos propios del bosque que rodea a la ciudad, ya que sus características biológicas, en la mayoría de los casos, son continuidad del suelo de conservación. De este modo, funcionan como corredores naturales de biodiversidad, llevando especies vegetales y animales al territorio urbanizado (SMA, 2012).

Así, los estudios desarrollados sobre la diversidad biológica en sistemas urbanos, consideran en su acercamiento una primera categoría o paso a las recopilaciones descriptivas relativas al número de especies de diferentes grupos, en áreas de estudio (López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1998). En México, como se reporta por diversos autores, estudios con este enfoque y características es una concepción relativamente reciente.

De esta manera, el reto que presentan las ciudades a fin de lograr que su dinámica no rebasa a las sociedades que las generan, se torna descomunal. Y este reto demanda aproximaciones interdisciplinarias que permitan dar cuenta de la complejidad del estado de la situación actual y sus posibles desenlaces futuros, las alternativas factibles y sus implicaciones. Así mismo, debe considerarse que el problema urbano solo puede ser entendido ampliando la visión que del mismo se tiene y lograr una aproximación integral de su problemática, es decir, conociendo la relación sistémica de los procesos sociales y naturales que en el mismo se desarrollan.

Todo lo señalado revela una realidad compleja que rebasa el dominio de una sola disciplina científica, por lo que solo se puede abordar a través de una ciencia integradora como las ciencias ambientales. Estas comprenden un campo emergente de investigación que

aborda las interacciones entre los sistemas naturales y sociales y como esas interacciones afectan el reto de la sustentabilidad. Y surgen como respuesta a la creciente preocupación de la comunidad científica en áreas sociales, económicas y culturales, así como de quienes toman las decisiones en políticas públicas y sociedad en general, por como el planeta podrá mantener el crecimiento poblacional y el acelerado y creciente uso de recursos que demandan los patrones económicos dominantes (Imaz, *et al.*, 2014).

Esto, sin embargo, exige por una parte que la problemática urbana sea abordada como un sistema complejo para poder comprenderla y superarla con alternativas viables, en la aspiración de vivir en ciudades ambientalmente menos devastadoras y socialmente más justas. Y por otra, la formulación de nuevas preguntas que guíen el afán de dilucidar una realidad compleja, y enriquezcan la oportunidad de construir un conocimiento integral que permita, desde la participación ciudadana, mejorar la calidad de vida en estos espacios y disminuir la desigualdad social (Imaz, *et al.*, 2014).

2.2.-NORMATIVIDAD

2.2.1.-INTERNACIONAL

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establece en sus “Objetivos de Desarrollo Sostenible”:

Objetivo 3.- Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.

Objetivo 6.- Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

Objetivo 11.- Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (ONU, 2015).

Por su parte, respecto a la necesidad de mantener la diversidad biológica como una premisa crucial en un mundo que cambia y se calienta, el Convenio sobre la Diversidad Biológica define como “conservación *in situ*”, la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas (ONU, 1992).

2.2.2.-NACIONAL

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, TÍTULO PRIMERO, CAPÍTULO PRIMERO “De los derechos humanos y sus Garantías”, Artículo 4º, se indica que “Toda persona tiene derecho a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizará el respeto a este derecho” (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 1917)

El artículo 27 Constitucional a su vez, reivindica como propiedad de la nación “las aguas..., de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en el que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura al mar” (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 1917).

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su TÍTULO PRIMERO “Disposiciones Generales”, CAPÍTULO PRIMERO “Normas Generales”, Artículo 1º señala que es su objetivo establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar”.

Además, en su CAPÍTULO IV “Instrumentos de la Política Ambiental”, SECCIÓN IV “Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos “, Artículo 23 IX, señala que “La política ecológica debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de vida de la población y, a la vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de la vida...”, y en la fracción V indica que “Se establecerán y manejarán en forma prioritaria las Áreas de Conservación Ecológica en torno a los asentamientos humanos” (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 1988).

La Ley General de Cambio Climático instituye que tanto las políticas de mitigación como las medidas de adaptación deben ser incluidas en los planes de desarrollo locales, como son los programas municipales de desarrollo urbano, así como diseñar estrategias para redistribuir población en zonas menos vulnerables, y controlar los asentamientos en zonas no aptas para la urbanización como las barrancas y riberas, mediante la creación de Áreas de Alto Valor Ambiental.

La política nacional de adaptación frente al cambio climático, plasmada en el TÍTULO CUARTO, CAPÍTULO II de dicha ley tiene, entre sus objetivos, identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación de los ecosistemas ante los efectos del cambio climático y prevé que en el ámbito de sus competencias, los municipios deberán determinar la vocación natural del suelo y ejecutar programas de ordenamiento ecológico del territorio y desarrollo urbano; asimismo instituye como acciones de adaptación el establecimiento de nuevas Áreas Naturales Protegidas, corredores biológicos y otras modalidades de conservación (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2012).

El Diagnóstico Nacional de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos realizado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), ubica como causa del problema de riesgo la ausencia de planeación adecuada en los asentamientos humanos y propone un conjunto de acciones para reducir la vulnerabilidad socio-ambiental de la población entre las cuales se mencionan:

-Reforestación y mantenimiento de la capa forestal para reducir la relación lluvia-escurrimiento y aumentar el tiempo de concentración del agua pluvial que evite inundaciones y proteja las laderas.

-Acciones de limpieza de barrancas y áreas públicas para evitar el azolve de cauces y reducir riesgos sanitarios fomentando la participación social en el cuidado del entorno (SEDESOL, 2013).

La Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030 (Gobierno de la República, 2018), plantea en su Objetivo de Desarrollo Sustentable (ODS) 6; “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos y todas”, plantea que a través del Programa Nacional de Reservas de Aguas se deberán “...asegurar los caudales y volúmenes mínimos para la protección ambiental y la conservación de los ecosistemas asociados a aguas superficiales.”, así como que deberá “...garantizarse la supervivencia de ecosistemas fundamentales para el ciclo del agua”. Por su parte, en el ODS 11; “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean incluyentes, seguros, resilientes y sostenibles”, plantea que se deberán “Proteger y restablecer los ecosistemas ubicados dentro de los asentamientos humanos...”.

La Ley de Aguas Nacionales en su artículo 4º establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes, quien las ejecuta directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Así mismo, dicha ley y su reglamento confieren atribuciones al mismo Ejecutivo Federal para regular las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores naturales, a través de instrumentos como la determinación de los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que estos puedan recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 1992). Por lo tanto, la autoridad en la materia regula estos procesos a través de un conjunto de normas que, para el caso particular mencionado arriba, aplica la NOM-001-SEMARNAT-1996, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el agua residual a descargar, siempre y cuando el agua se vaya a utilizar en labores de riego agrícola sin contacto humano directo (DOF, 1997).

Sin embargo, debido a la alta contaminación del río Atoyac, en el 2011 la SEMARNAT emitió una “Declaratoria de clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac-Hueyapan y sus afluentes” la cual debe observarse a la hora de otorgar permisos de descarga. Dicha declaratoria disminuye los límites máximos permisibles de contaminantes que debe contener el agua residual que se vierte al río y sus tributarios, como son las barrancas, en el afán de detener la contaminación del mismo y recuperar su calidad en un tiempo más rápido (DOF, 2013).

2.2.3.-LOCAL

La Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en su TÍTULO PRIMERO “Disposiciones Generales”, CAPÍTULO I “Normas Preliminares”, Artículo 1º; establece que dicha ley sienta las bases para “Proporcionar a toda persona el derecho a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar”.

Así mismo, establece en su TÍTULO TERCERO “Áreas Naturales Protegidas”, CAPÍTULO PRIMERO “Disposiciones Generales”, Artículo 61; que “La secretaría (estatal en materia ambiental) y los ayuntamientos podrán establecer áreas naturales protegidas en zonas de su jurisdicción en donde los ambientes naturales requieran ser preservados; restaurados o aprovechados de manera sustentable...”. En el artículo 62 del mismo capítulo y título plantea que “El establecimiento de áreas naturales en la Entidad y los Municipios que la integran tiene por objeto” entre otros, “Preservar los ambientes naturales de las diversas regiones..., Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres..., Promover el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elementos...”, y coadyuvar en la “...conservación y restauración de zonas forestales en donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico de cuencas de la entidad”.

En el CAPÍTULO SEGUNDO “Tipos y características de las Áreas Naturales Protegidas”, del mismo título, Artículo 63 define que las Áreas Naturales Protegidas pueden ser de jurisdicción estatal o municipal. Las primeras son Parques Estatales o Reservas Estatales y las segundas son las Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población (Cámara de Diputados del Estado de Puebla, 2000).

Por su parte el Código Reglamentario Municipal (COREMUN) del municipio de Puebla en su capítulo sobre Desarrollo Sustentable en Materia Ecológica y Protección al Ambiente Natural; Artículo 1721 fracciones I y X, establece que toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para el desarrollo, salud y bienestar y que el gobierno municipal en los términos de ese capítulo y otras leyes aplicables, tomará las medidas para preservar este derecho.

En su artículo 1713 fracción III plantea que es de “orden público e interés social el establecimiento de zonas de protección, conservación, regeneración, preservación y mejoramiento en...áreas naturales, zonas sujetas a preservación ecológica...”. En su artículo 1717 fracción V por su parte, indica que corresponde al Ayuntamiento “Establecer y regular las Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población en el Municipio” (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2017).

El Plan Municipal 2018-2021, establece en su séptima línea de acción del Programa 7; “Ciudad sustentable, compacta, ordenada e incluyente”; del Eje 2; “Ciudad sostenible ambientalmente por un planeta más resiliente”; la elaboración de un “Programa de monitoreo, inspección y recuperación de ríos y barrancas...” Así mismo, en su línea de acción 33 del

mismo programa y eje plantea que se deberá “Gestionar declaratorias de protección de las áreas naturales que aún quedan en el Municipio”. Finalmente, en la línea de acción 41 del mismo programa y eje propone que se debe “Incrementar el porcentaje de áreas verdes...”. (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2018).

2.3.-CONTEXTO HISTÓRICO

En el año de 1530, el presidente de la Segunda Real Audiencia de México comisionó a Fray Toribio de Benavente (Motolinía), para que partiera de su diócesis en Tlaxcala a buscar un sitio adecuado para la creación de una nueva ciudad. Con fecha 16 de abril de 1531 Motolinía, en compañía de un grupo de españoles y un contingente de miles de indígenas que servirían de obreros para la construcción de las primeras 34 casas que se erigirían para los fundadores hispanos de la ciudad, escogió un lugar llamado “Cuetlaxcoapan” (ICSH-BUAP, 1994; González, 2000).

Efraín Castro (como se citó en De la Luz, 2015) señala que el sitio elegido se encontraba deshabitado y era considerado como una región de frontera entre los Señoríos indígenas de Cholula, Tlaxcala, Cuautinchan y Tepeaca. En algunas fuentes históricas de los siglos XVI y XVII, al lugar que ocupó la ciudad se le designa Cuetlaxcoapa, que algunos autores traducen como Río de Culebras de Pellejo o Agua de Culebras de Pellejo. Se le designa también como Cuitlaxcolapa (junto al agua de las tripas), o Huitzilapan (Río de los Colibrís).

Aunque comunmente se considera que el sitio estaba deshabitado, el descubrimiento de restos humanos prehispánicos en distintos lugares de la ciudad, revelan la presencia de seres humanos antes de la fundación de Puebla (De la Luz, 2015).

El sitio elegido para la nueva ciudad; Cuetlaxcoapan -que de forma más común se traduce como el lugar “Donde las serpientes cambian de piel”- estaba delimitada por el cauce del río Almoloyan, hoy San Francisco y el cerro de San Cristóbal (hoy cerros de Loreto y Guadalupe). El 29 de septiembre del mismo año se formalizó la fundación, para que el 20 de marzo de 1532 la villa española recibiera el título de ciudad. Sin embargo, las lluvias torrenciales y el desigual crecimiento del río San Francisco y sus afluentes, pusieron en peligro la existencia de la nueva ciudad. Para evitar su abandono decidieron cambiar su ubicación y así, en el año de 1532, se estableció definitivamente la ciudad en la parte oeste del río San Francisco (ICSH-BUAP, 1994; González, 2000).

Mientras el trazo de la primera fundación fue irregular, el segundo se realizó a cordel, formando un dámero (tablero de juego de damas) de manzanas cuadrilongas, orientadas 24 grados NE-SO, sobre un terreno con topografía inclinada al río de Almoloya. Así, la organización y densificación formal de sus predios, fueron establecidos en un claro sentido de ideología renacentista conformada por manzanas de 100 x 200 varas y lotes de 50 x 50 varas con calles de 14 varas (vara= 0.835 m) (ICSH-BUAP, 1994).

La hoy, oficialmente desgnada, Heroica Puebla de Zaragoza, también es conocida como la Angelópolis o Puebla de los Angeles porque de acuerdo a la leyenda de su fundación, fueron los mismísimos angeles los que descendieron del cielo y señalaron al Obispo de Tlaxcala; Julián Garcés donde se tenía que construir la nueva ciudad y quienes además trazaron y delimitaron con cuerdas los que serían los límites del nuevo asentamiento (González, 2000). Sin embargo, lo cierto es que la creación de Puebla se debió a la necesidad de una ruta comercial más corta entre la Ciudad de México y Veracruz; y a que el sitio albergaría al creciente número de españoles marginados del sistema de encomiendas, convirtiéndose así en una ciudad alejada de los asentamientos indígenas y dedicada al descanso y comercio de los españoles (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008).

Más adelante, la necesidad de mano de obra indígena, motivó a que en 1546 el cabildo extendiera los privilegios de los vecinos españoles a los indios, eximiéndoles de pagar sus contribuciones y repartiéndoles solares a cambio de prestar sus servicios por cinco años. Así, para 1558 Puebla ya conformaba barrios periféricos, en los que se establecieron población indígena de Tepeaca, Cholula y Huejotzingo, mestizos, mulatos, negros y de otras castas, quienes proporcionaron la mano de obra a los habitantes de la ciudad. Al oriente se establecieron El Alto, San Juan del Río, Tecpan y Analco, al norte se formaron los arrabales de San Antonio, Xanenetla y Xonaca, al poniente Santiago, San Miguel, San Sebastián, San Pablo de los Naturales y Santa Ana y al noroeste el barrio de Texcoco (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008).

Gracias a la benevolencia del clima y a su ubicación, la ciudad de Puebla prosperó rápidamente tanto en lo comercial como en lo cultural, convirtiéndose rápidamente en la segunda ciudad más importante de la Nueva España por lo que para 1595 la Puebla de los Angeles ya contaba con 310 calles (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008).

El devenir histórico de Puebla ha estado marcado por un continuo crecimiento poblacional con un solo pequeño retroceso en el periodo de la Revolución Mexicana. Sin embargo es a partir de 1950, cuando se inicia el proceso de industrialización de la ciudad, en que se agudiza este fenómeno con un crecimiento poblacional espectacular lo que ha derivado en un profundo cambio en las relaciones de la sociedad con su territorio, como lo es el caso de la demanda de servicios (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008).

El crecimiento poblacional y de la mancha urbana, obligó al incremento en la superficie del municipio de Puebla al fusionarse en 1962 con los municipios de San Jerónimo Caleras, San Felipe Hueyotlipan, San Miguel Canoa, La Resurrección y San Francisco Totimehuacán. La superficie total del municipio pasó de 182 km² a 561.35 km², en el que se ha experimentado un crecimiento urbano muy importante que ha conllevado a una expansión considerable del área urbana en los últimos 30 años. Para el año de 1970 la superficie urbana estimada era de 22.83 km² y para el año 2005 se estimaba en 223.25 km². Esto permite observar un crecimiento de 200.42 km², lo que indica un incremento del 980% en este periodo de tiempo, con lo cual la zona urbana ha aumentado en casi diez veces la superficie

referida en 1970. Esto representa un problema muy importante que hay que considerar para los próximos años, ya que de continuar con este ritmo de crecimiento, en pocos años no habrá suelo apto para el desarrollo urbano en el municipio, continuándose el proceso de conurbación con los municipios circundantes, lo que conlleva a una serie de problemas tanto urbanos como de gestión y administración (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008).

En el año de 1970 el porcentaje de ocupación del suelo urbano, respecto al total municipal, era apenas del 4.07%. Este porcentaje se acrecentó a un 10.86% para 1975, a un 19.3% para 1990, a un 37.23% para el año 2000, y en 2005 la superficie del municipio ocupada para uso urbano era del 39.86% (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008). Por estas cifras se puede considerar que la superficie urbana aún no rebasa el 50% del total, sin embargo, si se toman en cuenta las características geográficas del municipio, la existencia de zonas no aptas para el desarrollo urbano al norte y sur, y la necesidad de conservar y decretar zonas de preservación ecológica, se torna fundamental sentar las bases hacia nuevas formas de urbanización que permitan garantizar la sustentabilidad futura del municipio (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008).

Debido a este continuo crecimiento de la ciudad, en 1979 el gobierno estatal declaró la zona conurbada de la ciudad de Puebla a ocho municipios y en 1993, al entrar en vigor el Plan de Desarrollo Regional Angelópolis, se definen y ejecutan acciones entre el municipio del Puebla coordinadamente con trece municipios aledaños (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2008).

Para el año 2015 la población de la ciudad se censó en 1 576 259 habitantes que corresponden al 25.6 % de la población total del estado, siendo el municipio más poblado de la entidad (INEGI, 2015).

2.4.-MARCO GEOGRÁFICO

La ciudad de Puebla se ubica en el centro del Valle de Puebla-Tlaxcala. Este se encuentra en la provincia fisiográfica del eje neovolcánico correspondiente a la subprovincia de los lagos y volcanes de Anahuac, y forma parte de la cuenca hidrológica del río Balsas. El valle limita al oeste con los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl que conforman la llamada Sierra Nevada, hacia el este se extiende hasta el inicio de la Sierra Madre Oriental, al norte limita con el volcán “La Malinche” y al sur limita con la depresión de Valsequillo y la Sierra del Tenzo, que forman parte ya de la Sierra Mixteca. Forma una cuenca subterránea donde las aguas de los deshielos y las lluvias escurren de manera superficial y/o subterránea siguiendo el sentido de la pendiente. El río más importante de la cuenca; el río Atoyac formado por los deshielos del Iztaccihuatl, y el río Alseseca, derivado de los escurrimientos de la Malinche se unen al sureste del valle para continuar hacia el sur (CNA, 1996; CNA, 1997).

La ciudad de Puebla presenta una altura promedio de 2,140 msnm y el territorio que lo integra se caracteriza por su topografía plana con un ligero declive en dirección noreste-sur,

con pendientes menores a 2° y 3.5° por cada 100 metros. Esta uniformidad solo es interrumpida por cerros de poca altura: Loreto y Guadalupe al noreste de la ciudad, el Cerro de San Juan al oeste y una loma ubicada al noroeste llamada San Jerónimo Caleras (Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, 2005).

El municipio de Puebla, el cual contiene a la ciudad de Puebla, tiene como colindantes; al norte el estado de Tlaxcala, al norponiente Cuautlancingo, al poniente San Pedro Cholula y San Andrés Cholula, al surponiente Ocoyucan y Atlixco, hacia el sur Teopatlán y Santo Domingo Huehuetlán, al suroriente Tzicatlacoyan, al oriente Cuautinchán y Amozoc y al nororiente Tepatlaxco de Hidalgo.

De importancia relevante en la geomorfología del territorio municipal se consideran las barrancas debido al significativo papel que desempeñan en la conducción de los escurrimientos superficiales (Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, 2005).

Se tienen registrados 22 cuerpos de agua en el municipio, aunque la mayoría ya se ha perdido debido al crecimiento de la mancha urbana. Así que los que aún existen son de acuerdo a la CONAGUA; presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo), y las lagunas de Chapulco, San Baltazar, del Parque Ecológico, de Ciudad Universitaria y de Amaluquilla (Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, 2005).

El tipo de clima predominante en el valle es el templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano. Debido a la presencia de la Malinche al norte del valle y la Sierra del Tenzo al sureste, el 85 % de los vientos corren del NNE a SSO. Esta corriente de vientos se mezcla con la corriente fría de la cima de la Malinche formando corrientes frías en toda la zona metropolitana de la ciudad de Puebla (Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, 2005).

En cuanto a la temperatura, esta alcanza un mínimo de 5°C en la parte alta de la Malintzi mientras que, en la región sur del mismo, la temperatura media anual alcanza los 18°C. El registro anual de la temperatura reporta su mínimo en el mes de enero y su máximo en el mes de mayo. De los meses de julio a septiembre la temperatura media mensual se mantiene sin cambio importante, sin embargo, a partir del mes de octubre la entrada de frentes fríos y los efectos de la masa de aire polar continental determinan un marcado descenso de la temperatura (Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, 2005).

La flora de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla se caracteriza por bosque de encino, asociado a vegetación secundaria arbustiva como táscate, jarilla, sabino y pastizal inducido. La fauna: conejo, ardilla, paloma, urraca, zopilote, tlacuache, pato silvestre y gallareta (SMRN, 2007).

III. ANTECEDENTES

**Es un lugar muy importante para nosotros mientras sepamos cuidarlo. No hay que tirar basura.
Habitante de la barranca El Conde**

3.1.-DEL DISEÑO DE UN ÍNDICE PARA EVALUAR EL ESTADO ECOSISTÉMICO DE BARRANCAS Y SU APLICACIÓN.

Las barrancas son elementos del paisaje urbano y rural del Valle de Puebla-Tlaxcala que fueron incorporadas al paradigma del progreso a través de ser las receptoras de la mugre de nuestras sociedades. Recientemente es que se les ha comenzado a valorar, y con ello se han iniciado trabajos académicos al respecto, sin embargo, debido quizá a la naturaleza del objeto de estudio, los trabajos generados son de repercusión local. De esto es que la búsqueda, en los diversos bancos de datos, de trabajos publicados, arrojó pocos resultados todos ellos con un enfoque disciplinario en botánica o zoología.

Se investigó en el acervo de la biblioteca de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a través de los términos: “estudio”, “barranca”, “evaluación”, “biodiversidad”, “índice”, en diferentes combinaciones, tanto para la opción título de la tesis como para la opción palabras clave. De los 83 resultados, todas ellas versan sobre proyectos constructivos, de manejo de residuos sólidos, estudios de contaminación de aguas de los ríos Alseseca, San Francisco, Atoyac o de poblaciones del interior del estado, dinámica hidrológica de sitios de la Malinche, y proyectos urbanos para zonas de riesgo y obras de drenaje entre otros.

La búsqueda en los acervos de las bibliotecas de la UNAM, arrojó resultados similares a los observados con las tesis de la BUAP, y que además son trabajos realizados en barrancas de la CDMX.

Con la premisa de que la parte central del trabajo de investigación es la evaluación ecosistémica de las barrancas a través de un índice, y en el entendido de que un componente importantísimo del mismo es la descripción de la comunidad florística del sitio, se buscó literatura que permitiera un acercamiento al tema, aunque fuese de manera tangencial.

Al respecto se encontraron trabajos de diferentes grupos de investigación que se han abocado a la creación de índices para evaluar el estado ecosistémico de algún aspecto de ríos o arroyos o que han utilizado índices ya existentes para los mismos fines. Tal es el caso del desarrollo de un índice para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes, por parte de un equipo de la Universidad de Granada en España (Alba y Sánchez, 1988). En dicho índice se utilizan, como especies de diagnóstico que permiten determinar la calidad de las aguas, a diversos grupos de macroinvertebrados.

Un grupo de investigación en Australia, por su parte, reporta el desarrollo y aplicación de un índice para evaluar las condiciones de cuerpos de agua lénticos, a través de diagnosticar

la hidrología del cuerpo de agua, la forma física de la ribera, la vegetación riparia, la calidad del agua y el número de familias de invertebrados existentes en el lecho del cuerpo de agua (Ladson *et al.*, 1999). O el desarrollo del Índice de Calidad de Bosque de Ribera, por parte de un equipo de la Universidad de Barcelona (Munné *et al.*, 2003). Por su parte, un grupo de investigación de varias instituciones españolas, reportan el diseño de un índice para valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada en cuerpos de agua lénticos de España a través de registrar aspectos físicos del cauce (Pardo *et al.*, 2002).

Se tiene por parte de un equipo de la Universidad de Barcelona, el reporte de una investigación tendiente a intercalibrar protocolos de trabajo de campo, laboratorio y uso de varios índices útiles para la determinación del estado ecológico de ríos (Bonada *et al.*, 2002). O el uso de sistemas para evaluar el estado de conservación de ríos en el Reino Unido, usando criterios como grado de naturalidad del río, diversidad física y riqueza de especies; todo en compartimento agua (Boon *et al.*, 1998).

En uno de los trabajos más recientes encontrados, se reporta por parte de un grupo de investigación multidisciplinario español, el diseño y aplicación de un índice; el *Riparian Forest Evaluation* (RFV) para la valoración de la calidad hidromorfológica de los cauces naturales. Aunado a otros aspectos, el índice incorpora la calidad del bosque ripario como uno de los aspectos más importantes a la hora de determinar la estructura de la zona ribereña. En este trabajo se reconoce la aportación que Munné y su equipo hicieron con el diseño del Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) para la evaluación de sistemas riparios en cuerpos de agua lénticos de España, así como su adaptación para cuerpos de agua de otras partes del mundo. La propuesta de estos investigadores plantea que con su índice se puede evaluar la calidad y grado de alteración del bosque ripario a través de la “valoración de la continuidad espacial del bosque (en sus tres dimensiones: longitudinal, transversal y vertical) y de la continuidad temporal del mismo, representada por la regeneración natural de la vegetación, garante de su continuidad futura”, y así mismo también “establecer objetivos de gestión para llevar a cabo acciones de restauración y mejoramiento del bosque en cuestión” (Magdaleno *et al.*, 2010).

Del año 2016, se reporta el trabajo de Tomás, *et al.*, en el cual se busca estandarizar un índice (Índice de Vegetación Acuática Macroscópica con resolución a nivel de Género; IVAM-G) para evaluar el estado ecológico de los ríos a través de los micrófitos como indicadores biológicos. En el mismo trabajo, se hace referencia a otros índices basados en otros elementos como indicadores de sensibilidad. Esto es por ejemplo el IPS basado en diatomeas y el IBMWP basado en macroinvertebrados.

3.2.-DE LA EVALUACIÓN DEL BIENESTAR SUBJETIVO.

Con base en las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se implementó por parte del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) un proyecto estadístico, clasificado como experimental, para “buscar captar las percepciones y opiniones de las personas sobre su propia vida de manera ordenada y sistematizada, de modo que sus resultados puedan generalizarse al grueso de la población en estudio” (INEGI, 2015a).

Este ejercicio de diseño de los módulos BIARE (Bienestar Autorreportado), además de que se hizo a la luz de las recomendaciones de la OCDE, considera los avances de la denominada escuela de la psicología positiva en materia de estudios empíricos y la experiencia misma del INEGI (2015a). Tal ejercicio se ha aplicado en tres ocasiones y “toma en cuenta no solo bienes y servicios para medir el nivel de satisfacción con la vida”, sino que se basa también en “la medición de bienes intangibles como la autonomía personal, el sentimiento de logro, de seguridad, los afectos, la familia, los amigos (bienes relacionales) o el sentimiento de propósito en la vida” (INEGI, 2015a). El primer ejercicio fue el BIARE Piloto que se hizo aprovechando la aplicación de la encuesta ENGASTO 2012 (Encuesta Nacional de Gasto de los Hogares). El segundo fue el BIARE Básico que aprovechó la aplicación de la encuesta ENCO 2014 (Encuesta Nacional sobre la Confianza del Consumidor) y el tercero, que fue el BIARE Ampliado, se hizo aprovechando la aplicación del MCS 2014 (Módulo de Condiciones Socioeconómicas) (INEGI, 2015a).

De los tres ejercicios estadísticos, “...la exploración más profunda...es la que corresponde a la que acompañó al Módulo de Condiciones Socioeconómicas 2014 porque, por primera vez, permite 1) vincular las mediciones de bienestar subjetivo con las de bienestar objetivo establecidas por el...CONEVAL que identifican la pobreza y la vulnerabilidad...” (INEGI, 2015a)

A esta estadística se le clasifica como experimental ya que en muchos casos no hay claridad de cuál es la relación causal del bienestar subjetivo con situaciones y características poblacionales, sin embargo, se considera que esta estadística se desarrollará conforme más se le utilice de tal manera que la recopilación de experiencias de así lugar a una siguiente generación de estándares que afinen las mediciones (INEGI, 2015a).

De acuerdo a sus resultados, el nivel de satisfacción de vida oscila alrededor de 8 (7.95) en una escala de 0 a 10 para la población encuestada, lo que significa que en general la población se encuentra satisfecha con su vida. Esto también en una escala de 4 valores: Muy satisfecho (9 y 10), Satisfecho (7 y 8), Insatisfecho (5 y 6), y Muy insatisfecho (0, 1, 2, 3 y 4). Asimismo, observan que hay una relación ascendente, hasta cierto nivel, entre nivel de ingresos y promedios de satisfacción con la vida (INEGI, 2015a)

Otro ejercicio basado en este enfoque de lo que significa el bienestar y la felicidad del individuo, lo realizó la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de la

Encuesta Nacional sobre Satisfacción Subjetiva con la Vida y la Sociedad (ENSAVISO) en el año 2015. Los objetivos de este trabajo fueron: “1.-Conocer los niveles de satisfacción en lo general y en distintos dominios vitales (situación económica, trabajo, salud, educación, vida familiar, ciudad, barrio) e identificar variables asociadas con dichos niveles de satisfacción, y 2.-generar información que permita identificar ámbitos de intervención de la política pública para mejorar y ampliar las condiciones favorables al bienestar de la población” (UNAM, 2015).

De acuerdo a este ejercicio, el promedio nacional de satisfacción de vida es de 8.53 en una escala de 1 a 10, por lo que se puede decir que la población en su mayoría es feliz. Esto también en una escala de 4 valores: Muy feliz (10), Feliz (8 y 9), Poco feliz (5, 6 y 7), y Nada feliz (0, 1, 2, 3 y 4) (UNAM, 2015).

En hogares rurales de la comunidad de Yehualtepec, Puebla en el año del 2016, un equipo de investigadores hizo uso de talleres participativos y de una encuesta estructurada buscando calificar la calidad de vida, a través de considerar elementos objetivos y subjetivos. Reportan que el 40% de los hogares de dicha comunidad sobreviven en una categoría de baja calidad de vida. Esto en una escala de cinco categorías: Muy baja, baja, media, alta y muy alta. Sin embargo, de acuerdo a los mismos investigadores, las personas hacen una buena valoración de los aspectos subjetivos de su propia vida, por lo que el resultado general se debe a la calificación que los investigadores otorgan a los aspectos objetivos y condiciones materiales de la forma de vida de las personas (Marcial *et al.*, 2016).

3.3.-DE LOS ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE MANEJO DE BARRANCAS

Al momento de revisar la situación que presentan otras ciudades con barrancas respecto a la atención que prestan a las mismas, se observa que algunas de ellas están por delante de Puebla en la materia. Ejemplo del como conceptualizamos a las barrancas en el ámbito local, se observa en un reporte de la página de la BUAP, de que un grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería Química realizó un trabajo para el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) con el fin de identificar los riesgos que presentan las barrancas La Pila y Xaltonalt para quienes habitan en ella, y que derivado del mismo, proponen como “solución” a la problemática del sitio: el encajonamiento de las aguas y la construcción de avenidas en las orillas de las barrancas para aligerar el tráfico de la zona (BUAP, 2016). Se buscaron los trabajos publicados por este grupo sin encontrarse alguno. Tampoco se pudo encontrar nada en la biblioteca del CENAPRED.

Se reporta en otro sitio de la red un trabajo de fotointerpretación que realizaron académicos de la BUAP. El trabajo consistió en localizar sitios de descarga de aguas residuales en el río Atoyac reportando que, de los 319 sitios localizados, 102 se encuentran sobre la barranca El Conde (Ruiz, 2018). Tampoco se encontraron reportes académicos al respecto.

Con una visión diferente, la ciudad de Cuernavaca ha prestado, desde ya hace algún tiempo, atención al tema. Una acción fue el decreto de declaratoria como Área Natural Protegida al Sistema de Barrancas de la Ciudad en el 2015 y con ello la elaboración del “Programa de Manejo y Educación del Área bajo Conservación denominada: Barrancas Urbanas de Cuernavaca (ABCBUC)” (Ayuntamiento de la Ciudad de Cuernavaca, 2015). El último documento, elaborado en el año 2018, es el “Plan para el Manejo Integral del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos”; el cual parte del reconocimiento de la importancia que tiene el sistema de barrancas para la sustentabilidad de la ciudad, de la problemática que se presenta para el mismo con causas similares a las que se presentan en la ciudad de Puebla, y de la necesidad de contar con un instrumento que ordene y facilite las acciones a emprender para rescatar y conservar lo que ellos reconocen como “un recurso maravilloso” (El Colegio de Morelos, 2018).

La Ciudad de México es también un referente en el tema, pues ha emprendido el rescate de algunas de sus barrancas, a través de la expedición de los acuerdos al respecto y de la elaboración de los planes de manejo correspondientes como el: “Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental del Distrito Federal, con la categoría de Barranca a la denominada “Barranca Hueyetlaco”” (Gobierno de la CDMX, 2012), entre otros. Así mismo, ha elaborado programas generales rectores en el tema como el documento: “Barrancas Urbanas del Surponiente del Distrito Federal, Áreas de Valor Ambiental” (SMA, 2012).

En el ámbito internacional, existen ciudades con sistemas de barrancas que también reconocen los servicios ecosistémicos que proporcionan y la importancia de actuar en su rescate y conservación. Caso paradigmático lo constituye la municipalidad de Toronto, Canadá la cual, a través del documento: *Toronto Ravine Strategy*, plantea la estrategia que han elaborado para el manejo de sus barrancas que, de acuerdo con su conceptualización, son aquellos sitios de interface de la naturaleza con la ciudad (Toronto City, 2018). Cabe reconocer que la atención al sistema de barrancas es un tema que le importa a la municipalidad de Toronto, en tanto la estrategia señalada se fundamenta en un marco legal proveído por la *Ravine and Natural Feature Protection Bylaw* en la cual se considera a las barrancas como Áreas Naturales Protegidas (Toronto City, 2018).

En el *Toronto Ravine Strategy* se afirma, que la comunidad de Toronto entiende y aprecia el valor de su sistema de barrancas y conecta físicamente con el mismo de forma segura y sustentable, en tanto que lo ven como un activo vital de la ciudad.

IV. PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

Para mí es algo inseguro porque en temporadas de lluvia se deslava y suelta un olor muy feo, además cuando las personas salen a trabajar llegan a tirar bolsas de basura.

Habitante de la barranca El Conde

El sistema de barrancas de la ciudad de Puebla está siendo afectado por diferentes procesos ecológicos y socio-económicos que impactan tanto su valor ambiental como escénico. Se pueden apreciar en las riberas de las barrancas, e incluso dentro del cauce de las mismas, la presencia de asentamientos humanos irregulares, tubos de desagüe de carácter doméstico e industrial que desembocan sus aguas en dichos sitios, residuos sólidos de diferentes categorías que son dispuestos en las mismas, acciones de pastoreo, invasión de plantas exógenas, presencia de fauna feral y extracción de materiales pétreos, entre otros, todo lo cual deteriora los sitios y limita con ello sus potencialidades en cuanto a servicios ecosistémicos a proporcionar (Rivas, 2001),

Mención especial merece la presencia de los asentamientos humanos irregulares. Debido a que las barrancas presentan crecidas estacionales de aguas, lo que aunado a que en tiempos de aguas el suelo tiende a reblandecerse y a que las márgenes de las mismas generalmente son escarpadas con diversos grados de inclinación, se constituyen en un riesgo potencial para la seguridad de quienes habitan en estos sitios, puesto que evidentemente las barrancas, por lo ya señalado, no presentan vocación habitacional (SEDESOL, s.f.) (Figura 1).



Figura 1.- Barranca El Conde con presencia de casas habitación en su cauce. Fuente propia.

Una característica aún más relevante la constituye, para las barrancas aledañas a zonas industriales como lo es el caso de la barranca El Conde, la descarga de aguas residuales que reciben de parques industriales, que en este caso lo es del parque industrial 5 de Mayo (Figura 2). Las aguas residuales sin tratamiento que son vertidas a dicha barranca por este parque industrial, acarrean un conjunto variado de sustancias químicas provenientes de las actividades productivas que en el mismo se realizan y que abarcan rubros como el alimenticio, textil, químico, petroquímico, automotriz, papelerero, de bebidas, hierro y acero,

farmacéutico, curtido de pieles, metal-mecánico, siderúrgico y de servicios (IMTA y CONAGUA, 2013).

Así, se puede dar cuenta que barrancas urbanas como la de El Conde, están siendo usadas por la industria y por los asentamientos humanos irregulares, como canales de desagüe para sus aguas residuales, las cuales las canalizan hacia los ríos Alseseca, San Francisco y finalmente al río Atoyac, y que ha provocado que compuestos orgánicos e inorgánicos entre ellos metales pesados, estén presentes en dichos sistemas (García, 2014). Este último, como resultado de este proceso registra actualmente un alto grado de deterioro, al punto de que está clasificado como contaminado ocho veces superior al límite de lo que la propia CONAGUA clasifica como aceptable (Greenpeace México, 2009; IMTA y CONAGUA, 2013).



Figura 2.- Barranca El Conde con residuos sólidos y aguas residuales domésticas e industriales. Fuente propia.

Debido a la gran contaminación de este río y al riesgo que implica para la salud de los habitantes de la zona, en el 2006 el Tribunal Latinoamericano del Agua se refirió a este caso como un grave desastre ambiental y social, ya que la zona había perdido el oxígeno suficiente para la vida de peces y otras especies acuáticas. Entre los compuestos químicos que se encontraron hay metales pesados extremadamente tóxicos como mercurio o plomo-uno de los neurotóxicos del desarrollo más potentes-, solventes como benceno y cloroformo, compuestos como el cloruro de vinilo y disruptores hormonales como el DEHP (Bis-2-(Etilhexil) ftalato) (Tribunal Latinoamericano del Agua, 2013).

Todo esto se debe a que las industrias que tienen permisos de descarga hacia cuerpos de agua federales no cumplen con la regulación en la materia. De las industrias que descargan sustancias a la cuenca del río Atoyac y que fueron evaluadas por el Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA), 78 % no cumplieron con lo establecido en la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 para algunos de los parámetros básicos como son los metales pesados; 74% de las industrias presentaron niveles de toxicidad altos. Estos datos

indican que las industrias no limpian sus cargas contaminantes e intoxican la cuenca. Igualmente, el tratamiento de aguas residuales de origen municipal no funciona, pues no hay control suficiente por parte de las autoridades para vigilar y obligar al cumplimiento de la norma (IMTA y CONAGUA, 2013).

Respecto a los asentamientos humanos irregulares de las barrancas, y que derivan en situaciones de riesgo de salud y seguridad en la medida en que la vocación de estos sitios es distinta a la urbana y responde a otro tipo de manejo, se puede señalar que quienes se aventuran a ubicar sus viviendas en estos lugares son sobre todo, gente de los estratos más humildes, que ante el encarecimiento de la tierra, ven en estos sitios una oportunidad para contar con un lugar para vivir. La magnitud de este problema se observa también a nivel nacional, donde se reporta en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2013-2018, que un 11 % de las viviendas en localidades urbanas se ubican cerca o sobre el cauce de un río y 9% sobre barrancas (Gobierno de la República, 2013).

Así, en las barrancas contaminadas como la de El Conde, la población asentada en sus riberas tiene que convivir diariamente con dicha contaminación: los bioaerosoles, la fauna feral y nociva, y las emanaciones y olores generados (Silva *et al.*, 2014), todo lo cual significa graves riesgos de salud para los mismos, ya que los efectos negativos de la contaminación en agua y aire está ampliamente documentada para diferentes casos en el mundo (Vargas, 2005; Riojas-Rodríguez *et al.*, 2013; Ferguson y Soto-Gabriele, 2016; Foster *et al.*, 2016; Kilunga *et al.*, 2016).

En la medida de que muchos de ellos son personas generalmente llegadas del campo, por su idiosincrasia acostumbran a instalar pequeños cultivos de hortalizas y milpa, además de criar animales domésticos como marranos y pollos, entre otros. Muchas veces, por sus mismas costumbres de crianza los dejan sueltos, lo cual posibilita, ante la cercanía de las barrancas, que tomen agua contaminada, así como que consuman tierra y plantas de las riberas. A más de esto, las plantas de cultivo y las ribereñas deben presentar altos niveles de contaminantes que pasan a los tejidos de los animales que las consumen, y finalmente a las personas que de ellos se alimentan, generándose un posible problema de salud pública en muchos casos no considerado o tomado en cuenta. Los niños de estas familias son un elemento importantísimo a considerar ya que, por su naturaleza curiosa, seguramente bajan hacia estas barrancas ocupándolas como sitios de juego y exploración con los consiguientes riesgos para su salud (Figura 3).

Parte de lo enunciado anteriormente se deriva del fenómeno de urbanización acelerada que en los últimos tiempos el mundo, México y particularmente la ciudad de Puebla experimentan; con lo cual los asentamientos de población urbana de los estratos más pobres, en zonas vulnerables a desastres naturales, es cada vez más frecuente.

Es pertinente recalcar que la degradación de la que son objeto las barrancas urbanas amenaza su integridad como sistemas ecológicos, poniendo en riesgo su viabilidad y permanencia en el futuro si no se deja de subvalorarlas, contaminarlas, entubarlas, destruir

sus ecosistemas originarios, cambiar su uso de suelo y ocuparlas para asentamientos humanos irregulares. Procesos que desgraciadamente no han disminuido, sino que se acrecientan cada vez más, afectando a las barrancas como sistemas importantes que son en los flujos energéticos y de materia para las zonas urbanas, necesitadas de espacios verdes que amortigüen los procesos de degradación ambiental que en las mismas se potencializan por la gran actividad humana que en ellas sucede.

Por toda la situación expuesta, se formulan las siguientes preguntas a fin de que guíen el presente proyecto de investigación:

- ¿Cuál sería la composición de un índice, en cuanto a indicadores de biodiversidad y socioeconómicos, cuyo objetivo sea determinar el estado ecosistémico de las barrancas de la ciudad de Puebla?
- ¿Cuál es el estado ecosistémico de las barrancas Malinalli y El Conde, determinado a través del índice diseñado?
- ¿Cuál es el estado de Bienestar Subjetivo, en relación con la barranca El Conde, de los habitantes de la misma?
- ¿Cuáles pueden ser algunos elementos a incorporar en un programa de manejo de barrancas, que correspondan a su condición actual?



Figura 3.- Árboles frutales y juegos infantiles a un lado del cauce de aguas residuales en la barranca El Conde. Fuente propia.

V. JUSTIFICACIÓN

-Pues si se mantiene sucia, pues es dañina por las aguas sucias peligrosas para animales y personas

-Si se encuentra limpia, pues no es tan mala ya que la naturaleza limpia el aire que respiramos.

Habitante de la barranca El Conde

El tema de las barrancas ha sido marginal en las políticas públicas municipales, como se observa en el Plan de Desarrollo Municipal de Zaragoza, Puebla 2014-2018 (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2014). Solo se les ha observado desde el ámbito de la protección civil, por los riesgos a los que se exponen quienes en ellas habitan por su evidente falta de vocación habitacional. Sin embargo, parece que esto empieza a cambiar, pues en el Plan Municipal 2018-2021, ya se habla de la necesidad de un “Programa de monitoreo, inspección y recuperación de ríos y barrancas...” (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2018). En este contexto, se torna necesaria la instrumentación de estudios como el desarrollado en este proyecto, tanto para el conocimiento de las barrancas como elementos importantes de la dinámica y metabolismo de la metrópoli, como para llamar aún más la atención de las autoridades hacia estas e involucrarlos en su viabilidad a futuro.

Premisas a observar en este proyecto son: el enfoque holístico que posibilite la incorporación de las dimensiones económica, social y ecológica (Binder *et al.*, 2012), y el uso de indicadores que se constituyan en una herramienta básica para hacer un sistema complejo entendible y para proporcionar información significativa sobre el mismo (van Asselt *et al.*, 2014).

Con base en estas premisas, y ante la inexistencia de índices que permitiesen la evaluación de las barrancas de forma integral y rápida, en un primer momento el trabajo debió avocarse a diseñar y proponer una herramienta metodológica que llenara este vacío, y que al permitir evaluar a barrancas con diferentes grados de conservación y/o degradación, se pudiesen proponer estrategias de conservación y de recuperación para las mismas por parte de los gestores, grupos sociales involucrados en temas de conservación, tomadores de decisiones y sociedad en general.

Esto bajo el principio de que un índice tiene como ventaja principal el que resume mucha información en un solo valor y permite hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística (Moreno, 2001).

Como las barrancas urbanas están incluso ocupadas habitacionalmente, y las de las orillas de la ciudad sufren actividades económicas, esta herramienta debió ir más allá de evaluar aspectos puramente ecológicos para acceder a un terreno donde la dinámica del sistema integra también aspectos socio-económicos.

El diseño del índice en cuestión y su puesta en práctica en los casos concretos de las barrancas Malinalli y El Conde, aunado a recopilación de información adicional sobre las condiciones de vida de los habitantes de ésta última, permite contribuir al conocimiento de las interacciones que se establecen entre los habitantes ribereños, la industria que descarga sus aguas residuales a estos sitios y las formas de vida propias e introducidas del lugar, así como proponer elementos estratégicos que contribuyan al manejo, conservación y/o recuperación de las barrancas.

Por lo tanto, el diseño de un índice para evaluar el estado ecosistémico de las barrancas, el conocimiento de la condición actual de las barrancas Malinalli y El Conde a través de su aplicación, la descripción de las condiciones de vida de la población humana en ésta última y de las interacciones que se establecen entre la población y su entorno; y a partir de todo este conocimiento, la propuesta de elementos de un programa de recuperación de las mismas, se plantearon como los pasos a seguir de manera que en ese orden pudiesen permitir un acercamiento objetivo al tema de investigación. Esta metodología para abordar el objeto de estudio propuesto, sienta las bases para que en estudios subsecuentes se aborde la evaluación y el estudio de otras barrancas, en condiciones similares a las que en este trabajo se evalúan, o con otro tipo de situación ecosistémica. Este estudio puede así, ser el paso inicial para la elaboración de un programa de recuperación del sistema de barrancas de la ciudad que fungen como tributarios y canalizadoras de aguas residuales hacia el río Atoyac.

La fenomenología y condición actual del objeto de estudio se debe a múltiples factores y relaciones endógenas y exógenas. En el estado ecosistémico de la barranca El Conde, “...intervienen los propios pobladores de la misma que se convierten con esto no solo en víctimas de la contaminación sino también en generadores de la misma, con las consecuentes aristas que esta realidad genera en aspectos culturales, idiosincráticos, económicos, sociales, antropológicos y de salud pública entre otros.” (Gutiérrez *et al.*, 2020)

Y al ser estas barrancas sitios de refugio para flora y fauna que son relictos de un ecosistema antes extensivo en el territorio que hoy ocupa la mancha urbana, el tema entra en el terreno de las ciencias biológicas y la ecología, así como en el ámbito de la conservación de recursos naturales y su abordaje por parte de organismos y dependencias encargados de esta temática. Por todos estos aspectos, abordar el tema desde una perspectiva únicamente disciplinaria conduciría a conclusiones seguramente erróneas, en tanto solo se lograrían conclusiones parciales de una realidad más amplia y compleja.

Así, el enfoque holístico e interdisciplinario con el que se aborda el objeto de estudio, en tanto un sistema complejo, se constituye en un aporte al ser varias las disciplinas y sus métodos los que contribuyen al conocimiento de las dinámicas intrínsecas del sistema barranca, lo que permite potenciar la perspectiva desde las ciencias ambientales.

VI. OBJETIVOS

6.1.-GENERAL

Evaluar social y ambientalmente las barrancas Malinalli y El Conde de la ciudad de Puebla, con el fin de contar con un diagnóstico que sea la base para una propuesta de elementos generales de un programa de manejo de las mismas.

6.2.-PARTICULARES

- 1.-Diseñar el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB).
- 2.-Determinar el estado ecosistémico de las barrancas: Malinalli y El Conde, a través del índice diseñado y con ello validar el mismo.
- 3.-Conocer el estado de bienestar subjetivo, en relación con la barranca El Conde, de los habitantes de la misma.
- 4.-Proponer elementos de un programa de manejo de barrancas.

VII. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

- a). -Los indicadores que integran el IEEB son los adecuados para la evaluación del sistema.
- b). -Hay diferencias entre las barrancas evaluadas, producto del impacto humano.
- c). -El bienestar subjetivo de los habitantes de la barranca El Conde, no está ligado a las condiciones de la misma.

VIII. ZONA DE ESTUDIO

Es un lugar necesario para cuando llueve, pero la gente lo tiene muy sucio. Estaría bien limpiarlo.
Habitante de la barranca El Conde

8.1.- BARRANCA MALINALLI

La barranca Malinalli se encuentra ubicada en el sur de la ciudad formando parte de la subcuenca Alto Atoyac, la que a su vez conforma, en unión de otras seis subcuencas, la subregión Alto Balsas, la que a su vez es parte de la cuenca hidrográfica del río Balsas, de la región hidrológica No. 18 (CNA, 2002) y conduce escurrimientos de agua hacia la presa de Valsequillo.

Se localiza a un costado de la carretera que va hacia la población de Tecali frente a la entrada del parque zoológico; Africam Safari. Está dentro de los terrenos del Eco-campus de la BUAP, en la parte posterior del mismo (Figura 4).

Es una zona suburbana por lo que de primera impresión es una barranca en buen estado de conservación, sin contaminación evidente.

La fracción de la barranca en estudio tiene una longitud de 750 metros aproximadamente y la profundidad de la misma varía a lo largo de su recorrido yendo desde los 1:30 metros hasta los 8, 10 o 12 metros en otros sitios. En cuanto a la anchura también hay variaciones, yendo de los 8 metros en los sitios más estrechos hasta los 50 metros en los puntos más amplios.

La misma presenta vegetación propia de bosque de encino.

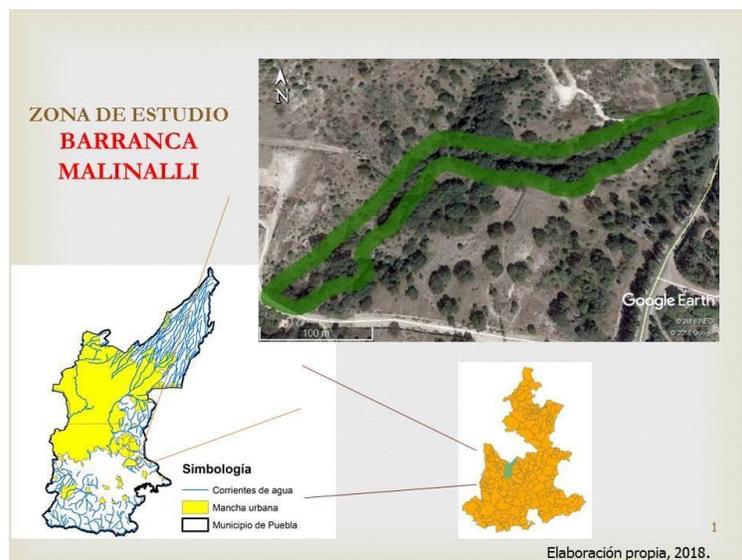


Figura 4.- Localización de la barranca Malinalli. Elaboración propia.

Coordenadas Geográficas-Latitud: 18.939139, 18.939502, 18.938191, 18.938174
-Longitud 98.135987, 98.138284, 98.139135, 98.136320

8.2.- BARRANCA EL CONDE

La barranca El Conde forma parte de la subcuenca Alto Atoyac, la que a su vez conforma, en unión de otras seis subcuencas, la subregión Alto Balsas, la que a su vez es parte de la cuenca hidrográfica del río Balsas, de la región hidrológica No. 18 (CNA, 2002).

La misma se ubica al norte de la ciudad, al costado izquierdo de la vía corta a Santa Ana Chautempan con sentido Puebla- Santa Ana Chautempan, pasando la Central de Abastos. Ya está incorporada en la mancha urbana, así que presenta casas habitación en su cauce, y recibe descargas de aguas residuales domésticas e industriales del parque industrial 5 de Mayo (Figura 5).

La fracción en estudio de dicha barranca tiene una longitud de 1.7 kilómetros y conduce escurrimientos de agua de las faldas de la Malinche hacia el río Atoyac. La profundidad de la misma varía en los diferentes sitios por donde discurre, yendo de los aproximadamente 40 metros en las zonas más profundas hasta los 0 metros en donde por obras de relleno, presencia de casas en sus orillas y pavimentación de la calle que se habilitó en la misma, quedó a ras de las orillas. En cuanto a su anchura, la misma varía de los 100 metros en algunos sitios a los 30 metros en otros, no pudiéndose determinar la misma en donde hay casas habitación pues los referentes se han perdido.

En la barranca se puede apreciar la presencia de bosque de encino, intercalado con claros sembrados de pasto, así como la presencia de plantas exógenas producto de la actividad silvícola humana de quienes habitan dentro y en los márgenes de la misma.

A lo largo del costado sur de la barranca se encuentra el parque industrial 5 de Mayo, que tiene una extensión de 33 hectáreas, donde se asientan industrias pequeñas y medianas de diversas ramas como la metal-mecánica, textil, química y de transporte entre otras. Dicho parque se ubica en la Calzada del Conde y Mártires de Río Blanco (vía corta a Santa Ana Chautempan) (SIMMPI, 2018).

A ambos lados de la barranca se aprecian tubos que sobresalen y que derivan de las fábricas del parque industrial y de las casas habitación. Los tubos que derivan de las casas habitación a toda hora del día, desaguan aguas residuales. En el cauce de la barranca corren aguas pútridas con un fuerte olor lo que indica claramente su procedencia residual.

Análisis de aguas, reportados en el año 2014, dan cuenta de esta situación. Dado que la barranca El Conde es tributaria del río Atoyac y que el agua de este río es usada como agua de riego, la calidad del agua para este uso, se reportó, no es recomendable (Díaz, 2014). Así mismo, las concentraciones máximas permitidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, son rebasadas para grasas, aceites y DBO₅ (Díaz, 2014). En otro estudio

se reporta como los niveles máximos establecidos por la misma norma para los metales pesados: Cd, Cr, Fe, Ni y Pb, son rebasados por las concentraciones de dichos elementos en las aguas analizadas (García, 2014).

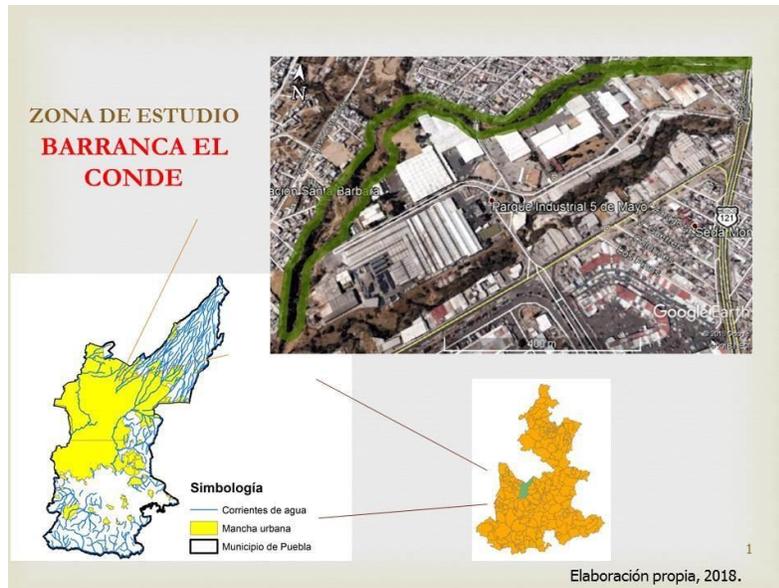


Figura 5.- Localización de la barranca El Conde y del parque industrial 5 de Mayo.
Elaboración propia.

Coordenadas Geográficas-Latitud: 19.09978, 19.09708, 19.09765, 19.09768, 19.09168

-Longitud: 98.18348, 98.18329, 98.18921, 98.19204, 98.19311

A lo largo del costado norte de la misma se ubican asentamientos humanos que corresponden a las colonias Ampliación Santa Bárbara, Nueva 13 de abril y San José los Cerritos, pertenecientes a la junta auxiliar de San Pablo Xochimehuacan (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2014). De acuerdo a las evaluaciones sobre la pobreza multidimensional que realiza el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), los habitantes de esta zona se encuentran en pobreza extrema (CONEVAL 2017). Esto de acuerdo también, con la Ley General de Desarrollo Social que plantea que la medición de la pobreza se debe hacer a través del Índice General de Pobreza que contempla ocho dimensiones: ingresos, rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios en la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y grado de cohesión social (CONEVAL, 2009). Por tal razón la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), considera a este lugar como zona de atención prioritaria (SEDESOL, 2015).

IX. METODOLOGÍA

Al limpiarla y conservarla sería un gran lugar, y si se plantaran árboles habría más oxígeno para el ambiente

Habitante de la barranca El Conde

A fin de responder a las preguntas de investigación, dar cumplimiento a los objetivos planteados y probar las hipótesis consideradas en este proyecto, en este apartado se registran los métodos, técnicas e instrumentos, de gabinete y de campo, con los cuales se considera, fue posible alcanzar las metas propuestas.

La investigación en este proyecto es de un diseño de método mixto en tanto se mezclan enfoques cualitativos y cuantitativos, así como de un sustento paradigmático naturalista, aunque abierto a la contribución del paradigma interpretativo. Así mismo, el tipo de estudio es exploratorio en algunos aspectos, descriptivo, explicativo, correlacional y analítico en otros, en el entendido de que la combinación de paradigmas permite obtener mejores evidencias de los fenómenos abordados y por tanto mejor comprensión de los objetos de estudio (Pereira, 2011; Martínez, 2013).

9.1.-ACERCA DEL ÍNDICE DE ESTADO ECOSISTÉMICO DE BARRANCAS (IEEB)

En vista de que después de una revisión bibliográfica, en la que se buscó una herramienta metodológica que permitiese evaluar de forma integral y rápida a sistemas como las barrancas, no se encontró ninguna para tales efectos; se observó la pertinencia de proceder al diseño de una herramienta que nos permitiese evaluar a las barrancas urbanas, y que contemplase la evaluación de aspectos tanto los estrictamente ecológicos, como también aquellos derivados de la presencia humana y de los impactos derivados de esta misma.

De los trabajos revisados se detectaron numerosas herramientas metodológicas enfocadas a evaluar los aspectos ecológicos, sobre todo los relacionados con las condiciones de hábitat de arroyos y ríos, así como de las características estructurales y de composición de la vegetación de galería de los mismos. Tal es el caso de índices como el Índice de Hábitat Pluvial propuesto por Pardo y su equipo (2002) y el Riparian Forest Evaluation (RFV) para la valoración de la calidad hidromorfológica de los cauces naturales (Magdaleno *et al.*, 2010). O herramientas que no se limitan únicamente a los aspectos ecológicos de los ríos y arroyos, sino que consideran también aspectos relacionados con la estructura del cauce y la presencia de impactos humanos en el mismo, además de no solo la evaluación de la composición de la flora del lugar sino también de la estructura, calidad y cobertura de la vegetación riparia, como es el caso del Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR *index*) propuesto por Munné y su equipo (2003).

Si bien es cierto que el trabajo de Munné y compañeros (2003), aborda en su evaluación la naturalidad o no del cauce y la presencia de estructuras de origen antrópico en el mismo,

no se hace mayor énfasis en los trabajos revisados, acerca de la interacción de los elementos biofísicos de la barranca con la acción humana sobre los mismos. Por tal situación, se consideró la pertinencia de crear una herramienta metodológica para tales fines. Como en toda creación humana nada se empieza de cero, de la misma manera en esta propuesta se buscó un punto de referencia desde el cual trabajar. Y tal punto de referencia, una vez revisados diversos índices, se encontró en el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR *index*) propuesto por Munné y su equipo (2003).

De ahí que el diseño del índice; Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB), cuyo objetivo es la evaluación de barrancas considerando diversos aspectos que tiene que ver con la dinámica de las mismas, retoma en su gran mayoría los elementos que el QBR *index* propone, sobre todo para la evaluación de la flora del sitio.

Asimismo, para el diseño del IEEB, se consideró de forma importante más no limitante, la propuesta teórica y metodológica para la construcción de indicadores: PER (Presión-Estado-Respuesta), la cual tiene un enfoque fundamentalmente biológico clásico (Rodríguez, 2015). Por lo mismo, al buscar en la evaluación alcances más allá de los estrictamente ecológicos, nos sustentamos fuertemente en un enfoque constructivista de la misma, lo que se refleja en la composición de los indicadores propuestos.

Con base a las recomendaciones del modelo PER, se buscó que los indicadores cumplieren con los criterios de:

- a) Fácil elaboración y comprensión.
- b) Que contribuyan a inculcar y reforzar la conciencia pública sobre los aspectos de la sustentabilidad y promuevan la acción a nivel local, regional o nacional.
- c) Que sean relevantes para la medición y evaluación del progreso hacia el desarrollo sustentable.
- d) Que sean factibles de elaborarse a diferentes escalas geográficas.
- e) Que estén fundamentados conceptualmente para facilitar comparaciones objetivas.
- f) Que sean susceptibles de adaptarse a desarrollos metodológicos y conceptuales futuros (INEGI e INECOL, 2000).

Con base al modelo PER y al esquema de la Comisión para el Desarrollo Sustentable de la ONU, se buscó en este trabajo que los indicadores que se generaron integren los siguientes elementos:

- a) Una definición de los mismos.
- b) La unidad de medida.

- c) Su significancia o relevancia.
- d) Su descripción metodológica.
- e) El método de medición (INEGI e INECOL, 2000).

Ya con este bagaje metodológico, en un primer momento, la labor se enfocó a definir las variables, dentro de las múltiples que se podían considerar, los indicadores que las evaluarían y las unidades de medición. Posteriormente, se procedió al diseño de las escalas tanto de los indicadores como del índice en su totalidad, de tal manera que con ello se pudiese determinar la calidad de una barranca. Así también, se diseñó una escala de calidad con semaforización relacionada.

9.2.-ACERCA DE LA EVALUACIÓN DE LAS BARRANCAS: MALINALLI Y EL CONDE

En un primer momento se hicieron recorridos de reconocimiento por la zona de estudio. Posteriormente, se delimitaron las zonas que corresponden propiamente al cauce de la barranca a través de observar la inclinación de la misma que suele ser abrupto, respecto a la inclinación del terreno circundante, y en las zonas en que no es muy evidente la diferencia, por la continuidad en esta área de la línea de los tramos que sí lo son.

A continuación, se inventariaron ambas barrancas con el fin de conocer su composición florística. Para esto, en campo se inspeccionaron directamente los especímenes arbóreos, arbustivos y herbáceos, y se tomaron muestras de los mismos. Los datos se registraron en la bitácora. Ya en gabinete se realizó la identificación con el auxilio de claves de identificación botánica y bibliografía especializada (floras y monografías), cuando no fue posible hacer la identificación *in situ*.

Debido a que ambas barrancas son longitudinalmente manejables, no se requirió auxiliarnos de técnicas de muestreo, pues fue factible recorrer e inventariarlas en su totalidad.

El inventario se realizó conforme a los fundamentos del método fitosociológico el cual, de acuerdo a Alcaraz (1999), se fundamenta en tres ideas esenciales:

- 1.- Las comunidades de plantas se conciben como tipos de vegetación reconocidos a través de su composición florística. La composición completa de especies de la comunidad expresa mejor sus relaciones interespecíficas y con el ambiente que cualquier otra característica.
- 2.- Entre las especies que componen una comunidad, algunas son mejores indicadores de las interrelaciones que otras. Para clasificaciones prácticas se usan mejor estas especies puesto que son más efectivas como indicadores; estas son las especies de diagnóstico (especies de carácter, especies diferenciales y compañeras constantes).

3.- Las especies de diagnóstico se utilizan para organizar las comunidades en una clasificación jerárquica, en la cual la asociación es la unidad básica. La jerarquía no solo es necesaria, sino que supone un instrumento insustituible para entender y comunicar las relaciones de la comunidad (Alcaraz, 1999).

El método fitosociológico así, plantea que el análisis de la vegetación presupone el conocimiento de su composición florística; lo que significa que las distintas especies integrantes de la comunidad deben ser identificadas.

Posteriormente, en gabinete se determinaron cuáles son las especies de diagnóstico conforme a la escuela norteamericana de aproximación a la vegetación, y para tales efectos se consideran en este trabajo como especies de diagnóstico a las especies leñosas (Alcaraz, 1999).

Ya con los criterios definidos sobre cuáles son las especies de diagnóstico, y los datos de riqueza y abundancia de las mismas en cada una de las barrancas, se procedió a la evaluación de las barrancas, la cual se hizo en dos partes: La primera correspondiente al cálculo de la diversidad específica a través de la aplicación de alguno de los índices ampliamente conocidos, ya probados reiteradamente y que recomiendan investigadores en ecología como son los índices de Margalef, de Pielou y de Simpson. Esto con el fin de tener un referente desde el cual comparar los resultados que nos arrojará la evaluación de la biodiversidad realizada con la metodología que se incorpora en el IEEB.

En un segundo momento se aplicó el IEEB para evaluar el ecosistema en cuestión, en todas las partes que el índice contempla.

De manera sucinta, en el cuadro 1 se enuncian los índices aplicados.

Cuadro1.- Indicadores para evaluar los aspectos ecosistémicos de las barrancas					
OBJETIVO PARTICULAR	DIMENSION	VARIABLE	INDICADOR	FUENTE	DEFINICIÓN y/o EXPLICACIÓN
Evaluar el estado ecosistémico de las barrancas: Malinalli y El Conde, a través del índice	Ambiental	Comunidad florística	Índice de Margalef	Primaria	Análisis de la comunidad florística de las Barrancas Malinalli y El Conde
	Ambiental	Comunidad florística	Índice de Pielou	Primaria	Análisis de la comunidad florística de las Barrancas Malinalli y El Conde
	Ambiental	Comunidad florística	Índice de Simpson	Primaria	Análisis de la comunidad florística de las Barrancas Malinalli y El Conde

diseñado y con ello validar el mismo	Socio-Económico-Ambiental	Estado ecosistémico de las barrancas	Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)	Primaria	Evaluación a través de los indicadores: Estado de la cubierta vegetal, Grado de naturalidad de la barranca, Actividades económicas dentro de la barranca, Presencia de casas-habitación y Contaminación de la barranca
--------------------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---	----------	--

Fuente propia.

Con el programa Arc Gis se realizaron mapas de la zona de estudio.

9.2.1.-DEL CÁLCULO DE BIODIVERSIDAD DE LAS BARRANCAS A TRAVÉS DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Ya se señaló anteriormente, pero se recalca, que una parte esencial en la construcción del IEEB lo es el correspondiente a la determinación de la condición en que se encuentra la vegetación del sitio, a través de analizar componentes de la misma de forma rápida. Y a pesar de que esta forma de evaluación se hace con base en la metodología propuesta para evaluar bosque de ribera (Munné *et al*, 2003), se considera necesario incorporar la evaluación de dicha vegetación a través de alguno de los índices ecológicos ampliamente utilizados y conocidos para tales fines, como una forma de tener un punto de referencia que permita tener confianza en los resultados que el IEEB arroje.

Así, para calcular la biodiversidad en las barrancas, se aplicaron los Índices de Margalef (R), de Pielou (J') y de Simpson (D).

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presente en una comunidad de interés. El Índice de Margalef permite calcular la biodiversidad de dicha comunidad a través de la determinación de la riqueza de especies. La interpretación que se le da es que valores menores a 2 indican baja biodiversidad y superiores a 5 alta diversidad. El índice se expresa de la siguiente manera:

$$R = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

Dónde:

S = Número de especies

n = Número total de individuos (Franco, 1983).

En cuanto al cálculo de la diversidad como el resultado de incorporar en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad, se usó el índice de Pielou. Este índice es un índice de equidad, cuyo planteamiento teórico se sitúa en la uniformidad que tienen las especies en el sitio de estudio. La interpretación que se le da es que una magnitud entre más pequeña significa que hay una menor uniformidad en la población de cada especie. Esto es, que el valor 0 se refiere a la diversidad mínima y el valor 1 a la diversidad máxima.

Este índice contempla la cantidad de especies presentes en la zona de estudio (riqueza específica) y la cantidad relativa de individuos de cada una de estas especies (abundancia). La fórmula para obtener el índice es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Y se tiene que $H' = -\sum_{i=1}^s Pi(\ln Pi)$, $H'_{max} = \ln(s)$ y $Pi = \frac{ni}{N}$ dónde:

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número de todos los individuos de todas las especies

Pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos N (es decir la abundancia relativa de la especie i)

s = Número de especies [riqueza específica] (Moreno, 2001).

El otro índice que se usó es el Índice de Simpson. Este es un índice de diversidad y su fundamento teórico estriba en la dominancia que unas especies vegetales tienen sobre otras. La interpretación que se le da es la de que una puntuación mayor, entre 0 y 1, representa una mayor dominancia en alguna de las especies, es decir, es la probabilidad de que al seleccionar dos individuos al azar, estos sean de la misma especie. Dicho índice tiene la siguiente expresión matemática:

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s Pi^2}$$

Y se tiene que $Pi = \frac{ni}{N}$ dónde:

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número de todos los individuos de todas las especies

P_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos N (es decir la abundancia relativa de la especie i)

S = Número de especies [riqueza específica] (Moreno, 2001).

9.2.2.-DE LA APLICACIÓN DEL IEEB

Posterior a la aplicación de los índices de biodiversidad, se aplicó el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB), cuyo diseño se plantea como el objetivo particular uno en este mismo trabajo. Así, los valores arrojados por el IEEB son los que califican el estado ecosistémico de las barrancas Malinalli y El Conde de acuerdo a la escala propuesta en dicho índice.

En el cuadro 2 se presentan los indicadores que conforman el IEEB.

Cuadro 2.- Indicadores del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)				
ÍNDICE	DIMENSIÓN	VARIABLE	FUENTE	INDICADOR
Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)	Socio-Económico-Ambiental	Estado ecosistémico de la barranca	Primaria	a).-Estado de la cubierta vegetal i).-Calidad de la vegetación α).-Grado de cubierta vegetal β).-Estructura de la cubierta γ).-Continuidad con el sistema forestal adyacente δ).-Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca b).-Grado de naturalidad de la barranca c).-Actividades económicas dentro de la barranca d).-Presencia de casas-habitación e).-Contaminación de la barranca

Fuente propia.

El indicador: Estado de la cubierta vegetal, es un indicador compuesto cuyo valor es a su vez, el resultado del indicador; Calidad de la vegetación, con las modificaciones introducidas por cuatro indicadores más y que son: Grado de cubierta vegetal, Estructura de la cubierta, Continuidad con el sistema forestal adyacente y Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca.

Para recabar la información que alimentó a los indicadores propuestos, se procedió a dividir las barrancas en tramos de 300 metros en cada uno de los márgenes.

Con el auxilio de una hoja de campo de dos páginas, se recabó la información necesaria a través de recorridos por los dos márgenes de las barrancas cubriendo cada uno de los tramos en que se dividieron las mismas (Ver anexo 1).

La metodología implementada para recabar la información que alimenta cada indicador se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3.- Metodología para recabar la información que alimenta a los indicadores	
INDICADOR	METODOLOGÍA
Calidad de la vegetación	Conteo de especies arbóreas y/o arbustivas autóctonas por cada área para determinar su presencia y ver si son individuos aislados o están conformando comunidades
Grado de cubierta vegetal	Determinación a través de mediciones con cuerda, del área cubierta por árboles y arbustos como un porcentaje del área total en estudio
Estructura de la cubierta	Determinación del área de terreno cubierta por sombra debida a árboles y/o arbustos. Esto como un porcentaje del total del área en evaluación bajo sombra. Mediciones hechas con cuerda
Continuidad con el sistema forestal adyacente	Recorrido por todo el margen de la barranca para medir con cuerda, la longitud de la zona donde el ecosistema de la barranca se continúa hacia el terreno adyacente. Esto se expresa como un porcentaje del total de longitud de la zona en estudio
Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca	Mediciones con cuerda, de las áreas dentro de la barranca donde la comunidad de bosque pierde continuidad. Esto se expresa como un porcentaje del área total en evaluación
Grado de naturalidad de la barranca	Recorrido de los cauces de las barrancas para observar directamente la posible presencia de modificaciones a los mismos, como presencia de estructuras permanentes, modificación de paredes, formación de terraplenes, relleno y/o canalización de las mismas
Actividades económicas dentro de la barranca	Recorrido por los cauces para observar de forma directa la posible presencia de actividades de pastoreo, de cultivo, de extracción de materiales pétreos entre otras. Y determinación a través de un cálculo visual, del área que comprometen dichas actividades, como un porcentaje del total del área en evaluación
Presencia de casas-habitación	Conteo de las casas dentro del cauce de la barranca, por observación directa. O en su defecto el cálculo, mediante el mismo método, del área que abarca las construcciones como un porcentaje del área en estudio
Contaminación de la barranca	Determinación por observación directa del tipo de residuos sólidos existentes en los cauces de las barrancas, así como de la presencia o no de aguas contaminadas

Fuente propia.

9.3.-ACERCA DEL ESTADO DE BIENESTAR SUBJETIVO, EN RELACIÓN CON LA BARRANCA EL CONDE, DE LOS HABITANTES DE LA MISMA

El trabajo se realizó haciendo uso de los canales comunicantes de los habitantes de la barranca, a través de dos herramientas metodológicas participativas: entrevistas a informantes clave y la aplicación de un cuestionario.

9.3.1.-TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DEL CUESTIONARIO

Con base en el bagaje documental revisado y con el uso de los propuestos metodológicos de la OCDE para el acercamiento hacia el conocimiento de la condición vivencial de los sujetos (INEGI, 2015a), se procedió a plantear un estudio exploratorio transversal descriptivo (Álvarez-Hernández y Delgado-de la Mora, 2015).

Para esto se procedió a diseñar un cuestionario, el cual tuvo como finalidad cuantificar la información y estandarizar el procedimiento de la entrevista. Para tal fin se consideraron dos aspectos importantes en el diseño del mismo:

1. Tener un objetivo: determinar el nivel de satisfacción de las personas que habitan en la barranca.
2. Aplicar una encuesta: a personas mayores de 18 años voluntarias, que habitan en viviendas ubicadas en la misma.

Para garantizar que el diseño del cuestionario se pudiera ajustar a criterios de validez y fiabilidad debió reunir las características de:

1. Ser adecuado para el problema que se pretende medir (teóricamente justificable), validez de contenido e intuitivamente razonable.
2. Ser válido; en el sentido de ser capaz de medir aquellas características que pretenden medir y no otras.
3. Ser fiable, preciso, es decir; con un mínimo de error en las mediciones.
4. Ser sensible; que sea capaz de medir cambios, tanto en los diferentes individuos como en la respuesta de un mismo individuo a través del tiempo.
5. Delimitar claramente sus componentes (dimensiones), de manera que cada uno contribuya al total de la escala de forma independiente. (Arribas, 2004).

Un primer borrador de cuestionario se procesó mediante el Método Delphi (Reguant-Álvarez y Torrado-Fonseca, 2016), esto es, se sometió a consulta con la directora de tesis, así como con expertos en la materia con lo que, basados en sus recomendaciones y comentarios, se obtuvo como resultado un cuestionario con seis secciones. Este cuestionario, posteriormente, se aplicó en una prueba piloto a fin de evaluar su consistencia interna a través del Alfa de Cronbach.

El cuestionario se elaboró buscando que su diseño fuera con un léxico lo más simple posible, de tal manera que las preguntas fueran claras y precisas y en una presentación sintética de manera que el formato de impresión fuera de no más de dos páginas.

Respecto a las preguntas sobre felicidad y satisfacción de vida, se adoptó la escala propuesta por el ENSAVISIO (2015): muy feliz (10), feliz (8 y 9), poco feliz (5, 6 y 7), y nada feliz (0, 1, 2, 3 y 4), y respecto a las preguntas sobre el elemento específico de la barranca y de los dominios de vida, se utilizó la escala de Likert de 4 puntos: 1).-Totalmente de acuerdo, 2).-De acuerdo, 3.-En desacuerdo y 4).-Totalmente en desacuerdo. La escala de Likert es una escala de actitud de intervalos que pertenece a lo que se denomina escala ordinal y que utiliza series de afirmaciones o ítems sobre los cuales se obtiene una respuesta por parte del entrevistado (Ospina, *et al.*, 2005).

9.3.2.-EVALUACIÓN DEL CUESTIONARIO

9.3.2.1.-Encuesta Piloto.

Se realizó una encuesta piloto con el fin de verificar: preguntas más adecuadas, si los enunciados son correctos, si son comprensibles y si tienen la extensión adecuada; correcta categorización de las respuestas; resistencias psicológicas o rechazo hacia algunas preguntas; si el ordenamiento interno es lógico y si la duración está dentro de lo aceptable por los encuestados.

Se buscó un grupo social que experimente condiciones de vida muy parecidas o similares al grupo social objetivo. Así, se aplicó el cuestionario a habitantes de la misma zona donde está la barranca y que son padres de familia de la Escuela Primaria Bilingüe Emiliano Zapata, ubicada entre las calles 14 de febrero y 20 de noviembre de la colonia Nueva 13 de Abril.

9.3.2.2.- Alfa de Cronbach

Para evaluar la confiabilidad o la homogeneidad de las preguntas o ítems es común emplear el coeficiente Alfa de Cronbach, cuando se trata de alternativas de respuestas policotómicas, como las escalas tipo Likert (Corral, 2009). Este coeficiente requiere de una sola administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1 (Hernández *et al.*, 2006). Un valor del Alfa de Cronbach, entre 0.70 y 0.90, indica una buena consistencia interna para una escala unidimensional (Alonso y Santacruz, 2015).

El cálculo del Alfa de Cronbach (α), se ejecutó mediante el paquete estadístico SPSS versión 19, empleándose los siguientes métodos:

a) Varianza de los ítems

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{Vt} \right]$$

b) Matriz de correlación

$$\alpha = \frac{kp}{1+p(k-1)}$$

Dónde:

k= Número de ítems

Vi= Varianza de cada ítem

Vt= Varianza del total

p=Promedio de las correlaciones lineales de cada uno de los ítems (Cronbach y Shavelson, 2004).

9.3.3.- APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO Y ANÁLISIS DE DATOS

A los encuestados se les informó que la investigación se trataba de un estudio exploratorio sobre su satisfacción con la vida en lo general y con su experiencia de vida cercana a la barranca. Asimismo, se les explicó que el ejercicio era voluntario y que podían tener la certeza de que los datos recabados se manejarían con absoluta confidencialidad. Los datos recabados se vaciaron en una base de Excel y se procesaron mediante un sistema de análisis complementario de estadística descriptiva (Hernández *et al.*, 2006).

9.4.- ACERCA DE ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE MANEJO DE BARRANCAS

Para el cumplimiento de este objetivo, se procedió en dos líneas metodológicas:

1.-La primera consistió en una investigación documental, centrada en la revisión de trabajos previos realizados por diferentes instituciones tanto del país como internacionales, que tengan como objetivo el manejo de sistemas de barrancas. Dicha revisión se hizo bajo la premisa de que existen ciudades que han reconocido la importancia de las barrancas desde mucho antes que Puebla, y que por lo mismo tienen ya instrumentadas líneas estratégicas generales de atención a las mismas, así como acciones y mecanismos diseñados para los mismos efectos.

2.-La segunda línea se basó en los resultados obtenidos del cumplimiento de los objetivos dos y tres. Esto en el entendido de que el sistema de barrancas de Puebla, si bien comparte generalidades con otros sistemas de barrancas, presenta también características únicas, lo que exige que cualquier elemento que se proponga para atender su problemática, deba de ser específico.

X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para mí, el problema no es la barranca sino el uso que muchas personas le dan, como por ejemplo tirar basura y animales muertos.

Habitante de la barranca El Conde

En este apartado damos cuenta de los resultados obtenidos, de acuerdo con las preguntas de investigación, los objetivos y la hipótesis que se plantearon en el protocolo correspondiente. Para efectos de mayor visibilidad de los mismos, se exponen en el orden en que se enuncian los objetivos particulares.

10.1.-DEL DISEÑO DEL ÍNDICE DE ESTADO ECOSISTÉMICO DE BARRANCAS (IEEB)

A fin de dar cumplimiento a este objetivo, se presenta el diseño de un índice que puede ser calculado en campo usando características cuantificables y fácilmente identificables. El índice recibe el nombre de: Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB).

En general, las barrancas suelen diferenciarse claramente del resto del territorio, sin embargo, en caso de que la transición entre zonas no sea clara, el investigador debe apoyarse en rasgos que indiquen la transición entre ellas, como pueden ser cambios en la vegetación y cambios en el grado de inclinación del terreno entre otros. La propuesta es que los datos que alimentan a los componentes deben tomarse en tramos de 300 metros o menos, de acuerdo a las características de variabilidad que la barranca en estudio presente. Esto es, que la barranca debe dividirse en fracciones de 300 metros o menos de longitud, hasta un límite de 100 metros y deberán tomarse datos por cada una de las fracciones de terreno. Cada lado de la barranca se tomará como un ente separado uno del otro, por lo que los tramos definidos serán por lado de la barranca. Para el caso de barrancas muy grandes donde sea necesario muestrear, cada una de las muestras deberá dividirse de la misma manera.

El levantamiento en campo de cada fracción de terreno puede ser cubierto de 20 a 60 minutos aproximadamente de acuerdo a las dimensiones escogidas para cada tramo y de la accesibilidad del lugar. El levantamiento de la información no requiere de expertos en botánica u otras áreas, aunque si se requiere de cierto conocimiento y entrenamiento de la persona que cubra el formato respecto de los requerimientos del índice. El IEEB se calcula en campo con el auxilio de un formato a dos páginas de una hoja tamaño carta.

Los indicadores, así como sus puntuaciones, fueron elegidos buscando, por un lado, evaluar en su máxima integralidad el sistema, de acuerdo a una exhaustiva valoración de las características del mismo, pretendiendo siempre el máximo de objetividad a fin de que estos describan con la mayor precisión el sistema en cuestión, y por el otro, tratando siempre de

cumplir con uno de los criterios que definen a los indicadores y es el de que sean lo más sintéticos posibles.

El Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas se estructura de nueve indicadores: Calidad de la vegetación, Grado de la cubierta vegetal, Estructura de la cubierta, Continuidad con el sistema forestal adyacente, Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca, Estado de la cubierta vegetal, Grado de naturalidad de la barranca, Actividades económicas dentro de la barranca, Presencia de casas-habitación y Contaminación de la barranca. Los primeros cinco indicadores se agrupan en un indicador compuesto que se denomina, Estado de la cubierta vegetal.

El IEEB presenta valores que oscilan entre 0 a 100 puntos y es la suma simple del indicador compuesto y de los cuatro indicadores simples restantes. El valor de cada uno de estos cinco indicadores es la media de los valores, que para los mismos se obtienen, de las fracciones revisadas. Para el caso del indicador compuesto, el valor de cada fracción evaluada se obtiene a partir del puntaje, entre 0 y 40, que el indicador, Calidad de la vegetación otorga y el cual es susceptible de ser modificado por los otros cuatro indicadores simples en valores de +10 a -10: Grado de la cubierta vegetal, Estructura de la cubierta, Continuidad con el sistema forestal adyacente, Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca. Los valores para cada fracción otorgados por el indicador compuesto, no pueden rebasar los límites de 0 y 40 puntos, por lo que si hay valores negativos o superiores a 40, el registro final será 0 o 40 puntos respectivamente. El indicador compuesto y los otros cuatro indicadores simples que conforman el IEEB son totalmente independientes.

La composición del IEEB se expone en el cuadro 4.

La aplicación del índice implica tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1.- Para efectos del índice, se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador de los ecosistemas y se enfoca importantemente al problema que reviste la presencia de especies introducidas en los hábitats, lo que genera competencia sobre los recursos. Los criterios adicionales se enfocan a calificar la importancia que para un ecosistema tiene la pérdida de su continuidad por su fragmentación y el efecto de isla.

2.- Los otros cuatro componentes suponen la posible modificación de la barranca por la presencia de actividades y/o estructuras de origen antrópico en el cauce de la misma, lo cual casi siempre se traduce en impactos negativos sobre el ecosistema que por lo tanto penalizan, generalmente, el valor final del IEEB.

Cuadro 4.- Diseño del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)			
INDICADOR COMPUUESTO	INDICADORES SIMPLES	APORTACIÓN AL IEEB	DEFINICIÓN Y FORMA DE CALCULARLO
Estado de la cubierta vegetal (Aportación al IEEB: 40 puntos)	Calidad de la vegetación	40 puntos	Conteo de especies arbóreas y/o arbustivas autóctonas para determinar si son individuos aislados o están conformando comunidades
	Grado de cubierta vegetal	De +10 a -10	Porcentaje de área que presenta cubierta vegetal
	Estructura de la cubierta	De +10 a -10	Porcentaje de área cubierta por árboles o arbustos
	Continuidad con el sistema forestal adyacente	De +10 a -10	Porcentaje del ecosistema de la barranca que se continúa como tal hacia el terreno adyacente
	Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca	De +10 a -10	Porcentaje de fragmentación del ecosistema de la barranca
-----	Grado de naturalidad de la barranca	10 puntos	Tipo de modificaciones a la barranca y presencia de estructuras antrópicas
-----	Actividades económicas dentro de la barranca	10 puntos	Tipo y porcentaje de área comprometida por actividades económicas
-----	Presencia de casas-habitación	20 puntos	Número de casas-habitación dentro de la barranca o porcentaje del área comprometida por construcciones
-----	Contaminación de la barranca	20 puntos	Tipo de residuos sólidos presentes, así como presencia o no de aguas residuales

Fuente propia.

En el cuadro 5 se presenta la calificación del sistema barranca a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas.

Cuadro 5.- Calificación del sistema barranca a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)	
a).-ESTADO DE LA CUBIERTA VEGETAL (Puntuación entre 0 y 40)	Suma
b).-CALIDAD DE LA VEGETACIÓN	
PUNTUACIÓN	ESTADO
40	Solo especies arborísticas autóctonas
30	Solo una especie arborística autóctona con especímenes aislados
20	De dos a cinco especies arborísticas autóctonas con especímenes aislados
10	Más de cinco especies arborísticas autóctonas con especímenes aislados
0	Comunidades de especies autóctonas

Los siguientes criterios adicionales modifican el valor arrojado por el indicador anterior aplicado para describir el ecosistema:

α).- GRADO DE CUBIERTA VEGETAL	
PUNTUACIÓN	ESTADO
+10	Cubierta vegetal > al 80 % (las plantas anuales no se consideran)
+5	Cubierta entre el 50 % y el 80 %
-5	Cubierta entre el 10 % y el 49 %
-10	Cubierta < al 10 %

β).- ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA	
PUNTUACIÓN	ESTADO
+10	Recubrimiento de árboles ≥ al 50 % y de 0 a 50 % de arbustos
+5	Recubrimiento de árboles entre el 25 % y el 49 % y de arbustos de al menos el 25 %
-5	Recubrimiento de árboles entre el 25 % y el 49 % y menos del 25 % de arbustos
-10	Menos de recubrimiento del 25 % de árboles, con o sin arbustos

γ).- CONTINUIDAD CON EL SISTEMA FORESTAL ADYACENTE	
PUNTUACIÓN	ESTADO
+10	Continuidad > al 80 %
+5	Continuidad entre el 50 % y el 80 %
-5	Continuidad entre el 25 % y el 49 %
-10	Continuidad entre el 0 % y el 24 %

δ).- CONTINUIDAD DE LA COMUNIDAD A LO LARGO DE LA BARRANCA	
PUNTUACIÓN	ESTADO
+10	Uniforme y ocupando > del 80 % de la barranca
+5	Continuidad entre el 50 % y el 80 %
-5	Continuidad entre el 25 % y el 49 %
-10	Continuidad entre el 0 % y el 24 %

b).- GRADO DE NATURALIDAD DE LA BARRANCA (Puntuación entre 0 y 10) Suma

PUNTUACIÓN	ESTADO
10	Barranca sin modificaciones
7	Modificaciones de paredes y terraplenes
5	Presencia de estructuras rígidas aisladas
0	Canalización de la barranca o relleno

c).- ACTIVIDADES ECONÓMICAS DENTRO DE LA BARRANCA (Puntuación entre 0 y 10) Suma

PUNTUACIÓN	ESTADO
10	Sin actividades económicas
8	Actividades económicas sin extracción de materiales
5	Actividades extractivas en hasta el 10 % del área de la barranca
0	Actividades extractivas en más del 10 % del área de la barranca

d).- PRESENCIA DE CASAS-HABITACIÓN (Puntuación entre 0 y 20) Suma

PUNTUACIÓN	ESTADO
20	Sin casas-habitación
15	Presencia de una casa-habitación
10	Núcleo habitacional de 2 a 10 casas
5	Núcleo habitacional de 11 casas hasta una ocupación de un 49 % del área de la barranca
0	Núcleo habitacional en un área igual o mayor al 50 % de la barranca

e).- CONTAMINACIÓN DE LA BARRANCA (Puntuación entre 0 y 20) Suma

PUNTUACIÓN	ESTADO
20	Sin contaminación de agua y sólidos
0	Agua contaminada c/s residuos sólidos
Modificaciones a la primera puntuación	
-5	Presencia de Residuos Sólidos Urbanos
-10	Presencia de Residuos de Manejo Especial
-15	Presencia de Residuos Peligrosos

PUNTUACIÓN FINAL (Suma de las anteriores puntuaciones) Suma total

Fuente propia, con base en Munné *et al.*, (2003).

La clasificación de contaminantes sólidos es con base a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2003).

En el cuadro 6 se presenta la propuesta de semaforización, de acuerdo a una escala de cinco niveles en que se califica el estado ecosistémico de las barrancas al aplicarse el IEEB.

Cuadro 6.- Estado Ecosistémico de las Barrancas de acuerdo al IEEB y semaforización		
CALIDAD	IEEB	COLOR
Excelente	≥ 90	Verde
Buena	70-89	Azul
Regular	50-69	Amarillo
Pobre	30-49	Naranja
Mala	<29	Rojo

Fuente propia, con base en Munné *et al.*, (2003).

El IEEB se calcula a través de la siguiente expresión matemática, donde el estado ecosistémico de la barranca es el resultado de la suma de los valores de un indicador compuesto (*a*) más cuatro indicadores simples (*b, c, d, e*); los cuales son los que miden las variables determinadas:

$$IEEB = a + b + c + d + e$$

Dónde:

IEEB =Estado Ecosistémico de la Barranca

a =Estado de la cubierta vegetal

b =Grado de naturalidad de la barranca

c =Actividades económicas dentro de la barranca

d =Presencia de casas-habitación

e =Contaminación de la barranca.

Ahora, el valor de cada indicador es la media aritmética de acuerdo a la siguiente expresión general:

$$Ind = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i + \dots + x_n)}{n}$$

Dónde:

Ind = Cualquiera de los indicadores **a, b, c, d, e**

x_i = Fracción susceptible de revisión

n = Número de fracciones revisadas.

Para **a**; que es el indicador compuesto, se tiene que:

$$x_i = i + a + Q + +$$

Dónde **i, a, Q,** son indicadores simples

i = Valor arrojado por el indicador: Calidad de la vegetación

a = Grado de la cubierta vegetal

Q = Estructura de la cubierta

= Continuidad con el sistema forestal adyacente

= Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca.

10.2.-DE LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOSISTÉMICO DE LAS BARRANCAS: MALINALLI Y EL CONDE, A TRAVÉS DEL ÍNDICE DISEÑADO Y VALIDACIÓN DEL MISMO

Con el fin de alcanzar el cumplimiento de este objetivo, el trabajo se realizó en varias etapas las cuales se enuncian en el presente texto de acuerdo al desarrollo del trabajo en campo. Para una mejor comprensión de los resultados, la presentación se hace en correspondencia a cada una de las barrancas objeto de estudio.

En un primer momento se realizó la caracterización de cada una de las barrancas. Para ello se efectuaron recorridos de reconocimiento con el fin de tener un panorama general de las mismas y registrar elementos como ubicación geográfica, longitud, profundidad, anchura y condiciones generales. Los datos se presentan en el apartado de Zona de Estudio. Así mismo se hizo un archivo fotográfico del cual, algunas fotografías se presentan en este documento, y el grueso de ellas sirvió para observar y relacionar detalles y para complementar la argumentación de forma ordenada.

En gabinete se elaboraron mapas con el programa Arc Gis, algunos de los cuales se muestran en este documento.

10.2.1.- BARRANCA MALINALLI

La figura 6 presenta la ubicación de la barranca Malinalli.

BARRANCA MALINALLI



Figura 6.- Barranca Malinalli. Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó un inventario de la flora del sitio. Este trabajo se considera importante en la medida de que un inventario siempre es el primer paso en la caracterización de un lugar donde se pretenda hacer trabajos sobre su biodiversidad, pues con ello se puede saber cuál es el acervo botánico del lugar en cuestión. En el cuadro 7 se enlistan las especies encontradas en la barranca Malinalli.

Cuadro 7.- Flora de la barranca Malinalli		
ESPECIE	FAMILIA	ESTATUS MIGRATORIO
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F. J. Herm (Huizache chino)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Acalypha phleoides</i> Cav. (Cordoncillo)	<i>Euphorbiaceae</i>	Nativa
<i>Agalinis peduncularis</i> (Benth.) Penell (Tronadora)	<i>Orobanchaceae</i>	Nativa
<i>Agave marmorata</i> Roezl (Pitzomel, Tepeztate)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa
<i>Agave potatorum</i> Zucc. (Papalometl)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck (Maguey pulquero)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. ex Pers. (Cielito)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	<i>Verbenaceae</i>	Nativa

(Cedrón de campo)		
<i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G. N. Jones (Duraznillo)	<i>Rosaceae</i>	Nativa
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth (Manzanita)	<i>Ericaceae</i>	Nativa
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth (Chavarro, Madroño)	<i>Ericaceae</i>	Nativa
<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob & Brettell. (Jarilla, Azomiate)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Basidiomycota</i> (Setas y hongos de repisa)	<i>Reino Fungi</i>	Nativos
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schtdl. (Trompetilla)	<i>Rubiaceae</i>	Nativa
<i>Brongniartia intermedia</i> Moric. (Hierba de la víbora)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Buddleja cordata</i> Kunth (Tepozán)	<i>Scrophulariaceae</i>	Nativa
<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth. (Cabeza de angel)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Ceanothus caeruleus</i> Lag. (Chaquira)	<i>Rhamnaceae</i>	Nativa
<i>Clinopodium macrostemum</i> (Moc. & Sessé ex Benth.) Kuntze (Te de monte)	<i>Lamiaceae</i>	Nativa
<i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth.) Zucc. ex Klotzsch (Huejote)	<i>Ericaceae</i>	Nativa
<i>Commelina erecta</i> L. (Espuelitas)	<i>Commelinaceae</i>	Nativa
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult. (Orégano cimarrón)	<i>Boraginaceae</i>	Nativa
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. (Girasol morado)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Cyanophyta / Ascomycota</i> (Líquenes)	<i>Reino Monera y Fungi</i>	Nativos
<i>Dahlia coccinea</i> Cav. (Dalia roja)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Dasyilirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc. (Cucharilla)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa
<i>Desmodium incanum</i> DC (Hoja de pega, Talamat)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq. (Jarilla, Gallito)	<i>Sapindaceae</i>	Nativa
<i>Erigeron canadensis</i> L (Pegajosa)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroché (Hierba del sapo)	<i>Apiaceae</i>	Nativa
<i>Eucalyptus globulus</i> Labiell (Eucalipto)	<i>Myrtaceae</i>	Exótica
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg. (Cuatle)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less. (Pegajosa)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Ipomoea batatoides</i> Choisy (Sin nombre común conocido)	<i>Convolvulaceae</i>	Nativa
<i>Ipomoea orizabensis</i> (Pelletan) Ledeb. Ex Steud. (Manto de cielo)	<i>Convolvulaceae</i>	Nativa
<i>Ipomoea purga</i> (Wender.) Hayne (Raíz de Jalapa)	<i>Convolvulaceae</i>	Nativa
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth (Campanitas)	<i>Convolvulaceae</i>	Nativa

<i>Iresine grandis</i> Standl. (Pie de Paloma)	<i>Amaranthaceae</i>	Nativa
<i>Juniperus deppeana</i> var. <i>deppeana</i> Steud (Tascate)	<i>Cupressaceae</i>	Nativa
<i>Juniperus fláccida</i> Schtdl (Enebro)	<i>Cupressaceae</i>	Nativa
<i>Karwinskia mollis</i> Schtdl. (Capulincillo)	<i>Rhamnaceae</i>	Nativa
<i>Lantana velutina</i> M. Martens & Galeotti (Coralillo)	<i>Verbenaceae</i>	Nativa
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb. (Frijol negro)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff. (Caca de burro)	<i>Cactaceae</i>	Nativa
<i>Mamillaria haageana</i> subsp. <i>elegans</i> D. R. Hunt. (Viejitos)	<i>Cactaceae</i>	Nativa
<i>Milla biflora</i> Cav. (Flor de San Juan)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa
<i>Muscopsida</i> (Musgos)	<i>División Bryophyta</i>	Nativos
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem. (Nopal cardón)	<i>Cactaceae</i>	Nativa
<i>Pallaea cordifolia</i> (Sessé & Moc.) A.R. Sm. (Espárrago cimarrón)	<i>Pteridaceae</i>	Nativa
<i>Phoradendron lanceolatum</i> Engelm. Ex A. Gray (Muérdago)	<i>Santalaceae</i>	Nativa
<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G. Don (Injerto)	<i>Loranthaceae</i>	Nativa
<i>Pteridophyta</i> (Helechos)	<i>Reino Plantae</i>	Nativa
<i>Quercus acutifolia</i> Née (Encino Tepescohuite)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl. (Encino Tesmolillo)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti (Encino roble)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus laurina</i> Bonpl. (Encino laurel)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl. (Encino tezahual)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus rugosa</i> Née (Encino prieto)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Rhus oaxacana</i> Loes. (Lándrico)	<i>Anacardiaceae</i>	Nativa
<i>Rhus standleyi</i> F.A.Barkley (Xoxoco)	<i>Anacardiaceae</i>	Nativa
<i>Salix bonplandiana</i> Kunth (Ahuejote)	<i>Salicaceae</i>	Nativa
<i>Stevia ovata</i> Willd. (Sin nombre común conocido)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Stevia serrata</i> Cav. (Chile burro)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Tillandsia erubescens</i> Schlecht.. (Gallito)	<i>Bromeliaceae</i>	Nativa
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Fenzl (Hierba del pollo)	<i>Commelinaceae</i>	Nativa
<i>Typha domingensis</i> Pers. (Tule)	<i>Typhaceae</i>	Nativa
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.(Mal de ojo)	<i>Compositae</i>	Nativa

Fuente propia.

La identificación de los organismos, así como la determinación de su estatus migratorio, se hizo con base en el trabajo de campo y la consulta de bibliografía especializada en el tema (Rzedowski, 1988; Zamudio y Carranza, 1994; Villaseñor *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2009; The Plant List, 2013; Missouri Botanical Garden, 2014; CONABIO, 2018; Naturalista, 2018; SEMARNAT, 2018).

Las especies encontradas suman un total de 63, de las cuales 62 son nativas y una es exótica, que corresponden a 29 familias de plantas pertenecientes en su mayor parte a la división *Angiospermophyta* y las menos a la división *Gymnospermophyta*. Además, se registra la presencia de helechos que se agrupan en la división *Pteridophyta* y de musgos que se agrupan en la clase *Muscopsida* correspondiente a la división *Briophyta*. Otros organismos encontrados que, aunque no pertenecen al reino *Plantae* históricamente siempre han sido objeto de estudio de la botánica, son las setas y hongos de repisa que pertenecen a la división *Basidiomycota* del reino *Fungi*. Situación similar presentan los líquenes, organismos importantes en los ecosistemas por su capacidad para formar suelo y que en la barranca se encuentran presentes. Los mismos son organismos simbioses formados por un hongo (división *Ascomycota* del reino *Fungi*) y por un alga (división *Chlorophyta* del reino *Plantae*) o una cianobacteria (bacterias capaces de realizar fotosíntesis pertenecientes a la división *Cyanophyta* del reino *Monera*).

Los organismos registrados son en su mayoría nativos del ecosistema en el que se encuentran con excepción del eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labiell), especie que presenta dos organismos en el sitio y que es introducida de Australia.

Una vez realizado el inventario, se procedió a definir las especies de diagnóstico de acuerdo a los criterios enunciados en el apartado correspondiente a la metodología. En el cuadro 8 se registran tales especies y se indican el número de individuos de cada una de las especies en cuestión (Font, 2000; Hickey y King, 2000).

Cuadro 8.- Especies de diagnóstico de la barranca Malinalli			
ESPECIE	FAMILIA	ESTATUS MIGRATORIO	NÚMERO DE INDIVIDUOS
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F. J. Herm (Huizache chino)	<i>Fabaceae</i>	Nativa	7
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck (Maguey manso)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa	4
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth (Chavarro, Madroño)	<i>Ericaceae</i>	Nativa	25
<i>Buddleja cordata</i> Kunth (Tepozán)	<i>Scrophulariaceae</i>	Nativa	22
<i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth.) Zucc. ex Klotzsch (Huejote)	<i>Ericaceae</i>	Nativa	34

<i>Eucalyptus globulus</i> Labiell (Eucalipto)	<i>Myrtaceae</i>	Exótica	2
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg. (Cuatle)	<i>Fabaceae</i>	Nativa	19
<i>Juniperus deppeana</i> var. <i>deppeana</i> Steud (Tascate)	<i>Cupressaceae</i>	Nativa	36
<i>Juniperus fláccida</i> Schldl (Enebro)	<i>Cupressaceae</i>	Nativa	139
<i>Quercus acutifolia</i> Née (Encino Tepescohuite)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	58
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl. (Encino Tesmolillo)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	45
<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti (Encino roble)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	39
<i>Quercus laurina</i> Bonpl. (Encino laurel)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	59
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl. (Encino tezahual)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	13
<i>Quercus rugosa</i> Née (Encino prieto)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	81
<i>Salix bonplandiana</i> Kunth (Ahuejote)	<i>Salicaceae</i>	Nativa	3
			586

Fuente propia.

Las especies de diagnóstico hacen un total de 16 representando a 7 familias. Las especies son nativas con excepción del Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labiell). El total de individuos registrados fue de 586.

Con los datos considerados se procedió a evaluar la biodiversidad del sitio a través de los índices enunciados en el apartado de metodología.

De acuerdo al Índice de Margalef (R), se tiene que:

$$R = \frac{16 - 1}{\ln(586)}$$

Así que **R = 2.35**

Respecto al Índice de Pielou (J'), los cálculos se muestran en el cuadro 9.

i	ni	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
1	7	0.01194539	-4.42740964	-0.05288715
2	4	0.00682594	-4.98702543	-0.03404113
3	25	0.04266212	-3.15444396	-0.13457525
4	22	0.03754266	-3.28227734	-0.12322543
5	34	0.05802048	-2.84695926	-0.16518194
6	2	0.00341297	-5.68017261	-0.01938625

7	19	0.03242321	-3.42888081	-0.11117532
8	36	0.06143345	-2.78980085	-0.17138708
9	139	0.23720137	-1.43884586	-0.3412962
10	58	0.09897611	-2.31287678	-0.22891954
11	45	0.07679181	-2.5666573	-0.19709826
12	39	0.0665529	-2.70975814	-0.18034227
13	59	0.10068259	-2.29578235	-0.23114532
14	13	0.0221843	-3.80837043	-0.08448603
15	81	0.13822526	-1.97887063	-0.2735299
16	3	0.00511945	-5.2747075	-0.02700362
	586			2.37568069

Fuente propia.

Esto es que $H' = 2.38$

Ahora, considerando que la diversidad máxima hipotética o máximo de Shannon ($H' max$) es el logaritmo natural del número de especies (s) existentes, se tiene que:

$$H' max = \ln 16, \text{ por lo tanto: } H' max = 2.77$$

Ahora, la proporción que la diversidad relativa representa en función de su diversidad máxima posible es igual a $H'/H' max$, entonces sustituyendo se tiene que:

$$J' = \frac{2.38}{2.77}$$

Así que $J' = 0.86$

Respecto al Índice de Simpson (D), los cálculos se muestran en el cuadro 10.

i	ni	Pi	Pi ²
1	7	0.01194539	0.000142692
2	4	0.00682594	4.65934E-05
3	25	0.04266212	0.001820056
4	22	0.03754266	0.001409451
5	34	0.05802048	0.003366376
6	2	0.00341297	1.16484E-05
7	19	0.03242321	0.001051264
8	36	0.06143345	0.003774068
9	139	0.23720137	0.056264488
10	58	0.09897611	0.00979627
11	45	0.07679181	0.005896982
12	39	0.0665529	0.004429289
13	59	0.10068259	0.010136985

14	13	0.0221843	0.000492143
15	81	0.13822526	0.019106221
16	3	0.00511945	2.62088E-05
	586		0.117770737

Fuente propia.

Así que $D = 0.12$

Respecto a la evaluación a través del Índice de Estado Ecosistema de Barrancas (IEEB), la barranca se dividió en seis fracciones, tres de cada lado de la misma de aproximadamente 250 metros cada una de ellas. Los resultados de la revisión en campo se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11.- Calificación de la barranca Malinalli a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)														
Indicador y puntuación	Fracciones												Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
a).-Estado de la cubierta vegetal (40 puntos)														40
j).-Calidad de la vegetación														
40-Solo especies arborísticas autóctonas	x	x		x		x								
30-Una especie arborística alóctona (individuos aislados)			x		x									
20-2 a 5 especies arborísticas alóctonas (individuos aislados)														
10-Más de 5 especies arborísticas alóctonas (individuos aislados)														
0-Comunidades de especies alóctonas														
α).-Grado de cubierta vegetal														
+10 > al 80%	x	x	x			x								
+5 Entre el 50% y el 80%				x	x									
-5 Entre el 10% y el 49%														
-10 < al 10%														
β).-Estructura de la cubierta														
+10 Árboles ≥ al 50%; 0-50% arbustos	x	x	x			x								
+5 Árboles ÷ 25 y 49%; al menos 25% de arbustos				x	x									
-5 Árboles ÷ 25 y 49%; menos del 25% de arbustos														
-10 < 25% de árboles, con o sin arbustos														
γ).-Continuidad con el sistema forestal adyacente														
+10 Continuidad > al 80%	x	x	x	x	x	x								
+5 Continuidad ÷ el 50% y el 80%														

b).-Grado de naturalidad de la barranca (10 puntos)	10	05	05	10	05	10								07.5
c).-Actividades económicas dentro de la barranca (10 puntos)	10	10	10	10	10	10								10
d).-Presencia de casas-habitación (20 puntos)	20	20	20	20	20	20								20
e).-Contaminación de la barranca (20 puntos)	05	05	20	20	20	20								15
Puntuación final	85	80	95	100	95	100								92.5

Fuente propia.

Los resultados se presentan también en forma de gráfico, previo ajuste de los datos por regla aritmética de tres, considerando como 100 puntos cada valor máximo de cada indicador (Figura 7).

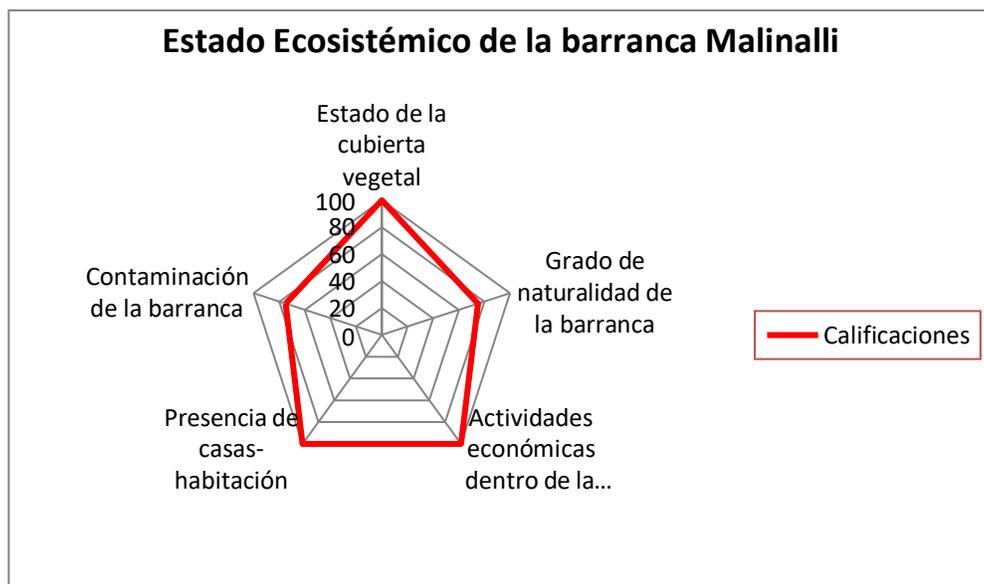


Figura 7.- Calificaciones ajustadas, otorgadas por el IEEB a la barranca Malinalli. Fuente propia.

10.2.2.- BARRANCA EL CONDE

En la figura 8 se observa la barranca El Conde, apreciándose la zona industrial hacia el sur y la zona habitada hacia el norte.

BARRANCA EL CONDE



Figura 8.- Barranca El Conde. Elaboración propia.

En el cuadro 13 se registran las especies encontradas en la barranca El Conde.

Cuadro 13.- Flora de la barranca El Conde		
ESPECIE	FAMILIA	ESTATUS MIGRATORIO
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze (Huizache)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr. (Culantrillo)	<i>Pteridaceae</i>	Nativa
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck (Maguey pulquero)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa
<i>Annona cherimola</i> Mill. (Chirimoya)	<i>Annonaceae</i>	Exótica
<i>Araucaria columnaris</i> (G. Forst) Gancho (Araucaria)	<i>Araucariaceae</i>	Exótica
<i>Arundo donax</i> L. (Carrizo)	<i>Poaceae</i>	Exótica
<i>Baccharis conferta</i> Kunth (Escobilla)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (kunth) H. Rob & Brettell. (Jarilla, Azomiate)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Basidiomycota</i> (Setas y hongos de repisa)	<i>Reino Fungi</i>	Nativos
<i>Begonia gracilis</i> Kunth (Begonia)	<i>Begoniaceae</i>	Nativa
<i>Bidens pilosa</i> L. (Aceitillo)	<i>Asteraceae</i>	Exótica
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schtdl. (Trompetilla)	<i>Rubiaceae</i>	Nativa

<i>Buddleja cordata</i> Kunth (Tepozán)	<i>Scrophulariaceae</i>	Nativa
<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth. (Cabeza de angel)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels (Cepillo)	<i>Myrtaceae</i>	Exótica
<i>Canna indica</i> L. (Platanillo)	<i>Cannaceae</i>	Nativa
<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav. (Chile)	<i>Solanaceae</i>	Nativa
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth. (Hierba del cáncer)	<i>Orobanchaceae</i>	Nativa
<i>Casuarina equisetifolia</i> L. (Casuarina)	<i>Casuarinaceae</i>	Exótica
<i>Cenchrus ciliaris</i> L. (Pasto bufel)	<i>Poaceae</i>	Exótica (invasora)
<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck (Limón)	<i>Rutaceae</i>	Exótica
<i>Cologania broussonetii</i> (Balb.) DC. (Cuasasal)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f. (Hierba del pollo)	<i>Commelinaceae</i>	Nativa
<i>Commelina tuberosa</i> L. (Hierba del pollo)	<i>Commelinaceae</i>	Nativa
<i>Conopholis alpina</i> Liebm. (Elote de coyote)	<i>Orobanchaceae</i>	Nativa
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. (Girasol morado)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Cucurbita</i> sp. (Calabaza)	<i>Cucurbitaceae</i>	Nativa
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. (Ciprés de Monterrey)	<i>Cupressaceae</i>	Exótica
<i>Cyanophyta / Ascomycota</i> (Líquenes)	<i>Reino Monera y Fungi</i>	Nativos
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (Pasto estrella)	<i>Poaceae</i>	Exótica
<i>Dahlia coccinea</i> Cav. (Dalia roja)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Datura stramonium</i> L. (Estramonio o Toloache)	<i>Solanaceae</i>	Nativa
<i>Desmodium incanum</i> DC (Hoja de pega, Talamat)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Echeveria gibbiflora</i> DC. (Oreja de burro)	<i>Crassulaceae</i>	Nativa
<i>Echeveria mucronata</i> Schltl. (Conchitas)	<i>Crassulaceae</i>	Nativa
<i>Erigeron longipes</i> DC. (Chalchuan)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. (Níspero)	<i>Rosaceae</i>	Exótica
<i>Erythrina coralloides</i> DC. (Colorín)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Denh (Eucalipto)	<i>Myrtaceae</i>	Exótica
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg. (Cuatle)	<i>Fabaceae</i>	Nativa
<i>Ficus retusa</i> L. (Laurel de la India)	<i>Moraceae</i>	Exótica
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh. (Fresno)	<i>Oleaceae</i>	Nativa
<i>Geranium seemannii</i> Peyr. (Pata de león)	<i>Geraniaceae</i>	Nativa
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less. (Pegajosa)	<i>Asteraceae</i>	Nativa

<i>Ipomoea batatoides</i> Choisy (Sin nombre común conocido)	Convolvulaceae	Nativa
<i>Ipomoea orizabensis</i> (Pelletan) Ledeb. Ex Steud. (Manto de cielo)	Convolvulaceae	Nativa
<i>Ipomoea purga</i> (Wender.) Hayne (Raíz de Jalapa)	Convolvulaceae	Nativa
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth (Campanitas)	Convolvulaceae	Nativa
<i>Ipomoea tricolor</i> Cav. (Manto)	Convolvulaceae	Nativa
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don (Jacaranda)	Bignoniaceae	Exótica
<i>Lantana velutina</i> M. Martens & Galeotti (Coralillo)	Verbenaceae	Nativa
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br (Bola de rey)	Lamiaceae	Exótica (Invasora)
<i>Lopezia racemosa</i> Cav. (Perilla)	Onagraceae	Nativa
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka (Zacate rosado)	Poaceae	Exótica
<i>Milla biflora</i> Cav. (Flor de San Juan)	Asparagaceae	Nativa
<i>Mirabilis jalapa</i> L. (Maravilla)	Nyctaginaceae	Nativa
<i>Musa</i> sp. (Plátano)	Musaceae	Exótica
<i>Muscopsida</i> (Musgos)	División Bryophyta	Nativos
<i>Nicotiana glauca</i> Graham (Tabaquillo)	Solanaceae	Exótica
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. (Nopal blanco)	Cactaceae	Nativa
<i>Pachystachys lutea</i> Nees (Camarón amarillo)	Acanthaceae	Exótica
<i>Persea americana</i> Mill. (Aguacate)	Lauraceae	Nativa
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Frijol)	Fabaceae	Nativa
<i>Phoradendron lanceolatum</i> Engelm. Ex A. Gray (Muérdago)	Santalaceae	Nativa
<i>Piper auritum</i> Kunth (Hierba santa)	Piperaceae	Nativa
<i>Polygonum aviculare</i> L. (Lengua de pájaro)	Polygonaceae	Exótica
<i>Populus alba</i> L. (Álamo plateado)	Salicaceae	Exótica
<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC. (Pipicha)	Asteraceae	Nativa
<i>Prunus domestica</i> L. (Ciruelo)	Rosaceae	Exótica
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth (Capulín)	Rosaceae	Nativa
<i>Psidium guajava</i> L. (Guayaba)	Myrtaceae	Nativa
<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G. Don (Injerto)	Loranthaceae	Nativa
<i>Pteridophyta</i> (Helechos)	Reino Plantae	Nativa
<i>Quercus acutifolia</i> Née (Encino Tepescohuite)	Fagaceae	Nativa
<i>Quercus castanea</i> Née (Encino capulincillo)	Fagaceae	Nativa

<i>Quercus crassipes</i> Bonpl. (Encino Tesmolillo)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus deserticola</i> Trel (Encino chico)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus glaucooides</i> M. Martens & Galeotti (Encino roble)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus laurina</i> Bonpl. (Encino laurel)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl. (Encino tezahual)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Quercus rugosa</i> Née (Encino prieto)	<i>Fagaceae</i>	Nativa
<i>Ricinus communis</i> L. (Higuerilla)	<i>Euphorbiaceae</i>	Exótica
<i>Rumex crispus</i> L. (Lengua de vaca)	<i>Polygonaceae</i>	Exótica
<i>Schinus areira</i> L. (Pirú)	<i>Anacardiaceae</i>	Exótica
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw. (Chayote)	<i>Cucurbitaceae</i>	Nativa
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring (Doradilla)	<i>Selaginellaceae</i>	Nativa
<i>Senna didymobotrya</i> (Fresen.) H.S. Irwin&Barneby (Casia)	<i>Fabaceae</i>	Exótica
<i>Solanum americanum</i> Mill. (Tomatillo del diablo)	<i>Solanaceae</i>	Nativa
<i>Stevia ovata</i> Willd. (Sin nombre común conocido)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Stevia serrata</i> Cav. (Chile burro)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims (Ojo de pájaro)	<i>Acanthaceae</i>	Exótica (Invasora)
<i>Tillandsia erubescens</i> Schlecht. (Gallito)	<i>Bromeliaceae</i>	Nativa
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Fenzl (Hierba del pollo)	<i>Commelinaceae</i>	Nativa
<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass. (Acahual, Polocote)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Typha domingensis</i> Pers. (Tule)	<i>Typhaceae</i>	Nativa
<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth (Hierba de San Pablo, Chichicastle)	<i>Boraginaceae</i>	Nativa
<i>Yucca elephantipes</i> Baker in Regel (Yuca)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa
<i>Zea mays</i> L. (Maíz)	<i>Poaceae</i>	Nativa
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.(Mal de ojo)	<i>Asteraceae</i>	Nativa
<i>Zygrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman (Palmera Pindó)	<i>Arecaceae</i>	Exótica

Fuente propia.

La identificación de los organismos, así como la determinación de su estatus migratorio, se hizo con base en el trabajo de campo y la consulta de bibliografía especializada en el tema (Rzedowski, 1988; Zamudio y Carranza, 1994; Villaseñor *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2009; The Plant List, 2013; Missouri Botanical Garden, 2014; CONABIO, 2018; Naturalista, 2018; SEMARNAT, 2018).

Para el caso de esta barranca, las especies encontradas suman un total de 97 que corresponden a 47 familias de plantas pertenecientes en su mayor parte a la división *Angiospermophyta* y las menos a la división *Gymnospermophyta*. Al igual que en la barranca Malinalli, también se registra la presencia de helechos, musgos, setas y hongos de repisa, y líquenes.

De las especies registradas, se reportan como nativas 70 y como exóticas 27. Sin embargo, en este punto cabe hacer una observación respecto a algunas de las plantas reportadas como nativas. Aunque tienen el estatus de nativas por ser originarias de México, la situación es que algunas de ellas no son propias del ecosistema en cuestión como es el caso de: *Cucurbita sp.* (calabaza), *Persea americana* Mill. (aguacate), *Piper auritum* (hierba santa), *Psidium guajava* L. (guayaba), *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (chayote) y *Zea mays* (maíz), por mencionar a algunas. Esto es, que fueron domesticadas a partir de organismos originarios de otros ecosistemas, tal es el caso de *Persea americana* Mill. (aguacate), el cual es originario de los bosques nublados de Mesoamérica (CONABIO, s.f.) Por lo tanto, la presencia de estas plantas en la barranca, obedece a que han sido introducidas por los habitantes de la misma como parte de su actividad agrícola. Así mismo, conjuntamente con las plantas exóticas presentes en el sitio, son muestra de los intereses, costumbres y gustos de quienes habitan el lugar, que con dicha actividad reconfiguran el espacio en una clara intención de marcarle una impronta muy suya y con ello hacerlo propio.

En este punto habría que reflexionar si tal situación va en detrimento del ecosistema o por el contrario enriquece el mismo, lo cual contravendría la opinión generalizada de que una planta exógena es por naturaleza una planta que afecta de forma negativa a los ecosistemas originales.

La supervivencia de las especies vegetales en un ambiente antrópico como lo son los espacios urbanos, depende de las decisiones que el conglomerado social tome al respecto y que generalmente depende de su uso. Esto es, el grupo social tiende a seguir una de las “leyes de conservación de la genética” que de acuerdo a Mooney (citado en Toledo y Barrera-Bassols, 2008), significa que la diversidad agrícola no será conservada a menos que se utilice, ya que propiamente su valor radica en su uso. Esto está en relación a las prácticas sociales agrícolas y silvícolas, pues las plantas introducidas casi siempre son plantas medicinales, frutales, aromáticas o de placer estético.

Las especies de diagnóstico, así como los individuos por cada una de ellas se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14.- Especies de diagnóstico de la barranca El Conde

ESPECIE	FAMILIA	ESTATUS MIGRATORIO	NÚMERO DE INDIVIDUOS
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck (Maguey pulquero)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa	4
<i>Annona cherimola</i> Mill. (Chirimoya)	<i>Annonaceae</i>	Exótica	1
<i>Araucaria columnaris</i> (G. Forst) Gancho (Araucaria)	<i>Araucariaceae</i>	Exótica	1
<i>Buddleja cordata</i> Kunth (Tepozán)	<i>Scrophulariaceae</i>	Nativa	33
<i>Casuarina equisetifolia</i> L. (Casuarina)	<i>Casuarinaceae</i>	Exótica	2
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. (Ciprés de Monterrey)	<i>Cupressaceae</i>	Exótica	1
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. (Níspero)	<i>Rosaceae</i>	Exótica	3
<i>Erythrina coralloides</i> DC. (Colorín)	<i>Fabaceae</i>	Nativa	1
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Denh (Eucalipto)	<i>Myrtaceae</i>	Exótica	20
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg. (Cuatle)	<i>Fabaceae</i>	Nativa	1
<i>Ficus retusa</i> L. (Laurel de la India)	<i>Moraceae</i>	Exótica	9
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh. (Fresno)	<i>Oleaceae</i>	Nativa	41
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don (Jacaranda)	<i>Bignoniaceae</i>	Exótica	6
<i>Persea americana</i> Mill. (Aguacate)	<i>Lauraceae</i>	Nativa	1
<i>Populus alba</i> L. (Álamo plateado)	<i>Salicaceae</i>	Exótica	7
<i>Prunus salicifolia</i> Kunth (Capulín)	<i>Rosaceae</i>	Nativa	44
<i>Psidium guajava</i> L. (Guayaba)	<i>Myrtaceae</i>	Nativa	2
<i>Quercus acutifolia</i> Née (Encino Tepescohuite)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	106
<i>Quercus castanea</i> Née (Encino capulincillo)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	48
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl. (Encino Tesmolillo)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	52
<i>Quercus desertícola</i> Trel (Encino chico)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	41
<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti (Encino roble)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	62
<i>Quercus laurina</i> Bonpl. (Encino laurel)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	25
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl. (Encino tezahual)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	104
<i>Quercus rugosa</i> Née (Encino prieto)	<i>Fagaceae</i>	Nativa	3
<i>Schinus areira</i> L. (Pirú)	<i>Anacardiaceae</i>	Exótica	11

<i>Yucca elephantipes</i> Baker in Regel. (Yuca)	<i>Asparagaceae</i>	Nativa	3
<i>Zygrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman (Palmera Pindó)	<i>Arecaceae</i>	Exótica	2
			634

Fuente propia.

Las especies de diagnóstico hacen un total de 28 representando a 16 familias. Se tienen de ellas 17 especies nativas y 11 especies exóticas. El total de individuos registrados es de 634.

De acuerdo a la metodología propuesta se procedió a evaluar la biodiversidad del sitio.

De acuerdo al Índice de Margalef (R), se tiene que:

$$R = \frac{28 - 1}{\ln(634)}$$

Así que **R = 4.18**

En cuanto al Índice de Pielou (J'), los cálculos se muestran en el cuadro 15.

i	ni	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
1	4	0.00630915	-5.06575459	-0.0319606
2	1	0.00157729	-6.45204895	-0.01017673
3	1	0.00157729	-6.45204895	-0.01017673
4	33	0.05205047	-2.95554139	-0.15383733
5	2	0.00315457	-5.75890177	-0.01816688
6	1	0.00157729	-6.45204895	-0.01017673
7	1	0.00157729	-6.45204895	-0.01017673
8	3	0.00473186	-5.35343667	-0.02533172
9	20	0.03154574	-3.45631668	-0.10903207
10	1	0.00157729	-6.45204895	-0.01017673
11	9	0.01419558	-4.25482438	-0.06039972
12	41	0.06466877	-2.73847689	-0.17709393
13	6	0.00946372	-4.66028949	-0.04410369
14	1	0.00157729	-6.45204895	-0.01017673
15	7	0.01104101	-4.50613881	-0.04975232
16	44	0.06940063	-2.66785932	-0.18515112
17	2	0.00315457	-5.75890177	-0.01816688
18	106	0.16719243	-1.78860986	-0.29904203
19	48	0.07570978	-2.58084794	-0.19539543
20	52	0.08201893	-2.50080524	-0.20511336
21	41	0.06466877	-2.73847689	-0.17709393

22	62	0.0977918	-2.32491457	-0.22735758
23	25	0.03943218	-3.23317313	-0.12749105
24	104	0.16403785	-1.80765806	-0.29652435
25	3	0.00473186	-5.35343667	-0.02533172
26	11	0.01735016	-4.05415368	-0.07034021
27	3	0.00473186	-5.35343667	-0.02533172
28	2	0.00315457	-5.75890177	-0.01816688
	634			2.60124491

Fuente propia.

Esto es que $H' = 2.60$

Ahora, la diversidad máxima hipotética o máximo de Shannon ($H' max$) es:

$H' max = \ln 28$, entonces $H' max = 3.33$

Por lo tanto, al ser $J' = H'/H' max$ tenemos que:

$$J' = \frac{2.60}{3.33}$$

Así que $J' = 0.78$

En cuanto al Índice de Simpson (D), los cálculos se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16.- Índice de Simpson de la barranca El Conde				
i	ni	Pi	Pi ²	
1	4	0.00630915	3.98054E-05	
2	1	0.00157729	2.48783E-06	
3	1	0.00157729	2.48783E-06	
4	33	0.05205047	0.002709252	
5	2	0.00315457	9.95134E-06	
6	1	0.00157729	2.48783E-06	
7	1	0.00157729	2.48783E-06	
8	3	0.00473186	2.23905E-05	
9	20	0.03154574	0.000995134	
10	1	0.00157729	2.48783E-06	
11	9	0.01419558	0.000201515	
12	41	0.06466877	0.00418205	
13	6	0.00946372	8.9562E-05	
14	1	0.00157729	2.48783E-06	
15	7	0.01104101	0.000121904	
16	44	0.06940063	0.004816448	
17	2	0.00315457	9.95134E-06	
18	106	0.16719243	0.027953308	

19	48	0.07570978	0.005731971
20	52	0.08201893	0.006727104
21	41	0.06466877	0.00418205
22	62	0.0977918	0.009563236
23	25	0.03943218	0.001554897
24	104	0.16403785	0.026908418
25	3	0.00473186	2.23905E-05
26	11	0.01735016	0.000301028
27	3	0.00473186	2.23905E-05
28	2	0.00315457	9.95134E-06
	634		0.096189633

Fuente propia.

Así que $D = 0.10$

Respecto a la evaluación de la barranca El Conde a través del Índice de Estado Ecosistema de Barrancas (IEEB), la barranca se dividió en doce fracciones, seis de cada lado de la misma de aproximadamente 300 metros cada una de ellas. Los resultados de la revisión en campo se muestran en el cuadro 17.

Cuadro 17.- Calificación de la barranca El Conde a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)														
Indicador y puntuación	Fracciones												Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
a).-Estado de la cubierta vegetal (40 puntos)														18.8
į).-Calidad de la vegetación														
40-Solo especies arborísticas autóctonas					x	x								
30-Una especie arborística alóctona (individuos aislados)														
20-2 a 5 especies arborísticas alóctonas (individuos aislados)	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	
10-Más de 5 especies arborísticas alóctonas (individuos aislados)														
0-Comunidades de especies alóctonas														
α).-Grado de cubierta vegetal														
+10 > al 80%	x				x	x	x		x					
+5 Entre el 50% y el 80%		x												
-5 Entre el 10% y el 49%			x	x				x		x				
-10 < al 10%												x	x	
β).-Estructura de la cubierta														
+10 Árboles ≥ al 50%; 0-50% arbustos	x				x		x		x					
+5 Árboles ÷ 25 y 49%; al menos 25% de arbustos				x		x								

-5 Árboles ÷ 25 y 49%; menos del 25% de arbustos		x	x						x		x						
-10 < 25% de árboles, con o sin arbustos													x	x			
γ).-Continuidad con el sistema forestal adyacente																	
+10 Continuidad > al 80%																	
+5 Continuidad ÷ el 50% y el 80%																	
-5 Continuidad ÷ el 25% y el 49%																	
-10 Continuidad ÷ el 0% y el 24%	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
δ).-Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca																	
+10 Uniforme y ocupando > del 80% de la barranca	x	x			x				x								
+5 Continuidad ÷ el 50% y el 80%							x										
-5 Continuidad ÷ el 25% y el 49%			x	x					x		x						
-10 Continuidad <÷al 25%														x	x		
Sumatoria	4	2	0	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
b).-Grado de naturalidad de la barranca (10 puntos)																	05
10 Barranca sin modificaciones		x								x							
7 Modificaciones en paredes y terraplenes																	
5 Presencia de estructuras rígidas aisladas	x		x	x	x	x	x	x			x						
0 Canalización de la barranca o relleno														x	x		
Sumatoria	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
	5	0	5	5	5	5	5	5	0	5	0	0	0				
c).-Actividades económicas dentro de la barranca (10 puntos)																	09
10 Sin actividades económicas		x			x		x	x	x	x							
8 Actividades económicas sin extracción de materiales	x		x	x		x							x	x			
5 Actividades extractivas en hasta el 10% del área de la barranca																	
0 Actividades extractivas en más del 10% del área de la barranca																	
Sumatoria	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0		
	8	0	8	8	0	8	0	0	0	0	8	8					
d).-Presencia de casas-habitación (20 puntos)																	14.1
20 Sin casas-habitación	x		x		x		x		x								
15 Una casa-habitación				x		x											

10 Núcleo de 2 a 10 casas-habitación		x							x		x	x		
5 Núcleo de 11 casas hasta un 49% del área de la barranca														
0 Núcleo habitacional en un área igual o mayor al 50% del área de la barranca													x	
Sumatoria	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	0	
	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	
e).-Contaminación de la barranca (20 puntos)														00
20 Sin contaminación de agua														
0 Agua contaminada c/s residuos sólidos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Modificaciones a la primera puntuación														
-5 Presencia de Residuos Sólidos Urbanos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
-10 Presencia de Residuos de Manejo Especial	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
-15 Presencia de Residuos Peligrosos														
Sumatoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Puntuación final	7	5	3	3	7	6	7	2	8	2	1	0		46.9
	3	0	3	3	5	8	5	5	0	5	8	8		

Fuente propia.

Como se puede observar, el valor que arroja el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas es de 46.2 puntos.

En el cuadro 18 se resumen las calificaciones arrojadas por la evaluación para una mejor visualización de las mismas.

Cuadro 18.- Resumen de las calificaciones de la barranca El Conde arrojadas por el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB)														
Indicador y puntuación	Fracciones												Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
a).-Estado de la cubierta vegetal (40 puntos)														18.8
j).-Calidad de la vegetación	20	20	20	20	40	40	20	20	20	20	20	20	20	
α).-Grado de cubierta vegetal	+10	+05	-05	-05	+10	+10	+10	-05	+10	-05	-10	-10	-10	
β).-Estructura de la cubierta	+10	-05	-05	+05	+10	+05	+10	-05	+10	-05	-10	-10	-10	
γ).-Continuidad con el sistema forestal adyacente	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	

δ).-Continuidad de la comunidad a lo largo de la barranca	+10	+10	-05	-05	+10	+05	+10	-05	+10	-05	-10	-10	
Sumatoria	40	20	00	05	40	40	40	00	40	00	00	00	
b).-Grado de naturalidad de la barranca (10 puntos)	05	10	05	05	05	05	05	05	10	05	00	00	05
c).-Actividades económicas dentro de la barranca (10 puntos)	08	10	08	08	10	08	10	10	10	10	08	08	09
d).-Presencia de casas-habitación (20 puntos)	20	10	20	15	20	15	20	10	20	10	10	00	14.1
e).-Contaminación de la barranca (20 puntos)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Puntuación final													46.9

Fuente propia.

Los resultados se presentan también en forma de gráfico, previo ajuste de los datos por regla aritmética de tres, considerando como 100 puntos cada valor máximo de cada indicador (Figura 9).

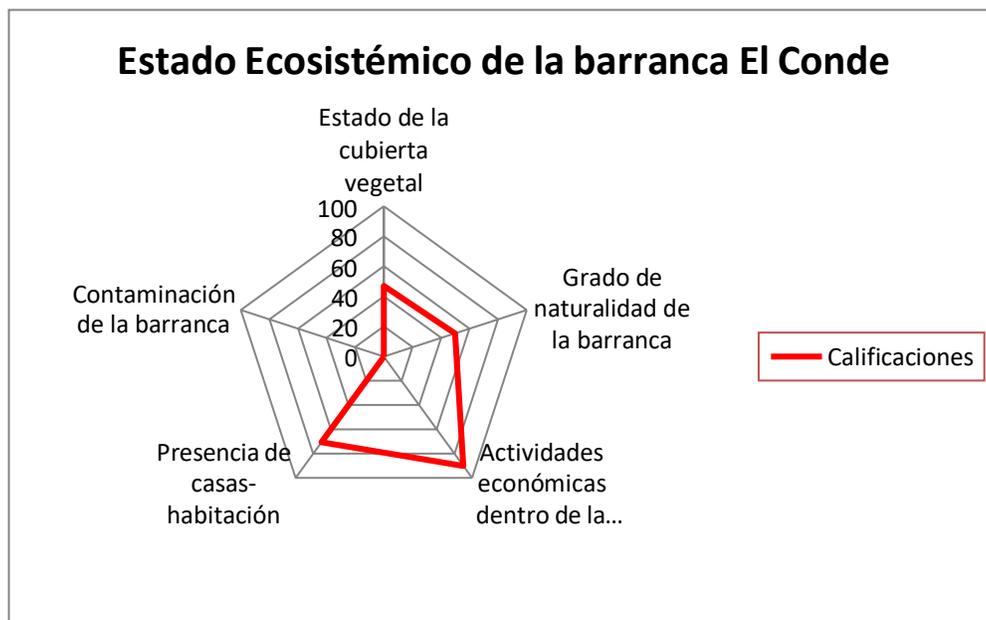


Figura 9.- Calificaciones ajustadas, otorgadas por el IEEB a la barranca El Conde. Fuente propia.

10.2.3.-UNIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE AMBAS BARRANCAS

Los resultados de la evaluación de las barrancas (Cuadro 19), muestran que el bosque de encino es el tipo de vegetación constituyente de ambas barrancas, lo cual adquiere sentido en la medida en que los encinares son muy comunes en el Eje Volcánico Transversal (EVT) (Miranda, 1947; Rzedowski, 1988). La riqueza del género *Quercus*, respecto a otros géneros de plantas leñosas, con seis especies en la barranca Malinalli y 8 en la barranca El Conde, es acorde con el hecho de que *Quercus* es uno de los 10 géneros más diversos en el país (Villaseñor, 2004), y a que México constituye uno de los dos centros mundiales de diversidad de encinos (Nixon, 1993; Valencia, 2004).

El 59% de endemismos para México, en la zona de estudio, es coherente con la aseveración de Rzedowski (1991) de que, en los bosques de encinos mexicanos, predominan los elementos endémicos para México en alrededor de un 70%.

La inusitada riqueza florística, sobre todo de la barranca El Conde, comparada incluso con la riqueza de encinos reportada para encinares rurales (Zacarias-Eslava y Del Castillo 2010, Sabás-Rosales *et al.*, 2015, Mora-Don Juan *et al.*, 2017, Martínez-Meléndez y López-Santiago 2019), confirma la aseveración de Vibrans (1997) de que aún ambientes muy degradados en México, pueden contener una “gran diversidad biológica”.

La mayor riqueza específica observada en la barranca El Conde se debe muy posiblemente a su altura y ubicación más cercana a la Malinche, lo cual hace que experimente una menor temperatura y reciba mayores precipitaciones pluviales, y por lo tanto sea más húmeda que la otra barranca. Además, la presencia humana ha propiciado actividad silvícola en el sitio, lo que ha generado mayor riqueza florística por la introducción de especies alóctonas, aunado al hecho de que de alguna manera la presencia de asentamientos humanos, aunque ha significado el desmonte de algunas áreas, aún ha permitido la permanencia de relictos de flora originaria.

Este resultado se confirma con el Índice de Margalef el cual indica que la barranca El Conde (4.18) presenta mayor riqueza específica que la barranca Malinalli (2.35), y que ambas comunidades tienen una diversidad específica media. Esto también si se compara con el 0.18 reportado para encinares de la Sierra Madre del Sur por Mora-Don Juan *et al.* (2017), que interpreta como de muy baja riqueza específica.

El Índice de Pielou indica que ambas comunidades son altamente biodiversas (El Conde: 0.78 y Malinalli: 0.86), si se comparan con puntuaciones referidas para bosques de pino-encino de Chihuahua (0.75 y 0.77), por García *et al.*, (2019), que interpreta como de diversidad alta. De acuerdo a este índice, la barranca El Conde presenta una menor uniformidad en su comunidad respecto a la barranca Malinalli. Esto es, que hay mayor dominancia en la barranca El Conde lo cual es propio de ecosistemas con intervención humana y que por lo tanto la barranca Malinalli es la más biodiversa.

Por su parte, el Índice de Simpson también indica la alta diversidad específica de ambas comunidades (El Conde: 0.10 y Malinalli: 0.12), si se compara con la baja diversidad observada (0.85) por Saavedra-Romero *et al.*, (2019) para el bosque urbano de San Juan de Aragón de la CDMX. Sin embargo, este índice indica que la probabilidad de un encuentro intra-específico al tomar dos individuos al azar, es más alta en la comunidad de la barranca Malinalli y que por lo tanto dicha comunidad es la menos diversa de las dos. Este resultado contrastante se podría explicar porque la barranca El Conde *per se*, presenta mayor riqueza específica y aunque impactada por contaminación, la flora original aún se conserva y la introducción de especies ha enriquecido a la comunidad en vez de sustituirla.

Cuadro 19.- Evaluación del sistema barranca		
	Barranca Malinalli	Barranca El Conde
Número de especies	58	91
Número de familias	32	50
Especies alóctonas	1	26
Índice de Margalef	2.35	4.18
Índice de Pielou	0.86	0.78
Índice de Simpson	0.12	0.10
IEEB	92.5	46.9

Fuente propia.

Por su parte el IEEB, para la barranca Malinalli, indica un estado ecosistémico excelente (92.5 puntos en una escala del 1 al 100), correspondiente al color verde de acuerdo a la semaforización que se plantea en el Cuadro 6 del apartado 10.1 de Resultados, y uno pobre (46.9 puntos en la misma escala), para la barranca El Conde correspondiente al color naranja de acuerdo a la semaforización ya señalada.

La evaluación de la vegetación a través del indicador compuesto: Estado de la Cubierta Vegetal; integrado por cinco indicadores simples, arroja 40 puntos en una escala de 1 a 40 para la barranca Malinalli y 18.8 en la escala ya señalada, para la barranca El Conde. Como se puede observar, estos datos son muy diferentes para las barrancas en evaluación y contrastan fuertemente con los arrojados por los índices de biodiversidad que muestran a las barrancas muy similares e incluso más biodiversa a la barranca El Conde con los índices de Margalef y Pielou.

Esto se explica cuando se observa que a la hora de evaluar las barrancas con el primer indicador simple; Calidad de la vegetación, los resultados son bajos para la barranca El Conde respecto a la barranca Malinalli, ya que lo que se evalúa es la presencia de especies alóctonas de las cuales en la barranca Malinalli prácticamente no existen, mientras que la barranca El Conde es abundante en ellas. El segundo indicador simple; Grado de Cubierta Vegetal, evalúa el área de terreno cubierta por árboles y/o arbustos, lo cual disminuye aún

más la puntuación para la barranca El Conde en la medida en que en dicha barranca hay áreas desmontadas tanto para construcción de casas habitación como para actividades de pastoreo, no siendo así para la barranca Malinalli. Situación similar se presenta con el indicador: Estructura de la Cubierta Vegetal, que evalúa los porcentajes de árboles y/o arbustos presentes, donde la barranca El Conde ha perdido árboles en detrimento de arbustos o de plano ambos componentes por las razones arriba expuestas.

Con la misma tendencia, los indicadores: Continuidad con el Sistema Forestal Adyacente y Continuidad a lo Largo de la Barranca, a la hora de evaluar las barrancas marcan bajas puntuaciones para la barranca El Conde, pues el ecosistema ha quedado aislado por el cambio de uso de suelo en sus alrededores sin que existan zonas de amortiguamiento a las orillas de la barranca, y además dicho ecosistema se ha visto fragmentado por las casas habitación presentes y las zonas para pastoreo, e incluso por pequeños huertos familiares. Nuevamente, tal situación es inexistente en la barranca Malinalli.

Respecto a los otros cuatro indicadores. Grado de naturalidad de la Barranca, Actividades Económicas dentro de la Barranca, Presencia de Casas Habitación y Contaminación de la Barranca, las tendencias se repiten al igual que para lo señalado anteriormente. Esto es que las puntuaciones para la barranca El Conde son más bajas que para la barranca Malinalli en la medida en que por la actividad antrópica en la barranca El Conde, la misma ha sufrido modificaciones en varios sitios de su cauce al grado de tener una calle habilitada en parte de la misma, hay pastoreo, hay presencia de viviendas incluyendo unas oficinas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) que fueron construidas invadiendo parte de la barranca, y contaminación por aguas residuales tanto industriales como domésticas, así como presencia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en su cauce. Tal situación no se presenta en la barranca Malinalli.

Como un ejercicio comparativo, la evaluación de las barrancas con el *QBR index*, arrojó una puntuación de 42 puntos, en una escala de 0 a 100, para la barranca El Conde y de 87.5, en la misma escala, para la barranca Malinalli. El *QBR index* centra su evaluación en el componente arbóreo de los bosques riparios, y algunas variables como presencia de basura o modificaciones al canal, introducen solo modificaciones a los primeros. En el IEEB, el componente arbóreo se evalúa a través de los indicadores agrupados en el indicador compuesto, y la contaminación y naturalidad del canal se manejan como indicadores independientes con posibilidades de ser más minuciosos, así como se introducen otros dos indicadores: presencia de casas-habitación y actividades económicas en el sitio, lo cual hace aún más exhaustiva la evaluación en lo que se conceptualiza como lo social.

Transformado la puntuación que el indicador compuesto del IEEB arroja para la barranca El Conde, en una escala de 0 a 100, se tendrían 47 puntos y para la barranca Malinalli 100 puntos, en la misma escala. Esto deja ver como las variables introducidas para modificar los indicadores en el *QBR index* afectan su puntuación general sobre el

componente arbóreo y la disminuyen, lo que no sucede en el IEEB al manejarse la evaluación de dicho componente a través de indicadores independientes de los aspectos sociales.

En cuanto a las puntuaciones generales que el IEEB otorga las barrancas (El Conde: 46.9 y Malinalli: 92.5), al compararse con las que arroja el *QBR index*, se puede observar un mayor equilibrio en la ponderación que realizan al disminuir el peso de la cubierta vegetal y dar protagonismo a variables presentes en las barrancas urbanas que no son comunes en bosques riparios rurales.

Estos resultados son acordes con las condiciones de las barrancas y muestra la pertinencia del uso del IEEB, en tanto indica que la evaluación efectivamente debe ir más allá de considerar únicamente aspectos de biodiversidad para determinar el estado de un sistema, y pasar, en el estudio, a considerar otros aspectos propios de la presencia antrópica en el mismo. A más de que el tiempo para realizar la evaluación es mucho más corto y aunque se requiere cierta capacitación para realizar el trabajo de campo, no es necesario que la misma la realice personal especializado en materia de botánica. Esto en el entendido de que lo que se necesita es conocer las condiciones del sistema como premisa para realizar trabajos de recuperación y mantenimiento, y no un trabajo especializado en zoología o botánica tendiente a determinar el estado de la biodiversidad y conservación ecológica tradicional del sitio.

Los acumulativos de los indicadores para ambas barrancas se muestran en forma de gráfico en la figura 10.

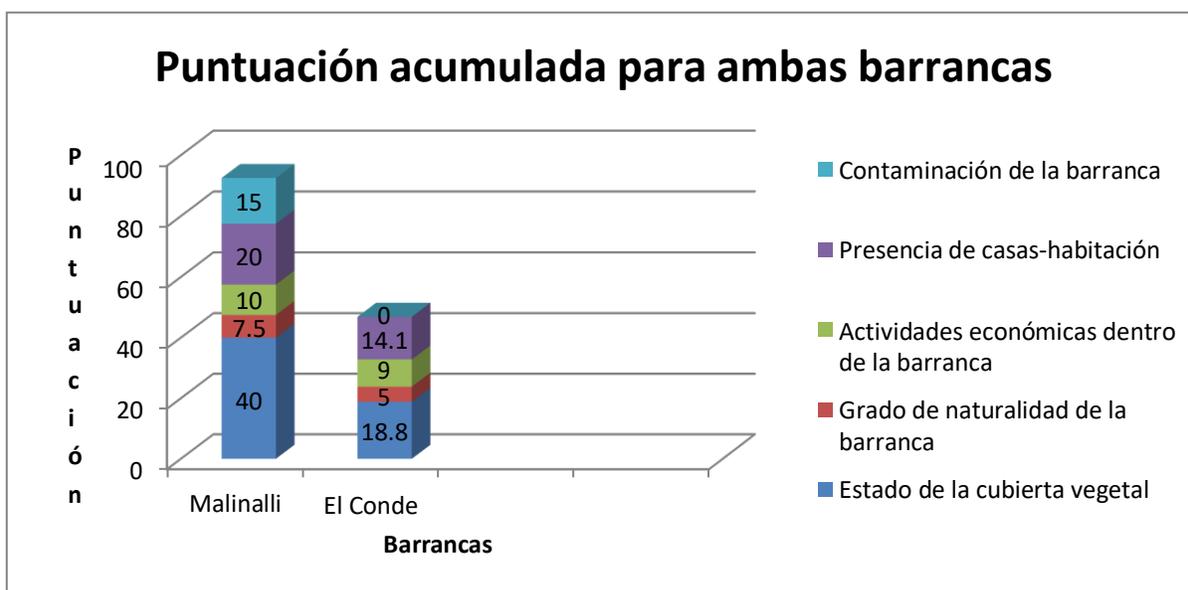


Figura 10.- Acumulativos de los indicadores para ambas barrancas. Fuente propia.

10.3.- DEL ESTADO DE BIENESTAR SUBJETIVO, EN RELACIÓN CON LA BARRANCA EL CONDE, DE LOS HABITANTES DE LA MISMA

En este apartado se enuncian los resultados que dan cumplimiento al objetivo particular tres.

10.3.1.-CUESTIONARIO APLICADO Y SU VALIDACIÓN

Para efectos del estudio en cuestión, el cuestionario utilizado, cuyas bases para su diseño y validación se enuncian en el apartado de Metodología, se presenta en el Anexo 2. El mismo consta de seis secciones: Un texto de presentación donde se define el objetivo del estudio y el proyecto al que pertenece, los cuerpos de interés para conocer la satisfacción en lo general y en el dominio específico de las barrancas del grupo de estudio con nueve preguntas, una sección relativa a cuál es su proyección sobre la barranca hacia el futuro con dos preguntas, un recuadro para expresión libre del encuestado sobre su sentir con respecto a la barranca, y un apartado de registro para los datos generales del encuestado con cinco preguntas.

Este cuestionario es el resultado en primer lugar, de un borrador expuesto a las observaciones y a la crítica de expertos en la materia a través del Método Delphi, y en un segundo lugar, de su puesta a prueba por medio de una prueba piloto a fin de, a través del Alfa de Cronbach, determinar su consistencia interna.

De los 15 cuestionarios aplicados en la encuesta piloto, tres se eliminaron porque dos no fueron contestados más que en algunos datos generales y otro fue contestado por la hija menor de edad de una madre de familia.

La encuesta piloto de 12 participantes, indicó que era menester reorganizar algunas de las preguntas o en su caso eliminar. Después de los ajustes correspondientes se logró el cuestionario a aplicar, cuyo Alfa de Cronbach fue del $\alpha = 0.76$ (SPSS), lo cual es indicativo de la consistencia y estabilidad del instrumento para el tipo de escala. En el cuadro 20 se expone el coeficiente Alfa de Cronbach total del instrumento, mediante la varianza de los ítems y la matriz de correlación, cuyos valores son superiores al 0.70. El número de elementos hace referencia al número de preguntas consideradas para el objetivo de la investigación.

Cuadro 20.- Estadística de confiabilidad interna		
Alfa de Cronbach (α)		Número de elementos
Mediante la varianza de los ítems	Mediante la matriz de correlación	8
$\alpha = 0.7636$	$\alpha = 0.7624$	

Fuente propia.

La aplicación del Alfa de Cronbach puede realizarse, de manera efectiva, en escalas de respuesta ordinal de ocho, siete, seis, cinco o cuatro puntos. En esta investigación se usó una

escala de cuatro puntos en donde el Alfa de Cronbach fue de 0.76 indicando una buena consistencia interna para la escala; medida que cuantifica la correlación existente entre los ítems que compone a la misma (Alonso y Santacruz, 2015).

Derivado de este proceso, se pudo obtener como resultado un cuestionario con las siguientes características:

- 1.- Adecuado; ya que determina los diferentes estados de bienestar que el sujeto puede sentir respecto a su vida en lo general y con respecto a la barranca.
- 2.- Válido; en la medida en que los niveles de satisfacción se ajustan a una escala ordinal, la cual ofrece una graduación del sentir expresado por las personas encuestadas, evitando algún posible sesgo de la respuesta.
- 3.- Fiable; ya que es seguro su empleo con resultados ciertos y constantes.
- 4.- Sensible; pues puede ser respondido en otros momentos por diferentes individuos.
- 5.- Delimitativo; en tanto define certeramente sus dimensiones al estado de bienestar subjetivo.

10.3.2.-CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO

El estudio se realizó con una población finita, conformada por 33 personas mayores de 18 años de edad, habitantes todos de las viviendas ubicadas en la barranca El Conde.

Para efectos de definir cuáles serían los sujetos e encuestar, se tomó la definición de la Convención sobre los Derechos de los Niños celebrada en 1989 por la UNICEF respecto a que se considera infante a “...todo ser humano menor de dieciocho años de edad,...” (UNICEF, 1990). Esto de acuerdo también, a las recomendaciones de organismos expertos (INEGI, 2015a; UNAM, 2015), sobre a quienes encuestar en los hogares considerados. Esto en el entendido de que un hogar es el conjunto formado por una o más personas que residen habitualmente en la misma vivienda y se sostienen de un gasto común principalmente para alimentarse, pueden ser parientes o no (INEGI, 2014).

La composición de la población encuestada fue de 29 mujeres (88%) y 4 hombres (12%) (Figura 11). Esta diferencia entre géneros se puede deber en gran medida, a que generalmente las mujeres son las que trabajan en las labores domésticas de la casa, mientras que los hombres salen a trabajar. E incluso suele suceder a que son ellas las que atienden la puerta y en general tienden a ser más participativas, muchas veces evitando los hombres a atender, aunque estén en casa, negando su presencia.

La frecuencia de edades se muestra en el cuadro 21, siendo los extremos de 23 y 55 años. La media aritmética es de 35 años.

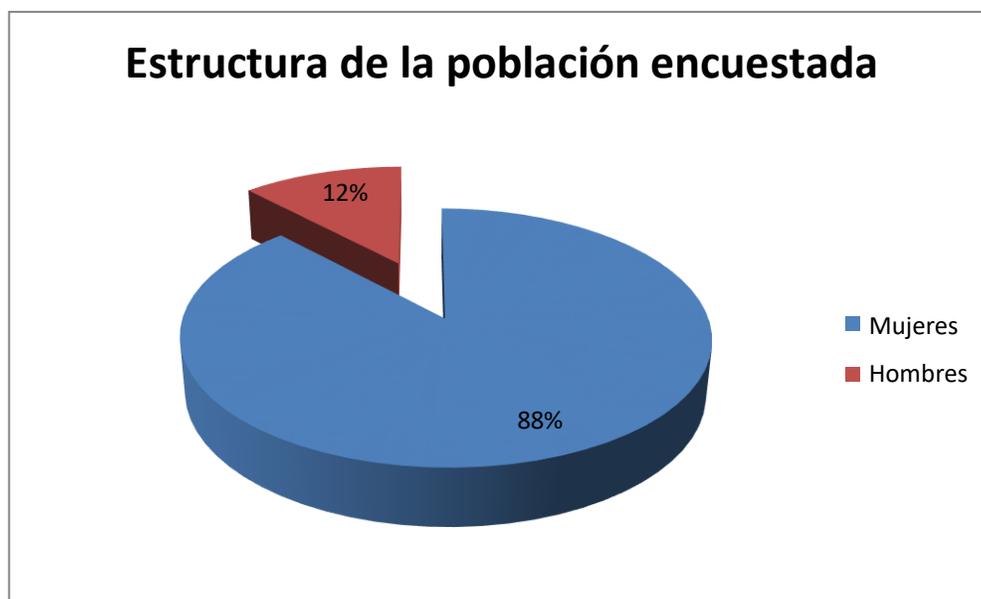


Figura 11.- Porcentajes por género, de la población encuestada. Fuente propia.

Respecto al lugar de origen, la mayoría de la población es originaria del estado de Puebla como se observa en la figura 12, refiriendo ser sobre todo de la ciudad capital.

Cuadro 21.- Edades de la población encuestada

Edad	Frecuencia	Edad	Frecuencia	Edad	Frecuencia	Edad	Frecuencia
23	3	29	3	37	2	52	1
24	1	30	3	41	3	53	1
25	1	32	3	43	2	55	1
27	1	33	3	44	1		
28	2	35	1	50	1		

Fuente propia.

Existen referencias de Informantes Clave, en el sentido de que los asentamientos humanos de la barranca son sobre todo de personas originarias del estado de Oaxaca, particularmente de la región Mazateca, lo cual explica la presencia de la Escuela Bilingüe “Emiliano Zapata” en la zona. Al ser 35 años la edad promedio de los encuestados, se estaría, con mucha probabilidad, ante una segunda generación de habitantes, ya nacidos en el sitio o emigrados aún pequeños, por lo que ya se encuentran arraigados al lugar. Además, el reconocerse como poblanos podría estar funcionando como un escudo para evitar la marginación y la exclusión que como “oaxaquitas”, conocidos así peyorativamente, históricamente han experimentado.

Únicamente cuatro personas (mujeres) manifiestan ser hablantes de una lengua indígena; una de náhuatl y tres de mazateco. La hablante de náhuatl es originaria de Cuetzalan Puebla y de edad de 53 años. Respecto a las hablantes de mazateco, dos son

originarias de Oaxaca y una de la ciudad de Puebla. Sus edades son de 29, 32 y 33 años. Es interesante el caso de la mujer de 33 años originaria de la ciudad, ya que eso indica que aprendió la lengua como parte del patrimonio cultural que sus padres le legaron siendo estos emigrantes en la zona. En este mismo sentido y en forma contrastante, la directora de la Escuela Bilingüe “Emiliano Zapata” menciona que prácticamente no hay ya alumnos que hablen una lengua originaria, argumento que fortalece lo señalado anteriormente pues está bien documentado que es muy frecuente que los emigrantes, hablantes de una lengua indígena, no la enseñen a sus hijos por considerarla de nula utilidad y sí como un signo de estigmatización.

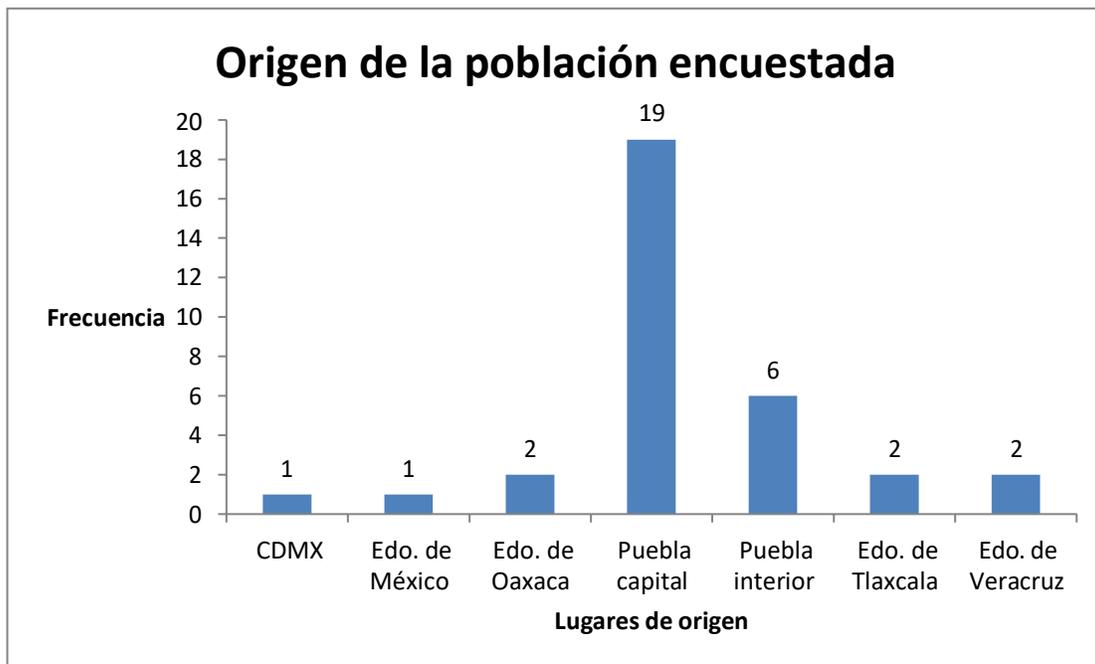


Figura 12.- Lugar de origen de la población encuestada. Fuente propia, 2019.

Respecto a la presencia de niños en los hogares encuestados, de los 14 hogares 3 no tienen menores de edad (22%) y 11 si tienen (78%), y de estos últimos el número de niños por hogar oscila entre 1 y 9. Aunque no se ahondó más en cuanto a las características de la estructura familiar, ya que se salía del objetivo central del estudio, esto es si los niños corresponden a solo una pareja o a varias, si podemos observar en la figura 13 que el mayor porcentaje de hogares tienen entre 1 y 3 niños.

Los hogares con niños representan un porcentaje mayor (78%), respecto a los hogares que no los tienen (22%), lo que podría estar significando un problema latente y potencial de salud ambiental ya que los niños tienden, por su naturaleza curiosa, a explorar su entorno biofísico lo que seguramente los lleva a interactuar muy cercanamente con la barranca y sus condiciones dramáticas de contaminación.



Figura 13.- Porcentaje por número de niños en los hogares encuestados. Fuente propia.

Siete hogares manifiestan tener animales domésticos para consumo humano. La figura 14 presenta los tipos de animales criados y el número de hogares que los tienen.

La importancia que estriba la presencia o no de los animales domésticos para consumo humano es que, como una de las hipótesis de trabajo, se planteó que, debido a la idiosincrasia de los residentes de la barranca, muy seguramente tendrían animales criados de forma libre por lo que muy probablemente beberían agua de la barranca, además de consumir plantas y pequeños animales que viven en las orillas del cauce. Esta situación generaría un problema de bioacumulación de sustancias tóxicas, como metales pesados, en las personas que llegasen a consumir los animales criados bajo tales condiciones propiciándose un problema más de salud ambiental.

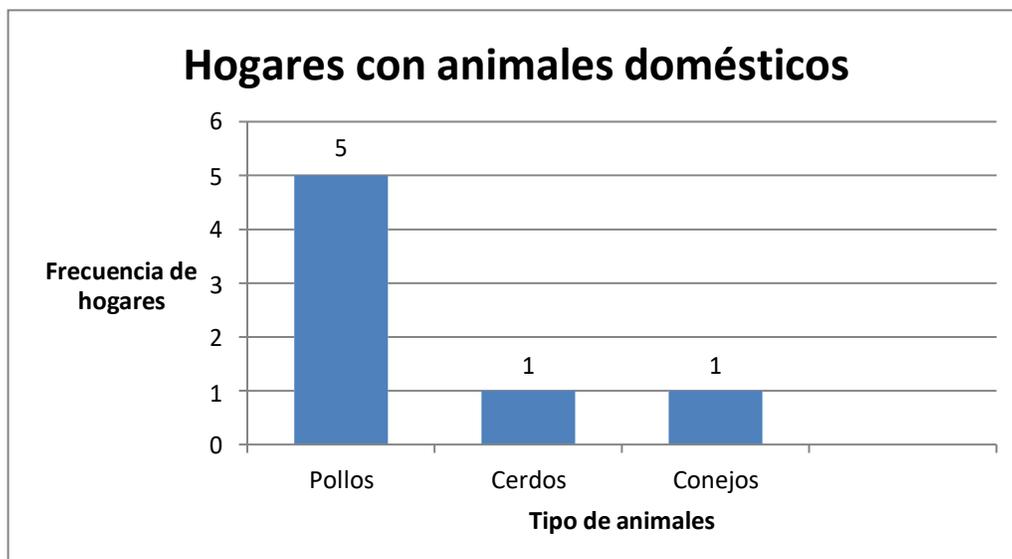


Figura 14.- Número de hogares con animales domésticos para consumo humano. Fuente propia.

Sin embargo, solo la mitad de los hogares crían animales, contra lo esperado. A más de que de los siete hogares que lo hacen, el que tiene conejos los tiene estabulados, al igual que el hogar que tiene cerdos y dos de los que tiene pollos. De ahí que los habitantes de solo tres hogares, de los 14 encuestados, se estarían exponiendo a los posibles riesgos de salud, señalados anteriormente, al tener sus pollos en condiciones de libertad.

10.3.3.-DEL BIENESTAR SUBJETIVO

10.3.3.1.-Satisfacción en lo general.

Respecto a la felicidad en lo general, un alto porcentaje de las personas refieren ser felices en forma satisfactoria (Figura 15), por encima o cercano a las medias reportadas por organismos expertos en la materia para México, que en el caso del BIARE Ampliado del INEGI es de 7.95 (INEGI, 2015a) y en el del ENSAVISO de la UNAM es de 8.53 (UNAM, 2015).

En este estudio el promedio para la población objetivo, en una escala del 1 al 10, es de 8.5, para el caso de la pregunta: ¿Qué tan feliz es usted? Una de cada 10 personas (10%) se considera infeliz (nada y poco feliz), pero cuatro de cada 10 (38%) se ubican en la situación opuesta; se consideran muy felices. 90 % de la población encuestada se reporta como netamente feliz (niveles 8-10 de la escala).



Figura 15.- La felicidad de los habitantes de la barranca El Conde. Fuente propia.

Ahora, para el caso de la pregunta: ¿Qué tan satisfecho está usted con su vida?, el promedio en una escala del 1 al 10, es de 8.6, por lo que aquí también se observa que los encuestados ubican su bienestar en un gran porcentaje, por encima o cercano a las medias reportadas y ya señaladas (Figura 16). Una de cada 7 personas (14%) se encuentra poco o

nada satisfecha con su vida. Sin embargo, la mayoría de la población encuestada (48%) se concentra en el rango de 8 a 9, que sumados a los muy satisfechos (38%) arroja una mayoría de 86% de la población que se encuentra netamente satisfecha con su vida.

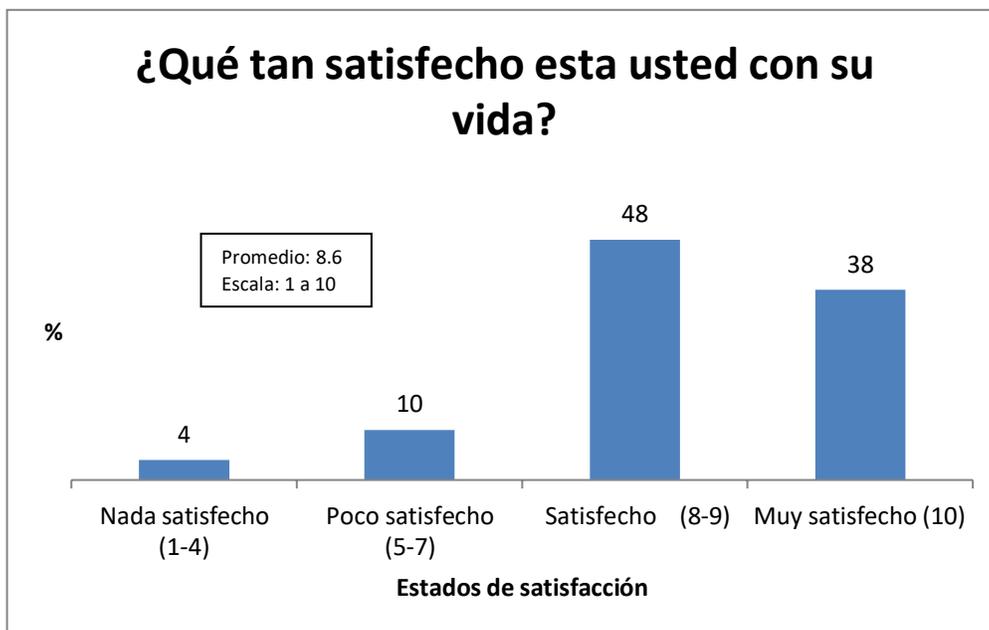


Figura 16.- La satisfacción de los habitantes de la barranca El Conde. Fuente propia.

Como se puede observar, ambos promedios son muy similares y se encuentran dentro de los rangos referidos por el INEGI y la UNAM, en tanto que estos organismos plantean un nivel satisfactorio con la vida para calificaciones superiores a 7 (INEGI, 2015a) y de felicidad para calificaciones superiores a 8 (UNAM, 2015). Así mismo, los porcentajes de satisfacción con la vida son, en general, muy similares a los observados en la variable de felicidad.

Estos resultados también se corresponden con los reportados sobre la comunidad de Yehualtepec, Puebla, considerada de alta marginación. De acuerdo a los investigadores, las personas hacen una buena valoración de los aspectos subjetivos de su vida, puntuación que, sin embargo, se abate cuando los investigadores incorporan en la evaluación indicadores objetivos, lo que los lleva a concluir que un 40% de los hogares viven en una baja calidad de vida (Marcial *et al.*, 2016).

Lo observado en los habitantes de la barranca El Conde, cuestiona la tentación inmediata de considerarlos como los que menos bienestar experimentan del conglomerado social, en tanto los menos calificados por indicadores objetivos. Resultados que se corresponden con los reportes de otros estudios en conglomerados sociales similares en cuanto a sus condiciones socio-económicas. Y que confirman la aseveración de van Praag y Ferrer-i-Carbonell (2004) de que tiene mayor valor explicativo del bienestar subjetivo, la brecha entre lo que se aspira y lo que se tiene, que únicamente lo que se tiene. Esto es, que las necesidades son endógenas a los factores que posibilitan su satisfacción, por lo que la

consecución de algo material genera una satisfacción momentánea que no tiene mayor repercusión en el bienestar duradero (Seligman, 2003).

10.3.3.2.-Satisfacción en lo específico de la barranca.

Para dar cuenta del sentir y satisfacción de los encuestados respecto al elemento específico de la barranca, se les preguntó si consideran que la barranca es un elemento importante en su vida; así mismo si consideran que la barranca les produce bienestar y en todo caso si su vida sería mejor si la barranca no estuviera.

De acuerdo a las respuestas codificadas en el cuestionario, presentadas en el apartado de metodología y que son: Totalmente de acuerdo (10), De acuerdo (7), En desacuerdo (4) y Totalmente en desacuerdo (0); los encuestados respondieron conforme a los resultados presentados en la figura 17.

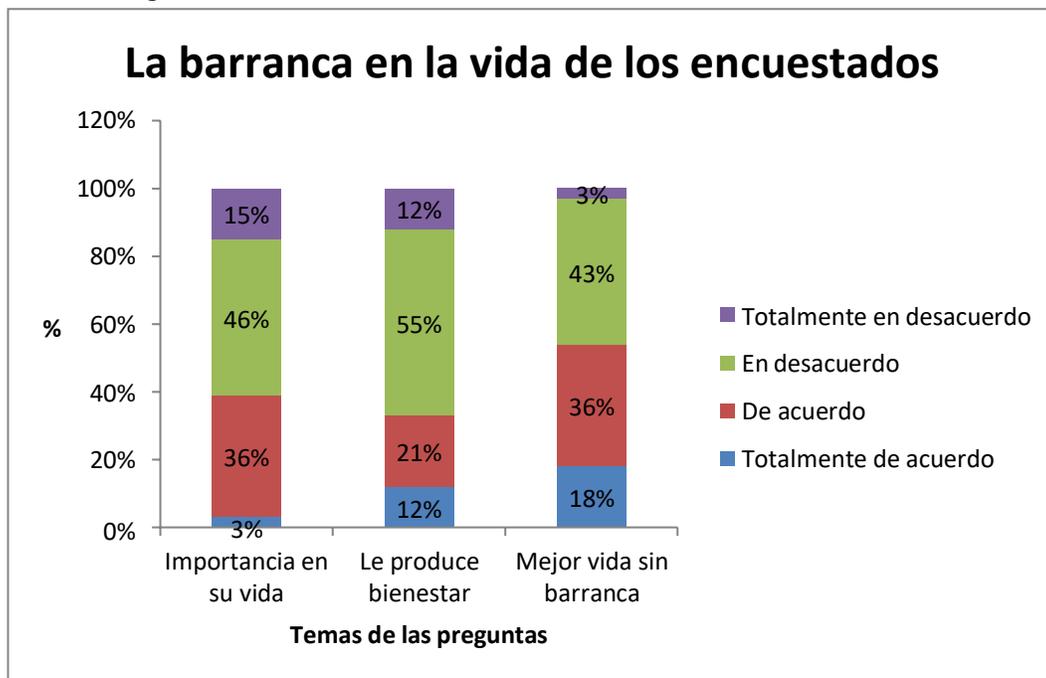


Figura 17.- La barranca y su importancia en la vida y el bienestar de los encuestados. Fuente propia.

Como se puede observar, un porcentaje más alto (61%) considera que la barranca no es un elemento importante en su vida, con respecto a aquellos que opinan lo contrario (39%). Incluso aquellos que están totalmente en desacuerdo (15%) con que la barranca sea importante en sus vidas, supera fuertemente a aquellos que están totalmente de acuerdo con que si lo es (3%). Ahora, con respecto a si la barranca es un elemento que les produce bienestar, se mantiene la opinión e incluso se incrementa, en cuanto a que es mayor el porcentaje (67%) que considera que la misma no les produce bienestar contra los que consideran que si se los produce (33%), aunque los porcentajes de las opiniones que se

sitúan en los extremos se equilibran (12%). Finalmente, respecto a la consideración de si su vida sería mejor si la barranca no estuviera, la opinión muestra un ligero cambio, pues el porcentaje de los que están de acuerdo en alguna medida con este señalamiento (54%) aún es mayor que los que opinan lo contrario (46%), aunque la diferencia ya no es tan marcada. Quienes están totalmente de acuerdo con que su vida sería mejor si la barranca no estuviera es de un 18% contra el 3% de los que están totalmente en desacuerdo con esta aseveración.

Estos resultados podrían estar indicando que efectivamente para una mayoría, aunque no aplastante, la barranca no es un elemento importante en su quehacer cotidiano y esto se debe, muy posiblemente, a las condiciones en que se encuentra, ya que cuando se les pregunta si la misma les proporciona bienestar, aún un porcentaje mayor opina que no. Sin embargo, a la pregunta de si su vida sería mejor si la barranca no estuviera, aún es mayoría quienes opinan que sí, pero la diferencia con respecto a los que opinan lo contrario se reduce hasta prácticamente igualarse. Lo que podría estar indicando que su apreciación de la barranca como un elemento no importante en su vida, se debe precisamente a que no les genera bienestar por las condiciones de contaminación en que se encuentra y no por las características generales que la conforman, por lo que consideran que su vida, de no estar la barranca, no necesariamente sería mejor.

Al observar las respuestas de los encuestados respecto a la pregunta: ¿Considera que la barranca le produce bienestar?, la cual es la que propiamente evalúa el bienestar de los habitantes en el tema de la barranca en su dimensión integral, se tiene que el 67% de los mismos manifiestan en diversos grados que no es así. Este resultado contrasta fuertemente con lo manifestado por los encuestados respecto a su satisfacción de vida. Estos resultados discordantes estarían indicando la importancia que la barranca tiene en sus vidas en tanto su espacio físico de convivencia, a pesar de no manifestarlo así en la pregunta expofeso para ello arriba enunciada, y que explicaría el amplio consenso expresado por la población objetivo respecto a su sentir negativo en el tema del bienestar producido por la barranca. Así mismo, tal situación se explicaría por las condiciones de deterioro en que se encuentra la barranca.

Sin embargo, esos mismos resultados discordantes estarían corroborando la presunción de que el sentimiento de felicidad o bienestar de las personas es relativamente independiente del entorno de vivienda o ambiente en el que viven (Seligman, 2005). Meyers y Nastasy (1999), sostienen que las intervenciones preventivas deben dirigirse hacia la modificación del ambiente social para reducir el sentimiento de malestar. Esto significa más socialización satisfactoria y no tanto solo mejoras materiales, o que estas mejoras estén dirigidas a fortalecer aquella.

Respecto a la satisfacción en dominios vitales, de los varios propuestos por la prueba ENSAVISO, para este trabajo se escogieron tres que se considera están relacionados de manera muy directa con la presencia de la barranca y que son: salud, seguridad y situación del barrio. Conforme al dominio salud, ante la pregunta de si consideran que ¿La barranca es un riesgo para su salud?, la mayoría (73%) consideran que así es efectivamente, siendo un

alto porcentaje de los que opinan estar de acuerdo (40%) o totalmente de acuerdo (33%) con esta aseveración (Figura 18).

Con respecto a si ellos consideran que ¿La barranca es un riesgo para su seguridad?, la percepción de los encuestados se mantiene en este dominio, en la misma tónica de su percepción del dominio salud. Esto es, que el 67% manifiestan estar de acuerdo con esta aseveración en diversos grados: 37% está de acuerdo y 30% totalmente de acuerdo (Figura 18).

Por su parte, respecto a si consideran que la barranca es un elemento que mejora su vecindario, una mayoría (72%) opinan en este dominio estar en desacuerdo con esta aseveración: 47% en desacuerdo y 25% totalmente en desacuerdo (Figura 18).

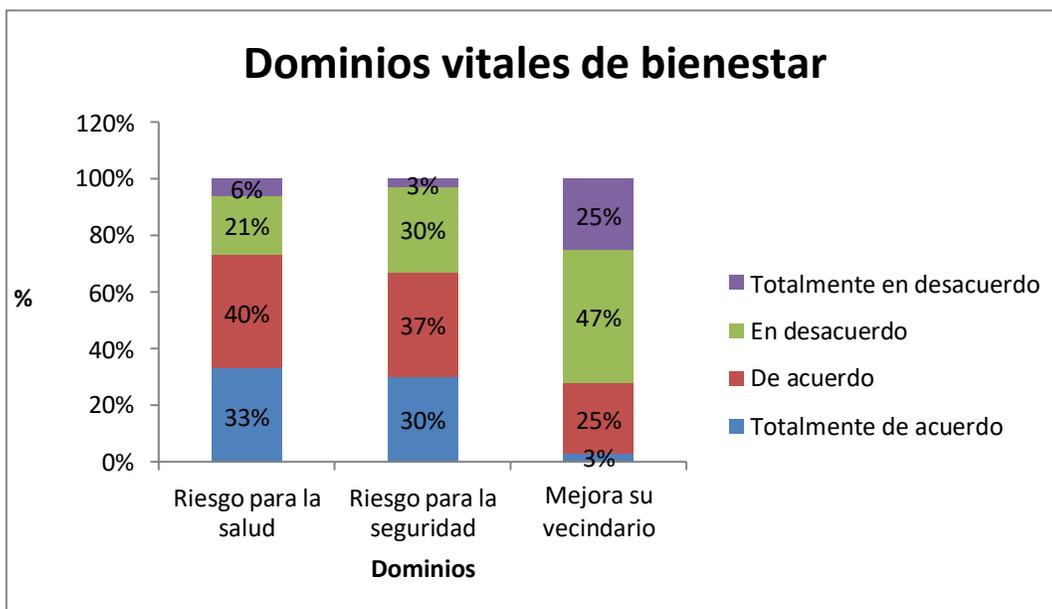


Figura 18.- La barranca y la salud, seguridad y condición del vecindario. Fuente propia.

Así, podemos constatar que, para estos tres dominios vitales, los encuestados muestran una tendencia mayoritaria a considerar a la barranca como un elemento negativo para su salud (73%), para su seguridad (67%) y para la imagen de su vecindario (72%).

Como se puede observar, las variables evaluadas en los tres dominios vitales presentan una tendencia negativa muy similar entre ellas y un porcentaje análogo e incluso superior al porcentaje de quienes manifiestan estar en desacuerdo (67%) con la pregunta de si la barranca, como elemento integral, les produce bienestar. Esto podría entenderse en el sentido de que, en los dominios específicos evaluados, la tendencia negativa respecto a la barranca es muy acentuada dado el impacto negativo que experimentan de la misma para sus vidas en esos temas. Estas mismas percepciones podrían estar ejerciendo una presión negativa en su consideración general de la barranca que, sin embargo, se compensaría en parte por otros componentes del sistema barranca, lo cual explicaría un cierto cambio en la

tendencia negativa a la hora de manifestar su acuerdo con la pregunta de si su vida sería mejor si la barranca no estuviera. (54%).

El por qué la puntuación en estos dominios es baja, mientras que su bienestar autorreportado en general es alto, podría estar confirmando las aseveraciones de Seligman (2003) y Rojas (2006) de que, dentro de los dominios de bienestar, hay unos más importantes que otros para el sentimiento de bienestar integral de los sujetos y que uno de estos; quizá el más importante, es el relacionado con la satisfacción familiar y social, y que no forma parte de este ejercicio de evaluación.

10.3.4.-EL FUTURO

Con el fin de conocer el sentir de los encuestados en cuanto a qué futuro probable les parecería más conveniente respecto a la barranca, se incluyeron dos preguntas. La primera de ellas se enfocó a preguntarles si estarían dispuestos a participar en el caso de que hubiese un programa de recuperación de la barranca, a lo que mayoritariamente contestaron afirmativamente (97%) (Figura 19).



Figura 19.- Intención de participación ante un programa de recuperación y mantenimiento de la barranca. Fuente propia.

A la segunda pregunta concerniente a que consideran que habría que hacer con la barranca, de las tres opciones una mayoría (66%), se decantó por la opción de limpiarla y conservarla en detrimento de las opciones de rellenarla (34%) o de mantenerla como esta (0%) (Figura 20).

Aunque casi todas las personas respondieron que si participarían en un eventual programa de recuperación, muchas de ellas se contradicen cuando opinan que el mejor camino a seguir con la barranca es rellenarla. En lo que si todos estan de acuerdo es en que es necesario hacer algo con ella. Es alentador el observar que dos tercios de los participantes se mantiene en una misma linea en las dos preguntas, cuando contestan que el mejor camino es el de limpiarla y conservarla, lo cual hace pertinente el considerar que muchos valoran a la barranca como un activo ciudadano y de su vecindario. Y que sin pretender extrapolar estos resultados a todos los conglomerados que habitan en barrancas de la ciudad de Puebla, si se pueden plantear posibilidades reales de un programa de recuperación y manejo de las barrancas de la ciudad, o al menos de la barranca El Conde, en el entendido de que acciones de esta índole solo serán posibles con la incorporación de quienes viven en ellas como un capital social necesario e imprescindible.

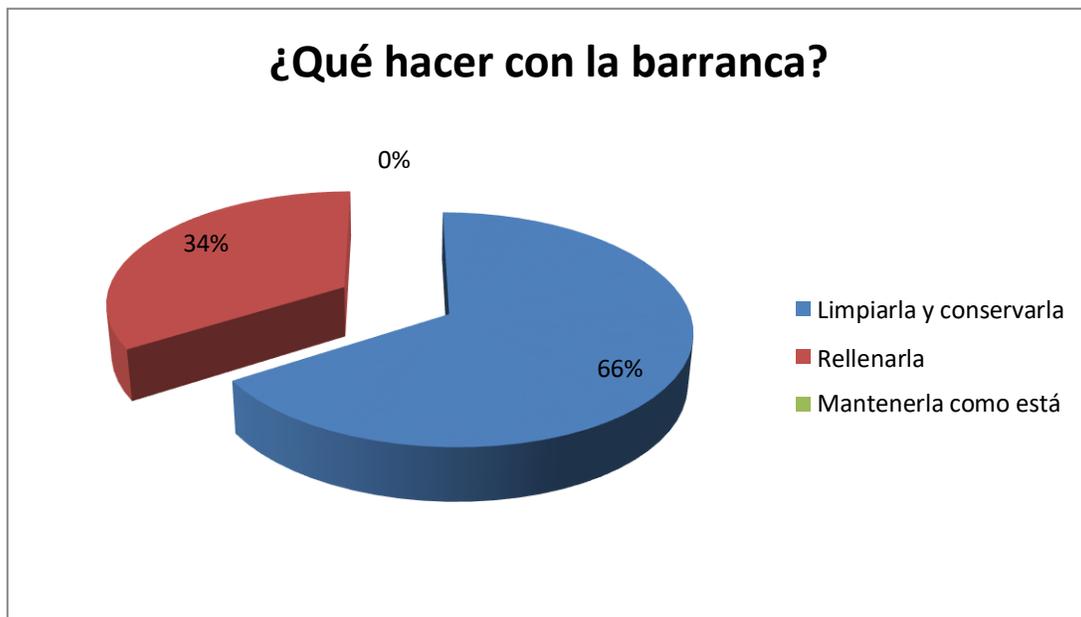


Figura 20.-Porcentajes de opiniones sobre qué hacer con la barranca para mejorar el vecindario. Fuente propia.

Si bien es cierto que los actuales adultos manifiestan un alto bienestar subjetivo a pesar de las condiciones de la barranca, en el futuro no es seguro que la siguiente generación se sienta igual de continuar las actuales condiciones ambientales. Esto en el entendido que, de seguir las actuales tendencias educativas del país, muy seguramente la nueva generación accederá a un mejor nivel de educación que la actual. Y si bien es cierto que una mejor educación genera mayores estandares de bienestar objetivo porque permite mayores ingresos y resolver problemas con mejores herramientas intelectuales, también es cierto, de acuerdo a van Praag *et al.*, (2003), que hay estudios que indican que una mejor educación produce un impacto negativo en el bienestar de las personas, en la medida en que vuelve a los individuos más exigentes con su entorno y con el lugar en que habitan.

De esto que la recuperación de la barranca, aparte de la importancia evidente que reviste respecto a los servicios ecosistémicos que proporciona, es también importante para los habitantes de la misma en cuanto a la relevancia social que puede significar para las nuevas generaciones.

Finalmente se incluyó en el cuestionario una sección para que los encuestados expresaran algún pensamiento libre sobre ellos como sujetos y la barranca como su espacio básico socio-ambiental de desarrollo y vida, pensamientos que varios de los encuestados desarrollaron y que se incluyen al principio de cada uno de los capítulos que conforman este texto.

10.4.-DE LOS ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE MANEJO DE BARRANCAS

En esta época como ninguna otra en la historia de la humanidad, el ser humano se enfrenta a los demonios de su propia creación, materializados en una grave crisis ambiental y acuciantes problemas sociales. Y también como en ninguna otra época, el concurso de diversos sectores sociales preocupados por dichos demonios ha sido tan amplio y con un claro objetivo; el atender tales retos en la comprensión de que el reto es global y también lo debe ser la respuesta.

En La Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030 (Gobierno de la República, 2018), se plantean como objetivos a lograr para el 2030, entre otros: El que “...los recursos naturales se aprovechen y protejan...” y se “...promueva la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, así como el desarrollo de espacios verdes biodiversos, resaltando el enfoque basado en ecosistemas.”; el que “...los asentamientos humanos sean seguros, incluyentes, resilientes y sostenibles.”; el que “Se generen sinergias entre todos los sectores del país para solucionar los problemas públicos.” y el que “Las políticas públicas se elaboren con base en evidencia a partir de diagnósticos, estudios y evaluaciones...”

Para lograr todo esto se propone en el mismo documento, entre otras acciones, que se deberá: “Generar información sobre biodiversidad urbana y el valor de los espacios verdes biodiversos en los espacios urbanos; así como de los impactos de la urbanización en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (flora, fauna, cantidad y calidad del agua, cambio climático, contaminación, basura y desechos, cambio de uso de suelo etc.) tanto en las zonas urbanas como en las áreas colindantes (Gobierno de la República, 2018).

Es en esta tónica en que este trabajo se inscribe, en el entendido de que los objetivos de la Estrategia Nacional son válidos y pertinentes para el estado y uso que se les da a las barrancas y para la situación de quienes viven en las mismas. Más aún, son objetivos por los que se debe trabajar en el entendido de que los problemas son globales y la respuesta, aunque también global, se estructura de acciones locales.

El camino que ciudades como Cuernavaca, CDMX y Toluca, entre otras, han recorrido en la elaboración e instrumentación de planes de manejo para algunas de sus barrancas, lo debe empezar a recorrer Puebla, lo cual parece ser posible ante el reciente reconocimiento que el Ayuntamiento de la ciudad hace sobre la necesidad de generar una estrategia de atención a las barrancas (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2018), y para lo cual se sugiere, en este trabajo, que se retome la figura de Área de Alto Valor Ambiental que contempla la LEEGPA (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 1988), y en la cual ya otras ciudades se han apoyado.

De todo lo anterior es que los elementos que se proponen para atender las barrancas, se elaboran con base en el diagnóstico y evaluación previa de las mismas y se agrupan por líneas temáticas de la forma siguiente:

10.4.1.-DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE BARRANCAS.

-Construir y adoptar nuevos marcos epistémicos que permitan dejar atrás los paradigmas del progreso, del desarrollo y de la naturaleza compartimentalizada, y que lleven al colectivo social a entender a la ciudad como un sistema complejo, donde barrancas y hombres son partes del mismo, profundamente interdependientes y donde una sociedad “desarrollada” sin respeto por el entorno y sin un ambiente sano no tiene viabilidad.

-Impulsar, en consonancia con la creciente preocupación social por el deterioro del medio ambiente, una nueva forma de pensar a las barrancas, esto es, de reconceptualizarlas dejando atrás la visión utilitarista de la naturaleza para incorporar el paradigma conservacionista a las mismas.

-Impulsar la resemantización de las barrancas y sus componentes, donde los sustantivos asociados a las barrancas como basura, fauna nociva, sitios marginales y de marginados entre otros, sean sustituidos por sustantivos como espacios escénicos privilegiados, espacios de amplia biodiversidad, sitios proveedores de servicios ecosistémicos, entre otros.

-Contribuir a crear una nueva narrativa sobre la ciudad y sus dinámicas, donde el sujeto sea verdaderamente el centro de su accionar semántico, a través del entendimiento comprometido de que el hombre no es nada sin su entorno y en Puebla ciudad, ese entorno pasa por el reconocimiento del valor de sus barrancas.

-Edificar una lógica constructivista en torno a la relación sociedad-barranca, que reconozca la interdependencia de ambos elementos y entienda que la posibilidad sustentable para la ciudad solo es posible a través de una relación biunívoca de ambos elementos, como un factor crucial entre muchos otros más.

10.4.2.-DE UNA VISIÓN SOBRE EL SISTEMA Y DE LO QUE DEBE CONTEMPLAR UN PROGRAMA.

-El Sistema de Barrancas de la Ciudad de Puebla se deberá considerar como un activo de la misma, en tanto que es un corredor biológico con un alto valor no reconocido por su condición de relictos de biodiversidad originaria, así como por los servicios ecosistémicos que provee al conglomerado social, y que podría proporcionar aún más servicios para el bienestar de la ciudad, siempre y cuando se le revalore, se le rescate y se le conserve.

-Se deberán construir espacios con diferentes usos dependiendo de las características propias de los lugares: Recreación pasiva como observación de aves y senderismo, fotografía, oportunidades educativas, deportes, arte.

-Habrá que instrumentar programas de reforestación con especies propias de los ecosistemas de las barrancas, así como planes de manejo de especies invasoras.

-Un Programa deberá equilibrar el uso y la conservación en las barrancas e identificar y priorizar las acciones e inversiones necesarias.

10.4.3.-LINEAS GENERALES DE UN PROGRAMA.

10.4.3.1.-Del diagnóstico

-Antes de emprender cualquier acción sobre el sistema, será menester realizar estudios de diagnóstico con el fin de conocer las condiciones particulares del mismo, todo bajo el principio de que para realizar acciones de recuperación y/o rescate de un patrimonio, primero se debe conocer lo que se tiene.

-Los estudios de evaluación de las barrancas, se deberán realizar a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB) y de otras metodologías relacionadas.

10.4.3.2.-Del accionar institucional.

-Impulsar la compatibilización de la legislación en materia de barrancas y de ser necesario promover las adiciones, los cambios y la creación de más legislación con el fin de subsanar omisiones y vacíos legales.

-Establecer mecanismos de coordinación entre instituciones, sociedad civil, población y gobierno con enfoques incluyentes, a fin de promover atención a las barrancas en un contexto de participación democrática sustentable.

-Implementar el reconocimiento de las barrancas como Áreas Naturales Protegidas, a través de una de las figuras jurídicas existentes como puede ser el de Parques o Reservas Estatales o el de Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población de carácter municipal, que permitan su manejo de acuerdo a las disposiciones de dichas figuras (Cámara de Diputados del Estado de Puebla, 2000).

-Que los planes y programas municipales y estatales incorporen a las barrancas como elementos importantes en la conformación urbana; razón para recuperarlas y conservarlas.

-Desarrollar políticas públicas para la atención de las barrancas, con una perspectiva desde la sostenibilidad en sus tres dimensiones.

-Detener la invasión de las barrancas por la mancha urbana.

-Delimitar el sistema de barrancas a través de la definición de sus unidades morfológicas. Esto de acuerdo a un sistema de clasificación con criterios claros y objetivos, como el sistema de captación, y la forma y estructura del suelo, entre otros.

-Incorporar áreas de amortiguamiento en las orillas de las barrancas.

10.4.3.3.-De la participación social y académica.

-Resaltar aquellos aspectos del entorno biofísico y social que se relacionen estrechamente con la creación de identidades sociales e imaginarios individuales y colectivos que conlleven a que, a través de este mecanismo, los sujetos se involucren con su entorno en acciones de recuperación, conservación y mejoramiento.

-Fortalecer la conciencia social y promover la participación social entre los habitantes de las barrancas.

-Promover entre la población el sentido de responsabilidad respecto a la conservación y recuperación de los servicios ecosistémicos de las barrancas.

-Sumar esfuerzos de forma paralela y continua, con tareas claramente delimitadas por actores participantes, de tal manera que las acciones en un ámbito impacten de manera positiva en los otros.

-Incorporar voluntarios individuales y organizacionales.

-Diseñar e implementar programas de educación ambiental para los habitantes de las barrancas en aras de promover la valoración, recuperación y conservación de las barrancas.

-Continuar y potenciar la investigación científica y académica en el sistema.

-Impulsar la vinculación y acción interdisciplinaria para coadyuvar en la solución de la problemática en cuestión.

-Presionar por una nueva manera de actuar del empresariado, buscando que redefinan su responsabilidad social hacia las barrancas.

10.4.3.4.-De los mecanismos de financiamiento.

-Creación de un instrumento financiero para recaudar, administrar y canalizar recursos hacia la atención de las barrancas. Una alternativa podría ser un fondo para recaudación de recursos, instrumentado a través de la iniciativa y asesoría de la Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe (RedLAC); organismo dedicado a sistematizar una Red de Fondos Ambientales (FAS), a efectos de contribuir para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales de la región (RedLAC, 2011).

-Diseñar e implementar un mapa de ruta para la búsqueda de financiamiento, y que a su vez permita optimizar la gestión de los recursos logrados para la recuperación y mantenimiento del sistema de barrancas.

-Desarrollar un sistema de contabilidad de los servicios ecosistémicos que proporcionan las barrancas, con el fin de cuantificar la importancia de su presencia y valorar lo que significaría su pérdida en términos económicos para el estado. Esto con el fin de conseguir que el estado canalice recursos hacia la atención de las barrancas, bajo el principio de que no es un gasto sino una inversión.

XI. CONCLUSIONES

Pues desde hace más de 25 años, desde que llegamos a vivir, hemos vivido en la barranca. Yo pienso que el problema es que las empresas que la rodean son las que contaminan por todos los residuos que arrojan. Pero si todos pusiéramos de nuestra parte para conservarla sería un ecosistema natural que nos brindaría bienestar.

Habitante de la barranca El Conde

Las comunidades florísticas de las barrancas Malinalli y El Conde son biodiversas de acuerdo a los índices de diversidad. A pesar del impacto humano que experimenta la barranca El Conde, de acuerdo a los Índices de Margalef y de Simpson presenta incluso, mayor riqueza específica que Malinalli. Esto se explica por la actividad silvícola en el sitio que no ha significado la total extinción del ecosistema originario.

La determinación del estado ecosistémico de ambas barrancas a través del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB), confirmó la segunda hipótesis de investigación de que hay diferencias entre las barrancas evaluadas, producto del impacto humano. Estos resultados contrastantes revelan la trascendencia del impacto negativo que la actividad humana genera en la barranca El Conde. Asimismo, permiten dar cumplimiento al objetivo particular 2 que a la sazón proponía: Determinar el estado ecosistémico de las barrancas: Malinalli y El Conde, a través del índice diseñado y con ello validar el mismo.

La aplicación del IEEB arroja resultados lógicos de acuerdo a la condición ecosistémica de las barrancas y muestra sus potencialidades, complementando las limitaciones de los Índices de diversidad, al permitir contar con un diagnóstico más completo.

De todo esto, es que se considera que el diseño del Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB) fue factible; lo cual permite afirmar que el objetivo particular 1 acerca de: Diseñar el Índice de Estado Ecosistémico de Barrancas (IEEB) se ha cumplido. Así mismo, la calibración del IEEB con su aplicación en ambas barrancas, permite confirmar la primera hipótesis de investigación acerca de que los indicadores que integran el IEEB son los adecuados para la evaluación del sistema.

Los resultados acerca del bienestar subjetivo de quienes habitan en la barranca El Conde muestran que la misma, bajo las condiciones en que se encuentra, constituye un elemento negativo en su vida que, sin embargo, en cuanto a la valoración de su felicidad y bienestar en lo general, confirman la tercera hipótesis de investigación que afirma que; la satisfacción con la vida de los habitantes de la barranca El Conde, no está ligada a las condiciones de la misma. Con esto se da cumplimiento al objetivo particular 3 que se propuso: Conocer el estado de Bienestar Subjetivo, en relación con la barranca El Conde, de los habitantes de la misma.

De la evaluación de ambas barrancas y de la literatura revisada, a fin de cubrir el objetivo particular 4 que se planteó: Proponer elementos de un programa de manejo de barrancas; se exponen, en el grueso del documento, un conjunto de puntos que se considera deberán contemplarse y guiar la eventual integración de un programa de manejo de barrancas. Se proponen 3 ejes rectores: De la conceptualización del sistema de barrancas, De una visión sobre el sistema y De lo que debe contemplar un programa; así como 4 líneas generales de lo que debe contemplar el programa: Del diagnóstico, Del accionar institucional, De la participación social y académica y De los mecanismos de financiamiento.

Dos tercios de quienes viven en la barranca El Conde se pronunciaron por limpiarla y conservarla. Estos constituyen un capital social que debe aprovecharse en un eventual programa de recuperación de la barranca a la par de, a través de acciones de educación ambiental, acercar el otro tercio hacia una posición más amigable con El Conde.

Con todo lo expuesto se respondieron las preguntas de investigación que dieron pie a este trabajo de investigación:

- Se integró un índice con indicadores de biodiversidad y socioeconómicos para determinar el estado ecosistémico de barrancas de la ciudad de Puebla.
- Se evaluó el estado ecosistémico de las barrancas Malinalli y El Conde, a través del índice diseñado.
- Se determinó el estado de Bienestar Subjetivo, en relación con la barranca El Conde, de los habitantes de la misma.
- Se definieron elementos a incorporar en un programa de manejo de barrancas.

Asimismo, se cumplió con el objetivo general de: Evaluar social y ambientalmente las barrancas Malinalli y El Conde de la ciudad de Puebla, con el fin de contar con un diagnóstico que sea la base para una propuesta de elementos de un programa de manejo de las mismas.

A manera de colofón, se puede señalar que los resultados evidencian a las barrancas como espacios ciudadanos donde se expresa la crisis ambiental, por lo que se revelan como objetos de estudio válidos para las ciencias ambientales. De ahí la necesidad ineludible de abordarlos a través de una visión desde la postura epistémica de los sistemas complejos y la interdisciplinariedad, dada la naturaleza altamente compleja de dichos problemas con aristas que van desde lo estrictamente ambiental hasta lo social y lo económico. O de lo contrario, se estará condenado a continuar abrevando de una comprensión muy parcial de la realidad y en consecuencia, abonando en soluciones erradas e incompletas de las problemáticas urbano-ambientales, como es el caso del sistema de barrancas de la ciudad.

Así mismo, se muestra que el enfoque teórico y metodológico del bienestar subjetivo es una herramienta innovadora y pertinente para acercarse a las poblaciones inmersas en situaciones particulares de problemáticas ambientales. Porque al final de cuentas ¿Cuál es el sentido último de la existencia humana sino el bienestar?

XII. REFERENCIAS

**Pues un lugar de la tierra, solo necesita ser respetado y que se conserve limpio.
Habitante de la barranca El Conde**

- Alba T.J. y Sánchez O.A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de H. Ellawell (1978). *Limnética* 4:51-56.
- Alcaraz A.J.F. (1999). *Manual de teoría y práctica de Geobotánica*. España: ICE Universidad de Murcia y Diego Marín.
- Alonso J.A.G. y Santacruz M.P. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando* 2 (2): 62-77
- Álvarez-Hernández G. y Delgado-de la Mora J. (2015). Diseño de Estudios Epidemiológicos I. El Estudio Transversal: Tomando una Fotografía de la Salud y la Enfermedad. *Boletín Clínico Hospital Infantil del Estado de Sonora* 32 (1): 26-34.
- Arribas M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas Profesión* 5 (17): 23-29.
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal, (2000). *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal*. CDMX, México.
- Axelrod D. I. (1966). *The Eocene copper basin flora of northeastern Nevada*. Berkeley USA: University of California Press (Publications in Geological Science, nums. 59-61).
- Ayuntamiento de la Ciudad de Cuernavaca, (2015). *Programa de Manejo y Educación del Área bajo Conservación denominada: Barrancas Urbanas de Cuernavaca (ABCUBUC)*. Morelos, México.
- Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, (2008). *Plan Municipal de Desarrollo 2008-2011*. Puebla, México.
- Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, (2014). *Plan de Desarrollo Municipal 2014-2018, de Zaragoza, Puebla*. Puebla, México.
- Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, (2017). *Código Reglamentario para el Municipio de Puebla (COREMUN)*. Puebla, México: Periódico Oficial del Estado de Puebla.
- Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, (2018). *Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Puebla*. Puebla, México.
- Beltrán E. (1949). *La Protección de la Naturaleza*. CDMX, México: Biblioteca Enciclopédica Popular-Secretaría de Educación Pública.
- Binder C.R., Schmid A. y Steinberger J.K. (2012). Sustainability solution space of the Swiss milk value added chain. *Ecological Economics* 83: 210-220.

- Bonada N., Prat N., Munné A., Plans M., Solá C., Álvarez M., Pardo I., Moyá G., Ramon G., Toro M., Robles S., Avilés J., Suárez M.L., Vidal-Abarca M.R., Mellado A., Moreno J.L., Guerrero C., Vivas S., Ortega M., Casas J., Sánchez-Ortega A., Jáimez-Cuéllar P. y Alba-Tercedor J. (2002). Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnética* 21(3-4): 13-33.
- Boon P.J., Wilkinson J. y Martin J. (1998). The application of SERCON (System for Evaluating Rivers for Conservation) to a selection of rivers in Britania. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 597-616.
- BUAP, (2016). *Ingenieros de la BUAP estudian los riesgos de vivir cerca de barrancas*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Disponible en: <https://www.buap.mx/content/ingenieros-de-la-buap-estudian-los-riesgos-de-vivir-cerca-de-barrancas>
- Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, (1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México.
- Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, (1988). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México.
- Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, (1992). *Ley de Aguas Nacionales*. México.
- Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México.
- Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, (2012). *Ley General de Cambio Climático*. México.
- Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, (2015). *Proyecto de decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley General de Asentamientos Humanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Protección Civil*. México.
- Cámara de Diputados del Estado de Puebla, (2000). *Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla*. México: Gestión Ambiental Mexicana 7ª versión.
- Carson R.L. (2018). *La primavera silenciosa*. España: Editorial Planeta.
- CNA, (1996). *Estudio de clasificación del río Aleseseca en el Estado de Puebla*. Comisión Nacional del Agua. Puebla, México: Sistemas de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V.
- CNA, (1997). *Clasificación del río Atoyac*. Comisión Nacional del Agua. Puebla, México.
- CNA, (2002). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Alto Atoyac, Estado de Tlaxcala*. Comisión Nacional del Agua. México: Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrológica.

- CONABIO, (s. f.). *Aguacate-Biodiversidad Mexicana*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/alimentacion/aguacate.html>
- CONABIO, (2018). *Malezas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>
- CONEVAL, (2009). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-ultidimensional-3er-edicion.pdf>
- CONEVAL, (2017). *Estadísticas de pobreza en Puebla*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Puebla/Paginas/principal.aspx>
- Contreras F. y Esguerra G. (2006). Psicología positiva: Una nueva perspectiva en psicología. *Revista diversitas—perspectivas en psicología* 2 (2): 311-319.
- Corral Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación* 19 (33).
- Cronbach L.J. y Shavelson R.J. (2004). My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. *Educational and Psychological Measurement* 64 (3): 391-418.
- Cummins R. A. (1997). *Comprehensive quality of life scale-intellectual/cognitive disability*. Melbourne, Australia: School of Psychology, Deakin University.
- De la Luz V.B.S.A. (2015). La fábrica de Puebla. *Revista del Centro Histórico de la Ciudad de Puebla: Cuetlaxcoapan (Lugar donde las víboras cambian de piel)* 4: 9-14.
- Díaz L.A.E. (2014). *Determinación de la calidad de aguas residuales vertidas al río Atoyac de industrias ubicadas en los corredores industriales de la ciudad de Puebla* (tesis de licenciatura). Facultad de Ingeniería Química, BUAP, Puebla, México.
- Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, (2005). *Diagnóstico Ambiental del Municipio de Puebla*. Puebla, México.
- DOF, (1997). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*. Diario Oficial de la Federación. México.
- DOF, (2013). *Declaratoria de clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan y sus afluentes, publicado el 6 de julio del 2011*. Diario Oficial de la Federación. México. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5199672&fecha=06/07/2011.

- El Colegio de Morelos, (2018). *Plan para el Manejo Integral del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos*. Cuernavaca, Morelos, México: El Colegio de Morelos, Fundación Biósfera del Anáhuac A.C. y Reconcilia A.C.
- Enger E.D. y Smith B.F. (2010). *Environmental science: A study of interrelationships*. USA: Mc Graw Hill.
- Ferguson A. y Soto-Gabriele H. (2016). Children's exposure to environmental contaminants: An editorial reflection of articles in the IJERPH special issue entitled, "Children exposure to environmental contaminants". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13: 11-17.
- Ferrer-i-Carbonell A. (2002). *Subjective Questions to Measure Welfare and Well-Being. Tinbergen Institute Discussion Paper, No. 02-020/3*. Disponible en <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/85970/1/02020.pdf>
- Font Q. P. (2000). *Diccionario de Botánica*. Barcelona, España: Ediciones Península.
- Foster W.G., Evans J.A., Little J., Arbour L., Moore A., Sauve R., Andrés L.J. y Luo W. (2016). Human exposure to environmental contaminants and congenital anomalies: a critical review. *Critical Reviews in Toxicology*.
- Franco L.J. (1983). *Manual de Ecología*. CDMX, México: Editorial Limusa.
- García G. S.A., Narváez F.R., Olivas G.J.M. y Hernández S.J. (2019). Diversidad y estructura vertical del bosque de pino-encino en Guadalupe y Calvo, Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 10 (53): 41-63.
- García S.M.E. (2014). *Determinación de metales pesados totales Cd, Cr, Fe, Ni, Pb y Zn en aguas residuales vertidas a las barrancas por dos parques industriales en la ciudad de Puebla, México* (tesis de licenciatura). Facultad de Ingeniería Química, BUAP, Puebla, México.
- Gobierno de la CDMX, (2012). *Acuerdo por el que se expide el Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental del Distrito Federal, con la categoría de Barranca a la denominada "Barranca Hueyetlaco"*. CDMX, México.
- Gobierno de la CDMX, (2013). *Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018*. CDMX, México.
- Gobierno de la República, (2013). *Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2013-2018*. CDMX, México.
- Gobierno de la República, (2018). *Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la agenda 2030*. CDMX, México.
- González Q.L. (1974). *Tipos de vegetación en México*. CDMX, México: SEP/INAH.

- González R.A.E. (2000). *Cambios en la gestión del agua y del saneamiento en la Ciudad de Puebla, 1988-1994*. CDMX. México: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
- Granados S. y Mendoza A. (1992). *Los árboles y el ecosistema urbano*. Estado de México, México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Greenpeace México, (2009). *La destrucción de México (La realidad ambiental del país y el cambio climático)*. CDMX, México: Greenpeace México.
- Gutiérrez P.V., Silva G.S.E., Chaves B.E., Zayas P.M.T. y Castelán V.R. (2020). Las barrancas de la ciudad de Puebla, México: un recurso desaprovechado en una urbe con déficit de áreas verdes. *Interciencia* 45 (2): 110-116.
- Hernández S.R., Fernández C.C. y Baptista L.P. (2006). *Metodología de la investigación (Vol. 3)*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Hickey M. y King C. (2000). *The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms*. Cambridge U.K: Cambridge University Press.
- ICSH-BUAP, (1994). *Revista: Patrimonio Cultural No. 1*. Puebla, México: Ed. Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades-BUAP.
- Imaz G.M., Ayala I.D. y Beristain A.A.G. (2014). Sustentabilidad, territorios urbanos y enfoques emergentes interdisciplinarios. *Interdisciplina* 2: 33-49.
- IMPLAN, (2016). *Plan de Gestión Ambiental*. Instituto Municipal de Planeación del Ayuntamiento de Puebla. Puebla, México.
- IMTA y CONAGUA, (2013). *Estudio de Clasificación del Río Atoyac, Puebla-Tlaxcala, informe final, resumen ejecutivo, 2008*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <http://www.cofemermir.gob.mx/mir/uploadtests/19811.66.59.2.Resumen%20Ejecutivo%20Over%2007%20Estudio%20Declaratoria.pdf>
- INEGI, (2014). Módulo de condiciones socioeconómicas. Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares 2014. Glosario. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En Marcial R.N., Peña O.B.V., Escobedo G.J.S. y Macías L.A. (2016). Elementos objetivos y subjetivos en la calidad de vida de hogares rurales en Yehualtepec, Puebla. *Estudios Sociales* 26 (48): 277-303.
- INEGI, (2015). *Censo de Población y Vivienda 2015*. Instituto Nacional de Estadística, y Geografía. CDMX, México.
- INEGI, (2015a). *Indicadores de Bienestar Subjetivo*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/investigacion/Experimentales/Bienestar/default.aspx>

- INEGI e INECOL, (2000). *Indicadores de Desarrollo Sustentable de México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Instituto Nacional de Ecología. CDMX, México.
- Instituto de Geografía-UNAM, (1989). *Diccionario geomorfológico*. CDMX, México: Publicaciones UNAM.
- Iracheta C.A. (2005). Observar la ciudad científicamente para entender más y actuar mejor. *Ciudades* 68: 12-19.
- Jensen W.A., y Salisbury F.B. (1988). *Botánica*. México: Ed. Mc Graw Hill.
- Juan P.J.I., Gutiérrez C.J.G., García L.I.E., Ramírez C.A.A., Baró S.J.E., Pozas C.J.G., López S.A. y Vilchis O.A. (2014). *Conservación y manejo de un área natural protegida del Valle de México: barranca El Huizachal, barranca Santa Cruz y barranca Plan de la Zanja*. Estado de México, México: Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México, A.C.
- Kilunga P.I., Kayembe J.M., Laffite A., Thevenon F., Devarajan N., Mulaji C.K., Mubedi J.I., Yav Z.G., Otamonga J.P., Mpiana P.T. y Poté J. (2016). The impact of hospital and urban wastewaters on the bacteriological contamination of the water resources in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* 0 (0): 1-9.
- Kolonitz P. (1984). *Un Viaje a México en 1864*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ladson A.R., White L.J., Doolan J.A., Finlaysons B.L., Hart B.T., Lake P.S. y Tilleard J.W. (1999). Development and testing of an Index of Stream Condition for waterway management in Australia. *Freshwater Biology* 41: 453-468.
- Leff E. (2007). Prologo. En Sáenz O. (Comp.). *Las Ciencias Ambientales: Una nueva área de conocimiento* (pp.5-8). Bogotá, Colombia: Red Colombiana de Formación Ambiental.
- Leff E. (2014). *La apuesta por la vida*. CDMX, México: Vozes Editora.
- López M.E. (2005). Urbanización y observatorios locales. *Ciudades* 68: 2-10.
- López-Moreno I.R. y Díaz-Betancourt M.E. (1998). Urbanización y Biodiversidad. *Ciudades* 38: 8-13.
- Lovejoy T. (2002). Prefacio. En Sayre R., Roca E., Sedaghatkish G., Young B., Keel S., Roca R. y Sheppard S. (2002). *Un enfoque en la naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas* (pp.xvii-xviii). Arlington Virginia USA: The Nature Conservancy.
- Lyubomirshy S. (2001). ¿Why are some people happier than other? En Contreras F. y Esguerra G. (2006). *Psicología positiva: Una nueva perspectiva en psicología*. *Revista diversitas—perspectivas en psicología* 2(2): 311-319.
- Magdaleno F., Martínez R. y Roch V. (2010). Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. *Ingeniería Civil* 157: 85-96.

- Marcial R.N., Peña O.B.V., Escobedo G.J.S. y Macías L.A. (2016). Elementos objetivos y subjetivos en la calidad de vida de hogares rurales en Yehualtepec, Puebla. *Estudios Sociales* 26(48): 277-303.
- Martínez G.V.L. (2013). *Paradigmas de Investigación: Manual multimedia para el desarrollo de trabajos de investigación. Una visión desde la epistemología dialéctico crítica*. Disponible en: http://www.pics.uson.mx/wp-content/uploads/2013/10/7_Paradigmas_de_investigacion_2013.pdf
- Martínez G. y Chacalo H. (1994). *Los árboles de la Ciudad de México*. CDMX, México: Grupo Editorial Eón-Universidad Autónoma Metropolitana.
- Martínez-Meléndez N. y López-Santiago J.W. (2019). Diversidad de encinos en un refugio de la Sierra Madre de Chiapas. *Desde el Herbario CICY* 11: 102-107.
- Meyers J. y Nastasy B.K. (1999). Primary prevention in school settings. En Contreras F. y Esguerra G., (2006). *Psicología positiva: Una nueva perspectiva en psicología. Revista diversitas—perspectivas en psicología* 2(2): 311-319.
- Miranda F. (1947). Estudio sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación de la Cuenca del Río Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8: 95-114.
- Missouri Botanical Garden, (2014). *Tropicos.org*. Disponible en: <http://www.tropicos.org>
- Möller V. y Saris W. (2001). The relationship between subjective well-being and domain satisfactions in South Africa. *Social Indicators Research* 55: 97-114.
- Mora-Don Juan C.A., Burbano-Vargas O.N., Méndez-Osorio C. y Castro-Rojas D.F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus* L.) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 14 (35): 68-75.
- Moreno C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*, vol. 1. Zaragoza, España: M y T- Manuales y Tesis SEA.
- Munné A., Prat N., Solá C., Bonada N. y Rieradevall M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 147-163.
- Naturalista, (2018). *Especies*. Disponible en: <http://www.naturalista.mx/taxa>.
- Nixon K. C. (1993). The genus *Quercus* in Mexico. En Sabás-Rosales J. L., Sosa-Ramírez J., y Luna-Ruiz J. D. J. (2015). Diversidad, distribución y caracterización básica del hábitat de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) del estado de San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences* 93 (4): 881-897.
- ONU, (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Organización de las Naciones Unidas.

- ONU, (2011). *World Urbanizations Prospects, the 2011 Revision*. Organización de las Naciones Unidas: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs.
- ONU, (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas: Asamblea General.
- Ospina R.B.E., Sandoval J.D.J., Aristizábal B.C.A. y Ramírez G.M.C. (2005). La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. Antioquia, 2003. *Investigación y Educación en Enfermería XXIII* (1): 14-29.
- Pardo I., Álvarez M., Casas J., Moreno J.L., Vivas S., Bonada N., Alba-Tercedor J., Jáimez-Cuellar P., Moyá G., Prat N., Robles S., Suárez M.L., Toro M. y Vidal-Abarca M.R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnética* 21: 115-132.
- Pereira P.Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare XV* (1): 15-29.
- RCFA, (2007). Las ciencias ambientales como un área de conocimiento. En Sáenz O. (Comp.). *Las Ciencias Ambientales: Una nueva área de conocimiento* (pp.13-27). Bogotá, Colombia: Red Colombiana de Formación Ambiental.
- RedLAC, (2011). *Estrategias de Recaudación de Fondos para los Fondos Ambientales*. Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe. Disponible en: <http://www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2012/04/4-Estrategias-de-Recaudaci%C3%B3n-de-Fondos-para-los-Fondos-Ambientales.pdf>
- Reguant-Álvarez M. y Torrado-Fonseca M., (2016). El método Delphi. *REIRE: Revista d'Innovació i Recerca en Educació* 9 (1): 87-102.
- Riojas-Rodríguez H., Schilman A., López-Carrillo L. y Finkelman J. (2013). La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras. *Salud Pública de México* 55 (6): 638-649.
- Rivas T. (2001). *Importancia y ambiente de los bosques y árboles urbanos*. Estado de México, México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Rodríguez A.M., Coombes A.J. y Jimenez R.J. (2009). *Plantas silvestres de Puebla*. Puebla, México: Herbario y Jardín Botánico de la BUAP.
- Rodríguez C.L. (2015). Metodologías de evaluación de la sustentabilidad en ANP. Estudio del arte y propuesta metodológica para México. *STUDIA POLICAE* 34: 91-116.
- Rodríguez S. (2003). *Guía de árboles y arbustos de la zona metropolitana de la Ciudad de México*. CDMX, México: Corporación Papalote.

- Rojas M. (2006). Life satisfaccion and satisfaccion in domains of life: Is it a simple relationship? *Journal of Happiness Studies* 7 (4): 467-497.
- Rojas M. (2009). Progreso y el bienestar experimentado por la persona. En Rojas M. (Coord.). *Midiendo el progreso de las sociedades: reflexiones desde México* (pp. 71-78). México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Rojas M. (2011). El bienestar subjetivo: su contribución a la apreciación y la consecución del progreso y el bienestar humano. *Revista Internacional de Estadística y Geografía* 2 (1): 64-77.
- Rojas M. y Veenhoven R. (2011), *Contentment and affect in the estimation of happiness*. Disponible en <https://personal.eur.nl/veenhoven/Pub2010s/2013a-full.pdf>
- Ruiz L. (2018). *Estudio de BUAP con drones detecta descargas residuales en el Atoyac*. Disponible en: <http://www.e-consulta.com/nota/2018-01-11/universidades/estudio-de-buap-con-drones-detecta-descargas-residuales-en-el-atoyac>
- Rzedowski J. (1988). *Vegetación de México*. CDMX, México: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN-Editorial Limusa.
- Rzedowski J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica de México* 14: 3-21.
- Saavedra-Romero L. de L., Hernández-de la Rosa P., Alvarado-Rosales D., Martínez-Trinidad T. y Villa-Castillo J. (2019). Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Polibotánica* 47: 25-37.
- Sabás-Rosales J.L., Sosa-Ramirez J. y Luna-Ruiz J. de J. (2015). Diversidad, distribución y caracterización básica del hábitat de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) del estado de San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences* 93 (4): 881-897.
- Salvatore N. y Muñoz S.M.T. (2001). Appraisal of lifecolon: "Area" versus "Dimension" conceptualizations. *Social Indicators Research* 53 (3): 229-255.
- Sayre R., Roca E., Sedaghatkish G., Young B., Keel S., Roca R. y Sheppard S. (2002). *Un enfoque en la naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas*. Arlington Virginia USA: The Nature Conservancy.
- SEDESOL, (s.f.). *Atlas de Riesgos Naturales, Municipio de Puebla*. Secretaría de Desarrollo Social. Disponible en: [https://www.academia.edu/31106661/Atlas de Riesgos Naturales Municipio de Puebla](https://www.academia.edu/31106661/Atlas_de_Riesgos_Naturales_Municipio_de_Puebla)
- SEDESOL, (2013). *Diagnóstico Nacional de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos*. Secretaría de Desarrollo Social. CDMX, México.

- SEDESOL, (2015). *Zonas de Atención Prioritaria 2015*. Secretaría de Desarrollo Social
Disponible en: http://www.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Zonas_de_Atencion_Prioritaria_2015
- Seligman M.E.P. (2003). *La auténtica felicidad*. Barcelona, España: Ediciones B.
- Seligman M. y Csikszentmihalyi M. (2000). Positive Psychology: An introduction. En Contreras F. y Esguerra G. (2006). *Psicología positiva: Una nueva perspectiva en psicología*. *Revista diversitas—perspectivas en psicología* 2 (2): 311-319.
- SEMARNAT, (2018). *Listado de especies exóticas invasoras para México. Anexo 1: Listado de plantas*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/listado-de-plantas>
- Silva G.S.E., Bonilla F.M.N., Toxtle T.J.S. y Pérez A.R. (2014). Fauna feral y/o nociva en colonias, alrededor de dos parques industriales y tres barrancas, en Puebla México. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa* 1 (2): 1-25.
- SIMPPI, (2018). *Parques industriales en el Estado de Puebla*. Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales. Disponible en: <http://www.contactopyme.gob.mx/parques/PARGEO1.ASP?ESTADO=21>
- SMA, (2012). *Barrancas Urbanas del Surponiente del Distrito Federal, Áreas de Valor Ambiental*. Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX, México.
- SMRN, (2007). *Programa de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 2006-2011*. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla, México.
- The Plant List, (2013). *Versión 1.1*. Disponible en: <http://www.theplantlist.org>
- Toledo V.M. y Barrera-Bassols N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona España: Junta de Andalucía/Icaria Editorial.
- Tomas P., Moreno J.L., Aboal M., Oscoz J., Durán C. y Navarro P. (2016). Evaluación del estado ecológico de los ríos de la cuenca del río Ebro mediante el índice trófico de macrofitos IVAM-G (Índice de Vegetación Acuática Macroscópica). *Limnética* 35 (1): 219-234.
- Toronto City, (2018). *The Toronto Ravine Strategy*. Disponible en: <https://www.toronto.ca/city-government/accountability-operations-customer-service/long-term-vision-plans-and-strategies/parks-forestry-recreation/ravine-strategy/>
- Tribunal Latinoamericano del Agua, (2013). *Caso: Contaminación industrial en los ríos Atoyac y Xochiac, estados de Tlaxcala y Puebla, República Mexicana. Veredictos de la Audiencia Pública Regional, México, Marzo 2006*. Disponible en: <http://tragua.com/wp-content/uploads/2012/04/R%C3%ADo-Atoyac-final.pdf>

- UNAM, (2015). *Encuesta Nacional sobre Satisfacción Subjetiva con la Vida y la Sociedad (ENSAVISO)*. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.pued.unam.mx/export/sites/default/archivos/SUCS/2015/180315RMV.pdf>
- UNICEF, 1990. *Convención sobre los Derechos del Niño*. United Nations International Children's Emergency Fund. Disponible en: https://www.unicef.org/ecuador/convencion_2.pdf
- Valencia A.S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 33-53.
- van Asselt E.D., van Bussel L.G.J., van der Voet H., van der Heijden G.W.A.M., Tromp S.O., Rijgersberg H., van Evert F., van Wagenberg C.P.A. y van der Fels-Klerx H.J. (2014). A protocol for evaluating the sustainability of agri-food production systems-A case study on potato production in peri-urban agricultura in the Netherlands. *Ecological Indicators* 43: 315-321.
- van Praag B.M.S., Frijters P. y Ferrer-i-Carbonell A. (2003). The anatomy of subjective well-being. *Journal of Economic Behavior and Organization* 51: 29-49.
- van Praag B.M.S. y Ferrer-i-Carbonell A. (2004). *Happiness quantified: A satisfaction calculus approach*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.
- Vargas M.F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Especializada en Salud Pública* 79 (2): 117-127.
- Veenhoven R. (1984). Conditions of happiness. En Jaramillo M. (2016). Mediciones de bienestar subjetivo y objetivo: ¿Complemento o sustituto? *Acta sociológica* 70: 49-71
- Vibrans, H. (1997). Lista florística comentada de plantas vasculares silvestres en San Juan Quetzalcoapan, Tlaxcala, México. *Acta Botánica Mexicana* 38: 21-67.
- Villaseñor J. L. (2004). Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana* 75: 105-135.
- Villaseñor J. L., Ortiz, E. y Redonda-Martínez R. (2008). *Catálogo de autores de plantas vasculares de México*. CDMX, México: UNAM/CONABIO.
- Villaso-Keever R. (2005). Sobre indicadores de sustentabilidad urbana y observatorios. *Ciudades* 68: 21-27.
- Zacarías-Eslava Y. y del Castillo R.F. (2010). Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez, Oaxaca: Pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87: 13-28.
- Zamudio S. y Carranza E. (1994). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 29: Cupressaceae*. Pátzcuaro, Michoacán, México: Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío.

XIII. ANEXOS

1.-Hoja de campo

Hoja de campo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<p>9) Estado de la cubierta vegetal (40%)</p> <p>1) Calidad de la vegetación.</p> <p>Puntuación</p> <p>40- Solo especies arborescentes autóctonas</p> <p>30- Una especie arborescente autóctona (ind. aisladas)</p> <p>20- 2 a 5 sp. arb. autóctonas (ind. aisladas)</p> <p>10- Más de 5 sp. arb. autóctonas (ind. aisladas)</p> <p>0- Comunidad de especies autóctonas</p>														
<p>4) Grado de cubierta vegetal</p> <p>+10 - > al 80%</p> <p>+5 - Entre el 50% y el 80%</p> <p>-5 - Entre el 10% y el 49%</p> <p>-10 - < el 10%</p>														
<p>B) Estructura de la cubierta</p> <p>+10 - Árboles > al 50%; 0-50% arbustos</p> <p>+5 - Árboles \approx 25, 49%; al menos 25% arbustos</p> <p>-5 - Árboles \approx 25, 49%; menos del 25% arbustos</p> <p>-10 - < 25% árboles, con o sin arbustos.</p>														
<p>8) Continuidad con el sistema forestal adyacente</p> <p>+10 - Continuidad > al 80%</p> <p>+5 - " \div el 50% y el 80%</p> <p>-5 - " \div el 25% y el 49%</p> <p>-10 - " \div el 0 y el 24%</p>														
<p>8) Continuidad de la comunidad a lo largo de la Barranca</p> <p>+10 - Uniforme y ocupando > 80% de la Barranca</p> <p>+5 - Continuidad \div 50 y el 80%</p> <p>-5 - " \div 25 y el 49%</p> <p>-10 - " < 25%</p>														
<p>✓ - Barranca El Conde</p> <p>X - Barranca Hatinelli</p>														

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b) Grado de naturalidad de la Serranía (10%)												
Puntuación												
10 - Barranca sin modificaciones	x	✓		x	x					✓		
7 - Modificación de paredes y terrazas												
5 - Presencia de estructuras rígidas y aisladas	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
0 - Canalizaciones de la Serranía y/o rellenado											✓	✓
c) Actividades económicas dentro de la Serranía (10%)												
Puntuación												
10 - Sin actividades económicas.	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓		
8 - Act. económicas sin extracción de materiales	✓		✓	✓		✓						✓
5 - Act. extractivas en hasta el 10% del área de la Serranía.												
0 - Act. extractivas en más del 10% del área de la Serranía.												
d) Presencia de cuevas-habitación (20%)												
Puntuación												
20 - Sin cuevas-habitación	✓	x	✓	x	✓	x	✓			✓		
15 - Una cueva-habitación				✓		✓						
10 - Núcleo de 2 a 10 cuevas		✓							✓	✓	✓	
5 - Núcleo de 11 cuevas hasta un 49% del área de la Serranía												
0 - Núcleo habitacional en un área igual o mayor al 50% de la Serranía.												✓
e) Contaminación de la barranca (20%)												
Puntuación												
20 - Sin contaminación de agua y sólidos.			x	x	x	x						
0 - Agua contaminada y/o residuos sólidos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Modificaciones a la prima puntuación.												
-5 Presencia de Residuos Sólidos Urbanos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
-10 " " " de Menor Especial	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
-15 " " " Peligrosos.												

2.-Cuestionario



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS



El Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla a través del Posgrado en Ciencias Ambientales ha iniciado un estudio denominado: **EL ESTADO DE BIENESTAR SUBJETIVO, EN RELACIÓN CON LA BARRANCA EL CONDE, DE LOS HABITANTES DE LAS RIBERAS DE LA MISMA.** Por tal motivo y con el propósito de contar con su valiosa opinión al respecto, le solicitamos nos proporcione la información que se pide en este cuestionario.

La información que usted nos brinde se manejará con absoluta discreción y será únicamente empleada para propósitos de este trabajo académico.

SATISFACCION CON LA VIDA EN GENERAL

En una escala del 1 al 10, donde 1 es nada satisfecho, y 10 es muy satisfecho

1.-¿Qué tan feliz es usted? _____

2.-¿Qué tan satisfecho está usted con su vida? _____

SATISFACCION EN LO ESPECÍFICO

3.-La barranca es un elemento importante en su vida

Totalmente de acuerdo desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente	en
-------------------------------------	------------	---------------	------------	----

4.-La barranca es un riesgo para su salud.

Totalmente de acuerdo desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente	en
-------------------------------------	------------	---------------	------------	----

5.-La barranca es un riesgo para su seguridad.

Totalmente de acuerdo desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente	en
-------------------------------------	------------	---------------	------------	----

6.-La barranca es un elemento que mejora su vecindario.

Totalmente de acuerdo desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente	en
-------------------------------------	------------	---------------	------------	----

7.-La barranca es un elemento que empeora su vecindario.

Totalmente de acuerdo desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente	en
-------------------------------------	------------	---------------	------------	----

8.-La barranca es un elemento que le produce bienestar.

Totalmente de acuerdo desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente	en
-------------------------------------	------------	---------------	------------	----

9.-Su vida sería mejor si la barranca no estuviera

Totalmente de acuerdo desacuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente	en
-------------------------------------	------------	---------------	------------	----

EL FUTURO

10.-¿Si hubiese un programa de recuperación y mejoramiento de la barranca usted participaría? Sí
No

11.-¿Que considera que habría que hacer con la barranca para mejorar su vecindario?

Rellenarla conservarla	Mantenerla como está	Limpiarla y
---------------------------	----------------------	-------------

En el siguiente recuadro escriba lo que la barranca sea para usted.

DATOS GENERALES

a).- Edad _____ años.

Género M F

b).- Lugar de nacimiento _____
Estado _____

c).- ¿Habla una lengua diferente al español? Sí No ¿Cuál? _____

d).- ¿Número de menores de 18 años que habitan en su domicilio? _____

e).- ¿Tiene animales comestibles en su casa? Sí No

Pollos _____ Guajolotes _____ Cerdos _____
Otros _____