



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Gestión Integrada en Cuencas

Incorporación de análisis hidrológicos en políticas públicas de ordenamiento territorial para la prevención de inundaciones. Caso de estudio El Pueblito, Corregidora, Querétaro.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

René Armando Muñoz López

Dirigida por:

M. en G. Hugo Luna Soria

M. en G. Hugo Luna Soria
Presidente

Dra. Diana Patricia García Tello
Secretaria

M. en GIC. René Fernando Tobar Díaz
Vocal

Dr. Víctor Hugo Cambrón Sandoval
Suplente

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero.
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Enero 2025
México

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dedicar este trabajo a mis padres, por su apoyo en todo momento de mi vida, siempre han estado presentes y dispuestos a ayudarme.

Gracias a mi madre que siempre muestra su cariño incondicional, gracias por entenderme y siempre tener un buen consejo que dar. Gracias a mi papá Joel por exigirme al máximo, por enseñarme que siempre se puede ser mejor, gracias por forjar mi carácter y enseñarme a ser el profesionalista que soy actualmente.

Gracias a mi director de tesis, el Maestro Hugo, por su gran conocimiento, experiencia, paciencia, comprensión, apoyo y guía que me dio en todo momento a lo largo de la elaboración de este trabajo.

Gracias a la Dra. Diana, por siempre apoyarme con cualquier duda, por su amabilidad y paciencia.

Gracias al Dr. Juan Alfredo, al Dr. Víctor y al Maestro René por su conocimiento, apoyo y paciencia. Gracias por compartir su sabiduría conmigo en esta tesis.

Gracias a la CEA, por darme las facilidades para estudiar mi maestría sin dejar de trabajar. Gracias al Ing. Adrián y al Maestro Silvestre por siempre ayudarme con cualquier duda o aclaración sobre hidrología.

Gracias al Doctor Pineda por darme a conocer esta grandiosa Maestría en Gestión Integrada de Cuencas.

Muchas gracias a mis compañeros y amigos de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, de cada uno de ellos me llevo una enseñanza y una linda amistad.

Muchas gracias al Dr. Alfonso y a mis compañeros de la maestría en Hidrología Ambiental, por permitirme tomar la materia de Hidrología Urbana con ellos y recibirme como si fuera uno más de su generación, siempre amables y dispuestos a ayudarme, los conocimientos compartidos fueron de gran ayuda en la realización de esta tesis.

RESUMEN

En esta tesis se discute la necesidad y trascendencia de incorporar los estudios hidrológicos en las políticas públicas de ordenamiento territorial como una estrategia exitosa de prevención de inundaciones. Adicionalmente, se busca mejorar las políticas públicas actuales para encontrar estrategias de prevención de inundaciones que minimicen el impacto de estos fenómenos naturales en los habitantes del municipio de Corregidora. El principal objetivo de este trabajo es generar una estrategia para incorporar la evaluación hidrológica en instrumentos de políticas públicas relacionados con el ordenamiento territorial para prevenir inundaciones, en el municipio de Corregidora. La metodología se empleó en dos partes, una que se basó en la realización de la evaluación hidrológica en la zona de estudio y la segunda, que fue para realizar la escala Likert, la cual se utilizó para analizar los estudios hidrológicos con el fin de encontrar las áreas de mejora en ellos y asimismo diseñar la estrategia de incorporación en la política pública de ordenamiento ecológico territorial, es importante destacar, que los estudios hidrológicos que se analizaron son estudios de carácter público, para algún trámite o proceso en alguna dependencia federal o estatal. Dentro de los resultados de esta tesis se obtuvo que para la microcuenca que abarca el río pueblito en el municipio de Corregidora, se tiene un gasto pico de $744.22 \text{ m}^3/\text{s}$ para precipitaciones asociadas a un periodo de retorno de 50 años, considerando la situación actual del uso de suelo y cobertura vegetal, con lo cual se obtiene un panorama de la situación hidrológica que enfrenta la zona urbana del municipio de Corregidora. El análisis de la escala Likert a 5 diferentes estudios hidrológicos, ha identificado tendencias generales para mejorar dichos estudios en su aplicación y utilización para la toma de decisiones. En las que destaco, mejorar la infraestructura de estaciones climatológicas para tener más y mejores datos de lluvia y precisión con la que se obtienen las elevaciones del terreno. En esta tesis de se plasma la estrategia de incorporación de los estudios hidrológicos en los Planes Municipales De Ordenamiento Territorial, en la sección de “Diagnostico territorial”, las acciones generales a seguir a partir de estos estudios se sugieren que se incorporé en la

sección de “instrumentación” y por último se propone que se realice un evaluación y actualización de los estudios cada 3 años, la cual se agregue en el apartado de “Evaluación y seguimiento”.

Palabras clave: ordenamiento territorial, estudios hidrológicos, inundaciones.

SUMMARY

This thesis discusses the need for and importance of incorporating hydrological studies in public policies for land use planning as a successful strategy for flood prevention. Additionally, it seeks to improve current public policies to find flood prevention strategies that minimize the impact of these natural phenomena on the inhabitants of the town of Corregidora. The main objective of this work is to generate a strategy to incorporate hydrological evaluation in public policy instruments related to land use planning to prevent floods in the town of Corregidora. The methodology was used in two parts, one based on the hydrological evaluation in the study area and the second, which was to perform the Likert scale, which was used to analyze the hydrological studies in order to find areas for improvement in them and also design the strategy for incorporation into public policy for ecological land use planning, it is important to note that the hydrological studies that were analyzed are public studies, for any procedure or process in any federal or state agency.

Among the results of this thesis, it was obtained that for the micro- basin that includes the Pueblito river in the Corregidora town, there is a max. flow rate of 744.22 m³/s for precipitation associated with a return period of 50 years, considering the current situation of land use and vegetation cover, which provides an overview of the hydrological situation facing the urban area of the municipality of Corregidora. The analysis of the Likert scale to 5 different hydrological studies, has identified general tendencies to improve these studies in their application and use for decision making. In which I emphasize, improving the infrastructure of climatological stations to have more and better rainfall data and precision with which the elevations of the terrain are obtained. In this thesis, the strategy of incorporating hydrological studies in the Municipal Land Management Plans is included in the "Territorial Diagnosis" section, the general actions to follow from these studies are suggested to be incorporated in the "Instrumentation" section and finally, it is proposed that an evaluation and updating of the studies be carried out every 3 years, which is added in the "Evaluation and follow-up" section.

Keywords: land use planning, hydrological studies, floods.

INDICE

INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	14
I. MARCO CONCEPTUAL	15
A. GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	15
B. ESCURRIMIENTO.....	15
C. HIDROGRAMA	15
D. PENDIENTE DE LA CUENCA.	16
E. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN EN LA CUENCA.	16
F. MEDIDA PLUVIOMÉTRICA	17
G. INUNDACIONES	17
H. ORDENAMIENTO TERRITORIAL	18
I. GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN.....	19
J. ESCORRENTÍA.	19
II. ANTECEDENTES	20
A. ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN EL MUNDO, ESCUELAS Y ENFOQUES.	20
B. MANEJO DE AVENIDAS Y ESCURRIMIENTOS EN MÉXICO	21
C. ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN MÉXICO	22
D. MANEJO DE AVENIDAS Y ESCURRIMIENTOS EN QUERÉTARO	25
E. POLÍTICA PÚBLICA	26
F. ENFOQUE DE CUENCA EN POLÍTICAS PÚBLICAS.....	27
III. ESTUDIOS DE CASO	31
IV. ÁREA DE ESTUDIO	36
A. UBICACIÓN.....	36
B. POBLACIÓN.....	37
C. RELIEVE.....	37
D. EDAFOLOGÍA	38
E. CLIMA	40
F. USO DE SUELO	41
G. HIDROLOGÍA.....	42
V. MÉTODOS	44
A. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE ZONA DE ESTUDIO.	44

B.	ANÁLISIS DE INSTRUMENTO DE POLÍTICA PÚBLICA	71
VI.	RESULTADOS.....	74
A.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	74
B.	CURVAS P-D-TR.....	76
C.	CURVAS I-D-TR	77
D.	GASTOS MÁXIMOS POR PERIODO DE RETORNO.....	79
E.	ESCALA LIKERT.....	80
VII.	DISCUSIÓN.....	82
A.	INTEGRACIÓN DE UN ENFOQUE REGIONAL	82
B.	IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SOLUCIONES NO ESTRUCTURALES.....	83
C.	RESILIENCIA A LARGO PLAZO.....	85
D.	ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN	87
	CONCLUSIONES	92
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
	ANEXOS.....	102
	ANEXO 1. ESCALA LIKERT	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de la coordinación de acciones a nivel de cuencas	28
Tabla 2 Relieve Municipio de Corregidora.....	38
Tabla 3 Clima Municipio de Corregidora.	40
Tabla 4. Uso de suelo y vegetación Corregidora.....	41
Tabla 5 Parámetros fisiográficos	48
Tabla 6 Valor "N" ponderado	50
Tabla 7. Estaciones climatológicas.....	51
Tabla 8. Corrección Doble Gumbel	56
Tabla 9. Corrección Doble Gumbel.	58
Tabla 10. Corrección Doble Gumbel.	60
Tabla 11. Corrección Doble Gumbel.	62
Tabla 12. Corrección Doble Gumbel.	64
Tabla 13. Datos Ponderados de Lluvia.....	65
Tabla 14. Coeficiente de Kuichling	75
Tabla 15. Tiempo de concentración y coeficiente "e"	75
Tabla 16. Datos de precipitación.	76
Tabla 17 Intensidad de lluvia para cada Tr.....	77
Tabla 18. Gastos por período de retorno.....	79
Tabla 19. Resultados escala Likert.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio.....	36
Figura 2. Pirámide poblacional Municipio de Corregidora 2020.	37
Figura 3. Edafología Corregidora.	39
Figura 4. Hidrología Corregidora.	43
Figura 5. Delimitación de la cuenca de estudio.	45
Figura 6. Cauce principal y escurrimientos.....	46
Figura 7. Uso de suelo y vegetación microcuenca.	47
Figura 8. Edafología Microcuenca.	49
Figura 9. Aplicación del método de los polígonos de Thiessen.....	52
Figura 10. Estaciones y polígonos de Thiessen.....	53
Figura 11. Hidrograma unitario triangular	68
Figura 12 Curvas P-d-Tr.....	76
Figura 13. Curvas I-d-Tr	78

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones en espacios urbanos se han manifestado a lo largo de la historia de la humanidad, la necesidad de las comunidades de asentarse cerca de cuerpos de agua para cubrir sus necesidades básicas, así como para actividades económicas como lo es la agricultura, ha provocado que los asentamientos humanos estén expuestos a inundaciones cuando se presentan fenómenos meteorológicos de precipitaciones intensas (Sosa, 2018).

El acelerado crecimiento de la población aunado al desarrollo urbano desordenado ha contribuido al aumento de la vulnerabilidad ante las inundaciones en Querétaro. La construcción de viviendas y comercios en áreas de alto riesgo, la impermeabilización del suelo debido a la urbanización y la falta de un manejo adecuado de los recursos hídricos han agravado la situación (Vieyra & Lazarrabal, 2014).

Debido a lo mencionado anteriormente, se debe tener en cuenta estos factores para poder determinar qué lugares son más aptos que otros para ser habitados por asentamientos humanos, buscando siempre tener la mayor cantidad de información posible para poder tomar decisiones informadas y sustentadas.

Por ello son sumamente importantes las políticas públicas, en este caso, el ordenamiento territorial, mecanismo que tiene como objeto darle uso al territorio racionalmente y ser base de estrategias para el desarrollo socioeconómico cuidando siempre el medio ambiente (SEMARNAT, 2024).

Actualmente las competencias territoriales relativas a inundaciones en la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ) son nulas, no existiendo una buena coordinación en la materia entre ellas y las políticas de prevención y atención de inundaciones, de manera que éstas, en ocasiones han planteado obras ignorando el planeamiento urbanístico, mientras que se ha ignorado el problema de las inundaciones en los instrumentos de planificación territorial como lo son, el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Planes Estatales y Municipales de Desarrollo Urbano y en los Programas de Ordenamiento Ecológico.

Por ello este trabajo busca proponer y demostrar la importancia de incorporar los análisis hidrológicos a los ordenamientos territoriales, servirá como método de prevención de inundaciones, con ayuda de planeación y análisis previos se tengan mayores elementos de información.

Históricamente la ZMQ ha sufrido de inundaciones debido a las fuertes lluvias, ocasionando afectaciones a los habitantes de esta ciudad, que año con año se hace presente la incertidumbre de que se pueda presentar nuevamente (Fernanda et al., 2021). El crecimiento de la ZMQ, así como los cambios de uso de suelo, al no respetar la trayectoria natural del agua, han ido limitando la salida de agua, obstruyendo y retardando el tiempo de desalojo natural, así como los cambios en la capacidad hidráulica de los cauces provocan que la zona metropolitana de Querétaro sea cada vez más vulnerable a sufrir fenómenos de inundación (Alejandrina et al., 2012).

Los municipios que integran la ZMQ son Corregidora, El Marqués, Querétaro y Huimilpan. En el caso de Corregidora, el uso de suelo y la urbanización del municipio han cambiado como resultado del crecimiento poblacional y la migración hacia la ZMQ, estos cambios incrementan los escurrimientos y la probabilidad de inundaciones.

La cabecera municipal del municipio, El Pueblito, se ve afectada por inundaciones provocadas por los escurrimientos y avenidas relacionadas con la microcuenca del Río El Pueblito, dicho río cruza el municipio, por ello es necesario realizar un análisis de dicha microcuenca que tiene como escurrimiento principal este río, provocando afectaciones en esta zona del municipio de Corregidora.

Con base en el atlas de riesgo del municipio de corregidora, se identificaron varias zonas de la cabecera municipal que se encuentran en riesgo alto y medio como posibles zonas de inundación, coincidiendo con que son zonas cercanas al Río Pueblito (Municipio de Corregidora, 2022).

Actualmente en el municipio de Corregidora a través de los planes parciales de desarrollo y ordenamiento ecológico, se busca regular, proteger y conservar el medio ambiente, así como la regulación del uso de suelo (Municipio de Corregidora,

2016). Sin embargo, al abordar temas hídricos-territoriales, no se evalúan a profundidad y no hay una integración entre ellos, siendo de gran necesidad para atender problemáticas relacionadas con el agua.

Por ello es necesario que se presenten estudios de factibilidad, relacionados con ordenamiento territorial, donde se realice un análisis hidrológico de control de avenidas y escurrimientos por cuencas, para ayudar a prevenir inundaciones y dar atención a eventos hídricos severos. Además de integrar todos los instrumentos relacionados con el ordenamiento territorial que actualmente existen, buscando establecer un eje central en materia del agua entre cada uno de ellos, a través de un análisis por cuencas.

Bajo este contexto es que se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo poder relacionar los instrumentos que existen en el estado de Querétaro que buscan el ordenamiento territorial y prevenir inundaciones?, ¿Cómo incorporar los análisis hidrológicos en las políticas públicas de ordenamiento territorial en el estado de Querétaro con el fin de prevenir inundaciones?

La sociedad tiene que hacer frente a los problemas generados a partir de las interacciones que se tienen con el clima y los ecosistemas, además, se suma lo complejo y conflictivo del crecimiento poblacional.

En contextos de la naturaleza de referida, las autoridades gubernamentales deben tomar decisiones acertadas sobre la dirección a seguir respecto la forma de manejar el desastre y utilizar las diferentes propuestas y sus estrategias de prevención. Aquí, se necesitará abocar soluciones integrales al enfoque de gestión de riesgos que afectan a dichos fenómenos extremos.

De ahí que sea de la vida cotidiana que debemos entender y generar alternativas de adaptación a estos fenómenos naturales y sus efectos, lo que implica que además de las medidas estructurales tradicionales se deben utilizar medidas que no lo sean. Finalmente, con la visión del manejo integral del problema a nivel de cuenca, se asume que todas las acciones que se desarrollen en un río repercutirán en la parte baja de la microcuenca, por lo cual el manejo de las inundaciones también es integral.

Por ello es importante que, desde la prevención, a través de políticas públicas que rigen el orden del territorio, se incorporen estas estrategias, que permitan tener más información y estar mejor preparados ante estos fenómenos naturales.

Otro punto importante para destacar es que, las inundaciones pueden ocasionar considerables pérdidas económicas en términos de daños a infraestructuras, viviendas, empresas y la interrupción de actividades comerciales. Al incorporar medidas de prevención en el ordenamiento territorial, se pueden reducir los costos asociados a las inundaciones, evitando la necesidad de reconstrucciones costosas y mitigando impactos negativos en la economía local y regional (Emilio et al., 2010).

En resumen, la incorporación de la prevención de inundaciones en el ordenamiento territorial en México es esencial para proteger vidas, propiedades y el medio ambiente, así como para promover la sostenibilidad y la resiliencia de las comunidades. Al considerar los riesgos de inundación desde la etapa de planificación, se pueden tomar decisiones informadas y estratégicas que contribuyan a mitigar los impactos negativos de este fenómeno natural.

Con la realización de este trabajo se espera que ayude para que exista un cambio para enriquecer las políticas públicas de ordenamiento territorial municipales actuales para buscar estrategias de prevención contra inundaciones que prevengan que estos fenómenos naturales afecten lo menos posible a los habitantes del municipio de corregidora y que sirva un precedente para buscar implementar esto en otros municipios.

Por lo cual en este trabajo de investigación se tienen como objetivo general, generar una estrategia para incorporar la evaluación hidrológica en instrumentos de políticas públicas relacionados con el ordenamiento territorial para prevenir inundaciones, en el municipio de Corregidora.

Para dicho objetivo el presente documento se organiza en dos capítulos, el primer capítulo está compuesto por antecedentes teóricos y conceptos relacionados con el ordenamiento territorial en el mundo y nuestro país, así como los estudios hidrológicos.

El segundo capítulo lo conforma la metodología utilizada para el análisis de los estudios hidrológicos y la elaboración de estos. En este segundo capítulo también se muestran los resultados y conclusiones de este trabajo de investigación.

OBJETIVOS

Generar una estrategia para incorporar la evaluación hidrológica en instrumentos de políticas públicas relacionados con el ordenamiento territorial para prevenir inundaciones, en el municipio de Corregidora.

- ✓ Realizar una evaluación hidrológica en la microcuenca del Río Pueblito.
- ✓ Analizar 5 análisis hidrológicos públicos previamente elaborados con una escala Likert.
- ✓ Identificar en que apartado de los instrumentos de ordenamiento territorial municipal incorporar los estudios hidrológicos, para la prevención de inundaciones.

I. MARCO CONCEPTUAL

a. Gestión de cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas son regiones establecidas de manera natural donde todos los eventos sociales y ecológicos mantienen una conexión profunda entre ellos. La gestión se comprende como un procedimiento de planificación, ejecución y valoración de acciones a través de la implicación estructurada e informada de la comunidad (SEMARNAT, 2013).

La oportunidad de llevar a cabo una gestión de cuenca surge cuando percibimos que los habitantes de esta y, por ende, beneficiarios de sus servicios ecosistémicos, simultáneamente se perciben como creadores de impactos en las zonas bajas de la cuenca (SEMARNAT, 2013).

Como lo define SEMARNAT (2013) las cuencas hidrográficas son áreas territoriales definidas por un parteaguas (partes superiores de las montañas), donde se agrupan todos los flujos de agua (arroyos y/o ríos) que se unen y terminan en un lugar común conocido como punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago (constituyendo una cuenca conocida como endorreica) o el mar (conocido como cuenca exorreica).

b. Escurrimiento

El escurrimiento se refiere al agua que surge de la precipitación que se desplaza sobre la superficie del suelo, y que a medida que transcurre el tiempo, se incorpora a las corrientes para ser llevada a calles, drenaje, ríos, lagos y, en la mayoría de las situaciones, hasta el mar (CONAGUA, 2011).

c. Hidrograma

La variación del gasto (en una determinada sección de control) en función del tiempo se denomina hidrograma. Una curva de escurrimiento, por ejemplo, puede obtenerse midiendo la cantidad de agua que fluye a través de la sección transversal de un cauce de agua en un determinado periodo de tiempo. El volumen de escurrimiento se indica mediante el área bajo la curva del hidrograma (CONAGUA, 2011).

d. Pendiente de la cuenca.

La infiltración, el flujo de aguas superficiales, la humedad del suelo y el papel de las aguas subterráneas en el movimiento de los cursos de agua están correlacionados con la pendiente de la cuenca. Es uno de los factores físicos que controla la duración del flujo del suelo y afecta directamente a la frecuencia de las inundaciones y a la gravedad de avenidas debido al uso del suelo de la cuenca (Campos-Aranda, 1988). Se estima una pendiente media de la cuenca porque, a diferencia del cauce de un río, la pendiente de una cuenca debe tener en cuenta toda la superficie y el contorno del terreno.

e. Tiempo de concentración en la cuenca.

El tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el punto más alejado de la cuenca hasta su origen se conoce como tiempo de concentración para ese lugar concreto. Se calcula a través de (CONAGUA, 2019):

$$t_c = t_{cs} + t_t$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración (h)

t_{cs} = Tiempo de concentración sobre la superficie (h)

t_t = Tiempo de traslado a través de los colectores (h)

Para estimar el tiempo de concentración a través de la superficie, se utiliza la ecuación propuesta por Kirpich, que se define como (CONAGUA, 2019):

$$t_c = 0.0663 \left(\frac{L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77}$$

Válida para $t_c < 40$ horas, donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce principal, definido como el de mayor recorrido, en kilómetros (km).

S_c = Pendiente de la cuenca adimensional, e igual al cociente H/L .

H = Diferencia de elevaciones entre el punto más remoto de la cuenca y su salida (medida sobre el cauce principal), en kilómetros (km).

f. Medida pluviométrica

Se puede calcular la lluvia con relación a la altura del agua, ya que se refiere a la medición de un volumen por unidad de superficie. Además, se puede evaluar como la cantidad de agua que puede acumularse (mm) en una superficie específica (m^2).

Además, se suele emplear la medida de intensidad de las precipitaciones, que representa el volumen de agua que se derrama en una determinada zona por unidad de tiempo. En otras palabras, se está hablando de ($m^3/m^2/s$), midiendo la velocidad de flujo de la lluvia o la velocidad de acumulación de esta en una zona específica, usualmente se cuantifica en (mm/hr). El evento se distingue por su intensidad, ya sea de larga duración o de corta duración (Bateman, 2007).

g. Inundaciones

Se refiere a la ocupación del agua en áreas que normalmente están exentas de esta, ya sea por el desbordamiento de ríos, por el aumento de las mareas por encima del nivel normal o por lluvias provocadas por tsunamis (CONAGUA, 2011).

Los daños provocados por las inundaciones van asociados a las características de la avenida (duración, calado, velocidad, etc.), pero también a los diferentes sectores económicos afectados. Así, por ejemplo, la duración es un factor muy importante en los daños al sector agrícola, pero de menor trascendencia en otros usos. El sector servicios también puede verse muy afectado por la duración de la suspensión de actividades debido a una inundación

Si hablamos de los métodos estructurales para el control de avenidas, las presas son un medio históricamente muy eficaz de defensa contra ellas, a través de los resguardos en embalses multiuso o simplemente retención. Su bondad en la laminación de avenidas ha sido y es muy importante en las cuencas y en los grandes ríos. No así en las cuencas medias y en las cuencas pequeñas donde no hay grandes vasos, los ríos arrastran sedimentos y hay una fuerte desproporción entre los caudales.

Alrededor del mundo se utilizan dos tipos de mecanismos para control de avenidas, las cuales se clasifican en dos, en estructurales y no estructurales.

Estructurales: consisten en construcción de obras de infraestructura que actúan sobre el lugar donde se forman y propagan las avenidas. Según su función se clasifican en tres categorías:

- Reducción de caudales punta: embalses de laminación, cauces de emergencia y derivaciones, reforestación, etc.
- Reducción de niveles de inundación: encauzamientos, limpieza de cauces, etc.
- Reducción de la duración de la inundación: drenaje de las vías de comunicación.

No estructurales: Estas acciones no afectan directamente a la avenida, alterando sus propiedades hidrológicas o hidráulicas, sino que alteran la propensión del territorio y de la zona propensa a inundaciones. Estas acciones no previenen los peligros de inundación, sino que atenúan sus impactos. Es posible categorizarlos en los siguientes conjuntos:

- Ajuste de la vulnerabilidad al deterioro de las estructuras actuales: implementación de cierres y empleo de materiales resistentes al agua, ubicación de construcciones fuera del área propensa a sufrir daños.
- Control del desarrollo futuro en el área inundable: asignación de zonas de inundación a la llanura y limitaciones al uso del terreno, seguro ante inundaciones.
- Mecanismos de previsión para la mejora de la respuesta frente a las inundaciones: sistemas de previsión, planes de evacuación (Sánchez, 2000).

h. Ordenamiento territorial

Ordenamiento Territorial: La manifestación en el espacio de las políticas de carácter económico, social, cultural y ecológico de la comunidad. Es simultáneamente una disciplina científica, un método de gestión y una política ideada como una perspectiva interdisciplinaria y global, cuyo propósito es un

progreso balanceado de las regiones y la disposición física del espacio de acuerdo con un principio principal (CONAGUA, 2011).

Ordenamiento territorial: Función pública que busca definir el marco espacial requerido para las diversas actividades humanas, tales como: asentamientos humanos, actividades de producción o de salvaguarda de los recursos naturales; señalando simultáneamente la necesidad de las diversas comunidades del territorio (Lira, 2001).

i. Gestión del riesgo de inundación.

La gestión del riesgo de desastres, según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) (2016), lo define como una serie de acciones de organización, operación y de carácter administrativo que realiza una sociedad para generar estrategias para fortalecer la capacidad para disminuir el impacto de amenazas de fenómenos naturales, como lo son las inundaciones, siempre desde la prevención y mitigación.

j. Escorrentía.

Una vez evaluada la precipitación en el área de análisis, es imprescindible distinguir entre la cantidad de escorrentía superficial e infiltración. Este procedimiento es tanto sencillo como complicado. Por lo tanto, uno de los métodos más empleados, tanto por su facilidad como por su adaptación a un gran número de cuencas en Norteamérica, es el de la SCS "Servicio de Conservación del Soil". Esto último nos brinda bastante seguridad en los resultados, aunque siempre se debe anticipar la incertidumbre ya que los datos de campo e hidrológicos suelen ser imprecisos.

Los aspectos que hay que identificar para transformar la precipitación en escorrentía son:

- Área de la cuenca
- Altura de precipitación total
- Características generales de la cuenca
- Distribución temporal de la lluvia
- Distribución espacial de la lluvia

Sólo una parte de la lluvia produce una escorrentía superficial que sale en forma de flujo en el punto de salida de la cuenca analizada (Bateman, 2007).

II. ANTECEDENTES

a. Ordenamiento territorial en el mundo, escuelas y enfoques.

Si bien la planificación territorial ha existido a lo largo de la historia, surgió en el contexto del fortalecimiento del Estado de bienestar en la década de 1930 como una política nacional y una herramienta de planificación, y se hizo popular como disciplina académica y política nacional a partir de 1960 (Pérez, 2014).

En Estados Unidos surge a raíz de la gran depresión económica de 1929, surge como una política de desarrollo económica-social y por regiones, derivado de un plan, llamado “Plan integrado de gestión del Valle de Tennessee”, coordinado por la Autoridad Única con el mismo nombre, la cual fue creada en 1933, en la administración Roosevelt (Pérez, 2014).

Esta paraestatal Tennessee Valley Authority (TVA), por sus siglas en inglés, se encargaba de coordinar acciones y estrategias con las entidades federales, regionales y locales para ejecutar diferentes medidas, como lo eran:

- recuperar suelos y otros recursos naturales
- reducir el riesgo y controlar inundaciones en la cuenca
- crear programas de conservación de suelo y reforestación para reducir la erosión
- programas de construcción de vivienda en una forma masiva y con financiamiento
- desarrollo urbanístico de áreas metropolitanas

TVA actualmente continúa siendo la paraestatal más influyente en EUA, coordina la política de orden territorial de los estados del sureste y centro sureste de este país. Además de alinearse a un enfoque geográfico de delimitación por cuencas hidrográficas, se conformó una región de una extensión de 106 mil kilómetros cuadrados aproximadamente (Pérez, 2014).

En Europa, la ordenación del territorio ha surgido en el contexto de la planificación urbana, como en el caso de los países como Reino Unido, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) y Francia, con la construcción de complejos urbanos y grandes proyectos de viviendas para trabajadores.

En Francia, surgió como respuesta a la necesidad de reconstruir adecuada y sistemáticamente las ciudades después de la Segunda Guerra Mundial. En Suiza y otros países alpinos, la planificación espacial se ha abordado de diferentes maneras, con énfasis en abordar los problemas de accesibilidad y conectividad que se presentan en estas regiones por la geografía.

b. Manejo de avenidas y escurrimientos en México

A partir de varios sucesos de inundación que afectaron a México debido a diferentes fenómenos naturales, en el 2011 se elaboró el documento “Manual Para el Control de Inundaciones”, hasta antes de esto, en México no existían como tal, medidas de prevención, todo lo contrario, mayormente las obras que se habían construido surgieron como medidas de reparación frente a los daños presentados (CONAGUA, 2011).

En dicho documento se presentan y se explican diferentes estrategias sobre recopilación de información y realización de análisis de fenómenos naturales, a través de información geográfica, meteorológica e hidrológica, para la prevención de inundaciones.

Con base en lo anterior, se obtienen modelos hidráulicos, los cuales se conforman de varios estudios que definen de manera integral la meteorología, hidrología y el control de avenidas. Los cuales permiten generar una variedad de propuestas y alternativas, que involucran obras de infraestructura de gran magnitud, por ejemplo, presas, construcción de bordos perimetrales y marginales, rectificar trayectorias de ríos, además de obras relacionadas con prevención y mantenimiento en lagos, ríos y zonas de potencialmente riesgosas, como lo es la limpieza de drenes o cauces o el dragado. Otra acción importante presente en este manual, son los “sistemas de alerta temprana”, corrección de cauces, e incluso la reubicación de zonas de riesgo habitadas (CONAGUA,2011).

Con lo anterior se genera infraestructura para el control de inundaciones, producción y creación de programas para alertar de manera eficiente y temprana ante una posible inundación.

Es importante destacar que este plan de control de inundaciones busca involucrar a los 3 niveles de gobierno, federal, estatal y municipal, los cuales deben participar en conjunción de información de fenómenos naturales, además de que las brigadas de auxilio y apoyo a la población conozca la información disponible para una oportuna toma de decisión, en búsqueda de preservar la mayor parte de vidas humanas.

c. Ordenamiento territorial en México

Para el orden del territorio en México, se tiene la existencia de dos programas, ordenamiento ecológico y ordenamiento territorial, el ecológico está guiado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (SEMARNAT, 2024) y el segundo por la Ley General de asentamientos Humanos.

La ley general de asentamientos humanos (LGAH) enuncia que el ordenamiento territorial es la política pública la cual su principal propósito es utilizar y ocupar de manera racional el territorio, propiciando con eso tácticas de desarrollo económico cuidando el medio ambiente (SEMARNAT, 2024).

De igual forma, esta ley ordena que la regulación y planeación de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población urbana deberán realizarse de conformidad con el programa nacional de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, como se señala a continuación:

- I. Definir estrategia nacional de ordenamiento territorial;
- II. Programas estatales de ordenamiento territorial y Desarrollo Urbano;
- III. Programas de zonas metropolitanas;
- IV. Planes o programas municipales de Desarrollo Urbano y
- V. Planes o programas de Desarrollo Urbano derivados de lo señalado en lo mencionado anteriormente o que deriven de esta ley.

De la misma manera, esta ley establece la estrategia a seguir que debe cumplir el ordenamiento territorial:

- I. Para fomentar el crecimiento económico y disminuir la desigualdad regional, también debe orientar la definición y descripción de las áreas

metropolitanas estratégicas. Reconocer los sistemas urbano-rurales y la regionalización que dan forma efectiva a la nación,

- II. Tomar medidas para garantizar que las regiones de la nación prosperen de forma sostenible, teniendo en cuenta sus recursos naturales, sus actividades productivas y la armonía entre las circunstancias medioambientales y los asentamientos humanos.;
- III. Sugerir directrices que doten de infraestructura, equipos e infraestructuras esenciales para un progreso del país, y
- IV. Establecer procedimientos para su ejecución, coordinación intersectorial y evaluación.

Es importante señalar que esta ley en su artículo 37, que habla acerca de los programas de zonas Metropolitanas, en su apartado XII, establece que dichos programas deberán tener tácticas de seguridad, resiliencia y prevenir del riesgo, relacionado con este tema, del mismo modo, dentro del artículo 46 se menciona que los municipios serán los facultados de realizar análisis de riesgos y definir medidas de mitigación necesarias para su disminución dentro de lo que establece la Ley General de Protección Civil.

La LGEEPA establece que el Ordenamiento Ecológico Territorial en México es *“Instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular el uso del suelo y actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos”* (Artículo 3 fracción XXIV).

Según la LGEEPA en sus artículos 5 fracción IX, 7 fracción IX, 8 fracción VIII y en los artículos 19 Bis al 20 Bis 7, el Ordenamiento Ecológico puede establecerse en diferentes modalidades, además de facultar y definir que autoridades deben ser las encargadas de establecer las modalidades de implementación del ordenamiento (Tovar, 2015).

En el artículo 19 BIS se establece que el ordenamiento ecológico del territorio nacional se llevará a cabo a través de los programas de ordenamiento ecológico:

- Programa de ordenamiento ecológico general del Territorio (POEGT)
- Programa de ordenamiento ecológico regional (POER)
- Programa de ordenamiento ecológico marino
- Programa de ordenamiento ecológico local

El propósito del POEGT es establecer la regionalización ecológica del territorio nacional y de las áreas donde la nación tiene soberanía y jurisdicción. Esto se realiza mediante el análisis de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en estos se desarrollen, y de la localización y condición de los asentamientos humanos actuales (LGEEPA, 2015).

El POER establece en el artículo 20 BIS 2 de la LGEEPA, que quienes podrán formular y expedir programas de ordenamiento ecológico regional cuando una región ecológica se encuentre dentro del territorio de dos o más entidades federativas, estatales y municipales serán los gobiernos estatales.

El POEM en el artículo 20 BIS 7 de la LGEEPA formula que estos programas son los que abarcan áreas o superficies ubicadas en zonas marinas de México, incluyendo zonas federales contiguas. Su objetivo es definir lineamientos y estrategias para el cuidado, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como la ejecución de actividades productivas y otras acciones que puedan afectar los ecosistemas respectivos.

Los programas de ordenamiento ecológico local, con base en lo establecido en los artículos 20 bis 4 y bis 5 de la LEGEEPA, documento emitido por los municipios, con el objetivo de controlar los usos del suelo fuera de los núcleos de población para preservar el medio ambiente y gestionar, reparar y utilizar de forma sostenible los recursos naturales correspondientes, principalmente en las zonas donde se localizan los asentamientos humanos y se llevan a cabo las actividades productivas.

La relación que se puede establecer de estos dos instrumentos, en los cuales se basa mucho de la ordenación del territorio en nuestro país, con la prevención de inundaciones, es que los dos buscan como uno de sus objetivos, la armonía entre

las circunstancias medioambientales y los asentamientos humanos, coordinando el desarrollo urbano con el cuidado del medio ambiente. Además de que la LGAH busca contribuir cada vez a tener una mejor calidad de vida de la población urbana, esto solo se puede lograr teniendo una correcta prevención ante desastres naturales, concretamente inundaciones.

d. Manejo de avenidas y escurrimientos en Querétaro

La gestión hídrica está regulada en la ciudad de Querétaro a través del Plan Maestro Pluvial de la Zona Metropolitana de Querétaro 2008-2025, El propósito de este plan es convertirse en una herramienta normativa legal y técnica para la planificación y generación bien gestionada de obras pluviales, que contemple un desarrollo mantenido en el tiempo en el que exista coordinación entre los municipios, el estado y la federación, con el fin de impulsar y promover el desarrollo ordenado de la zona urbana en la región metropolitana de Querétaro (UAQ,2009).

El objetivo de este instrumento es desarrollar estrategias orientadas a reducir los efectos adversos de las lluvias y a gestionarlas adecuadamente, a través de investigaciones que permiten ejecutar estrategias de infraestructura a corto, mediano y largo plazo, incluyendo acciones no estructurales para colaborar en la resolución del problema de inundaciones (UAQ, 2009).

Dentro de sus objetivos específicos UAQ, (2009) establece:

1. Disponer de un plan que esboce un planteamiento adecuado de gestión de las inundaciones para detener los daños causados por el desbordamiento de cursos de agua naturales o artificiales.
2. Determinar las necesidades de nuevas construcciones para aguas pluviales, así como las demandas de ampliación y reparación de las infraestructuras de drenaje y regulación de aguas pluviales.
3. Determinar y evaluar los efectos en los sistemas de drenaje de aguas pluviales y sanitarias, y hacer recomendaciones para remediarlos sin perder de vista el Plan Maestro de Drenaje Sanitario.
4. Para determinar las zonas de riesgo en caso de un evento hidrometeorológico, examinar el estado actual de los proyectos creados por

CONAGUA, SEDEA, SDUOP, CEA y los municipios correspondientes, así como los bordos, drenes, canales y colectores que están en uso.

5. Tener la asistencia técnica necesaria para establecer la infraestructura necesaria para la regulación de las aguas pluviales, dentro de un marco de proyectos. Elaborando un plan completo de infraestructura para lluvias y un modelo de operación que se ajuste a un periodo de planificación 2008-2025, a corto, mediano y largo alcance.
6. Se exigirá a todas las dependencias que se adhieran a una versión actualizada del plan maestro pluvial que forme parte de la planificación urbana sostenible y se incluya como plan sectorial.
7. Establecer directrices técnicas, medioambientales y jurídicas claras para la gestión de las aguas pluviales destinadas a los inversores interesados en el crecimiento urbano en zonas de crecimiento.

e. Política pública

Se definen como producto de un proceso de evaluar acciones a seguir de un país frente a concretos asuntos públicos. Estos periodos de evaluación incluyen los actos u omisiones de las agencias gubernamentales (Aguilar Villanueva,1996).

En efecto, el gobierno, como quien es quien administra los recursos y vela por el orden y seguridad de la sociedad en general, tiene el deber de atender los problemas de su comunidad y solucionarlos, así como de diseñar, preparar, implementar y evaluar adecuadamente los procesos necesarios para esta meta.

Aguilar Villanueva (1996) señala que las políticas pueden ser una regulación, una distribución de distintos tipos de recursos (incentivos o subsidios, en dinero o en especie, presentes o futuros, gratuitos o condicionados), o una intervención directa de redistribución, más allá de permitir que los ciudadanos lo hagan. Estas políticas suelen interpretarse como estrategias orientadas a un objetivo específico, que suele ser la solución de problemas.

De acuerdo con lo anterior, debido a que las políticas públicas se implementan a través de cuatro fases primarias -diseño, elaboración, ejecución y evaluación-, ofrecen una amplia gama de planes de acción que incorporan las responsabilidades

tanto de los gobernados como del gobierno. El estudio y elaboración de las políticas públicas, debido a su naturaleza pública, brinda una amplia gama de alternativas de estrategias de acción responsable entre el gobierno y la sociedad (Aguilar Villanueva, 1996).

Como resultado de las decisiones tomadas a través de la cooperación entre el gobierno y la sociedad civil, una política pública comprende la formulación de una o más estrategias destinadas a abordar los problemas públicos y/o aumentar el bienestar de la sociedad. En este contexto se especifican los métodos, los actores y los objetivos de los actos que deben llevarse a cabo para alcanzar los objetivos fijados.

En nuestro país existen políticas públicas en relación con la protección del ambiente y al ordenamiento del territorio, basados en la LGEEPA y en la LGAH como se explica en el apartado de ordenamiento territorial en México. La LGHA coloca al ordenamiento territorial como una política pública de planeación, buscando una distribución con equilibrio y sustentable de la población.

En relación con políticas públicas de prevención de inundaciones en México se tiene el “Manual Para el Control de Inundaciones”, como previamente se mencionó en el apartado de Manejo de avenidas y escurrimientos en México de este trabajo. De la misma forma se tiene el Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH), el cual tiene como objetivo la reducción del riesgo de inundación y proteger los asentamientos humanos que puedan ser vulnerables a eventos hidrometeorológicos (CONAGUA, 2019b).

f. Enfoque de cuenca en políticas públicas

Diferentes puntos de vista y una evolución injusta han sido elegidos por las políticas gubernamentales que utilizan el contexto de una cuenca hidrográfica como base para la administración con el fin de coordinar las medidas para el mejoramiento humano en los países de América Latina y el Caribe (CEPAL, 1994).

Desde 1990, sin embargo, el tema ha vuelto a acaparar la atención, ya que los países de la región se han esforzado por lograr un desarrollo sostenible, que equilibre la sostenibilidad medioambiental, el crecimiento económico y la equidad.

El agua, y especialmente la cuenca hidrográfica, desempeña un papel crucial para facilitar la participación e integración de los participantes en el desarrollo y objetivos de sostenibilidad ambiental (CEPAL, 1994).

El orden cronológico que ha tenido en América Latina, respecto a medidas a nivel de cuencas ha sido el siguiente:

Tabla 1. Evolución de la coordinación de acciones a nivel de cuencas

Etapas “Previa” y “Intermedia”	Desarrollo de cuencas	Desarrollo/ Aprovechamiento de recursos naturales	Desarrollo/ aprovechamiento de recursos hídricos
Etapa “Permanente”	Gestión ambiental	Gestión / manejo de recursos naturales	Gestión/ administración de recursos hídricos
		Manejo/ordenación de cuencas	

Fuente: CEPAL, 1994.

México comenzó a utilizar el enfoque de cuencas en la década de los 40s, con la creación de las comisiones de cuencas hidrográficas, con la meta de generar programas específicos que no tenían lugar dentro de una organización o dependencia gubernamental, pero sin la autonomía de un organismo descentralizado, ya que dependían directamente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Varias fueron las causas que impulsaron la formación de comisiones de cuencas. En términos políticos, las comisiones de cuencas para el desarrollo implicaban una presencia directa del gobierno central en ciertas regiones aún no desarrolladas (CEPAL, 1994).

Ofrecía la oportunidad de que desde el centro se interviniera en las regiones para llevar a cabo grandes proyectos durante una administración de gobierno, con el efecto político correspondiente. Así como una forma de generar inversiones desde el centro del país y facilitar la manera de que los bancos proporcionarían créditos (CEPAL, 1994).

Al crear organizaciones independientes o semiautónomas con procedimientos únicos para recaudar fondos y gestionar los gastos, era una forma de sortear las restricciones al gasto público. Además, evitaba posibles conflictos de intereses al permitir planificar y coordinar el gasto público en cuencas compartidas por varias regiones. Además, era un medio de organizar el consumo de agua, lo que daba lugar a economías de escala (CEPAL, 1994).

Además de invertir en recursos hídricos para el control de inundaciones, el suministro de agua potable y la energía hidroeléctrica, las comisiones encargadas de los programas de desarrollo de cuencas regionales también incluyeron inversiones para infraestructuras de comunicación, expansión industrial, agrícola y urbanización. (CEPAL, 1994).

Con la Ley de aguas Nacionales en 1992, se incorporó el concepto de cuenca en el proceso de planeación de los recursos hídricos, así como conceptos y contenidos de algunos foros internacionales (Cotler, 2015). Lo cual produjo que, durante el sexenio de Vicente Fox Quesada, la SEMARNAT sugirió que era necesario un enfoque de cuenca para lograr una gestión integrada de los recursos naturales. Al mismo tiempo, la CONAGUA separó la nación en 13 regiones hidrológicas, cada una de las cuales alberga 25 consejos de cuenca, para facilitar la gestión eficaz del agua. Estas zonas están diseñadas para facilitar el diálogo regional y la toma de decisiones en asuntos relacionados con la distribución del agua. Esta estructura administrativa, es la que actualmente utiliza la organización de cuencas para su administración (Cotler, 2015).

Pero a pesar del apoyo de la comunidad científica, en la práctica la implementación de estas regiones ha sido segada por el sector político-administrativo, provocando que se ajusten los límites de la cuenca a límites administrativos (Cotler, 2015).

Actualmente, el termino cuenca esta incluid en la Ley de Aguas Nacionales formando parte de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), que es impulsada por la Global Water Parnership (GWP).

La GIRH se basa en acciones, políticas y recursos mediante los cuales el Estado, los usuarios de agua y organizaciones de la sociedad definen: control y manejo del agua, regulación de como distribuirla y aprovecharla y la preservación de su calidad y cantidad (Ley de Aguas Nacionales, art. 3, XXVIII).

Para lo cual se definieron los organismos de cuenca, estos se rigen de una manera centralizada, en los cuales se da la toma de decisiones en el gobierno, con poca participación social, y los consejos de cuenca, los cuales, aunque están planteados como órganos de concertación, los actores tienen atribuciones limitadas y no los suficientes recursos, además de que no están bien representados. La estructura de estos organismos se diferencia de la de algunos países de Latinoamérica, donde los organismos de cuenca se distinguen por ser entidades locales (a nivel de microcuenca) con una extensa participación social, siendo estos los que operan de forma más eficaz. (Mestre, 2005).

III. Estudios de Caso

Con base en una revisión bibliográfica se pudo constatar que, en diferentes partes del mundo, diferentes autores han trabajado investigaciones relacionadas con el tema central de esta tesis, la cual busca enriquecer a las políticas públicas de ordenamiento territorial como medida de prevención de fenómenos naturales, en este caso las inundaciones.

Dentro de los trabajos revisados, destaco los siguientes, en primer lugar, mencionaré el trabajo de Verdesoto (2019), el cual titula "*Planificación Urbana Y Ordenamiento Territorial En Función De La Gestión De Riesgos Sísmicos*", este estudio tiene como objetivo la administración del riesgo sísmico basándose en la planificación y ordenamiento territorial de la ciudad de Portoviejo, situada en el país de Ecuador. Este estudio evaluó el riesgo sísmico de la ciudad basándose en los sistemas de información geográfica - SIG, lo que resultó en la identificación de áreas con mayor vulnerabilidad a terremotos, las cuales ayudaron a definir las categorías de riesgo sísmico en la ciudad (alta, media y baja),

Con esta categorización fueron establecidos problemas frecuentes que existe en cada zona con lo cual, dichas problemáticas evaluadas, fueron vinculadas a los componentes: asentamientos humanos, sistema económico – productivo y biofísico de la urbe, permitiendo al autor generar una tabla con diferentes categorías de ordenamiento territorial.

El siguiente documento que habla sobre estos mismos temas, es el de Medel (2017), en el cual realiza primero un diagnóstico de la cuenca, incluyendo la mitigación y adaptación del cambio climático, tomando en cuenta las variables más importantes como lo son la temperatura, máxima mínima y promedio, así como a la precipitación. Posterior a ello realiza un pronóstico y propone estrategias para el ordenamiento territorial de la Cuenca de la Presa Madín. En el pronóstico se utiliza la información del estudio realizado anteriormente, en particular se utilizan los resultados de la modelación climática, realizado por los investigadores del Instituto de Ciencias de la Atmosfera de la UNAM y el PINCC, con el desarrollo y análisis del modelo de los sistemas que el autor propone, surgen las estrategias para la

mitigación y adaptación al cambio climático, otro ejemplo de cómo esta estrategia, puede ayudar a mitigar las inundaciones desde el ordenamiento territorial.

Otro trabajo que vale la pena destacar es el de Pérez (2005) titulado “*El ordenamiento territorial en la reducción de los desastres naturales en las zonas costeras cubanas*”, en el cual el autor aborda la temática de los desastres naturales en las zonas costeras, directamente relacionado con las zonas urbanas y como los desastres naturales se intensifican por el cambio climático. Así como en estas zonas se aumenta considerablemente la vulnerabilidad como resultado del deterioro ambiental, del acelerado crecimiento poblacional y de una falta de ordenamiento territorial correcto (Pérez, 2005).

Quiero destacar también el trabajo de Rodríguez (2020), en el cual menciona que, es necesario formular estudios que aporten al conocimiento e identificación de riesgo ocasionado por inundaciones, así como a la gestión de resultados a partir de herramientas e instrumentos de ordenamiento territorial. Comenta como el papel de estos instrumentos es fundamental, entendiendo que se pueden vincular estrategias que se convertirán en acciones que verdaderamente disminuyan las afectaciones, buscando reducir el riesgo mediante la prevención, promoviendo el desarrollo local y regional de forma sostenible.

El autor utiliza una metodología de un perfil cualitativo, desde la revisión documental con el análisis de los modelos más usados en la valoración del riesgo de desastre en América Latina, analizando ventajas y desventajas de cada uno de ellos, permitiéndole hacer una propuesta para la valoración del riesgo de desastres, posteriormente realizó un análisis de la normativa de la zona de estudio, en este caso Colombia, la ciudad de Cali, en relación con la gestión de riesgo y su aplicación en una ciudad en riesgo por inundación, generando una relación entre la gestión de riesgo y la planificación del crecimiento urbano a partir de instrumentos de Ordenamiento Territorial (Rodríguez, 2020).

Vargas et al., (2022) en el artículo “*Cartografía De Riesgo De Inundación En La Planificación Territorial Para La Gestión Del Riesgo De Desastre. Escalas De Trabajo Y Estudios De Casos En España*” examinan los casos de la Comunidad

Valenciana y Andalucía, territorios altamente expuestos y vulnerables ante inundaciones. Proponen una metodología a través de un sistema de análisis con carácter multiescalar, que incluye una escala con incidencia en la planificación territorial y en la mitigación del riesgo de inundación: regional (general y sectorial), subregional y local (Vargas et al., 2022).

Proponen inicialmente un estudio legal y territorial de la cartografía de inundaciones a nivel regional. Verifica si hay planes o especificaciones reglamentarias para disminuir el riesgo de inundaciones y, si existen, examinar como son las determinaciones sobre el riesgo, verificando si estas se respetan o no (Vargas et al., 2022).

Luego, se lleva a cabo un análisis cartográfico para medir que tanta calidad tienen de los mapas de riesgo de inundación. Para este fin, realizan una sistematización del estudio cartográfico de los instrumentos de planificación basándose en los siguientes criterios: contenido, descripción y escala (Vargas et al., 2022).

Encontraron que la mitad de los planes evaluados no incorporan cartografía del riesgo de inundación, mientras que aquellos que sí la incorporan muestran una amplia diversidad en términos de conceptualización, metodología y representación cartográfica del riesgo de inundación. De manera general, los documentos de planificación a nivel local no cumplen con incorporar cartografía de riesgo de inundación (Vargas et al., 2022).

Concluyen que para que tenga éxito la planificación racional de los usos de suelo como proceso administrativo para la reducción del riesgo natural de inundaciones es necesario que se realice una elaboración científica rigurosa de la cartografía natural, de la misma forma se requiere que si no existe un mapa de riesgo o es deficiente, debe ser motivo de la paralización de un plan de ordenamiento territorial y que se deben ampliar las normativas de ordenación de territorio, con un análisis pormenorizado para poder clasificar un área como un espacio no apto para la urbanización a lugares ya indebidamente habitados, proponiendo una expropiación y canje de nuevos espacios para la gente que vive

en ellos, en el caso que la cartografía elaborada arroje un riesgo alto (Vargas et al., 2022).

Asimismo, un documento que es necesario destacar es el de (Alejandrina et al., 2013), titulado “*Inundaciones De Lo General A Lo Particular Una Estrategia Para El Ordenamiento Territorial*” proponen una metodología que sirva de apoyo para una mejora en el ordenamiento territorial de las ciudades, basándose en mapas de riesgo, tal como el de inundación, para con ello generar nuevos desarrollos y construcción de infraestructura en zonas libres de riesgo o con las medidas necesarias estructurales y no estructurales necesarias para la mitigación de este riesgo.

Existen 2 trabajos de tesis que tienen grandes similitudes a este, el primero es el de (Cárdenas, 2022), donde el objetivo principal de su trabajo es proponer la incorporación de la gestión del riesgo como un elemento ambiental en áreas propensas a inundación para el ordenamiento territorial.

Utilizó una metodología de investigación mixta-descriptiva que realizó con métodos tanto cualitativos como cuantitativos, los cuales basó en varias etapas de análisis de la amenaza, vulnerabilidad, riesgo de inundación, además de identificar que factores son de riesgo en la zona de estudio (Cárdenas, 2022).

Con los resultados pudo obtener evidencias de la importancia de la necesidad de desarrollar acciones inmediatas y de prioridad alta para la gestión de riesgos, ya que obtuvo la visualización de zonas expuesta a un riesgo alto. Proponiendo que los planes de ordenamiento del territorio en Colombia se articulen con lineamientos orientados hacia la prevención y/o respuesta a escenarios de riesgo, provocando una mejor resiliencia y gestión de riesgo a través de la implementación de estas sugerencias expuestas en su trabajo de investigación (Cárdenas, 2022).

El segundo trabajo es “*Gestión Del Riesgo De Inundación Para El Ordenamiento*” (Valero Fajardo, 2021), el cual busca evaluar el riesgo de inundación en la zona urbana de Cantón Vinces, en el país Ecuador, por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad para su ordenamiento territorial.

La investigación obtiene graficas que representan la manera de comportarse de la subcuenca de estudio por medio de una caracterización hidrográfica, datos de precipitación en diferentes periodos de retorno, relacionado con la intensidad, duración y frecuencia. Esta caracterización permitió evaluar el riesgo de inundación en la zona urbana (Valero Fajardo, 2021).

Dentro de las recomendaciones que enlista el autor, se encuentra que, con base en los resultados de su trabajo, propone que el crecimiento del territorio de esta zona urbana se oriente hacia el Sureste, ya que en esta zona se encuentra un bajo riesgo de inundación. Asimismo, propone que se adopten medidas preventivas para minimizar el grado de vulnerabilidad que los resultados exponen. Todo esto abonando a una mejor ordenación del territorio (Valero Fajardo, 2021).

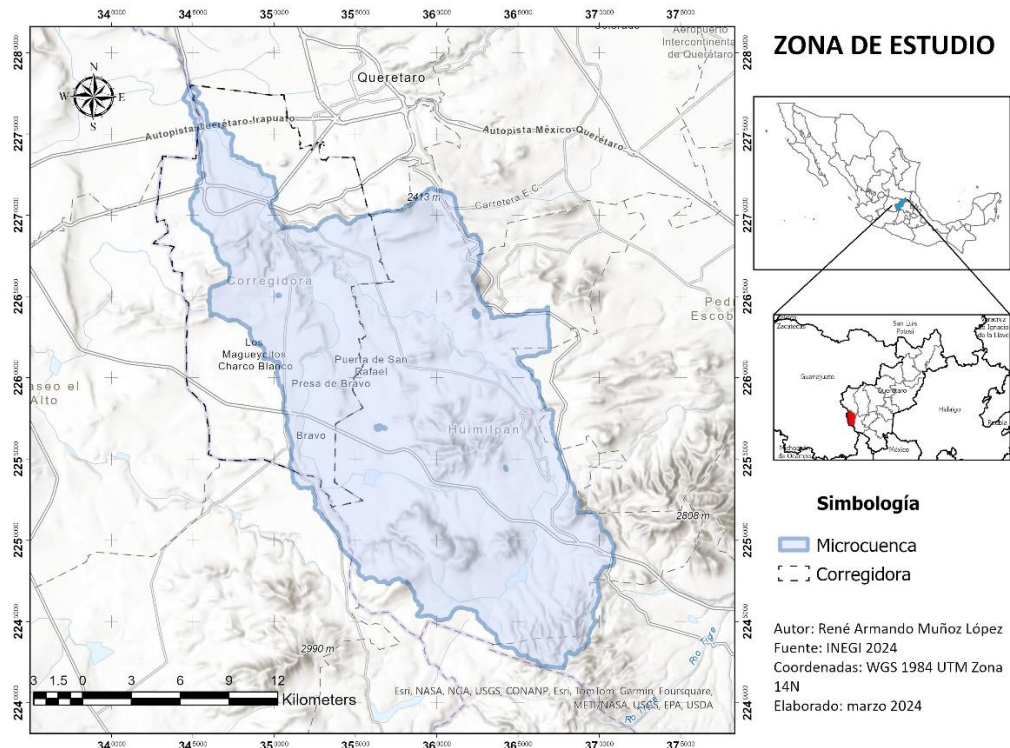
IV. ÁREA DE ESTUDIO

a. Ubicación

Microcuenca Río Pueblito, Municipio de Corregidora, Querétaro.

Corregidora está situado en el bajo, a siete kilómetros de la capital estatal. La zona metropolitana de Querétaro se conforma con los municipios de Querétaro, El Marqués y Huimilpan (Figura 1). Se ubica entre los paralelos de latitud norte de $20^{\circ} 36'$ y $20^{\circ} 21'$; y los meridianos de longitud oeste de $100^{\circ} 22'$ y $100^{\circ} 31'$. Colinda al norte con el estado de Guanajuato y el municipio de Querétaro; al este con Querétaro y Huimilpan; al sur con Huimilpan y el estado de Guanajuato; y al oeste con el municipio de Huimilpan y el estado de Guanajuato. En la actualidad, representa el 2.0% de la superficie estatal (Plan de Desarrollo Municipal 2018-2021).

Figura 1. Zona de estudio.

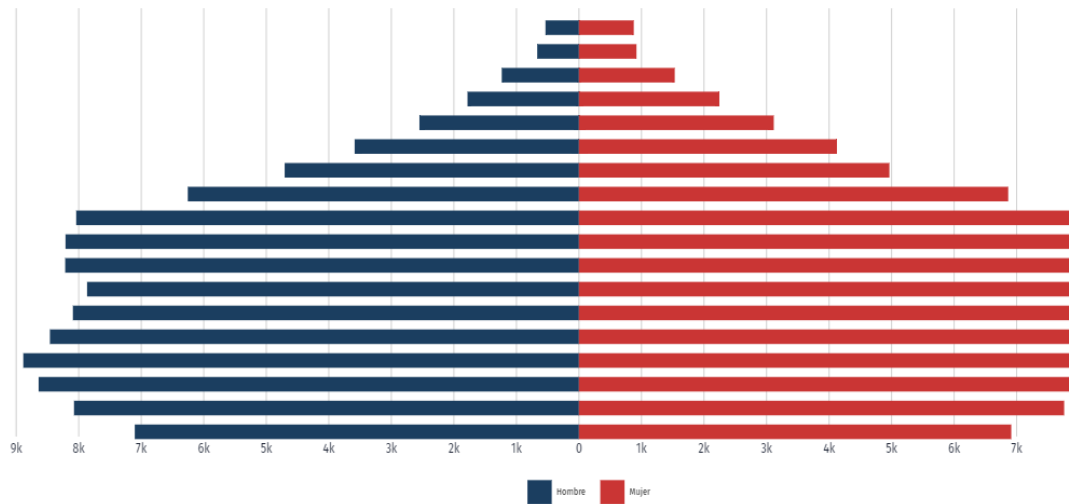


Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

b. Población

En 2020 en Corregidora vivían 212,567 personas, de las cuales 51.5% eran mujeres y 48.5% hombres. Los grupos de edad con mayor concentración de población fueron los de 15 a 19 años (17,654 residentes), de 40 a 44 años (17,500 residentes) y de 35 a 39 años (17,459 residentes). Entre todos ellos suman el 24,8% de toda la población (INEGI, 2020).

Figura 2. Pirámide poblacional Municipio de Corregidora 2020.



Fuente: INEGI (2020).

c. Relieve

En México según INEGI (2020) existen 15 provincias fisiográficas para definir regiones con características similares de relieve, de acuerdo con esto, en el estado de Querétaro se encuentran 3 provincias, Sierra Madre Oriental, Mesa del Centro y Eje Neovolcánico. El municipio de Corregidora se localiza en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico.

El Eje Neovolcánico se divide en 15 subprovincias fisiográficas. El municipio de Corregidora se ubica en la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo que se distribuye de la ciudad de Querétaro hasta el estado de Hidalgo, INEGI (2020) menciona que se conforma por un corredor de lomeríos bajos y llanuras con rocas volcánicas.

El municipio de Corregidora tiene tres tipos de topoformas: lomerío, llanura y sierra. El lomerío abarca el 84.7% de la superficie y está compuesto de basaltos con llanuras, el 12.9% del área al norte del municipio se clasifica como llanura aluvial y el 2.3% restante del territorio municipal es sierra de origen volcánico (Luna Soria, Contreras Figueroa, Díaz Pereira, & Ramírez Labastida, 2019).

Tabla 2 Relieve Municipio de Corregidora.

Provincia	Subprovincia	Topoforma	Descripción	Superficie (Km ²)
Eje Neovolcánico (clave X)	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (clave 52)	Sierra	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío	5.49
		Llanura	Llanura aluvial	30.39
		Lomerío	Lomerío de basalto con llanuras	198.97

Fuente: (Luna Soria, Contreras Figueroa, Díaz Pereira, & Ramírez Labastida, 2019).

d. Edafología

Los suelos están en continuo cambio por el clima, tipo de vegetación o uso de suelo y se conforman por horizontes para facilitar su análisis. Las unidades edafológicas detallan las características morfológicas, biológicas, físicas y químicas de los suelos. El municipio de Corregidora presenta tres unidades de suelos que son leptosol, phaeozem y vertisol (INEGI, 2004).

El tipo de suelo dominante en el municipio de Corregidora es el vertisol, ya que comprende el 72% (171.26 km²) de la superficie municipal. Después el phaeozem con un 20.3% (47.77 km²) del área que coincide con los tipos de vegetación de selva baja caducifolia y matorral. Finalmente, se encuentra el leptosol distribuido en 2.4% (5.60 km²) de la superficie al oeste con la zona que colinda con el estado de Guanajuato. El área restante se clasifica como zona urbana y cuerpos de agua.

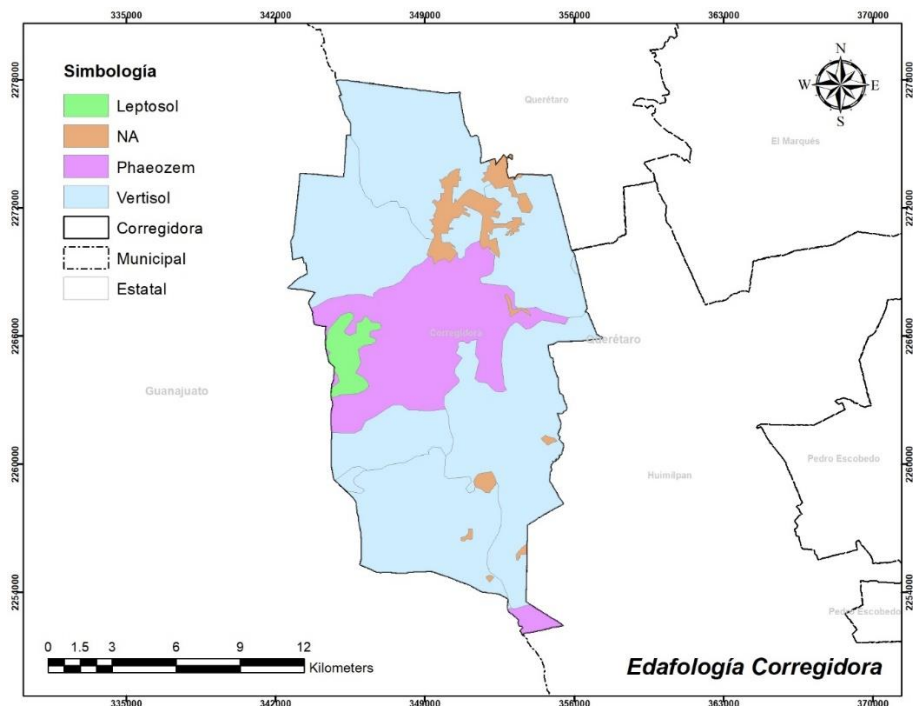
Las características de estos tipos de suelo se indican a continuación de acuerdo con la información de la Guía para la interpretación de cartografía de edafología de INEGI (2004):

Vertisol: Suelo que se desarrolla en climas templados y cálidos, en áreas con estaciones marcadas (una seca y otra lluviosa), predominan en selvas bajas, pastizales o matorrales y tienen alta presencia de arcilla principalmente de color negro o gris oscuro (INEGI, 2004).

Leptosol: Son los suelos más abundantes del país y están conformados por piedra, se encuentran en todos los tipos de vegetación y clima. Tienen una profundidad limitada (menor a 10 cm) por las rocas, tepetate o caliche endurecido. Estos son difíciles de trabajar en actividades agrícolas (INEGI, 2004).

Phaeozem: Se desarrollan en diversos relieves y tipos de clima, exceptuando regiones lluviosas o desérticas. Tiene una capa superficial de color oscuro rica en nutrientes y materia orgánica. Debido a su profundidad variable suelen utilizarse en agricultura de riego o temporal.

Figura 3. Edafología Corregidora.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

e. Clima

De acuerdo con INEGI (2020) el clima que predomina en el municipio de Corregidora es el templado subhúmedo distribuido en la zona sur y central del municipio (51.71%), después el semiseco semicálido localizado al norte, en el área de la zona urbana (40.70%) y el semiseco templado distribuido al este del municipio (7.57%).

Tabla 3 Clima Municipio de Corregidora.

Tipo de clima	Clave	Características	Superficie (Km ²)
Templado subhúmedo	C (w ₀) (w)	Presenta poca humedad y una temperatura media promedio de 12 a 18°C. Tiene lluvias en verano, dentro del periodo de mayo-octubre se encuentra el mes cuando llueve más.	121.44
Semiseco semicálido	BS ₁ hw(w)	Se considera clima semicálido con invierno fresco. Su temperatura media promedio anual es de 18° a 22 °C. Presenta lluvias en verano (periodo mayo-octubre).	95.59
Semiseco templado	BS ₁ kw(w)	Clima templado con verano cálido, su temperatura media promedio anual es de 12° a 18 °C. El mes más frío oscila entre 3° y 18 °C y el mes más cálido >18 °C. Sus lluvias se desarrollan en verano (periodo mayo-octubre).	17.78

Fuente: Luna Soria et al. (2019)

En el municipio de Corregidora existen dos estaciones meteorológicas que de acuerdo con el SMN (2010) siguen en operación, las estaciones meteorológicas registran una precipitación de 631 mm por año, siendo los meses de junio, julio y agosto en los que se presenta el 60% de la precipitación anual promedio. La

temperatura media promedio es de 18°C y los meses de abril a junio tienen las temperaturas máximas registradas que oscilan entre los 29° a los 31°C. Por otra parte, los meses de diciembre, enero y febrero tienen las temperaturas mínimas que van de 4° a 6°C (Luna Soria, Contreras Figueroa, Díaz Pereira, & Ramírez Labastida, 2019).

f. Uso de suelo

El municipio tiene una cubierta forestal de matorral crasicaule y selva baja caducifolia, ubicadas en su mayor parte dentro de los límites de la Zona de Reserva Ecológica El Batán. Abarcan el 6.93% y 4.08% de superficie respectivamente (Luna Soria et al., 2019).

En las áreas sin cubierta vegetal se desarrollan actividades agrícolas, que se dividen en agricultura de temporal y de riego. La primera de esta se distribuye en el 41% del municipio, mientras que la segunda en el 14.25% (Luna Soria et al., 2019).

En la siguiente tabla se resumen las características de las categorías de uso de suelo y vegetación que presenta el municipio de Corregidora:

Tabla 4. Uso de suelo y vegetación Corregidora.

Tipo	Descripción	Área (km ²)
Matorral crasicaule	La formación se localiza en zonas semiáridas, encima de suelos someros de origen volcánico o aluviales. Su temperatura va de 16 a 22°C. La altura de los árboles se registra de 2 a 4 m y tiene presencia de especies de plantas herbáceas y otras cilindropuntias.	16.27
Selva baja caducifolia	Región de clima cálido (20 a 29°C). Tiene elementos arbóreos con una altura de 4 a 10 km. Presenta dos estaciones, una de secas y otra de lluvias; después de esta última se observa con claridad su estrato arbóreo, especialmente los géneros <i>Agave</i> , <i>Opuntia</i> , <i>Stenocereus</i> y <i>Cephalocereus</i> .	9.57
Agricultura de riego	Tipo de agricultura que utiliza la aplicación de alguna técnica para utilizar agua en ciclos agrícolas (aspersión, goteo, surcos, tuberías, canales o bombeos en pozos).	33.46

Agricultura de temporal	Clasificación agrícola donde los ciclos de los cultivos dependen de la precipitación y capacidad del suelo para captarla y retenerla.	96.50
Pastizal inducido	Se desarrolla como efecto del desmonte de vegetación, en zonas agrícolas o áreas que sufrieron incendios, en sitios con tendencias de cambio de uso de suelo o por fase de sucesión normal de comunidades vegetales. Es dominada por gramíneas o graminoides.	29.61
Zona urbana	Conforma a las localidades urbanas que se caracterizan por ser cabecera municipal o tener más de 2,500 habitantes.	40.29
Asentamiento humano	Abarca localidades rurales dispersas (las que tienen menos de 2,500 habitantes).	6.59

Fuente: Luna Soria et al. (2019)

g. Hidrología

Regionalización hidrológica

En México existen 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA). El municipio de Corregidora se localiza en la RHA VIII (Lerma-Santiago-Pacífico), la cual se extiende en 192,722 km² al oeste del país en la zona central (CONAGUA, 2018).

Las RHA se dividen en 37 regiones hidrológicas (RH) y organizan las 757 cuencas hidrológicas del país. El municipio de Corregidora se localiza en la RH-12 denominada Lerma-Santiago, la que se divide en 58 cuencas hidrológicas, siendo la cuenca río Querétaro en la que se ubica el municipio de Corregidora (CONAGUA, 2018).

Hidrología superficial

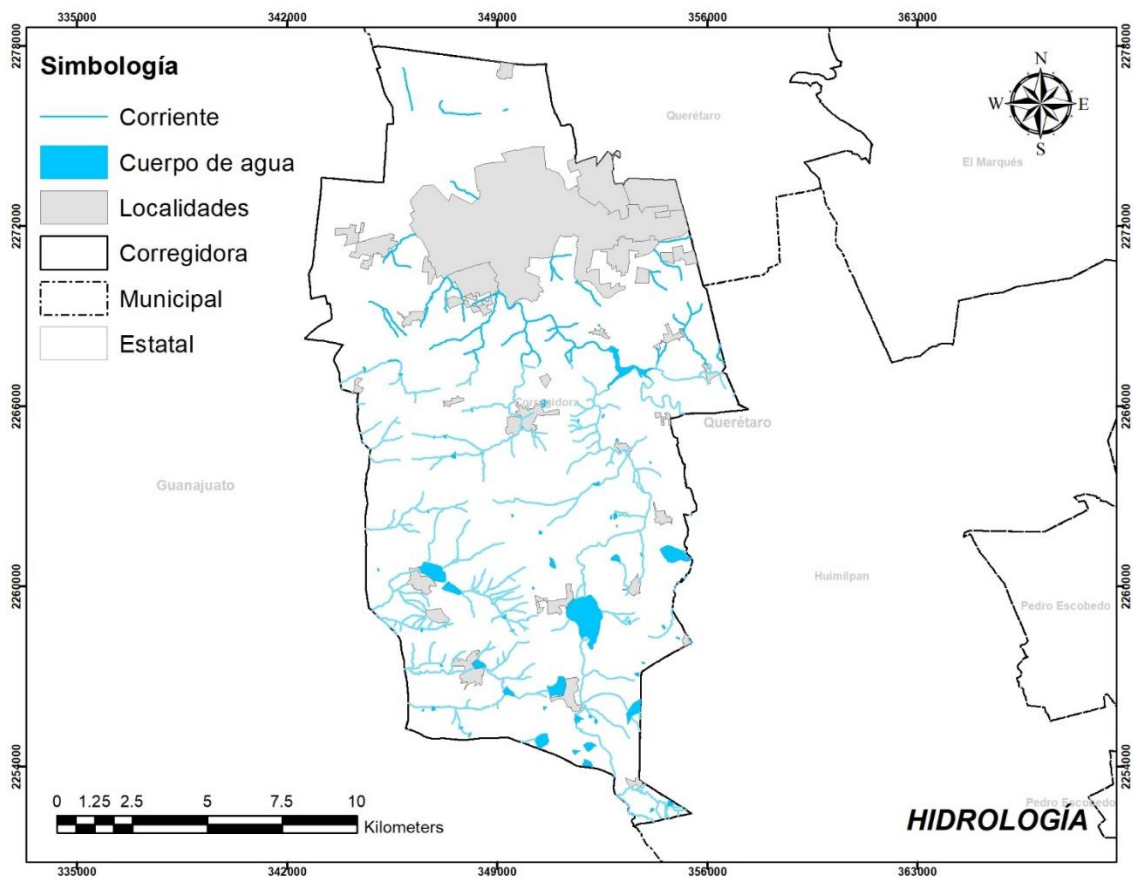
La cuenca del río Querétaro se distribuye en los municipios de Querétaro, El Marqués, Corregidora y Huimilpan, es decir, los que conforman la ZMQ. La corriente principal del municipio de Corregidora es el río El Pueblito que se distribuye en aproximadamente 18.8 km del municipio. El río El Pueblito atraviesa la cabecera municipal, nace en la zona sur del estado y esta corriente alimenta los dos acuíferos que cubren el municipio de Corregidora. Sigue un rumbo SE-NO, pero al ingresar al acuífero de Valle de Querétaro cambia su rumbo y su nombre a río Querétaro (CONAGUA, 2018b).

El municipio de Corregidora tiene dos presas: El Batán y Presa Bravo, la presa El Batán es el sitio con gran capacidad de almacenamiento destinado para agua potable en el municipio. Es alimentado por la corriente del río El Pueblito y se localiza dentro de los límites de la Zona de Reserva Ecológica El Batán (Luna Soria, Contreras Figueroa, Díaz Pereira, & Ramírez Labastida, 2019).

Hidrología subterránea

El país se divide en 653 acuíferos delimitados de acuerdo con las características de aguas subterráneas (CONAGUA,2018). El municipio de Corregidora se localiza en el acuífero Valle de Querétaro ubicado en el 40% del área al norte y el acuífero Valle de Huimilpan, distribuido en el 60% al sur de la superficie municipal.

Figura 4. Hidrología Corregidora.

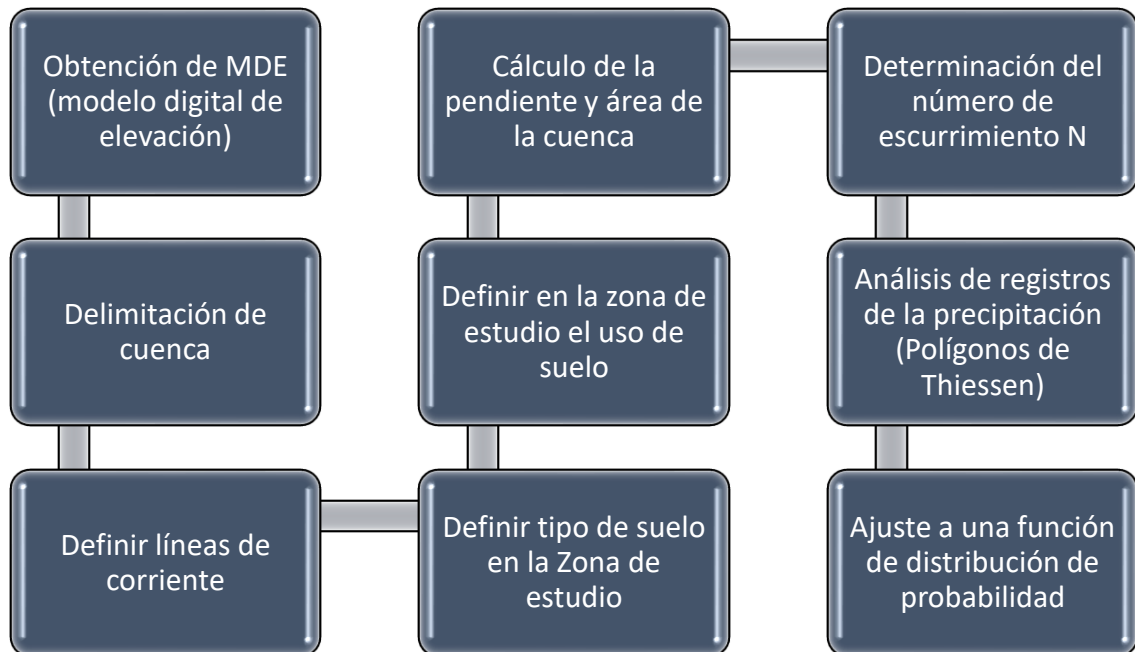


Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

V. MÉTODOS

a. Análisis hidrológico de zona de estudio.

La metodología utilizada en el análisis hidrológico elaborado en este trabajo se describe a continuación.



Obtención de modelo digital de elevaciones MDE

Los Modelos Digitales de Elevación facilitan el conocimiento de la altura de un punto en cualquier lugar de su zona de influencia. Además, facilitan el cálculo directo de la pendiente, los desniveles, las zonas susceptibles de inundación, las cuencas y microcuencas, junto con otros, haciendo de esto una fuente de información muy valiosa para el diseño de estos análisis (CONAGUA, 2019).

En este trabajo se utilizó un modelo digital de elevaciones tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados (INEGI, 2024).

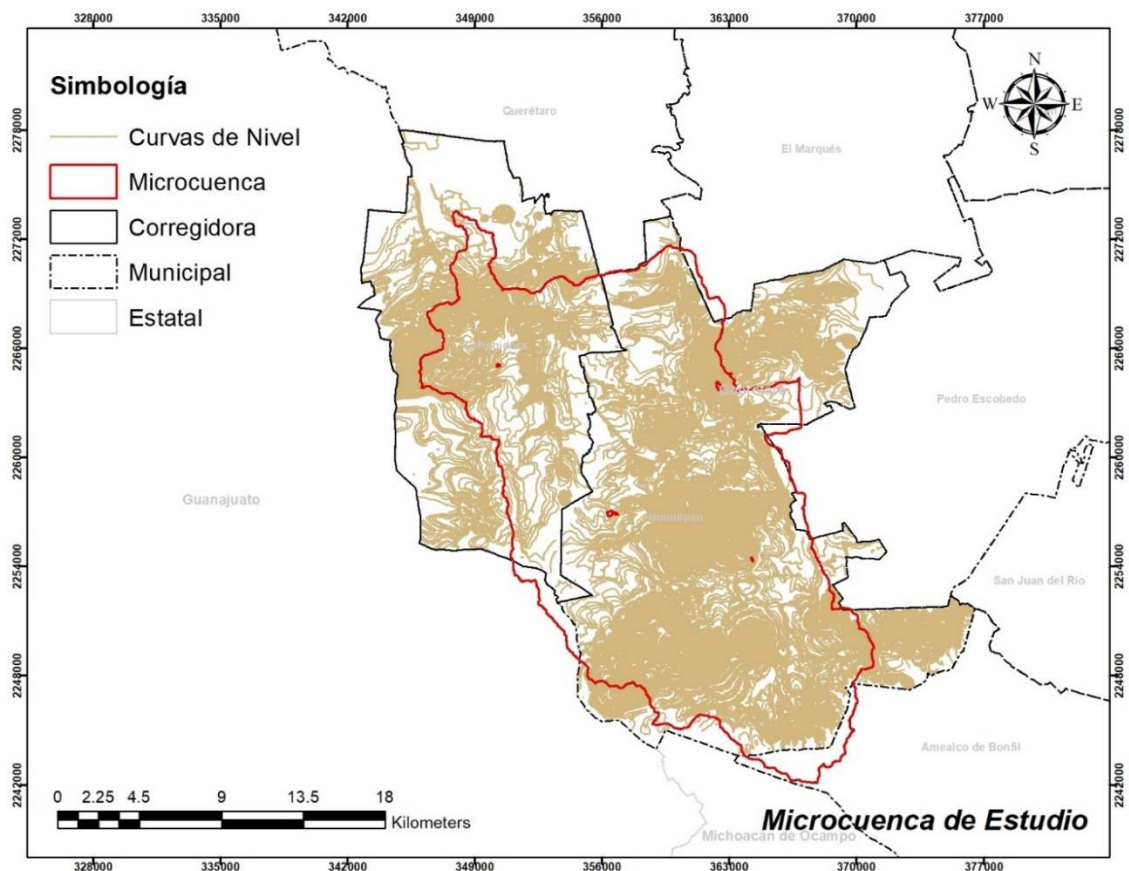
Delimitación de la cuenca

Para delimitar el área de aportación de la cuenca se utilizó el modelo digital de INEGI en escala 1:50,000. Con la topografía (curvas de nivel) de la zona de estudio, se trazó la cuenca de influencia en el programa ARC GIS 10.5, se delimitó la cuenca de aportación al sitio de estudio (CONAGUA, 2019).

El proceso para definir las cuencas es el siguiente:

1. Identificar las curvas de nivel y ubicar las zonas de la cuenca con elevación mayor y trazar una línea a través del parteaguas.
2. Identificar el punto donde sale el agua de la cuenca, ayudado de las elevaciones de las curvas de nivel (CONAGUA, 2019).
3. La obtención de la delimitación de la microcuenca se comprueba a través del modelo digital de elevaciones, en un sistema de información geográfica.

Figura 5. Delimitación de la cuenca de estudio.



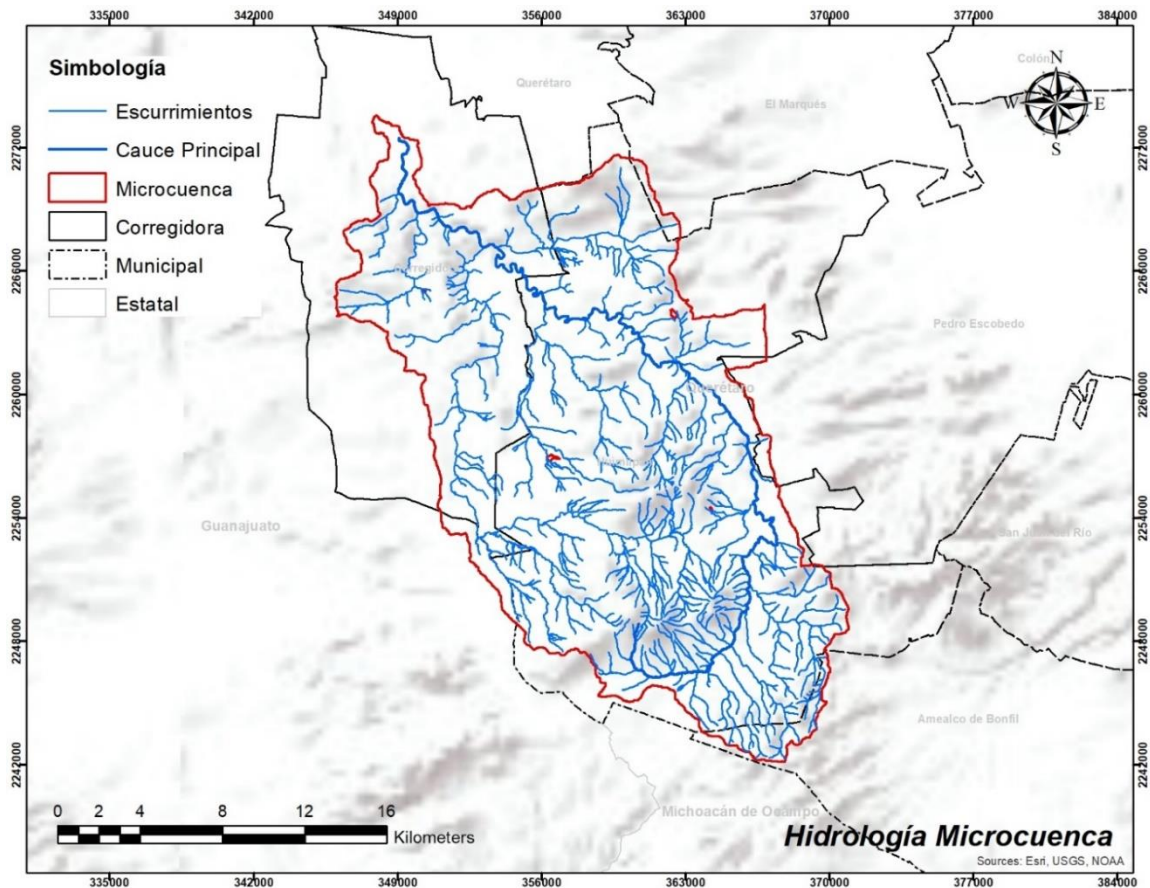
Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

Definir líneas de flujo o corriente

Posteriormente, se obtuvieron los escurrimientos y el cauce principal de la cuenca, con base en el modelo digital de elevaciones y con un sistema de información geográfica.

Según CONAGUA (2019), es aconsejable trazar las líneas de corriente identificando el punto más elevado de la cuenca y seguir la topografía en dirección descendente. Es importante tener en cuenta que la dirección del flujo siempre se dirige desde un punto elevado en dirección a uno más bajo. Este procedimiento debe llevarse a cabo en toda la cuenca o microcuenca, hasta conseguir reconocer todos los ríos dentro de la región. Los lugares donde dos o más líneas se unen en la misma dirección, señalarán un posible punto de encharcamiento.

Figura 6. Cauce principal y escurrimientos.



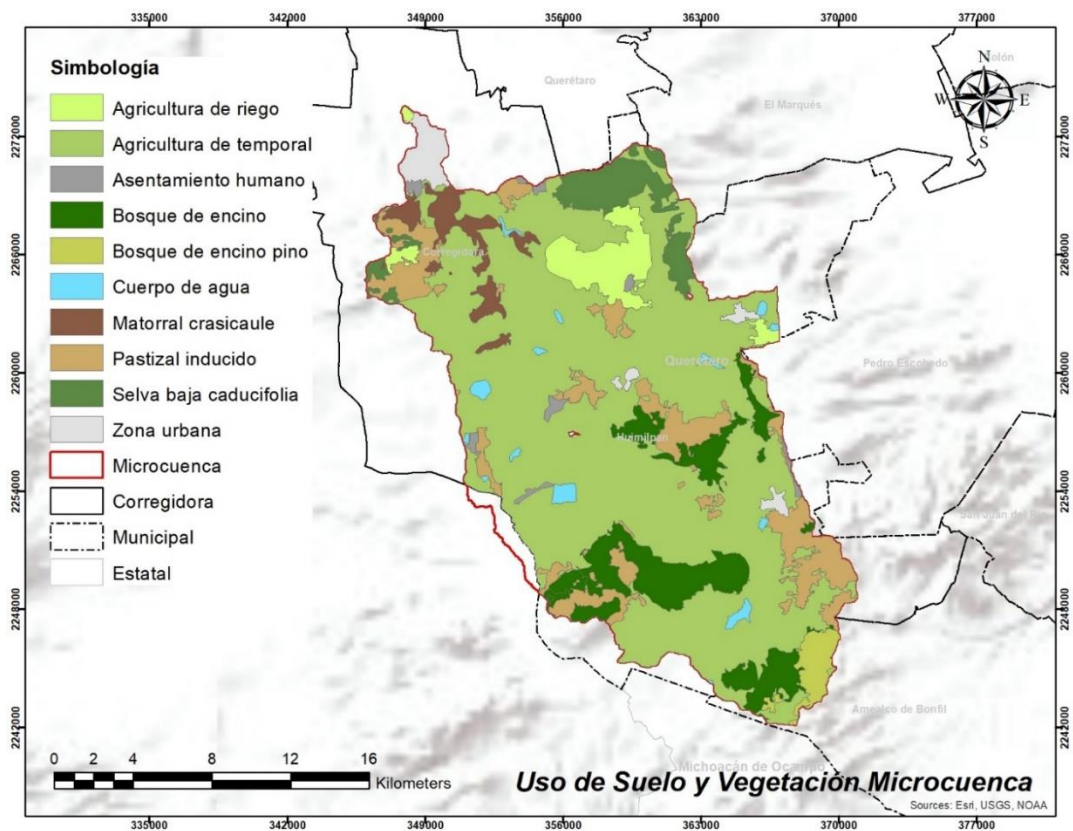
Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

En el anterior análisis podemos observar cómo existe un escurrimiento principal, al cual van aportando los demás escurrimientos y que llega a la salida de microcuenca es el Río Pueblito. Dicho río cruza la zona urbana del municipio de Corregidora.

Uso de suelo de la zona de estudio

Hay que recordar que el agua que se precipita y escurre sobre la superficie no toda llega al mismo punto, cierta parte escurre hasta llegar a una zona de encharcamiento o una obra de captación, otra parte es interceptada por la vegetación, otra parte es retenida en partes bajas del terreno o bien alguna otra se infiltra en el subsuelo (CONAGUA, 2019). En la siguiente figura se muestra el uso de suelo y vegetación de la zona de estudio, con base en la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI, ver figura 7.

Figura 7. Uso de suelo y vegetación microcuenca.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

Por ello es importante conocer el uso de suelo de nuestra área de estudio, ya que con este podremos saber que tanta agua escurre y que otra se va “perdiendo” en su recorrido. Con base en esto, se debe identificar un coeficiente de escurrimiento para cada tipo de uso de suelo.

Con base en la figura anterior, podemos observar como la agricultura de temporal es la predominante en nuestra microcuenca, la selva baja caducifolia, pastizal inducido y bosque de encino tienen preponderancia en la microcuenca. Además de identificar claramente como en la salida de la cuenca se presenta zona urbana o asentamientos humanos.

Pendiente de la cuenca

La infiltración, el flujo de aguas superficiales, la humedad del suelo y el papel de las aguas subterráneas en el movimiento de los cursos de agua están correlacionados con la pendiente de la cuenca. Es uno de los factores físicos que controla la duración del flujo del suelo y afecta directamente a la frecuencia de las inundaciones y a la gravedad de avenidas debido al uso del suelo de la cuenca (Campos-Aranda, 1988).

Se estima una pendiente media de la cuenca porque, a diferencia del cauce de un río, la pendiente de una cuenca debe tener en cuenta toda la superficie y el contorno del terreno.

Con base al Modelo Digital de Elevación, a través de un sistema de información geográfica se obtuvieron los parámetros fisiográficos de la cuenca, como se muestran a continuación.

Tabla 5 Parámetros fisiográficos

Área de la cuenca	411.11 Km ²	
Long. Cauce principal	58.132 Km	
Altura máx.	2067 m	
Altura min.	1810 m	
Desnivel	857 m	
Pendiente	1.474 %	0.015 m/m

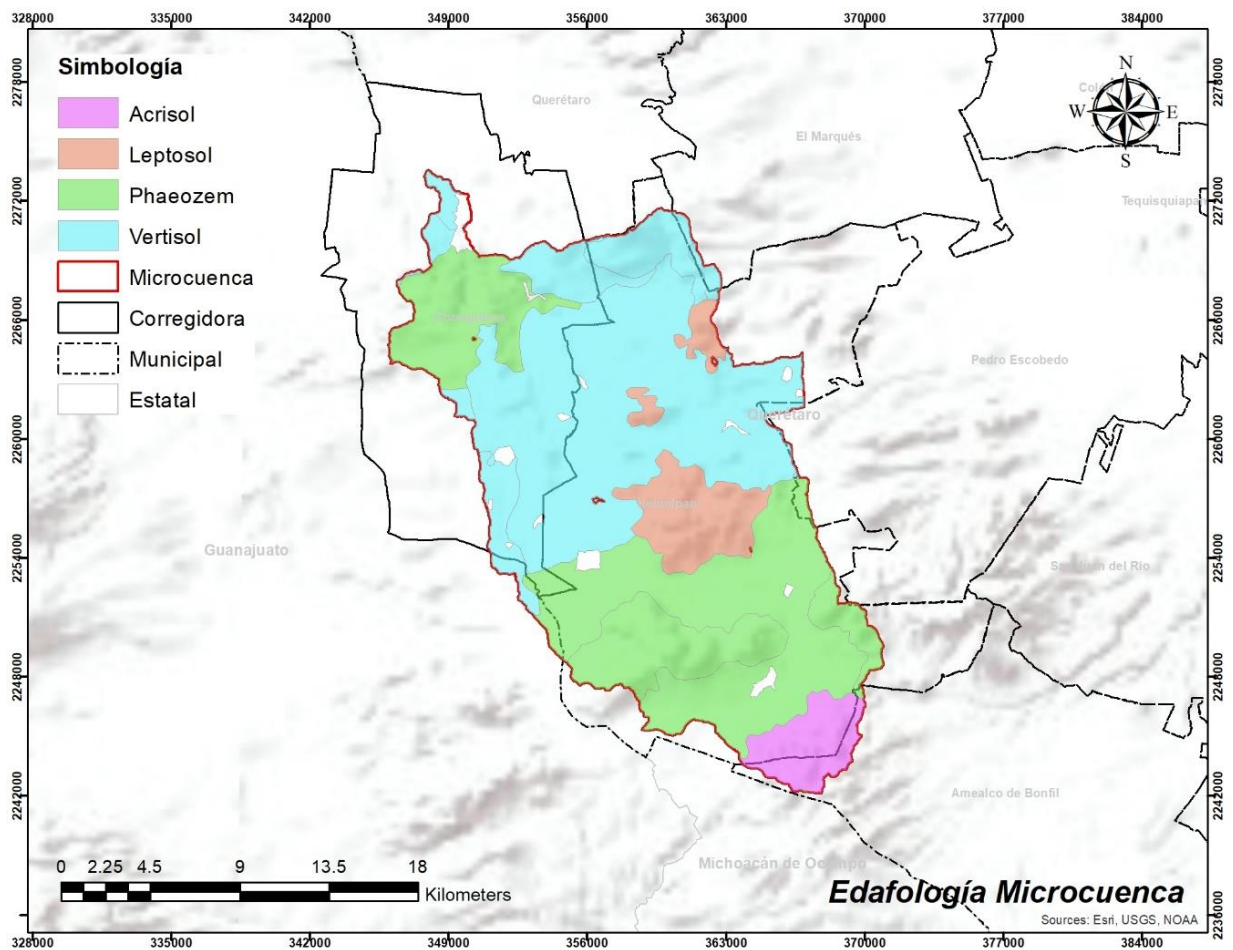
Fuente: Elaboración propia

Edafología

Se obtuvieron los mapas de edafología existentes en la cartografía de INEGI (2024), con estos productos, con la ayuda del sistema de información geográfica ArcGIS, se procedió a generar el mapa de edafología de la microcuenca. Con este insumo se obtuvieron las áreas correspondientes a cada tipo de suelo que se encuentra en la microcuenca.

La edafología de la microcuenca de estudio se muestra en la siguiente figura.

Figura 8. Edafología Microcuenca.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

Determinación del número de escurrimiento N

Inicialmente con información de gabinete y mediante verificaciones en campo, se identificó qué tipo de vegetación y usos de suelo se presentan en la superficie de la cuenca analizada.

Con base en lo anteriormente expuesto, el uso de suelo y la edafología de la microcuenca, se determinó el valor "N" ponderado.

Tabla 6 Valor "N" ponderado

Uso del suelo o cobertura	Área tributaria km ²	% del área total	Condición	Número de curva para el grupo hidrológico del suelo		
				Tipo de suelo	Valor de "N"	Valor de "N" ponderado
ÁREAS URBANAS COMPLETAMENTE DESARROLLADAS						
<i>BUENA CONDICIÓN (75%)</i>	7.345	1.81	NA	C	74	1.34
SUELO AGRÍCOLA CULTIVADO						
SIEMBRA DENSA O PRADERAS CON ROTACIÓN						
<i>HILERAS EN LINEA RECTA</i>	245.179	60.38	BUENA	C	81	48.91
HIERBA O PASTO						
<i>SIN TRATAMIENTO MECÁNICO</i>	60.007	14.78	BUENA	C	70	10.34
ÁREAS FORESTALES, HUERTOS	23.085	5.68	REGULAR	C	76	4.32
MATORRAL, MALEZA	20.546	5.06	BUENA	C	65	3.29
BOSQUES	49.92	12.29	REGULAR	C	77	9.47
∑ ÁREAS TRIBUTARIAS	406.082	100.00		"N" PONDERADA		77.66

Fuente: Elaboración propia.

Coefficiente ponderado de la Microcuenca "N" = 77.66

Análisis de registros de precipitación máxima en 24 horas.

Se procede a identificar que estaciones meteorológicas tienen ingerencia y pueden brindar datos de lluvia de nuestra zona de análisis. Se aconseja utilizar todas las estaciones situadas dentro del área de estudio y las que estén próximas al parteaguas. Se identificaron las siguientes estaciones:

Tabla 7. Estaciones climatológicas.

No. De Estación	Nombre	Estado
22006	El pueblito	Operando
22004	El Batán	Operando
22050	Ceja de Bravo	Operando
22029	Huimilpan	Operando
22063	Querétaro	Operando

Fuente: Elaboración propia con base en información de CONAGUA (2023).

Siguiendo con el procedimiento de análisis de precipitaciones se aplica el método de polígonos de Thiessen, el cual se detalla a continuación (CONAGUA, 2019).

Polígonos de Thiessen. Se utilizan polígonos, este método determina primero el área tributaria de cada estación antes de calcular la precipitación media como media ponderada de la manera descrita a continuación:

- a) Se unieron las estaciones más próximas a través de líneas rectas representadas en un plano de la cuenca, lo que genera triángulos cuyos vértices se encuentran las estaciones de precipitación o pluviográficos.
- b) Se marcan las mediatrices de cada triángulo formado en el paso anterior. Con base en la geometría estas líneas de cada triángulo se interceptarán en un único punto.
- c) Cada estación pluviométrica estará circundada por las líneas rectas dibujadas en el inciso previo y, en ciertas situaciones, por los bordes de la microcuenca, lo que constituye los conocidos polígonos de Thiessen.

La zona que cubren se denomina área de influencia de cada estación pertinente.

- d) El área de influencia se utiliza como factor de ponderación en el cálculo de la precipitación media, que es la media ponderada de la precipitación medida en cada estación, como lo establece la siguiente formula:

$$P_T = \frac{1}{A_T} \sum A_{ei} P_i$$

donde:

PT = Altura de precipitación media calculada con el método de los polígonos de Thiessen (mm)

AT = Área total de la cuenca (km²)

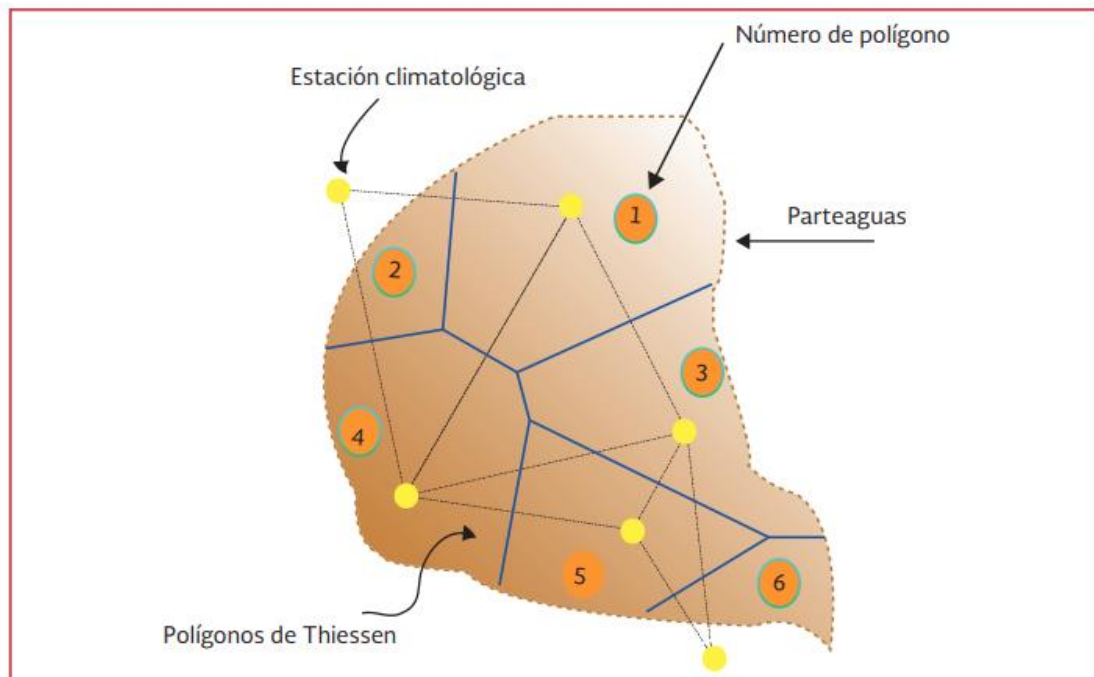
n = Número de estaciones

A_{ei} = Área de influencia de la estación (km²)

P_i = Altura de precipitación registrada en la estación i (mm)

Ver ejemplo de polígonos de Thiessen en la siguiente figura.

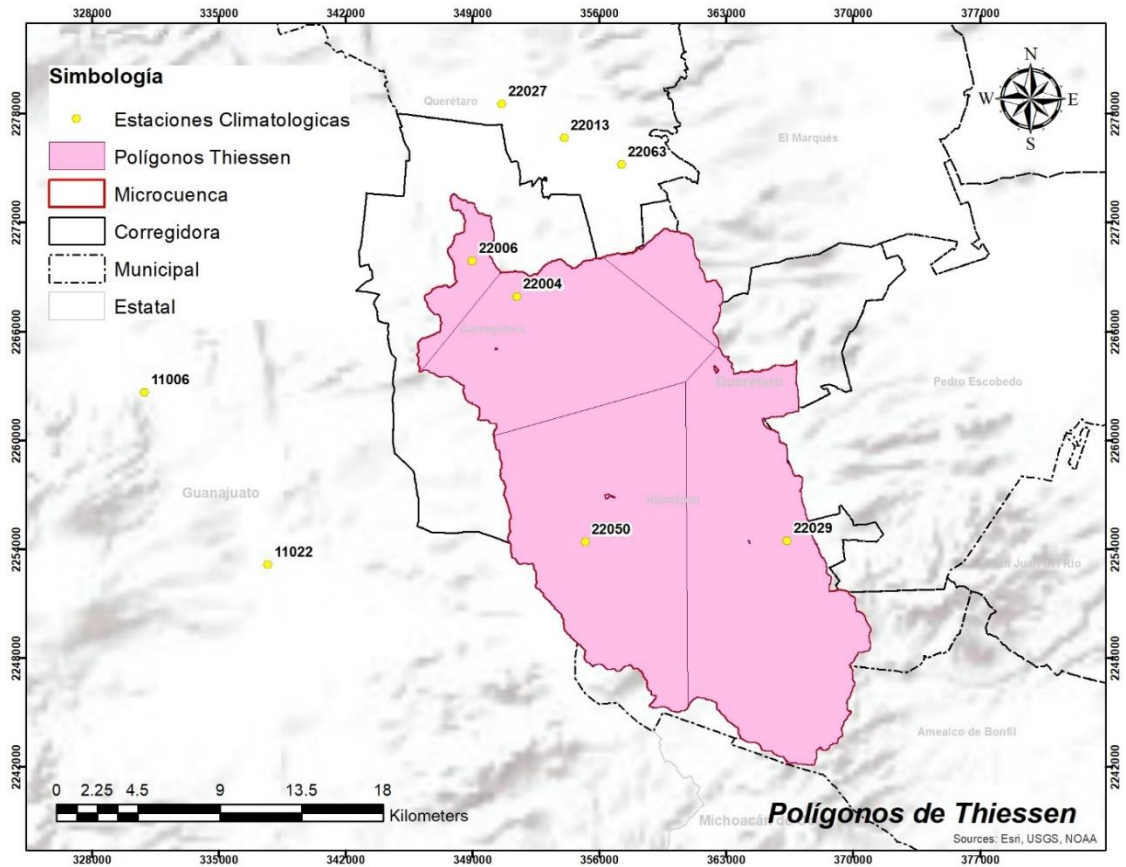
Figura 9. Aplicación del método de los polígonos de Thiessen.



Fuente: (CONAGUA, 2019)

Aplicando la metodología descrita, se obtiene el resultado mostrado en la siguiente figura, donde se observa la ubicación de las estaciones, así como su respectivo polígono de Thiessen.

Figura 10. Estaciones y polígonos de Thiessen.



Fuente: Elaboración propia.

Ajuste a una función de distribución de probabilidad

La probabilidad de que una variable aleatoria se produzca en un plazo determinado se representa mediante una función de distribución de probabilidad. Es pertinente porque es factible estimar los valores de esa variable por extrapolación o interpolación cuando se conoce la probabilidad de que se produzca, o viceversa. Al utilizarla para analizar registros hidrológicos, una gran cantidad de datos puede reducirse a una única función y sus parámetros asociados, que se derivan de las características estadísticas de la muestra (CONAGUA, 2019).

Normal, log-normal, exponencial, gamma, Pearson tipo III (o gamma de tres parámetros), log-Pearson tipo III y valor extremo (VE tipos I, II y III; o Gumbel, Frechet y Weibull, respectivamente) son algunas de las muchas funciones de distribución de probabilidad que se utilizan con más frecuencia en hidrología. También existen algunas variaciones para muestras cuya composición está establecida por dos poblaciones con rasgos distintos (CONAGUA, 2019).

Define CONAGUA (2019) que la elección de una de las funciones de distribución se fundamenta en el criterio del mejor ajuste, o sea, se selecciona la que refleja los datos de la muestra con mayor exactitud, minimizando así los errores en las estimaciones. Hay diversos criterios para determinar qué función es la más adecuada, y no siempre es la misma, dependiendo del criterio que se aplique.

Para este trabajo se utilizará distribuciones de valores extremos (GUMBEL) estos son valores mínimos o máximos seleccionados de un conjunto de datos. Hay tres clases de distribuciones extremas de valores (VE tipos I, II y III), detalladamente desarrolladas por Gumbel, Frechet y Weibull, respectivamente. Estas distribuciones representan ejemplos particulares de una única distribución denominada distribución general de valores extremos.

A continuación, se muestran los datos de precipitación máxima para cada una de las estaciones climatológicas, así como su ajuste de distribución de probabilidad para cada periodo de retorno.

Estación climatológica “El Pueblito” (22006) Municipio de Corregidora Querétaro.

Precipitación máxima en 24 Horas

AÑO	PRECIP.
1949	38.0
1950	46.5
1951	35.0
1952	50.6
1953	35.5
1954	46.5
1955	35.5
1956	31.2
1957	32.5
1958	83.6
1959	39.2
1960	17.6
1961	54.5
1962	59.4
1963	71.4
1964	75.4
1965	76.4
1966	57.0
1967	49.5
1968	59.1
1969	48.5
1970	53.0
1971	84.0
1972	54.6
1973	62.0
1974	51.0
1975	45.7

AÑO	PRECIP.
1976	75.5
1977	45.6
1978	43.5
1979	61.6
1980	48.9
1981	34.5
1982	32.7
1983	41.0
1984	36.5
1985	36.0
1986	75.8
1987	40.7
1988	39.2
1989	57.0
1990	32.3
1991	40.6
1992	40.9
1993	46.7
1994	44.5
1995	55.8
1996	53.4
1997	23.3
1998	54.5
1999	S/D
2000	22.8
2001	48.0
2002	57.0

AÑO	PRECIP.
2003	105.5
2004	49.5
2005	54.5
2006	39.0
2007	55.0
2008	40.0
2009	38.0
2010	56.0
2011	80.0
2012	57.0
2013	35.0
2014	40.0
2015	68.0
2016	47.0
2017	67.0
2018	35.0
2019	66.0
2020	51.0
2021	67.0

Fuente: (CONAGUA 2022)

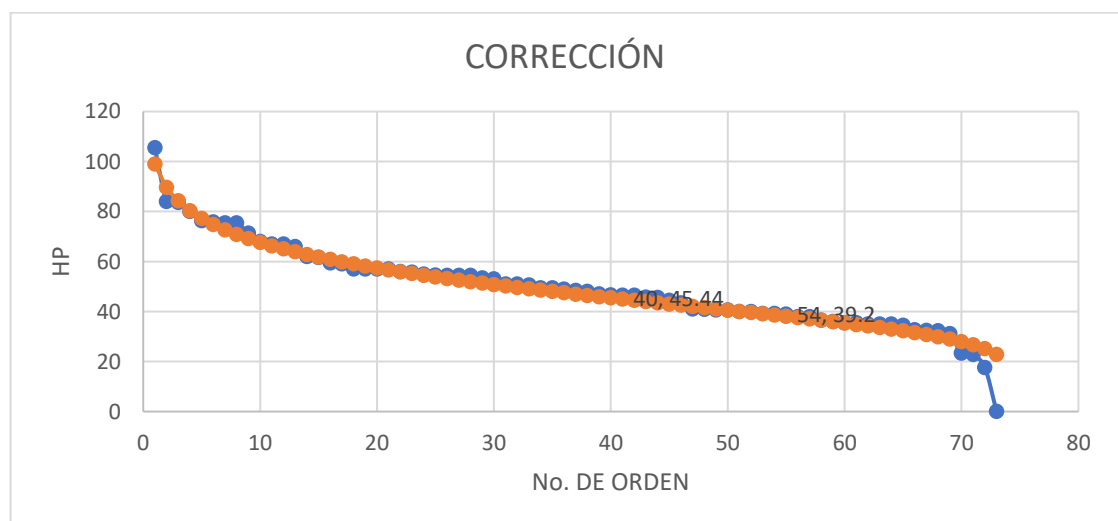
Con estos datos se aplicó el método doble de Gumbel para efectuar el ajuste de las funciones conocidas a la distribución de los datos observados, en este caso a los datos de la estación “El Pueblito”.

Con base en los resultados obtenidos, se extrapolaron los datos deseados cada periodo de retorno de lluvias máximas en 24 horas.

Tabla 8. Corrección Doble Gumbel

TR(AÑOS)	F(TR)	HP(MM)
2	2.0	28.28
5	1.3	77.55
10	1.1	110.18
20	1.1	141.48
25	1.0	151.40
50	1.0	181.99
100	1.0	212.34
200	1.0	242.59
500	1.0	282.49
1000	1.0	312.65

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Estación climatológica “El Batán” (22004) Municipio de Corregidora Querétaro.

Precipitación máxima en 24 Horas

AÑO	PRECIP.
-----	---------

1949	38.0
1950	46.5
1951	35.0
1952	50.6
1953	35.5
1954	46.5
1955	35.5
1956	31.2
1957	32.5
1958	83.6
1959	39.2
1960	17.6
1961	54.5
1962	59.4
1963	71.4
1964	75.4
1965	76.4
1966	57.0
1967	49.5
1968	59.1
1969	48.5
1970	53.0
1971	84.0
1972	54.6
1973	62.0
1974	51.0
1975	45.7

AÑO	PRECIP.
-----	---------

1976	75.5
1977	45.6
1978	43.5
1979	61.6
1980	48.9
1981	34.5
1982	32.7
1983	41.0
1984	36.5
1985	36.0
1986	75.8
1987	40.7
1988	39.2
1989	57.0
1990	32.3
1991	40.6
1992	40.9
1993	46.7
1994	44.5
1995	55.8
1996	53.4
1997	23.3
1998	54.5
1999	S/D
2000	22.8
2001	48.0
2002	57.0

AÑO	PRECIP.
-----	---------

2003	105.5
2004	49.5
2005	54.5
2006	39.0
2007	55.0
2008	40.0
2009	38.0
2010	56.0
2011	80.0
2012	57.0
2013	35.0
2014	40.0
2015	68.0
2016	47.0
2017	67.0
2018	35.0
2019	66.0
2020	51.0
2021	67.0

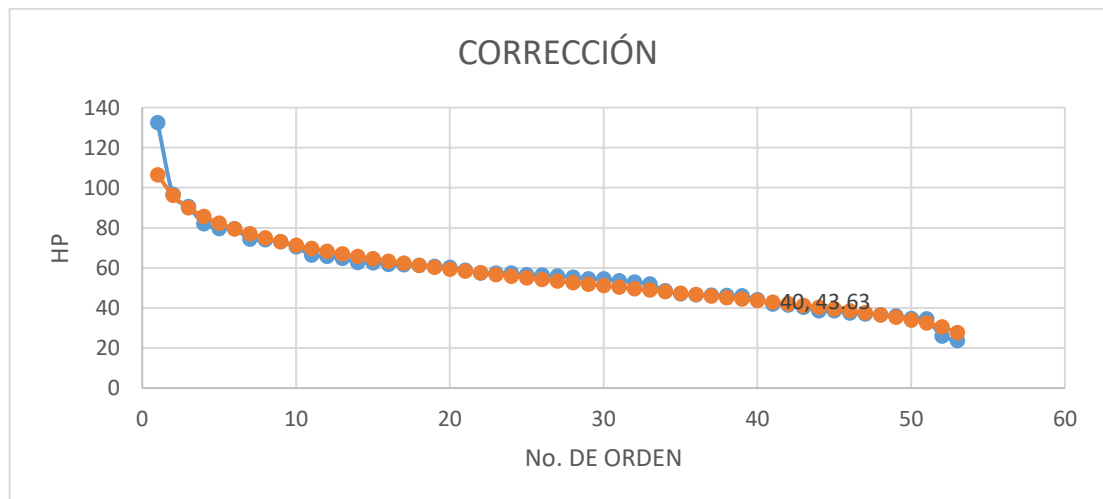
Fuente: (CONAGUA 2022)

Con los datos observados de la estación “El batán” se procede a efectuar el ajuste de las funciones estadísticas, resultando el más idóneo el método doble de Gumbel, con los resultados obtenidos, se extrapolan para cada periodo de retorno deseado de lluvias máximas en 24 horas.

Tabla 9. Corrección Doble Gumbel.

TR(AÑOS)	F(TR)	HP(MM)
2	2.0	32.30
5	1.3	86.75
10	1.1	122.80
20	1.1	157.38
25	1.0	168.35
50	1.0	202.15
100	1.0	235.69
200	1.0	269.11
500	1.0	313.20
1000	1.0	346.53

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Estación climatológica “Ceja de Bravo” (22050) Municipio de Corregidora Querétaro.

Precipitación máxima en 24 Horas

AÑO	PRECIP.
1981	26.7
1982	55.0
1983	40.0
1984	54.6
1985	48.2
1986	45.6
1987	47.0
1988	44.0
1989	35.5
1990	32.0
1991	41.0
1992	S/R
1993	S/R
1994	S/R
1995	S/R
1996	67.0
1997	S/R
1998	60.0
1999	52.0
2000	30.0
2001	40.0
2002	77.0
2003	40.0
2004	35.5
2005	20.0
2006	16.0
2007	15.0
2008	15.0
2009	17.0
2010	23.5

AÑO	PRECIP.
2011	30.0
2012	25.0
2013	19.0
2014	30.0
2015	S/R
2016	24.0
2017	72.4
2018	26.0
2019	12.0
2020	14.0
2021	12.0
2022	44.0

S/R SIN REGISTRO

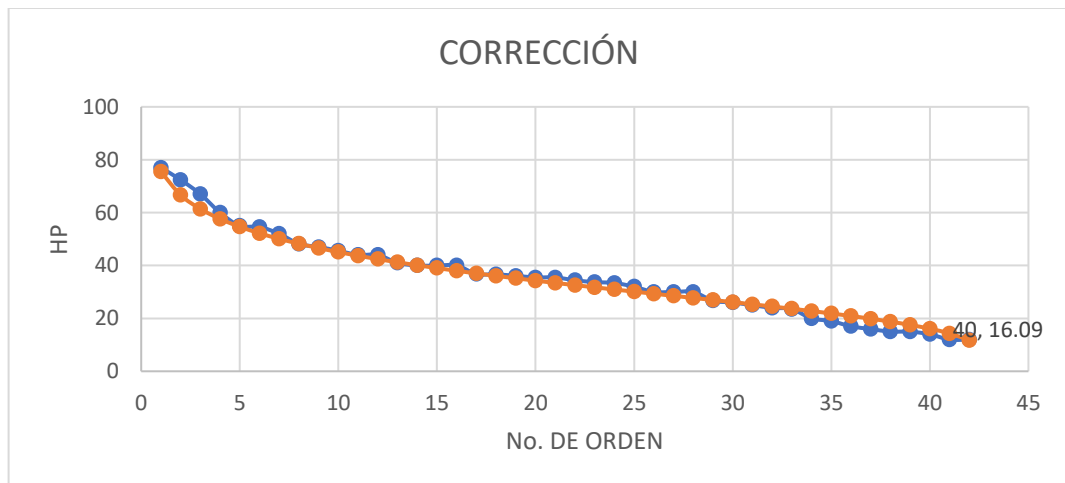
Fuente: (CONAGUA 2022)

Para realizar el análisis estadístico, se utilizó el método doble de Gumbel, el cual ajusta las funciones de probabilidad a muestras de datos históricos, lo extrapolamos a cada uno de los periodos de retorno de lluvias máximas en 24 horas deseados, 2, 5, 10, 25, 50, 10, 200, 500 y 1000 años, mostrando los resultados para la estación “Ceja de Bravo” en la siguiente tabla.

Tabla 10. Corrección Doble Gumbel.

TR(AÑOS)	F(TR)	HP(MM)
2	2.0	22.97
5	1.3	55.15
10	1.1	76.46
20	1.1	96.90
25	1.0	103.39
50	1.0	123.36
100	1.0	143.18
200	1.0	162.94
500	1.0	189.00
1000	1.0	208.69

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Estación climatológica “Huimilpan” (22029) Municipio de Corregidora Querétaro.

Precipitación máxima en 24 Horas

AÑO	PRECIP.
1963	40.3
1964	62.3
1965	62.3
1966	51.2
1967	62.3
1968	42.3
1969	50.4
1970	42.2
1971	47.5
1972	48.5
1973	65.5
1974	39.3
1975	39.0
1976	48.0
1977	80.0
1978	50.1
1979	66.2
1980	25.3
1981	82.0
1982	48.5
1983	54.1
1984	75.8
1985	84.3
1986	80.5
1987	66.5
1988	51.5
1989	56.7
1990	55.7
1991	36.5
1992	75.0

AÑO	PRECIP.
1993	36.5
1994	48.0
1995	67.0
1996	48.0
1997	40.0
1998	98.0
1999	50.5
2000	60.2
2001	65.5
2002	67.6
2003	58.3
2004	50.0
2005	55.7
2006	73.1
2007	97.0
2008	45.2
2009	39.2
2010	41.8
2011	94.0
2012	52.0
2013	63.0
2014	69.0
2015	73.1
2016	37.5
2017	69.0
2018	63.0
2019	48.0
2020	87.3
2021	66.0
2022	61.3

Fuente: (CONAGUA 2022)

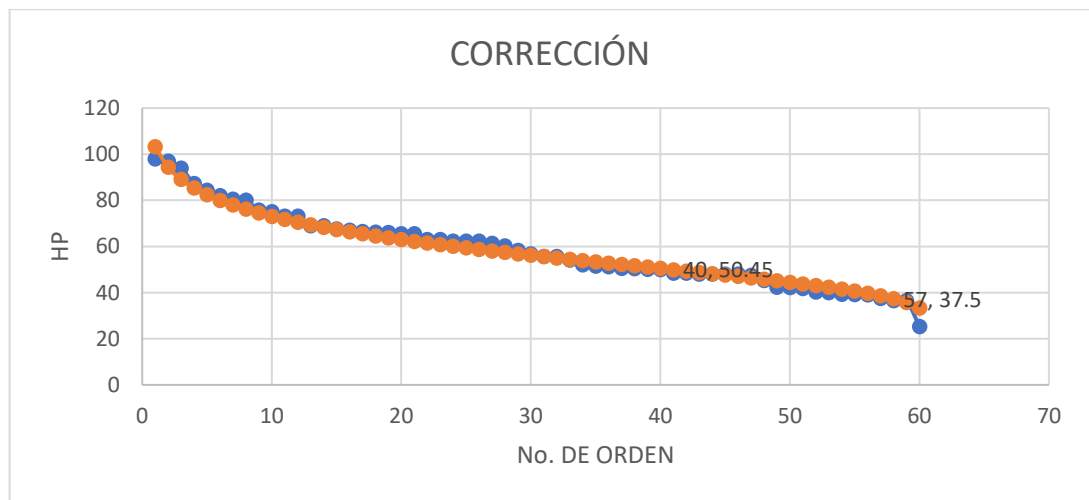
Realizamos el mismo procedimiento estadístico con los datos de la estación “Huimilpan”, aplicando el método doble de Gumbel para efectuar el ajuste de las funciones conocidas a la distribución de los datos de registros de precipitación máxima en 24 h.

Con base en este ajuste de datos s, estos se extrapolaron para cada periodo de retorno de lluvias máximas en 24 horas, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 11. Corrección Doble Gumbel.

TR(AÑOS)	F(TR)	HP(MM)
2	2.0	31.45
5	1.3	89.56
10	1.1	128.03
20	1.1	164.94
25	1.0	176.64
50	1.0	212.71
100	1.0	248.50
200	1.0	284.17
500	1.0	331.22
1000	1.0	366.78

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Estación climatológica “Querétaro” (22063) Municipio de Querétaro, Querétaro.

Precipitación máxima en 24 Horas

AÑO	PRECIP.
1921	42.0
1922	S/D
1923	48.5
1924	39.8
1925	45.2
1926	37.3
1927	48.3
1928	26.5
1929	30.4
1930	48.3
1931	S/D
1932	S/D
1933	51.0
1934	34.6
1935	38.0
1936	30.5
1937	40.0
1938	27.0
1939	49.0
1940	31.0
1941	58.0
1942	29.3
1943	41.0
1944	74.4
1945	50.4
1946	31.2
1947	29.6
1948	32.2
1949	30.3
1950	75.7
1951	48.0
1952	37.4
1953	55.5
1954	S/D
1955	38.8

AÑO	PRECIP.
1956	37.0
1957	43.0
1958	36.6
1959	30.3
1960	30.3
1961	51.0
1962	55.0
1963	49.0
1964	36.0
1965	60.0
1966	65.0
1967	55.0
1968	55.0
1969	42.6
1970	83.5
1971	43.0
1972	42.7
1973	37.5
1974	53.3
1975	36.6
1976	46.8
1977	39.7
1978	49.8
1979	37.3
1980	44.8
1981	49.4
1982	44.4
1983	93.5
1984	60.3
1985	88.9
1986	131.0
1987	53.6
1988	45.0
1989	46.2
1990	34.6

AÑO	PRECIP.
1991	55.8
1992	47.5
1993	40.0
1994	30.7
1995	60.0
1996	62.8
1997	59.8
1998	63.4
1999	32.1
2000	21.9
2001	57.4
2002	46.8
2003	95.8
2004	51.5
2005	38.7
2006	44.2
2007	50.5
2008	50.3
2009	85.9
2010	62.0
2011	69.5
2012	46.5
2013	47.5
2014	67.5
2015	94.7
2016	67.1
2017	74.2
2018	39.5
2019	76.9
2020	58.3
2021	74.5
2022	41.3

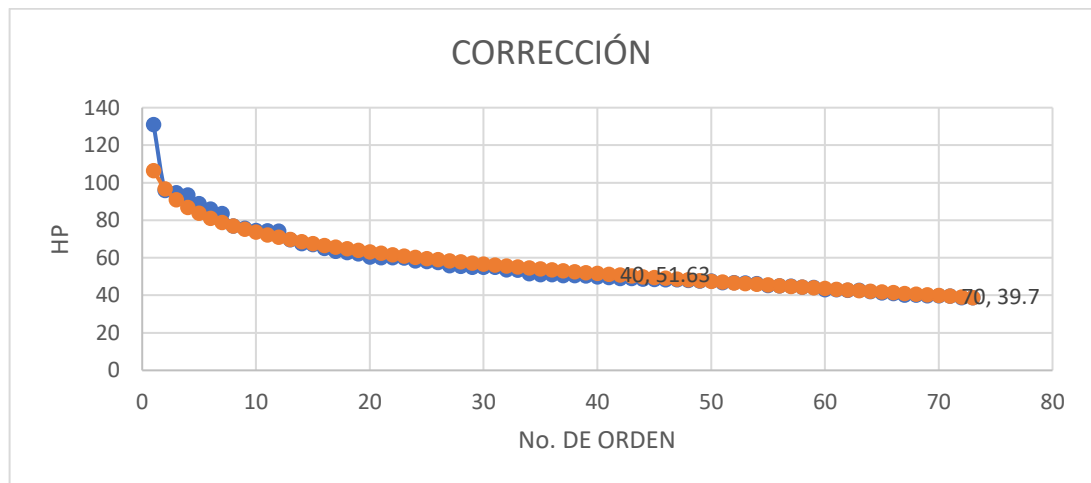
Fuente: (CONAGUA 2022)

Por último, se aplicó el método de doble de Gumbel para los datos de precipitación máxima en 24 h de la estación climatológica “Querétaro”, como se realizó en cada una de las estaciones anteriormente, obteniendo los datos deseados cada periodo de retorno de lluvias máximas en 24 horas.

Tabla 12. Corrección Doble Gumbel.

TR(AÑOS)	F(TR)	HP(MM)
2	2.0	29.27
5	1.3	76.53
10	1.1	107.82
20	1.1	137.83
25	1.0	147.35
50	1.0	176.68
100	1.0	205.80
200	1.0	234.80
500	1.0	273.07
1000	1.0	301.99

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Ponderación de datos de lluvia

Como se mencionó anteriormente, la subcuenca se encuentra influenciada por 5 estaciones climatológicas diferentes, por lo que es necesario realizar un ponderado de acuerdo con la superficie de la microcuenca que corresponda a cada estación.

Con base en el método de polígonos de Thiessen, explicado en la parte metodológica de este trabajo, se realiza la ponderación de los datos de lluvia de cada estación corregidos, con base en el área de influencia de cada estación sobre la microcuenca. Los datos ponderados finales de la microcuenca se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. Datos Ponderados de Lluvia

Periodo de retorno (TR)	Superficie Total Cuenca (Km2)	El Pueblito			El Batán			Ceja de Bravo			Huimilpán			Querétaro			P24 Ponderado (mm)
		Área de influencia (Km2)	Valor extrapolado	% Cuenca	Área de influencia (Km2)	Valor extrapolado	% Cuenca	Área de influencia (Km2)	Valor extrapolado	% Cuenca	Área de influencia (Km2)	Valor extrapolado	% Cuenca	Área de influencia (Km2)	Valor extrapolado	% Cuenca	
2	411.28	15.55	28.28	3.78	93.63	32.30	22.77	130.83	22.97	31.81	152.65	31.45	37.12	18.61	29.27	4.53	28.73
5			77.55			86.75			55.15			89.56			76.53		76.93
10			110.18			122.80			76.46			128.03			107.82		108.85
20			141.48			157.38			96.90			164.94			137.83		139.46
25			151.40			168.35			103.39			176.64			147.35		149.17
50			181.99			202.15			123.36			212.71			176.68		179.09
100			212.34			235.69			143.18			248.50			205.80		208.78
200			242.59			269.11			162.94			284.17			234.80		238.37
500			282.49			313.20			189.00			331.22			273.07		277.40
1000			312.65			346.53			208.69			366.78			301.99		306.90

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de la ponderación podemos ya tener un conjunto de datos de lluvia para 24 horas para cada uno de los periodos de retorno, con los cuales aplicamos la metodología del modelo de Emil Kuichling, para la obtención de curvas de precipitación, duración, por cada periodo de retorno y curvas de intensidad de lluvia, duración, por cada periodo de retorno.

Curvas intensidad-duración-periodo de retorno (i-d-Tr)

Establece CONAGUA (2019) en su manual, los valores de lluvia que se registran en una estación son de carácter puntual, en la mayoría de las situaciones, dan la posibilidad de estar enterados de su fluctuación con relación al tiempo. Con los datos históricos de las lluvias presentadas en la estación, al efectuar el estudio de los datos, también es posible establecer el periodo de retorno de cada una de las precipitaciones registradas. Se definen diferentes ecuaciones que relacionan al mismo tiempo las tres variables, una de ellas es la siguiente ecuación:

$$i = \frac{kTr^m}{(d + c)^n}$$

donde:

i = Intensidad de precipitación (mm/h)

Tr = Periodo de retorno (años)

d = Duración de la lluvia (min)

k, c, m, n = Parámetros que se calculan a partir de los datos, mediante un análisis de correlación lineal múltiple (adimensional).

Con esta fórmula se generaron las curvas intensidad-duración-periodo de retorno.

Curvas altura de precipitación-duración-área (P-d-A)

Para la construcción de las curvas P-d-Tr, consideró que, para duraciones menores de una hora, la lluvia de t minutos de duración tiene una relación estable con la lluvia de una hora y mismo periodo de retorno. Por otro lado, para las relaciones de lluvia entre una hora y 24 horas, se evaluó un cociente que considere la duración y el periodo de retorno común (CONAGUA, 2019).

Para determinar las relaciones de lluvias de una hora y de 24 horas se consideró la lluvia que ocurre en una hora de duración y con un periodo de retorno de 2 años como lo propone el U.S. Weather Bureau, que toma además en cuenta el valor promedio de las lluvias máximas en 24 horas (CONAGUA, 2019).

Con base en el Instructivo de Hidrología para determinar Avenidas Máximas Ordinarias (S.A.R.H. 1987) se utilizó el modelo de Emil Kuishiling y C.E. Gransky. Las fórmulas son las siguientes:

$$P_T = \frac{KT^{1-e}}{(1-e)}$$

$$K = \frac{(P_{24})(1-e)}{24^{1-e}}$$

Donde:

PT = Precipitación en el tiempo T (mm).

T = Tiempo de duración de la lluvia (hr).

e = Coeficiente de Kuishiling.

En el método se recomienda utilizar valores de (e) comprendidos entre 0.45 a 0.80, dependiendo del tiempo de concentración de la cuenca.

Estimación de gastos pluviales

Frente a la escasez de datos hidrológicos en un área estudiada, se aconseja utilizar métodos empíricos para calcular los costos del escurrimiento. Estos son métodos que toman en cuenta uno o dos parámetros extraídos de una región o ciudad. Existen diversos métodos empíricos disponibles en la literatura para calcular el gasto pico, a continuación, se señalan los más utilizados: Racional, Gráfico alemán, TR 55, procedimiento del Laboratorio de Investigación de Carreteras, Curva S, Chow, Hidrograma unitario adimensional (CONAGUA, 2019).

De acuerdo con los objetivos del presente estudio, se calculó el gasto a la salida de la subcuenca, en la condición actual utilizando el Método de Abstracciones del U.S. S.C.S., el cual basa sus resultados en el cálculo del número de escurrimiento N, mismo que está en función de las características de la subcuenca.

Luego con la aplicación del método del hidrograma unitario triangular se determina la forma del hidrograma unitario de una cuenca, a partir únicamente de las características físicas de la misma.

Este hidrograma unitario, se muestra como un hidrograma de escurrimiento directo resultante de un milímetro de lluvia efectiva o en exceso, distribuida uniformemente sobre toda la cuenca, con una intensidad uniforme durante un periodo de tiempo específico o duración en exceso (CFE, 1981).

Para conocer la forma del hidrograma unitario de las cuencas de estudio, fue necesario utilizar la ecuación (1) obtenida a partir de la figura del hidrograma unitario triangular (Figura 11).

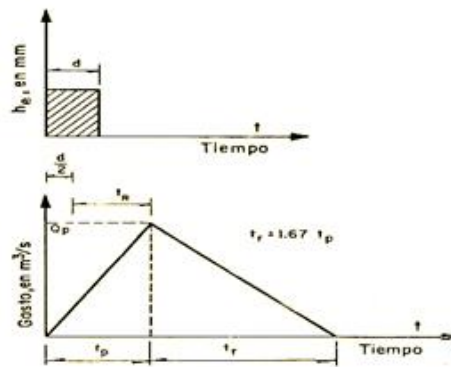


Figura 11. Hidrograma unitario triangular

$$qp = 0.208 \frac{A}{tp} \quad (1)$$

Donde:

qp Gasto pico unitario, en m³/s*mm

A Área de la cuenca, en km²

tp Tiempo de pico, en h

El tiempo de pico se obtiene con la siguiente ecuación:

$$tp = 0.5d + Tret \quad (2)$$

Donde:

d Duración efectiva de la tormenta, en h

Tret Tiempo de retraso de la cuenca, en h

y el tiempo de retraso de la cuenca se estima con la siguiente ecuación

$$\mathbf{t_{ret} = 0.6t_c \quad (3)}$$

Donde:

t_c Tiempo de concentración, en h

Sustituyendo la ecuación (3) en la ecuación (2) se obtiene que

$$\mathbf{t_p = 0.5d + 0.6t_c \quad (4)}$$

Donde:

d duración efectiva de la tormenta, en h

t_c Tiempo de concentración, en h

La duración efectiva se estima a partir de la siguiente ecuación

$$\mathbf{D = T_c \quad (5)}$$

Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó la fórmula de Kirpich.

$$T_c = 0.0003245 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77} \text{ Kirpich; } L \text{ (m) y } S \text{ (m/m)}$$

Dicho lo anterior, se procedió a calcular el T_c para las cuatro subcuencas para que con base en las curvas I-D-Tr, seleccionar la tormenta con una duración igual al T_c de la subcuenca, con el fin de mostrarlas como parte de los alcances de este estudio.

En lo que respecta a la precipitación efectiva, y de acuerdo con las curvas P-D-Tr, la altura de lluvia efectiva para cada evento se calcula con la expresión:

$$P_e = \left(\frac{\left(P_a - \frac{5080}{N} + 50.8 \right)^2}{P_a + \frac{20320}{N} - 203.2} \right)$$

Donde **Pa** corresponde a la precipitación neta, asociada al periodo de retorno en mm.

N, es el número de escurrimiento ponderado.

Pe, es la precipitación efectiva en mm.

A partir de la precipitación efectiva, el cálculo del Gasto Pico se determina mediante la expresión de Hidrograma triangular del US SCS:

$$Q_p = \frac{0.208PeA}{t_p}$$

Donde:

Pe= Precipitación efectiva en mm.

A= Área de la cuenca en km²

tp= Tiempo de pico en horas

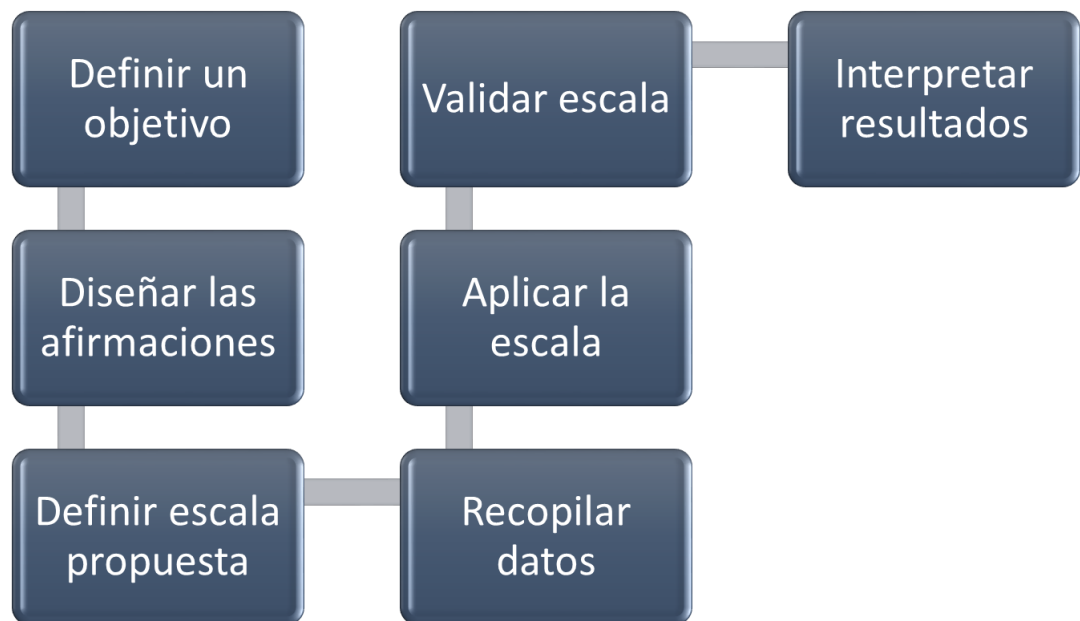
Qp=Gasto pico en m³/s.

El resultado de dicha metodología y las gráficas generadas a partir de estos, se muestran en el apartado e resultados.

b. Análisis de instrumento de política pública

Para analizar los estudios hidrológicos con el fin de encontrar las áreas de mejora en ellos y asimismo diseñar la estrategia de incorporación en una política pública de ordenamiento ecológico territorial, se utilizará una escala Likert.

De acuerdo con la investigación de Likert (1932), así como lo establecido en el artículo de Batterton & Hale (2017), los pasos a aplicar en esta metodología se explican en el siguiente diagrama:



- 1) Definir el objetivo: Antes de crear la escala Likert, es importante tener claridad sobre el objetivo del estudio y qué se pretende medir. Define las variables o constructos que deseas evaluar y establece las afirmaciones o enunciados relacionados con cada uno de ellos.
- 2) Diseñar las afirmaciones: Para cada constructo o variable, crea una serie de afirmaciones o enunciados que representen diferentes niveles de acuerdo o desacuerdo con respecto al tema en cuestión. Asegúrate de que las afirmaciones sean claras, específicas y no ambivalentes.

- 3) Definir la escala de respuesta: Decide el rango de opciones de respuesta que utilizarás en tu escala Likert. Por lo general, se utilizan desde tres, cinco o siete puntos.
- 4) Validar la escala: Es importante asegurarse de que la escala Likert sea válida y confiable.
- 5) Aplicar la escala: Una vez validada la escala Likert, se debe aplicar, esto se puede realizar a través de varios participantes.
- 6) Analizar los resultados: Una vez que hayas recopilado los datos, puedes realizar análisis estadísticos para obtener resultados cuantitativos.
- 7) Interpretar los resultados: Finalmente, los resultados obtenidos se interpretan a partir de la escala Likert y se relacionan los hallazgos con el objetivo inicial del estudio.

De acuerdo con Martínez Nogueira (1995) existe una serie de factores que pueden ser vistos como fundamentales y que deben ser incluidos en cualquier análisis de políticas e instrumentos. Se trata de políticas eficaces desde el punto de vista instrumental, eficientes desde el punto de vista administrativo y organizativo, socialmente responsables y técnicamente viables desde el punto de vista político, social, institucional y técnico:

- **eficiencia técnica:** ambición de alcanzar el mayor volumen de producto posible con los recursos utilizados, de acuerdo con las posibilidades proporcionadas por la tecnología o técnica utilizada.
- **eficacia:** habla sobre la consecución del objetivo en términos de servicios a proporcionar y de resultados a lograr, además del efecto generado en el contexto social que representa el fin principal de la acción gubernamental.
- **efectividad:** interpretado como: la habilidad organizacional, política, económica y técnica para atender las necesidades del problema objeto de la política, asimismo se refiere a la utilización de las oportunidades

que brinda la acción, y la capacidad de adaptación adecuada para hacer las modificaciones requeridas.

- **responsabilidad ante la sociedad:** la capacidad de informar sobre el impacto, los productos y la utilización de los recursos.
- **Legitimidad política:** es presentada por medio del consentimiento generado, los apoyos y la adhesión.

Con base en estos criterios, se hace la revisión de los estudios hidrológicos, con una matriz de escala Likert, con la cual se basan estas 4 categorías analíticas, que nos dan pie a nuestros indicadores para proceder a realizar el análisis.

En el Anexo 1. Escala Likert, con ayuda de una tabla, se muestran los indicadores, así como la escala de 5 niveles, nunca, casi nunca, a veces, casi siempre y siempre, dando un valor desde 0 hasta 4.

VI. RESULTADOS

a. Tiempo de concentración

Se considera el tiempo de concentración (T_c) como el periodo que toma una gota de agua desde el nivel más elevado de la cuenca hasta su lugar de origen. Se emplearon tres ecuaciones para calcular este parámetro y establecer el tiempo de concentración, de manera de lo que se sugieren los siguientes procedimientos y sus resultados.

Hay que destacar que a través de modelos digitales de elevación (MDE) y programas de cómputo especializados, se puede calcular, parámetros de área de la cuenca, pendiente y tiempo de concentración. En este caso se utilizó el modelo de simulación de flujos (SIATL) de INEGI para el cálculo de estos parámetros.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN POR LOS TRES METODOS ESCOGIDOS				
Tc SCS				
Tc=		58132	$^{\wedge}0.15$	
	3085*	857	$^{\wedge}0.38$	
Tc=		7.503945547		
Tc Kirpich				
Tc=	0.0003245*	58132	$^{\wedge}0.77$	
		0.01474	$^{\wedge}0.385$	
Tc=		7.672143471		
Tc Rowe				
Tc=	(0.87*	58.132	$^{\wedge}3$)	
		857		
Tc=		7.680985173		
Tc				
		Tc promedio=	7.62	
		Tc escogido=	7.62	

Con base en los resultados, se toma como tiempo de concentración el promedio de los 3 métodos, dando como resultado el **Tc = 7.62 horas**.

Construcción de curvas P-D-TR

Las curvas de Precipitación, Duración, Periodo de Retorno (P-d-Tr) se utilizan para vincular la intensidad de las precipitaciones durante 24 horas con la duración de la tormenta para vincularlo con un periodo de retorno específico. La creación de estas curvas se basa en las particularidades de la cuenca, en particular sus puntos de influencia y el período de concentración.

El modelo de Emil Kuichling fue empleado para la elaboración de las curvas P-d-Tr. Al aplicar las fórmulas previas a la precipitación máxima en 24 horas para distintos periodos de retorno y duraciones de tormentas inferiores a 24 horas, se logran los datos necesarios para construir las curvas Precipitación-Duración-Periodo de Retorno (P-D- Tr), como se muestra a continuación.

Tabla 14. Coeficiente de Kuichling

COEFICIENTE DE KUICHLING					
Tc	e	Tc	e	Tc	e
0.1	0.813	2.2	0.676	4.6	0.628
0.17	0.804	2.4	0.672	4.8	0.624
0.2	0.800	2.6	0.668	5	0.620
0.4	0.775	2.8	0.664	5.2	0.616
0.6	0.750	3	0.660	5.4	0.612
0.8	0.725	3.2	0.656	5.6	0.608
1	0.700	3.4	0.652	5.8	0.604
1.2	0.695	3.6	0.648	6	0.600
1.4	0.692	3.8	0.644	7	0.597
1.6	0.688	4	0.640	8	0.594
1.8	0.684	4.2	0.636	9	0.592
2	0.680	4.4	0.632	10	0.589

Fuente: Elaboración propia

Interpolación

Tabla 15. Tiempo de concentración y coeficiente "e"

	Tc	e
Valor arriba=	7.000	0.597
Valor abajo=	8.000	0.594
Valor conocido	7.620	0.595

Fuente: Elaboración propia

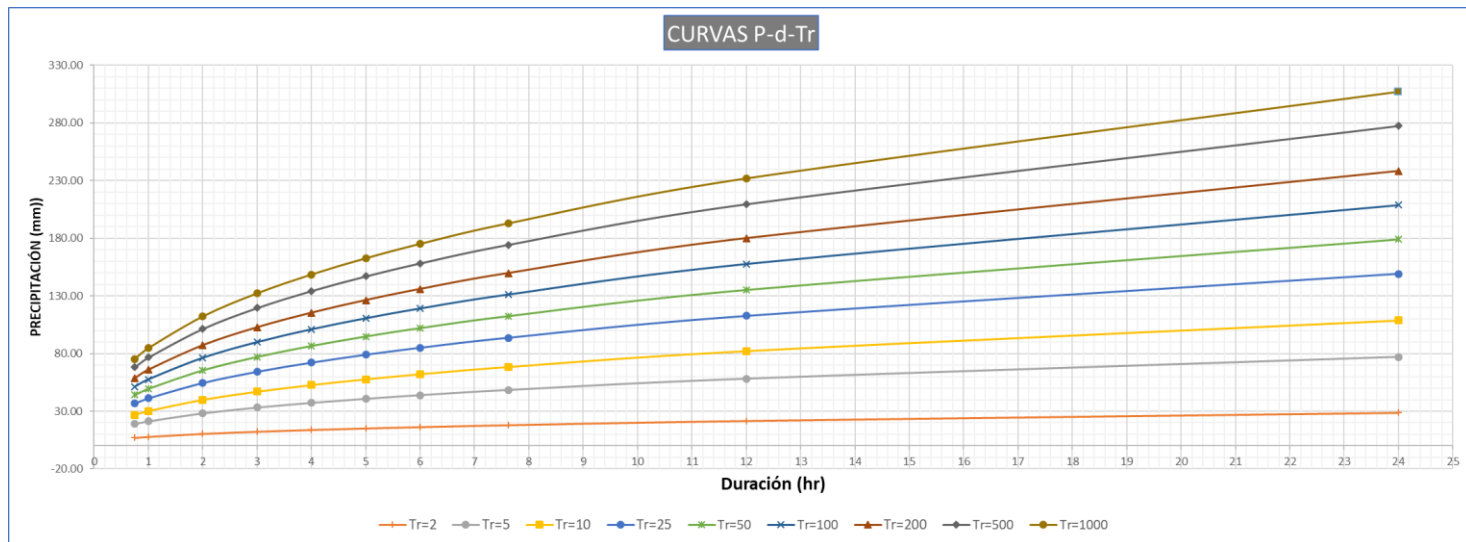
b. Curvas P-D-TR

Tabla 16. Datos de precipitación.

PRECIPITACIÓN EN HORAS (KUICHLING)																
Coef. Kuichiling "e"		DURACIÓN (HORAS)														
Tr	P _{máx} 24 hr	K	0.083	0.167	0.250	0.50	0.75	1	2	3	4	5	6	7.62	12	24
Tr=2	28.73	3.21	2.90	3.84	4.53	5.99	7.06	7.93	10.50	12.38	13.91	15.22	16.39	18.05	21.70	28.73
Tr=5	76.93	8.60	7.76	10.29	12.12	16.05	18.91	21.25	28.13	33.15	37.24	40.77	43.89	48.35	58.11	76.93
Tr=10	108.85	12.17	10.97	14.55	17.15	22.71	26.76	30.06	39.80	46.90	52.70	57.68	62.10	68.41	82.21	108.85
Tr=20	139.46	15.59	14.06	18.65	21.97	29.09	34.28	38.52	51.00	60.09	67.52	73.90	79.56	87.65	105.34	139.46
Tr=25	149.17	16.68	15.04	19.95	23.50	31.12	36.67	41.20	54.55	64.28	72.22	79.05	85.10	93.75	112.67	149.17
Tr=50	179.09	20.03	18.06	23.95	28.22	37.36	44.02	49.46	65.49	77.17	86.70	94.90	102.17	112.55	135.27	179.09
Tr=100	208.78	23.35	21.05	27.92	32.90	43.55	51.32	57.66	76.34	89.96	101.08	110.63	119.11	131.21	157.70	208.78
Tr=200	238.37	26.65	24.03	31.87	37.56	49.73	58.60	65.83	87.16	102.71	115.40	126.31	135.99	149.80	180.04	238.37
Tr=500	277.40	31.02	27.97	37.09	43.71	57.87	68.19	76.62	101.44	119.53	134.30	146.99	158.26	174.34	209.52	277.40
Tr=1000	306.90	34.32	30.94	41.04	48.36	64.02	75.44	84.76	112.22	132.24	148.58	162.63	175.09	192.88	231.81	306.90

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Curvas P-d-Tr



Fuente: Elaboración propia

c. Curvas I-D-TR

A partir de los datos de P-d-Tr, se determinaron los datos para calcular las intensidades de lluvia y su duración para cada uno de los periodos de retorno descritos.

Una vez que se tiene el cálculo de la precipitación para cada periodo de retorno considerando la duración de cada evento, hace falta distribuirla para calcular las intensidades asignándoles su permanencia en el tiempo y el periodo de retorno para construir las curvas I-d-Tr.

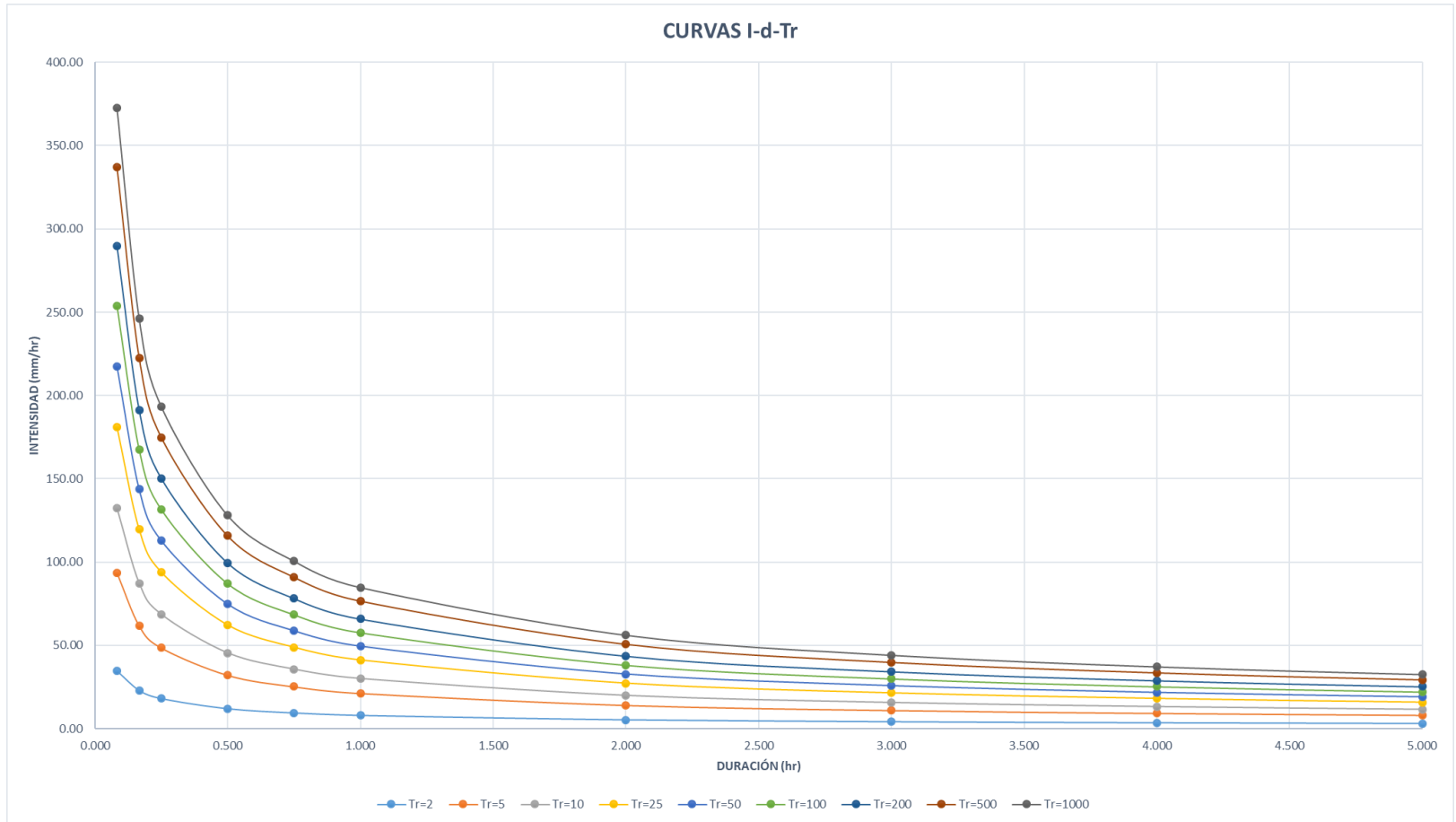
Tabla 17 Intensidad de lluvia para cada Tr

INTENSIDAD EN HORAS (KUICHLING)																
Coef. Kuichling "e"		0.59514	DURACIÓN (HORAS)													
Tr	Pmáx 24 hr	K	0.083	0.167	0.250	0.50	0.75	1	2	3	4	5	6	7.62	12	24
Tr=2	28.73	3.21	34.90	23.05	18.11	11.99	9.42	7.93	5.25	4.13	3.48	3.04	2.73	2.37	1.81	1.20
Tr=5	76.93	8.60	93.46	61.72	48.49	32.10	25.22	21.25	14.07	11.05	9.31	8.15	7.31	6.34	4.84	3.21
Tr=10	108.85	12.17	132.23	87.32	68.60	45.41	35.68	30.06	19.90	15.63	13.17	11.54	10.35	8.98	6.85	4.54
Tr=20	139.46	15.59	169.42	111.88	87.90	58.19	45.71	38.52	25.50	20.03	16.88	14.78	13.26	11.50	8.78	5.81
Tr=25	149.17	16.68	181.22	119.68	94.02	62.24	48.89	41.20	27.27	21.43	18.05	15.81	14.18	12.30	9.39	6.22
Tr=50	179.09	20.03	217.56	143.68	112.87	74.72	58.70	49.46	32.74	25.72	21.68	18.98	17.03	14.77	11.27	7.46
Tr=100	208.78	23.35	253.63	167.50	131.59	87.11	68.43	57.66	38.17	29.99	25.27	22.13	19.85	17.22	13.14	8.70
Tr=200	238.37	26.65	289.57	191.23	150.23	99.45	78.13	65.83	43.58	34.24	28.85	25.26	22.66	19.66	15.00	9.93
Tr=500	277.40	31.02	336.99	222.55	174.83	115.74	90.92	76.62	50.72	39.84	33.57	29.40	26.38	22.88	17.46	11.56
Tr=1000	306.90	34.32	372.83	246.22	193.43	128.05	100.59	84.76	56.11	44.08	37.14	32.53	29.18	25.31	19.32	12.79

Fuente: Elaboración propia

En la página siguiente se muestran los resultados de esta tabla de manera gráfica para cada uno de los periodos de retorno.

Figura 13. Curvas I-d-Tr



Fuente: Elaboración propia

d. Gastos máximos por periodo de retorno

Para la microcuenca en estudio, se calcularon los gastos pico para las precipitaciones efectivas asociadas a diferentes periodos de retorno, considerando la situación actual sobre el uso de suelo y cobertura vegetal, por medio del método del hidrograma unitario triangular Hut. En la tabla siguiente se muestran los gastos máximos calculados con la metodología seleccionada.

Tabla 18. Gastos por período de retorno.

Escorrentamiento				
TR	I	P	Pe	Q total
años	mm/hr	mm	mm	m ³ /s
2	2.37	7.93	0.21	2.72
5	6.34	21.25	11.19	145.24
10	8.98	30.06	23.62	306.52
20	11.50	38.52	37.54	487.11
25	12.30	41.20	42.24	548.10
50	14.77	49.46	57.36	744.22
100	17.22	57.66	73.09	948.38
200	19.66	65.83	89.30	1158.62
500	22.88	76.62	111.26	1443.64
1000	25.31	84.76	128.20	1663.40

Fuente: Elaboración propia

En las condiciones actuales, el gasto máximo que se genera en la subcuenca y que por tanto puede cruzar la salida de la cuenca es de 306.52 m³/s para un periodo de retorno de 10 años, de 548.10 m³/s para el periodo de 25 años y de 744.22 m³/s para un periodo de retorno de 50 años. Estos resultados son de una magnitud considerable por el tamaño de nuestra subcuenca de estudio, ya que tiene una extensión de 411.11 km², una longitud del cauce principal de 58,132 m y un tiempo de concentración de 7.62 horas.

e. Escala Likert.

Tabla 19. Resultados escala Likert.

Categoría analítica	Indicador	Nunca (0)	Casi Nunca (1)	A Veces (2)	Casi Siempre (3)	Siempre (4)
Efectividad	Los modelos hidrológicos utilizados en los estudios son validados adecuadamente.				X	
	Las conclusiones de los estudios están respaldadas por un análisis riguroso.			X		
	Los estudios consideran adecuadamente los impactos ambientales de los eventos hidrológicos.		X			
Eficacia	Las limitaciones del estudio hidrológico son reconocidas.			X		
	El estudio proporciona recomendaciones prácticas y útiles para la gestión del agua en la cuenca hidrográfica.				X	
	El estudio toma en cuenta las interacciones entre el agua superficial y el agua subterránea en la cuenca hidrográfica.		X			
	La metodología utilizada en los estudios hidrológicos es claramente descrita y comprensible.			X		
	Las metodologías utilizadas son vigentes.				X	
Eficiencia técnica	Se utilizan técnicas estadísticas apropiadas para analizar los datos hidrológicos.				X	
	Las fuentes de incertidumbre en el estudio hidrológico son identificadas y consideradas adecuadamente.				X	
	La calidad y la cantidad de datos hidrológicos disponibles son suficientes para respaldar las conclusiones del estudio.			X		

	El estudio considera adecuadamente las variaciones espaciales en los procesos hidrológicos.			X		
	El estudio evalúa los efectos del cambio climático en el comportamiento hidrológico de la cuenca.		X			
	Se utilizan datos históricos confiables y actualizados para el análisis hidrológico.				X	
	Los datos hidrológicos recopilados son confiables.			X		
	Los modelos utilizados en el estudio representan adecuadamente el comportamiento hidrológico.				X	
Legitimidad política	El estudio considera el uso y gestión sostenible de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica.			X		
	Los estudios hidrológicos son tomados en cuenta para tomar decisiones para prevención de inundaciones				X	
	Los estudios hidrológicos son tomados en cuenta para cuestiones de ordenamiento ecológico-territorial		X			
Responsabilidad social	Las recomendaciones del estudio toman en cuenta los aspectos socioeconómicos y ambientales de la cuenca hidrográfica.			X		

Con base en los resultados obtenidos al aplicar la escala Likert a 5 diferentes estudios hidrológicos, podemos obtener un valor cuantitativo para reflejar dicho análisis, el cual es de 44 puntos, de un total de 80 posibles. Con base en esto, se infiere que los estudios hidrológicos tienen bastantes áreas de oportunidad para mejorar su aplicación y utilización.

VII. DISCUSIÓN

La prevención de riesgos ocasionados por inundaciones como una gestión de resultados a partir de herramientas e instrumentos de ordenamiento territorial como lo plantean en sus trabajos Rodríguez (2020) y Pérez (2005) debe implementarse en todas las zonas urbanas del planeta. Este análisis no debe ser ignorado en todo documento o política pública que plantee un ordenamiento del territorio.

Valero Fajardo (2021) y Cárdenas (2022) en sus trabajos los dos plantean la necesidad de incorporar este tipo de análisis de fenómenos meteorológicos para generar una gestión del riesgo de inundaciones en documentos de políticas públicas de ordenamiento territorial, esta idea coincide plenamente con la elaboración de este documento.

Se deben vincular estrategias que se convertirán en acciones que verdaderamente disminuyan las afectaciones de inundaciones, buscando reducir el riesgo mediante la prevención, promoviendo realizarlo a través de un enfoque regional.

a. Integración de un enfoque regional

La prevención de inundaciones es un reto más que complejo que no puede abordarse de manera aislada dentro de los límites territoriales de un solo municipio. Las cuencas no conocen de límites municipales, lo que hace necesaria una coordinación intermunicipal para gestionar de manera efectiva los riesgos asociados las inundaciones. En este contexto, la gestión integrada de cuencas se vuelve fundamental para poder coordinar estos temas entre municipios.

Las cuencas hidrográficas pueden abarcar múltiples municipios, lo que significa que las decisiones y acciones tomadas en una localidad afectan directamente a las demás. Por ejemplo, la urbanización sin control en un municipio aguas arriba puede aumentar el riesgo de inundaciones en los municipios aguas abajo debido a cambios en los patrones de escurrimiento. Una gestión integrada de cuencas permite un enfoque integral para regular el uso del suelo, la generación de infraestructura y la conservación de áreas naturales que reduzcan el impacto de las lluvias.

Una buena coordinación intermunicipal puede facilitar el intercambio de datos hidrológicos y cartográficos, lo que permite una planificación más precisa. Lo que se puede traducir en infraestructura conjunta para la prevención de inundaciones, la cual al ser con un enfoque de cuencas se vuelve más efectiva, como pueden ser diques, presas, canales de desvío, sistemas de drenaje y áreas de retención de aguas pluviales. Esta planificación conjunta asegura que la infraestructura esté ubicada y diseñada para maximizar su efectividad a lo largo de toda una cuenca o región, reduciendo los riesgos en lugar de transferirlos de un municipio a otro.

La coordinación intermunicipal es fundamental para una gestión integrada de cuencas para una correcta prevención del riesgo de inundaciones, dado que los riesgos hídricos no respetan las fronteras administrativas. Al trabajar de manera conjunta, los municipios pueden desarrollar estrategias más efectivas que protejan tanto a la infraestructura como a la población, y que fomenten un desarrollo económico territorial equilibrado, resiliente y adaptado a las condiciones climáticas y geográficas de la región.

Este tipo de coordinación es especialmente relevante para zonas como Corregidora y sus municipios vecinos, donde la urbanización y los fenómenos de lluvia extremos están intensificando la vulnerabilidad ante inundaciones.

b. Impactos acumulativos y soluciones no estructurales

Los impactos acumulativos de la urbanización y los cambios en el uso del suelo son un conjunto de efectos que, a lo largo del tiempo, han alterado significativamente los ecosistemas, sobre todo en el aspecto de retención de agua y la velocidad con la que ocurren los escurrimientos cuando se presenta una lluvia. Estos impactos no ocurren de manera aislada; se intensifican con cada nuevo proyecto de desarrollo urbano o cambio de uso del suelo, creando efectos a largo plazo sobre el medio ambiente.

Un elemento no estructural que aporta a la prevención de inundaciones relacionado directamente con el ordenamiento territorial es generar cartografía de riesgo de inundación, como lo proponen Vargas et al., (2022) en su documento de investigación, plantea que, si no existe un mapa de riesgo en determinada zona, no

sea posible ejecutar un plan de ordenamiento territorial, ya que con ello se estaría ignorando por completo la parte de vulnerabilidad ante un riesgo de inundación. Abonando a esta estrategia de prevención, creo que un elemento que ayudaría a la prevención de inundaciones es la implementación de infraestructura verde.

La infraestructura verde debe convertirse en un elemento que debe estar presente en las cuencas urbanas, ya que es un enfoque que combina soluciones basadas en la naturaleza con el desarrollo urbano y rural para gestionar de manera el agua. A diferencia de la infraestructura tradicional (como canales de concreto, presas y sistemas de alcantarillado), la infraestructura verde busca imitar los procesos naturales para gestionar las aguas pluviales, mitigar el calor y promover la biodiversidad.

La infraestructura verde se refiere a una red de áreas naturales y seminaturales diseñadas para proporcionar servicios ecosistémicos que contribuyen al bienestar humano y al desarrollo sostenible (Benedict, M. A., & McMahon, E. T., 2006). Algunos ejemplos de infraestructura verde pueden ser, parques, jardines de lluvia, humedales, corredores ecológicos

Esta clase de infraestructura nos permite tener una gestión sostenible del agua, ya que permite capturar, retener, infiltrar y filtrar el agua de lluvia. Los jardines de lluvia, humedales y áreas permeables reducen el escurrimiento superficial, disminuyendo el riesgo de inundaciones en zonas urbanas. Además, estas soluciones permiten la recarga de acuíferos, algo que la infraestructura gris no puede lograr. La infiltración natural mejora la disponibilidad de agua subterránea.

La implementación de esta infraestructura al replicar procesos naturales de retención de agua permite prevenir directamente las inundaciones, ya que ayuda a reducir el volumen y la velocidad del agua de escorrentía. Esto es crucial en áreas urbanizadas, donde los suelos impermeables (pavimento, techos) dificultan la absorción del agua. Los humedales y zonas de amortiguamiento son ejemplos de cómo estas soluciones naturales pueden actuar como "esponjas", absorbiendo el exceso de agua y reduciendo los picos de flujo durante tormentas intensas.

Otro punto en el que la implementación de la infraestructura verde puede ayudar es la resiliencia, ya que se ofrecen soluciones flexibles y naturales ante eventos climáticos extremos, como tormentas e inundaciones. Al restaurar ecosistemas y promover la absorción de agua, se puede adaptar mejor al incremento en las precipitaciones intensas y prolongadas que se prevén debido al cambio climático (World Bank, 2013).

La infraestructura verde representa una oportunidad clave para que municipios como Corregidora, gestionen de mejor manera sus riesgos ante inundaciones de manera más efectiva y sostenible. Su implementación no solo ayudaría a reducir el riesgo de inundaciones, sino que también mejoraría la resiliencia del municipio frente al cambio climático, permitiría una mejor recarga de los acuíferos y mantendría la funcionalidad de la cuenca.

c. Resiliencia a largo plazo

Cárdenas (2022) también plantea en su documento, que generar los planes de ordenamiento del territorio en Colombia basados en lineamientos orientados hacia la prevención y/o respuesta a escenarios de riesgo, provocarían una mejor resiliencia a largo plazo en la población y en las autoridades.

La resiliencia a largo plazo es fundamental en un contexto de creciente urbanización, cambio climático y desafíos ambientales. Se refiere a la capacidad de una comunidad, sistema o ecosistema para recuperarse, adaptarse y evolucionar frente a situaciones adversas o disruptivas, como desastres naturales, crisis económicas o cambios en el entorno (Meerow, 2016). Asegurar la resiliencia a largo plazo es clave para mantener la sostenibilidad, la seguridad y la calidad de vida en las comunidades, especialmente ante los riesgos que se acumulan con el tiempo (Alexander, D. E., 2013).

A largo plazo, los efectos del cambio climático, como el aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos (tormentas, sequías, inundaciones), serán más pronunciados. La resiliencia permite a las ciudades, comunidades y ecosistemas adaptarse de manera flexible a estos cambios, lo que es crucial para mitigar sus impactos negativos.

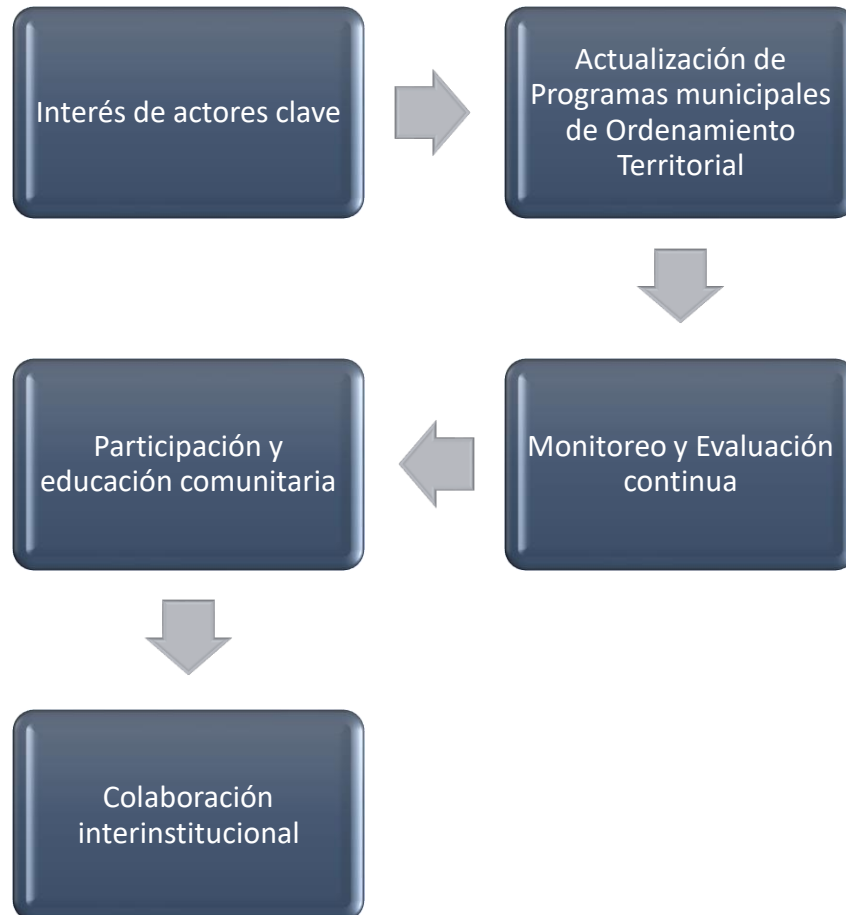
En el caso de la prevención de inundaciones, la resiliencia a largo plazo implica diseñar e implementar sistemas que no solo mitiguen los efectos inmediatos de las tormentas y lluvias intensas, sino que también permitan a las comunidades adaptarse y recuperarse más rápidamente después de estos eventos.

La resiliencia a largo plazo es clave para garantizar que las comunidades, ciudades y ecosistemas puedan no solo sobrevivir a crisis y desastres, sino para seguir después de ellas. En un contexto de urbanización creciente y de cambio climático, invertir en resiliencia es una manera de garantizar un futuro más seguro y sostenible. Esto implica no solo soluciones técnicas de infraestructura y políticas públicas, sino también el fortalecimiento de las capacidades humanas, sociales y ambientales para enfrentar los desafíos de manera integral y duradera.

Por tanto, toda la información mostrada por la escala de Likert y del estudio hidrológico, permiten concluir en una estrategia de incorporación en la política pública de ordenamiento territorial y/o desarrollo urbano descrita a continuación.

d. Estrategia de incorporación

La estrategia con la cual proponemos incorporar los estudios hidrológicos en las políticas públicas relacionadas con el ordenamiento territorial debe basarse en los siguientes conceptos:



Estrategia para Incorporar Estudios Hidrológicos en los Planes de Ordenamiento Territorial en México

Interés de actores claves.

Identificar a los actores involucrados clave (gobiernos locales o municipales, estatales, comunidad profesional expertos en hidrología) y dialogar con ellos para hacerlos conscientes de la necesidad de tomar en cuenta desde los instrumentos de políticas públicas los estudios hidrológicos es una herramienta útil para la prevención de inundaciones.

Actualización de Programas municipales de Ordenamiento Territorial

Creo que la incorporación de los estudios hidrológicos debe ser en los Programas municipales de ordenamiento Territorial y desarrollo Urbano, dichos planes deben de incluir un enfoque de cuencas, evaluando el impacto hidrológico de manera integral y coordinada con otros actores para identificar áreas vulnerables a inundaciones, infraestructura de prevención y mitigación y áreas prioritarias de conservación dentro de los programas, como zonas de recarga de acuíferos o zonas de amortiguamiento.

Establecer en los programas normas y reglamentos específicos que obliguen a considerar estudios hidrológicos en la planificación y ejecución de proyectos urbanos y rurales, incluyendo la construcción de infraestructura necesaria.

Incorporación de Infraestructura Verde, promoviendo en dichos programas la implementación de infraestructura verde (jardines de lluvia, pavimentos permeables, humedales artificiales) que ayude a mitigar los impactos hidrológicos y mejore la resiliencia urbana.

Monitoreo y Evaluación Continua

Implementar un sistema de monitoreo continuo de las condiciones hidrológicas en las áreas urbanas y rurales, para tener todos los meses datos fiables y reducir así la incertidumbre en el análisis de dichos datos.

Realizar evaluaciones periódicas de los impactos de las políticas y regulaciones implementadas, y ajustar las estrategias según sea necesario para mejorar la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial.

Participación y Educación Comunitaria

A la par de la incorporación de los estudios hidrológicos en los programas de ordenamiento territorial es importante que exista una cooperación e integración de los habitantes de las comunidades. Por lo cual, se deben involucrar a representantes de las comunidades en la toma de decisiones relacionadas con el ordenamiento territorial y la gestión de riesgo de inundaciones, a través de consultas públicas, talleres participativos y la difusión de información sobre los riesgos hidrológicos. Desarrollar programas educativos para capacitar a autoridades locales y la comunidad en general sobre la importancia de los estudios hidrológicos y su rol en la planificación territorial.

Colaboración Interinstitucional

Fomentar la coordinación y colaboración entre los diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) para asegurar la coherencia y efectividad de las políticas hidrológicas y de ordenamiento territorial. Se recomienda crear consejos o comisiones intermunicipales para gestionar las cuencas y coordinar políticas entre los diferentes niveles de gobierno.

Colaborar con universidades y centros de investigación para desarrollar estudios hidrológicos avanzados y capacitaciones técnicas para los encargados de implementar los programas de ordenamiento.

¿Dónde incorporarlos?

Con base en los elementos expuestos en esta tesis, la sección en la cual se deben incorporar los estudios hidrológicos dentro de los planes de desarrollo urbano municipales debe ser en el diagnóstico, concretamente en el apartado de “diagnóstico territorial”.

Se concluye que debe colocarse en esta zona ya que los elementos que arroja el estudio hidrológico permiten conocer volúmenes estimados de agua que se concentrarían en una eventual avenida en condiciones actuales de la subcuenca o área de estudio. Además de que un insumo primordial, para la elaboración del estudio, es el uso de suelo de la subcuenca, ya que está directamente relacionado

con los diferentes coeficientes de escurrimiento que afectan el tiempo de concentración en el área de estudio.

Todos los resultados colocados en el diagnóstico darían oportunidad de tener más información para generar estrategias que permitan estar mejor preparados ante una eventual lluvia torrencial. Asimismo, dichos datos permitirían contrastar con la infraestructura existente, identificar si tienen la capacidad suficiente para soportar estos volúmenes o si es necesario hacer ajustes o adecuaciones. Todo esto enfocado en una planificación urbana municipal eficiente y que responda a las necesidades y situaciones actuales de la subcuenca.

Las acciones generales, con la finalidad de establecer las bases para atacar las problemáticas detectadas con base en los resultados del estudio hidrológico, y con ello, lograr que se mejoren las condiciones de vida de los habitantes, se colocarían en el apartado de “Instrumentación”.

La actualización de los estudios hidrológicos mencionados en el plan de desarrollo urbano se sugiere, deben ser cada 3 años, aprovechando el cambio de los gobiernos municipales y por ende la actualización de mencionados planes. En esta actualización cada 3 años, permitiría contrastarlos y analizarlos respecto a los anteriores resultados obtenidos en el plan de desarrollo urbano elaborado previamente, una vez que fueran incorporados. Esta información debería agregarse en el apartado de “Evaluación y seguimiento” de los PDU.

Dicha evaluación y seguimiento se sugiere se realice en coordinación con cada uno de los municipios que intervengan en la subcuenca, buscando una eficiente gestión integrada de cuencas, se propone que sea a través la creación de una comisión de cuenca del Río Pueblito, en el caso del municipio de Corregidora y Huimilpán, todo esto con el fin de dar estricto seguimiento y evaluación de la ejecución de la instrumentación

El seguimiento debe ser encaminado a la adaptación a las dinámicas ambientales, urbanas, políticas y sociales de la subcuenca, al rediseño de las estrategias procurando un ordenamiento territorial sostenible y en homologación a

lo dispuesto en la Estrategia Estatal de Ordenamiento Territorial que se aplique en el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

Esta estrategia busca no solo integrar los estudios hidrológicos en los planes de ordenamiento territorial, sino también establecer un enfoque proactivo y colaborativo que asegure la sostenibilidad y resiliencia de los territorios frente a los desafíos hídricos presentes y futuros.

CONCLUSIONES

El propósito de la presente investigación era generar una estrategia para incorporar la evaluación hidrológica en instrumentos de políticas públicas de ordenamiento territorial para prevenir inundaciones, en el municipio de Corregidora. Por medio de un estudio hidrológico de la principal microcuenca que incide en el municipio de Querétaro y de un análisis de los estudios hidrológicos para complementarlos y enriquecerlos.

Con la elaboración del estudio hidrológico se puede identificar que, debido al tamaño de la subcuenca, 411.21 km², se tienen un gasto máximo de 744.22 m³/s para un periodo de retorno de 50 años, con lo cual se puede comprobar que la principal zona urbana del municipio es propensa a sufrir problemas de inundación ante fenómenos de lluvias torrenciales, ya que dicha zona se encuentra justo en la salida de la microcuenca analizada. Cabe destacar que las presas que existen construidas en el municipio de corregidora y Huimilpan ayudan a mitigar en cierta forma la avenida máxima cuando se presenta la lluvia torrencial, pero aun así los problemas de inundaciones se siguen presentando en Corregidora.

La aplicación de la escala Likert permitió comprobar definiendo escalas para su evaluación, los estudios hidrológicos tienen áreas de mejora para hacerlos más cercanos a la realidad y generar mejores resultados. Entre los que destaco los siguientes:

Exigir a los desarrollos habitacionales que cuando se realice el estudio sea con base en una traza urbana ya definida y no una preliminar, porque muchas veces realizan cambios ya en la fase posterior al estudio, generando condiciones distintas a las analizadas en el estudio hidrológico, dejando poco certero el estudio realizado en un inicio.

Otro punto para considerar es mejorar la precisión con la que se obtienen los datos de elevaciones del terreno, ya que muchas veces se realiza con datos obtenidos a una escala muy grande, provocando que los resultados sean poco precisos, o muy diferentes a lo que en realidad se presenta en el sitio analizado.

La cantidad de los datos de lluvia que se tienen es otro punto donde se puede mejorar, es de todos bien sabido que en la medida de que mayor cantidad de datos se tengan, mejor será el resultado una vez que se realice el análisis, para ello es necesario en mejorar la infraestructura de las estaciones climatológicas que se tienen en el país, para que las que existen permitan obtener datos constantemente y no un mes si y tres no, así como también instalar estaciones en zonas donde no se tienen cobertura.

En conclusión, la incorporación de estudios hidrológicos en las políticas de ordenamiento territorial proporciona una base sólida para una gestión integrada de cuencas, provocando que la planificación territorial pase de ser reactiva a ser preventiva, permitiendo prevenir inundaciones, considerando que cualquier intervención en la parte alta de la cuenca impacta en el comportamiento del agua y garantizando la funcionalidad de la cuenca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Villanueva, L. (1996). *El estudio de las políticas públicas. Estudio introductorio y edición*. Miguel Ángel Porrúa.
- Alexander, D. E. (2013). Resilience and Disaster Risk Reduction: An Etymological Journey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(11), 2707-2716
- Alejandrina, M., Montes León, L., & Cervantes, R. (2012). INUNDACIONES DE LO GENERAL A LO PARTICULAR UNA ESTRATEGIA PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL.
https://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v6-n1/art6.pdf
- Allen, E., & Seaman, C. (2007). *Likert Scales and Data Analyses*.
- Azuela, A., Contreras, C., & Cancino, M. A. (2006). *El ordenamiento ecológico del territorio en México: génesis y perspectivas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Bateman, A. (2007). *Hidrología básica y aplicada*. UPC.
- Batterton, K. A., & Hale, K. N. (2017). The likert scale what it is and how to use it. *Phalanx*, 50, 2. <http://www.jstor.org/stable/26296382>
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington, D.C.: Island Press.
- Bertram, D. (n.d.). *Likert Scales are the meaning of life*.

- Cárdenas, J. (2022). Incorporación de la gestión del riesgo como determinante ambiental para el ordenamiento territorial en áreas susceptibles a inundaciones lentas. Caso de estudio Vereda El Playón Bajo Sinú (Córdoba, Colombia). Ucm.edu.co.
<https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/3592>
- Castañeda Martínez, T., Ramírez Hernández, J. J., & González Díaz, J. G. (2015). *Potenciales Y Limitantes Instrumentales En La Gestión Territorial De Las Políticas Públicas*.
- CEPAL. (1994). *Políticas públicas para el desarrollo sustentable, GIC*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Clason, D., & Dormody, T. (1994). Analyzing Data Measured by Individual Likert-Type Items. *Journal of Agricultural Education*, 35(4).
<https://doi.org/10.5032/jae.1994.04031>
- CONAGUA. (2011). *Manual para el control de inundaciones*. SEMARNAT.
- CONAGUA. (2018a). *Datos vectoriales de la delimitación de las regiones hidrológicas en escala 1:250,000*. CONAGUA. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>
- CONAGUA. (2018b). *Estadísticas del agua en México 2018*. CONAGUA.
www.gob.mx/conagua
- CONAGUA. (2019). *Manual de agua potable y alcantarillado tomo 19*. CONAGUA.
<https://www.gob.mx/conagua/documentos/biblioteca-digital-de-figuras>
- CONAGUA. (2019b). Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-de-prevencion-contr-contingencias-hidraulicas-pronacch>

- Cotler, H. (2007). *El manejo integral de cuencas en México*. SEMARNAT.
- (2015). Incidencia del enfoque de cuencas en las políticas públicas de México. En *Dimensiones Sociales En El Manejo De Cuencas* (pp. 31–44). UNAM/CIGA.
- Dunn, A. D. (2010). Siting Green Infrastructure: Legal and Policy Solutions to Alleviate Urban Poverty and Promote Healthy Communities. *Boston College Environmental Affairs Law Review*, 37(1), 41-66.
- EIRD-ONU (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres). (2016). Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres.
- Emilio, B.-S. J., Díaz-Delgado, C., Calderón-Aragón, G., Esteller-Alberich, María Vicenta, & Cadena-Vargas, E. (2010). Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 2(3), 201–218.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222011000300013&script=sci_arttext
- Espinosa Medel, E. (2017). *Modelo De Análisis Para Determinar Las Estrategias Del Ordenamiento Territorial Para La Mitigación Y Adaptación Al Cambio Climático: Estudio De Caso: Cuenca De La Presa Madín 2000 - 2016*’.
- European Commission (2013). *Building a Green Infrastructure for Europe*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.
- Fernanda, M., Godínez, R., Patricia, M., Magaña, R., Alfredo, J., & Guerrero, H. (2021). Inundaciones y uso de suelo en la ciudad de Querétaro. Retrieved Octubre 21, 2024, from http://nthe.mx/NTHE_v2/pdfArticulos/PDF_Articulo20211216164147.pdf

- Fernando Rosete Verges. (2006). *Semblanza histórica del ordenamiento ecológico territorial en México. Perspectiva Institucional*. Instituto Nacional de Ecología.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability, and Transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20.
- González, E. (2018). Propensión de las inundaciones históricas de los últimos 100 años en Querétaro. *Revista DIGITAL CIENCIA@UAQRO*, 178–192.
- Gutiérrez Carrillo, N., Palacios, E., Peña, S., & Palacios, O. L. (2002). Escenarios Para El Aprovechamiento Sustentable Del Acuífero Del Valle De Querétaro. *Agrociencia*, 36(1), 1–10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236101>
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda*.
- Landa Fonseca, C. (2004). *Agua y conflictos sociales en Querétaro 1838-1876*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Likert, R. (1932). *ARCHIVES OF PSYCHOLOGY*. R. S. WOODIYORTE.
- Luna Soria, H., Contreras Figueroa, P., Díaz Pereira, A., & Ramírez Labastida, B. (2019). *Diagnostico Ambiental Municipio de Corregidora*. Municipio de Corregidora.
- Martínez Nogueira, R. (1995). *ANALISIS DE POLITICAS PUBLICAS Roberto Martínez Nogueira Trabajo preparado para el Instituto Nacional de la Administración Pública*.

- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62-75.
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49.
- Mell, I. C. (2016). *Green Infrastructure: Planning, Design and Implementation*. London: Routledge.
- Mestre, E.J. (2005) “Cuencas en Latinoamérica: perfiles y casos de organización y gestión ambiental y social”: Vargas, S., Mollard, E. (eds.) *Problemas socioambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México*, IMTA, IRD, pp. 24-35
- Montes Lira, P. F. (2001). *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe medio ambiente y desarrollo* 45.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5739/S01111024_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Municipio de Corregidora. (2022). *Figura del Atlas de Riesgo*. Municipio de Corregidora.
<https://corregidora.gob.mx/portal/transparencia/figuras-atlas-riesgo/>
- Palacio Prieto, J. L., Casado Izquierdo, J. M., Sánchez Salazar, M. T., Propin Frejomil, E., Delgado Campos, J., Velázquez Montes, A., Chias Becerril, L., Ortiz Álvarez, M. I., & González Sánchez, J. (2004). *Indicadores para la caracterización y el ordenamiento territorial*. Instituto Nacional de Ecología.

Paris, U. (2010). *Engineering: issues, challenges and opportunities for development*.

Unesco Publishing.

Parte, S., & Yamasaky Cruz, A. (n.d.). *DESARROLLO URBANO; POLÍTICAS PÚBLICAS Y PLANEACIÓN*.

Pérez Hernández, A. L. (2005). El ordenamiento territorial en la reducción de los desastres naturales en las zonas costeras cubanas. *Gaceta Ecológica*, 73–82.

Perrusquía, Dr. G. (2003). *Sistemas Acuáticos Sustentables*. Consejo De Ciencia Y Tecnología Del Estado De Querétaro.

Sanabria Pérez, Soledad. (2014). La ordenación del territorio: origen y significado. *Terra. Nueva Etapa*, XXX (47), 13–32. Redalyc.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72132516003>

Sánchez Salazar, M. T., Bocco Verdinelli, G., & Casado Izquierdo, J. M. (2013). *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*. Instituto de Geografía UNAM.

Sánchez, M. (2000). *GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS Y CONTROL DE AVENIDAS*.

Sayers, P., Yuanyuan, L., Galloway, G., Penning-Rowsell, E., Fuxin, S., Kang, W., Yiwei, C., & Le Quesne, T. (2013). *Flood Risk Management A Strategic Approach*.

SEMARNAT. (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. Biblioteca SEMARNAT.

https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas_f inal_2014.pdf

SEMARNAT (2024). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, México, 01 de abril 2024.

SEMARNAT (2024b) Ley General De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano Diario Oficial de la Federación, México, 01 de abril 2024.

SEMARNAT (2014). “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico”, Diario Oficial de la Federación, México.

Sevillano Rodríguez, M. E. (2020). *Amenaza, vulnerabilidad y gestión de riesgo por inundación desde el ordenamiento territorial. La realidad urbana de Santiago de Cali, Colombia.*

United States Environmental Protection Agency (EPA) (2014). Green Infrastructure Opportunities that Arise During Municipal Operations. Washington, D.C.: EPA.

Universidad Autónoma de Querétaro. (2009). *Actualización Del Plan Maestro Pluvial De La Zona Metropolitana De Querétaro (2008-2025)*. UAQ.

Urquiza Estada, M. (2008). *Uso sostenible del agua en la ciudad de Querétaro*. Expo Zaragoza.

Vagias, W. (2006). *Likert-Type Scale Response Anchors*. Clemson International Institute for Tourism & Research Development.

Valero Fajardo, C. L. (2021). GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN VINCES.

<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4636/1/TM-ULVR-0382.pdf>

- Vargas, J., Olcina, J., & Paneque, P. (2022). Cartografía de riesgo de inundación en la planificación territorial para la gestión del riesgo de desastre. Escalas de trabajo y estudios de casos en España. *EURE*, 48(144).
<https://doi.org/10.7764/eure.48.144.10>
- Vieyra, A., & Lazarrabal, A. (2014). *Urbanización, sociedad y ambiente, experiencias en ciudades medias*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental.
- Walker, B., & Salt, D. (2006). *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Washington, D.C.: Island Press.
- World Bank (2013). *Building Resilience: Integrating Climate and Disaster Risk into Development*. Washington, D.C.: World Bank.
- World Meteorological Organization. (2007). *THE ROLE OF LAND-USE PLANNING IN FLOOD MANAGEMENT*.
- Zolli, A., & Healy, A. M. (2012). *Resilience: Why Things Bounce Back*. New York: Simon and Schuster.

ANEXOS

Anexo 1. Escala Likert

Categoría analítica	Indicador	Nunca (0)	Casi Nunca (1)	A Veces (2)	Casi Siempre (3)	Siempre (4)
Efectividad	Los modelos hidrológicos utilizados en los estudios son validados adecuadamente.					
	Las conclusiones de los estudios están respaldadas por un análisis riguroso.					
	Los estudios consideran adecuadamente los impactos ambientales de los eventos hidrológicos.					
Eficacia	Las limitaciones del estudio hidrológico son reconocidas.					
	El estudio proporciona recomendaciones prácticas y útiles para la gestión del agua en la cuenca hidrográfica.					
	El estudio toma en cuenta las interacciones entre el agua superficial y el agua subterránea en la cuenca hidrográfica.					
	La metodología utilizada en los estudios hidrológicos es claramente descrita y comprensible.					
	Las metodologías utilizadas son vigentes.					
Eficiencia técnica	Se utilizan técnicas estadísticas apropiadas para analizar los datos hidrológicos.					
	Las fuentes de incertidumbre en el estudio hidrológico son identificadas y consideradas adecuadamente.					
	La calidad y la cantidad de datos hidrológicos disponibles son suficientes para respaldar las conclusiones del estudio.					
	El estudio considera adecuadamente las variaciones espaciales en los procesos hidrológicos.					

	El estudio evalúa los efectos del cambio climático en el comportamiento hidrológico de la cuenca.					
	Se utilizan datos históricos confiables y actualizados para el análisis hidrológico.					
	Los datos hidrológicos recopilados son confiables.					
	Los modelos utilizados en el estudio representan adecuadamente el comportamiento hidrológico.					
Legitimidad política	El estudio considera el uso y gestión sostenible de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica.					
	Los estudios hidrológicos son tomados en cuenta para tomar decisiones para prevención de inundaciones					
	Los estudios hidrológicos son tomados en cuenta para cuestiones de ordenamiento ecológico-territorial					
Responsabilidad social	Las recomendaciones del estudio toman en cuenta los aspectos socioeconómicos y ambientales de la cuenca hidrográfica.					