

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA Y URBANISMO



INFRAESTRUCTURA VERDE COMO HERRAMIENTA DE ADAPTACIÓN EN
ZONAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN. Sector: Valle Alto, Culiacán, Sinaloa.

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA
EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

PRESENTA

FABIOLA GUADALUPE PERAZA LEYVA

DIRECTOR:

DR. LEONARDO AYALA RODRÍGUEZ

CODIRECTORA:

DRA. YAZMÍN PAOLA ÍÑIGUEZ AYÓN

ASESOR:

DR. JORGE JAVIER ACOSTA RENDÓN

CULIACÁN, SINALOA, AGOSTO DEL 2023.



Dirección General de Bibliotecas
Ciudad Universitaria
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57
dgbuas@uas.edu.mx

UAS-Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional Buelna

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial
Compartir Igual, 4.0 Internacional



A Matilda,
por ser y estar.

RESUMEN

La crisis medioambiental y sus consecuencias en los fenómenos hidrometeorológicos extremos representan un desafío mundial. Un caso de estudio relevante es el fraccionamiento de Valle Alto en Culiacán, Sinaloa, el cual ha experimentado inundaciones causadas por huracanes y tormentas tropicales en la última década. Esta situación se considera una amenaza para la población, dejándola en un estado vulnerable debido a los graves impactos sufridos.

La infraestructura verde surge como una respuesta multidisciplinaria para abordar estos desafíos, ya que puede adaptarse con objetivos que beneficien la salud pública, mitiguen los riesgos, aprovechen los recursos y preserven los ecosistemas, entre otros temas relacionados con el espacio urbano.

El propósito de este estudio es identificar los elementos de infraestructura existentes en la zona, su adaptación y los beneficios asociados, así como identificar las áreas de riesgo y evaluar el nivel de vulnerabilidad que enfrenta la población y su infraestructura en el sector de Valle Alto.

Los resultados obtenidos permitirán caracterizar la infraestructura verde existente y su potencial para prevenir riesgos. También se identificará la capacidad de adaptación de la infraestructura verde, así como el conocimiento de las zonas de riesgo y los índices de vulnerabilidad tanto para la población como para la infraestructura, lo que permitirá delimitar el área de riesgo y comprender la vulnerabilidad ante inundaciones en el fraccionamiento de Valle Alto.

PALABRAS CLAVE: Infraestructura Verde, fenómenos hidrometeorológicos, adaptación, riesgo, sustentabilidad urbana.

ABSTRACT

One of the global challenges we face is the environmental crisis and its impact on the development of extreme hydrometeorological phenomena. In this case study, we examine the urban sector of Valle Alto in Culiacan, Sinaloa, which has been susceptible to flooding caused by hurricanes and tropical storms over the past decade. These events present a significant threat to the population, leaving them vulnerable to severe consequences.

To address these challenges, green infrastructure emerges as a multidisciplinary response. It can be tailored to achieve various objectives such as improving public health, mitigating risks, optimizing resource utilization, and preserving ecosystems, among other urban-related concerns.

The objective of this study is to identify the existing infrastructure elements in the area, analyze their adaptability and benefits, and pinpoint high-risk areas. Additionally, we aim to measure the level of vulnerability of the population and its infrastructure in the Valle Alto sector. This study seeks to characterize the existing green infrastructure that can enhance risk prevention, evaluate its adaptability, and determine specific risk areas using vulnerability indices for both the population and infrastructure. Ultimately, we aim to delimit the risk area and assess the vulnerability to flooding in Valle Alto.

KEYWORDS: Green infrastructure, hydrometeorological phenomena, adaptation, risk, Urban sustainability.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTUDIO	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. ANTECEDENTES; RIESGOS POR DESASTRES NATURALES.	14
1.1.2. RIESGO Y VULNERABILIDAD EN UBICACIÓN DE ESTUDIO.	16
1.1.3. CASO DE ESTUDIO INUNDACIONES COMO FACTOR DE RIESGO EN CULIACÁN, SINALOA 2010-2020.	18
1.1.4. INUNDACIÓN HURACÁN MANUEL 2013.	20
1.1.5. INUNDACIÓN DEPRESIÓN TOPICAL 19-E, 2018.	20
1.1.6. DATOS RECIENTES.	21
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA	22
1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	22
1.4. HIPÓTESIS	22
1.5. JUSTIFICACIÓN	23
1.5.1. TEMÁTICA	23
1.5.2. CONCEPTUAL	24
1.5.3. INFRAESTRUCTURA VERDE PARA MITIGAR EL RIESGO.	25
1.5.4. ESPACIAL	26
1.5.5. TEMPORAL	27
1.6. DELIMITACIÓN	27
1.6.1. CONCEPTUAL	28
1.6.2. ESPACIAL	28
1.6.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	28
1.6.4. ZONA DE ESTUDIO	29
1.7. OBJETIVOS	29
1.7.1. OBJETIVO GENERAL	29
1.7.2. OBJETIVOS PARTICULARES	29
1.8. RESUMEN CAPÍTULO 1.	29
CAPITULO 2. ESTADO DEL ARTE	30
2.1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	30
2.1.1. CONCEPTOS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: INFRAESTRUCTURA VERDE.	30
2.1.2. CONCEPTOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE; ADAPTACIÓN.	31

2.1.3. CONCEPTOS DE LA VARIABLE INTER-DEPENDIENTE; RIESGO.	33
2.2. TEORÍAS Y TEÓRICOS	35
2.2.1. PRECURSORES: EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE	35
2.2.2. CONSOLIDADORES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE	36
2.2.3. VANGUARDISTAS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE.	38
2.3. CONCEPTOS Y CONCEPTUALIZACIÓN	39
2.3.1. INFRAESTRUCTURA VERDE	39
2.3.2. ADAPTACIÓN	41
2.3.3. RIESGO	42
2.3.4. ESTADO DE LA PRÁCTICA	43
2.3.5. BUENAS PRÁCTICAS	43
2.4. CONCLUSIÓN CAPÍTULO 2	45
CAPITULO 3. MARCO METODOLÓGICO	46
3.1. PROPUESTA METODOLÓGICA ENFOQUE CUANTITATIVO	46
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	46
3.3. PROCESO DE INVESTIGACIÓN.	46
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	47
3.5. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	48
3.5.1. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE INFRAESTRUCTURA VERDE.	48
3.5.2. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE ADAPTACIÓN.	50
3.5.3. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PARA VARIABLE ADAPTACIÓN	51
3.5.4. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE RIESGO.	52
3.5.5. NIVELES DE RIESGO	53
3.5.6. PELIGRO	53
3.5.7. VULNERABILIDAD	54
3.6. RESUMEN CAPÍTULO 3	56
4. RESULTADOS Y DISCUSION	57
4.1. RESULTADOS VARIABLE INFRAESTRUCTURA VERDE	57
4.1.1. ESTANDARIZACIÓN DEL LENGUAJE	57
4.1.2. MAPEO DE INFORMACIÓN	62
4.1.3. DIAGNÓSTICO	64

4.2. RESULTADOS VARIABLE ADAPTACIÓN	66
4.3. RESULTADOS VARIABLE RIESGO	70
4.3.1. RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS PARA MEDIR PELIGRO.	70
4.3.1.1. HIDROLOGÍA	70
4.3.1.2. CÁLCULO DEL PERIODO DE RETORNO Y PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA.	73
4.3.1.3. CONFIGURACIÓN DEL TERRENO	77
4.3.1.4. MAPA DE HIDROGRAFÍA	78
4.3.1.5. DELIMITACIÓN DE CUENCAS	79
4.3.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	80
4.3.2.1. ANÁLISIS TOPOGRÁFICO.	80
4.3.2.2. USO DE SUELO.	82
4.3. RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS PARA MEDIR VULNERABILIDAD.	83
4.3.1. SELECCIÓN DE VARIABLES PARA MEDIR LA VULNERABILIDAD EN FRACC. VALLE ALTO.	83
4.3.2. MAPAS DE VULNERABILIDAD	85
• MAPA DE VULNERABILIDAD POR MENAJE	85
• MAPA DE VULNERABILIDAD POR POBLACIÓN	86
• MAPA DE VULNERABILIDAD POR INFRAESTRUCTURA	87
4.4. RESUMEN CAPITULO	89
CAPITULO 5. CONCLUSIONES	90
5.1. CONCLUSIÓN VARIABLE INFRAESTRUCTURA VERDE	90
5.2. CONCLUSIÓN VARIABLE ADAPTACIÓN	90
5.3. CONCLUSIÓN VARIABLE RIESGO	91
5.4. ANÁLISIS DE DATOS CUANTITATIVOS.	91
5.5. RESUMEN CAPÍTULO 6	91
ANEXOS.	92
BIBLIOGRAFÍA	134

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la modernidad y los progresos industriales traen consigo el desarrollo de diversos efectos nocivos a nivel mundial. Uno de estos efectos es la crisis provocada por el cambio climático, que se asocia con problemas medioambientales y fenómenos hidrometeorológicos extremos que causan inundaciones constantes e impredecibles. El objetivo de este documento es analizar los riesgos y consecuencias que estos fenómenos conllevan para los sectores urbanos.

A nivel mundial, se han desarrollado diversas medidas para atender la problemática anterior desde un enfoque sustentable, con el fin de mejorar el desequilibrio existente con el medio ambiente; y generar beneficios en diferentes escalas de acción. Estos métodos y sistemas se plantean con el objetivo de establecer una mejora social, ambiental y urbana.

En este documento se identifica el riesgo presente en el objeto de estudio y se diseña un plan que brinde una respuesta. En este caso, se propone el análisis de técnicas y sistemas que contribuyan al cuidado ambiental y a la restauración ecológica. Por lo anterior, se llevará a cabo un análisis de la Infraestructura Verde (IV) y sus elementos.

La infraestructura verde, a través del enfoque de diversos autores, es una respuesta que atiende esta problemática desde una perspectiva multidisciplinaria, con objetivos que beneficien la salud pública, mitigación de riesgos, aprovechamiento de los recursos y preservación de los ecosistemas, entre otros aspectos. En este estudio se enfocará el eje de acción hacia las funciones relacionadas con el agua y encontrar soluciones entorno a los fenómenos hidrometeorológicos extremos y sus riesgos dentro del espacio urbano.

CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTUDIO

El siguiente capítulo presenta la problemática del riesgo que enfrenta la población urbana a consecuencia de las inundaciones; la vulnerabilidad de dicha población está es determinada por diversos factores como la ubicación geográfica y la calidad de infraestructura existente.

Este capítulo se centra en de las inundaciones en la zona urbana, su crecimiento y efectos. Se plantea la estrategia de infraestructura verde de forma adaptable a los espacios urbanos, de manera que responda positivamente a los problemas y riesgos que puedan presentarse.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. ANTECEDENTES; RIESGOS POR DESASTRES NATURALES.

Como punto de partida, es importante mencionar las discusiones que han tenido lugar en organizaciones mundiales como la ONU (1972), la CEPAL (1971) y el PNUMA (1974). Estas discusiones han sentado las bases para una política de mejora ambiental a nivel nacional. El tema del medio ambiente ha adquirido cada vez más importancia para las autoridades, ya que se reconoce su papel crucial en el desarrollo económico y el crecimiento de las naciones.

“Evidentemente, a inicios de los años setenta del siglo XX, las elites políticas y económicas del primer mundo estaban conscientes de que el tema de neutralizar la crisis ambiental, de acuerdo a como ellos la entendían, no iba a ser fácil, más se trataba de su propia supervivencia”, Estenssoro, S. (2014, p.102).

Lo importante es que surge una manifestación de los Estados, donde coinciden los problemas causados por la crisis ambiental y el crecimiento urbano, provocando conciencia en la sociedad, despertando así al consciente colectivo a ser partícipe de este cambio de mentalidad que se requiere para poder establecer, comenzar y mantener un estilo de vida saludable con el espacio que se vive.

“El cambio climático es uno de los factores que debe tomarse en cuenta en cualquier programa de prevención y reducción de vulnerabilidad. Además, las ciudades en riesgo de inundación, para garantizar asentamientos seguros frente a estos fenómenos” Arreguín-Cortés, (2016, p.10).

Con lo anterior, se pretende abordar un estudio sobre el tipo de riesgo y las variaciones que se presentan para poder dar una respuesta factible y buscar una solución.

Es relevante mencionar que no existe un sistema que garantice la eliminación del riesgo, pero es factible visualizar los posibles impactos que pueden generarse en el futuro y prevenirlos para dar seguridad.

Por consiguiente, para establecer medidas de solución es preciso tomar en cuenta todos los factores que intervienen al determinar un riesgo. No solo se trata del medio ambiente y el espacio físico y urbano, sino también su población, con la finalidad de diseñar un sistema que se adapten a éstos en todos los sentidos. Para ilustrar lo anterior, es preciso mencionar que este estudio se enfocará en la incidencia de riesgos abordados a partir de los desastres naturales y en los efectos que estos conllevan.

Los desastres naturales siguen siendo un panorama que aumenta a través del cambio climático, como se explica en el libro "Desastres Naturales" de Delgadillo y Macías (1966), donde el autor nos ofrece un panorama general de las cifras que han sido protagonistas de las pérdidas a nivel mundial como resultado de los desastres naturales, lo que refleja la incapacidad de las ciudades para lograr un desarrollo digno.

Por ejemplo, según la Oficina para la Coordinación de los Asuntos Humanitarios, "América Latina y el Caribe (LAC) es la segunda región más propensa a los desastres naturales en el mundo, con 152 millones de personas afectadas debido a 1,205 desastres en el período 2000-2019" (Coordinación de Asuntos Humanitarios, 2020, p.2).

Desafortunadamente, este problema afecta a gran escala, causando no solo pérdidas materiales, sino también pérdidas de vidas. Esto es realmente preocupante y debe ser atendido con suma importancia.

Los acontecimientos llevan a la población a un estado de riesgo constante que los vuelve vulnerables, "Las inundaciones en las ciudades representan un gran problema a causa de la alta concentración de gente, de bienes e infraestructura afectada y en riesgo, lo que puede impactar en el desarrollo regional o incluso nacional", Aragón-Durand (2014, p.17).

1.1.2. RIESGO Y VULNERABILIDAD EN UBICACIÓN DE ESTUDIO.

Enfocando el estudio hacia el riesgo en México, se explica cómo es evidente que la mayor parte del territorio se encuentra propenso a sufrir los problemas causados por desastres naturales, tales como los fenómenos hidrometeorológicos extremos.

“México, por su ubicación geográfica, es susceptible a la presencia de eventos hidrometeorológicos extremos en el Golfo de México y el Océano Pacífico. Se ha estimado que 162 000 km² del territorio nacional son susceptibles de inundarse” Arreguín-Cortés (2016, p.5).

En la figura 1 se puede apreciar la ubicación y delimitación de los principales humedales del país, resaltando (flecha en rojo) al Estado de Sinaloa que, además de encontrarse rodeado por el océano Pacífico, es el Estado con mayor cantidad de humedales.

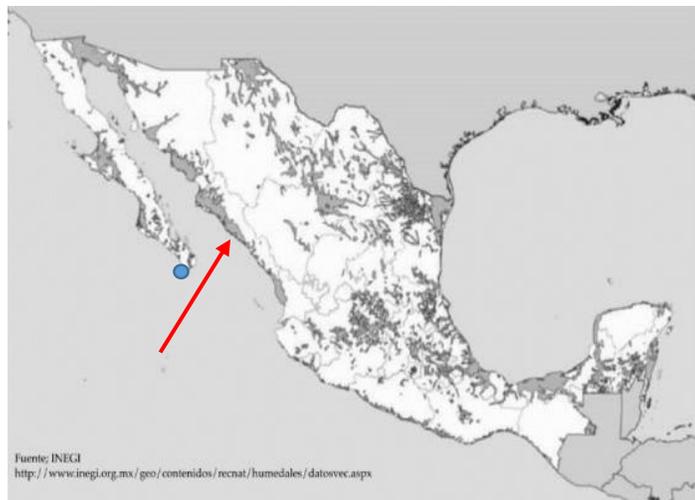


Figura 1. Mapa de Humedales potenciales en México (INEGI, 2015).

Por otro lado, en la Figura 2 se muestran las zonas del país que tienen un riesgo alto y muy alto por afectación de ciclones y huracanes.

La Ley General de Protección Civil (2012), en su artículo 2, inciso XXIII define a un fenómeno hidrometeorológico como “un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas, sequías, ondas cálidas y gélidas; y tornados”, “dichos fenómenos ocasionan grandes pérdidas económicas y materiales y muertes, lo que son tragedias incontables para el país” (CENAPRED, 2016, p.4).

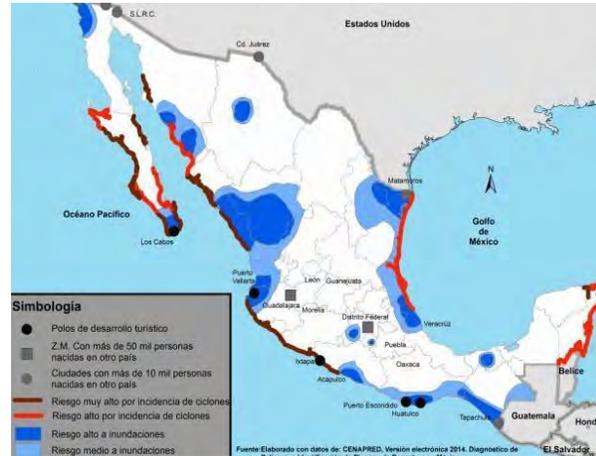


Figura 2. Zonas de México de riesgo alto y muy alto a inundaciones y huracanes. (Zambrano, 2014).

Por lo que se puede observar en las imágenes anteriores, en el caso de Sinaloa la mayoría de su territorio presenta un alto riesgo por impacto de desastres naturales tales como los fenómenos hidrometeorológicos.

En la Figura 3, se muestra al Estado de Sinaloa colindando con el océano Pacífico y los 11 ríos que lo cruzan; en particular se destaca la localidad de Culiacán, en la cual confluyen 3 de estos ríos (río Culiacán formado por la afluencia del río Tamazula y río Humaya), dejando a este municipio con alta vulnerabilidad a las inundaciones.



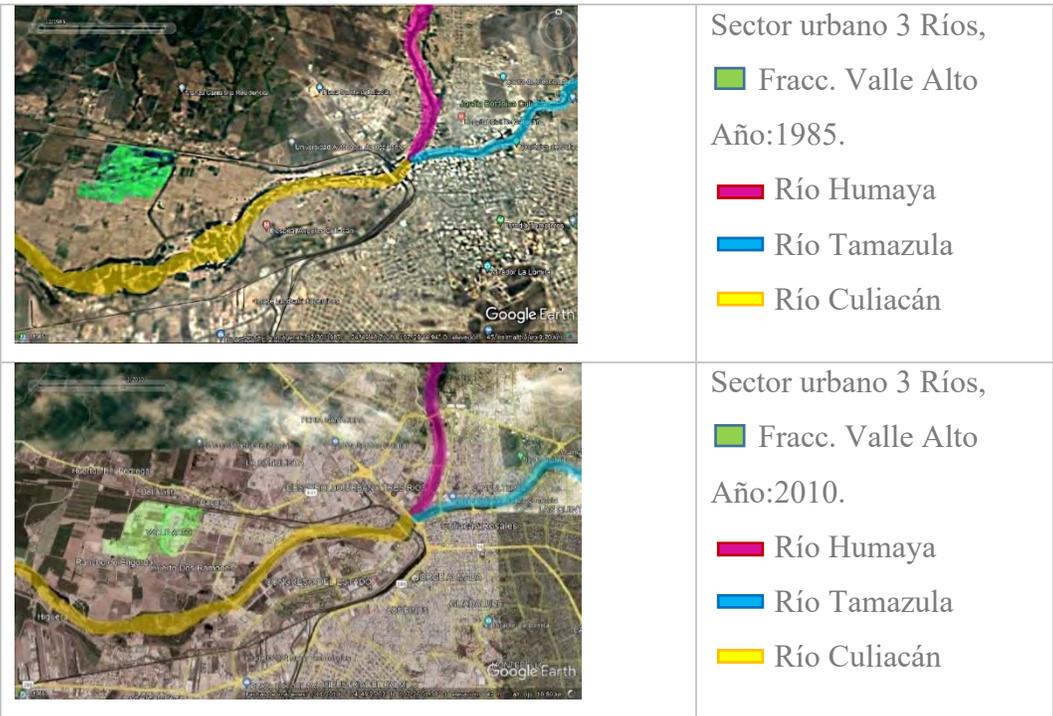
Figura 3. Mapa de Hidrografía Estado de Sinaloa (Planeta, 2020).

En suma, ante tales riesgos deben tomarse medidas que sean analizadas bajo los parámetros de la ciudad y sus niveles de vulnerabilidad, proponiendo medidas que contribuyan a mejorar la situación.

1.1.3. CASO DE ESTUDIO INUNDACIONES COMO FACTOR DE RIESGO EN CULIACÁN, SINALOA 2010-2020.

En Culiacán, Sinaloa, durante los últimos 12 años se han registrado dos eventos naturales destacados que han causado encharcamientos e inundaciones. Estos eventos son el huracán Manuel en 2013 y la tormenta tropical en 2018. Dichos sucesos representaron momentos de alto riesgo dentro del sector urbano de Valle Alto, con niveles de inundación significativos.

La figura 4 muestra como el cauce del río Culiacán ha sido invadido por las construcciones urbanas con el paso de los años en el sector urbano Tres Ríos; se puede apreciar que esa zona era una salida para el agua y tras las construcciones desde 1985 a 2022 se ha modificado por el crecimiento urbano, provocando inundaciones.



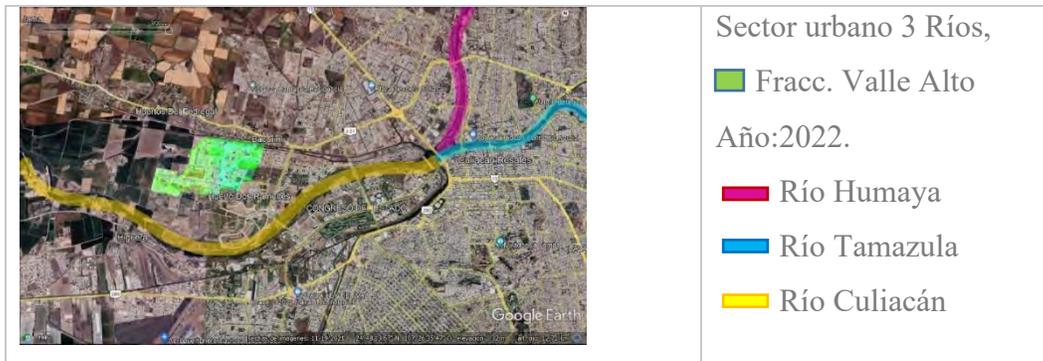


Figura 4. Mapas del sector urbano 3 ríos, en los años 1985, 2010 y 2022. Elaboración propia, con datos de Google Earth (2022).

El estudio se enfoca en el sector urbano Fraccionamiento Valle Alto, en Culiacán, Sinaloa, donde se realizó un análisis previo tomando como base al Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar en el municipio de Culiacán, Sinaloa como una zona que se encuentra con alto riesgo 2015, explicando que:

“Sitio Valle Alto: En este sitio se observó una gran urbanización, este sitio es el punto más bajo de la zona y existe actualmente un dren pluvial, pero se observó una baja capacidad hidráulica y además en el momento de la visita se observaba basura en la zona de captación del dren, (...)” (2015, p.183).

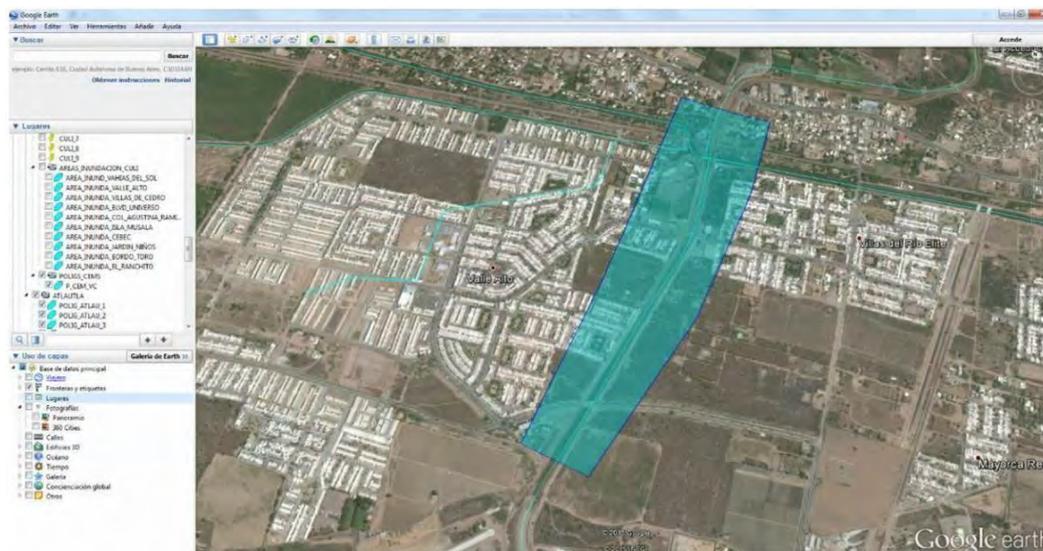


Figura 5.- Mapa de Zona inundable del dren de Bacurimi, a la izquierda se puede apreciar el sector Valle Alto. Elaborado por SEDATU y PRAH, con base a CEM 3.0 de INEGI (2015, p. 190).

En la figura 5 se delimita la zona adyacente a Valle Alto, conocida como dren de Bacurimi, como una zona de riesgo. Gráficamente se muestra el área propensa a inundaciones alrededor del dren, ubicada entre el fraccionamiento de Valle Alto y Villas del Río.

De acuerdo a lo comentado por personal de Protección Civil del Municipio (2015, p.190), en esta zona se alcanza un tirante de aproximadamente 1.5 metros y alrededor de 800 casas resultan afectadas cada vez que se registra una precipitación pluvial mayor a 50 mm (las zonas inundadas se muestran en el plano).

1.1.4. INUNDACIÓN HURACÁN MANUEL 2013.

En 2013, se registró el primer impacto por inundación dentro del fraccionamiento Valle Alto, a partir de un huracán de tipo 1.

“En Culiacán, Manuel (el huracán) registró una cifra récord de 412 mm de lluvia, que casi es equivalente a la precipitación que se registra en un año normal. Esto dejó como saldo la muerte de dos menores que fueron arrastrados por las corrientes de agua, 80% de la población quedó sin agua potable y miles de usuarios sin energía eléctrica; la crecida de los ríos Humaya y Tamazula y el desbordamiento del río Culiacán inundaron decenas de colonias, además de dejar numerosos árboles caídos.” (Soto, G., (2015).

1.1.5. INUNDACIÓN DEPRESIÓN TOPICAL 19-E, 2018.

“La noche de ayer el gobernador de Sinaloa, Quirino Ordaz Coppel, explicó que llovieron 370 litros por metro cuadrado en Culiacán; en Los Mochis, 238, y en Ahome, 359 durante 24 horas.” (La Jornada, 2018).



Figura 6. Desastres por lluvias en Valle Alto, (Noroeste, 2018).

Se registraron niveles menores al huracán Manuel, pero con igual incidencia de inundaciones en el fraccionamiento Valle alto, como puede apreciarse en la figura 1.

“En Valle Alto, Culiacán, el agua le llega al pecho; dos horas y media de intensas lluvias bastaron para que el agua subiera casi dos metros en este sector.” (Olazábal, 2018).

El sector de Valle Alto es el que registró el mayor problema de inundaciones. Decenas de familias estaban fuera de sus domicilios luego de que el agua ingresara a sus viviendas.

Se determina por tanto al fraccionamiento Valle Alto como un sector que presenta inundación al recibir altas cantidades de precipitación, el cual pertenece a una zona de riesgo.

Es también un fraccionamiento que presenta un crecimiento continuo del sector urbano y zonas habitacionales, todo esto disminuye las áreas naturales y verdes que ayudan a absorber, lo que indica una pérdida de filtración.

1.1.6. DATOS RECIENTES.

En los últimos años no han sido registradas inundaciones, pero sí eventos naturales tales como el huracán Pamela que fue pronosticado con altos niveles de riesgo (Castro, G., 2021). Por suerte para la población este fenómeno se desvió y no impactó de lleno en el municipio, aun así, se registró un pronóstico de hasta 350 mm por m² en Culiacán.

“Culiacán, Sinaloa. - Al ser un total de 50 kilómetros de longitud que tiene el huracán Pamela, son seis municipios de Sinaloa en los que se estima se generen inundaciones y deslaves, advirtió Lucy Robles, coordinadora del servicio Meteorológico Nacional (SMN).” (Castro, G., 2021).

Siendo un huracán que no logró un impacto de desastre, el huracán Pamela descendió su potencia hasta tormenta tropical durante el 2018, un año donde se registraron precipitaciones constantes en Culiacán, Sinaloa, de menor nivel, según la información aportada por los periodistas locales donde: “Las precipitaciones de las últimas horas han captado más de 75 milímetros por metro cuadrado en la zona urbana del municipio de Culiacán, lo que ha generado encharcamientos y vialidades parcialmente cerradas para evitar afectaciones.” (El Debate, 2018). Encontrando niveles menores de precipitación en los años posteriores a los eventos fenomenológicos antes mencionados.

Para realizar el estudio en la zona de Valle Alto, se seleccionaron las AGEB urbanas proporcionadas por la plataforma de INEGI (2021), donde contienen las manzanas dentro de las AGEBS ubicadas en las zonas de riesgo del área y obtener la información requerida.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La crisis ambiental actual ha desencadenado fenómenos hidrometeorológicos extremos que representan una amenaza para la población, dejándola en un estado de vulnerabilidad. Estos eventos tienen graves impactos negativos en las zonas de riesgo por inundación. Por lo tanto, es necesario abordar esta situación para comprender y mitigar los efectos de la crisis ambiental en la seguridad y el bienestar de la población afectada de del sector Valle Alto en Culiacán, Sinaloa.

1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los elementos de la Infraestructura Verde que pueden adaptarse como herramientas efectivas para reducir los impactos y las amenazas en las zonas de riesgo por inundación en el sector Valle Alto, Culiacán, Sinaloa?

1.4. HIPÓTESIS

La infraestructura verde, adaptada de manera efectiva, tiene el potencial de reducir la vulnerabilidad a las inundaciones en zonas de alto riesgo, generando beneficios sociales y

económicos. Su implementación adecuada puede brindar un enfoque sustentable y de mitigación a los problemas de inundación, ofreciendo soluciones eficaces y sostenibles en dichas áreas.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. TEMÁTICA

De acuerdo con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (CEPAL, 2016), se reconocen los siguientes objetivos que destacan la necesidad y la propuesta de implementar infraestructuras que fomenten el desarrollo sostenible para mejorar los enfoques globales en el futuro.

El Objetivo 9 descrito dentro de la Agenda como “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación” busca construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. El crecimiento y la urbanización actuales requieren nuevas inversiones en infraestructuras sostenibles, que permitan a las ciudades ser más resistentes al cambio climático, impulsar el crecimiento económico y mantener la estabilidad social.

Las metas del Objetivo 9 incluyen: 9.1 El desarrollo de infraestructuras confiables, sostenibles, resilientes y de calidad, haciendo énfasis en el acceso asequible y equitativo para todos. También se busca: 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales, especialmente en los países en desarrollo, fomentando la innovación y aumentando significativamente el número de personas involucradas en investigación y desarrollo (CEPAL, 2016, p.25).

Por otro lado, el Objetivo 13 “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos” se centra en la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Esto implica: 13.1 Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos climáticos y desastres naturales en todos los países, así como 13.2 Incorporar medidas relacionadas con el cambio climático en las políticas y planes nacionales.

Estos objetivos fundamentan la proyección de esta investigación, que se orienta hacia un desarrollo sostenible e innovador mediante la implementación de infraestructuras que se ajusten a las necesidades actuales.

1.5.2. CONCEPTUAL

La infraestructura verde es un instrumento de aplicación para el beneficio de la sociedad, una solución multifuncional que se propone por las instituciones para la mitigación al cambio climático el cual da origen a los fenómenos hidrometeorológicos extremos.

En la figura 2, se muestra la hoja de ruta de *Implementación de Infraestructura Verde como Estrategia para la Mitigación y Adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas (2018)*, se observa como la Infraestructura verde trabaja a diferentes escalas dentro de una ciudad, explicando también cuáles son los beneficios en que cada elemento acciona.

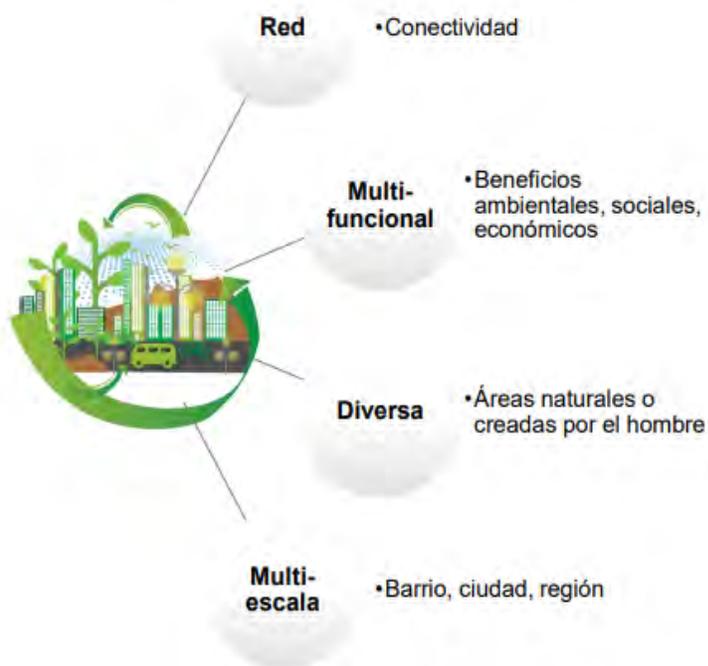


Figura 7. Elementos que definen la Infraestructura Verde; (Quiroz Benítez D., 2018 p.5).

Para concluir la justificación conceptual, es preciso indicar que la infraestructura verde cuenta con cuatro diferentes ejes de acción: agua, movilidad, espacio público y biodiversidad, los cuales actúan interrelacionados, dentro de esta investigación, se realizará un enfoque en el eje de agua, que atiende los temas relacionados con la problemática a

tratar en este documento. Las siguientes descripciones son tomadas de *Suarez et al.*, (2011), citadas por Quiroz, B., (2018, p.6).

- *AGUA*: Acciones enfocadas a contribuir en la disminución del colapso en los sistemas de drenaje y aparición de inundaciones, así como fomentar el tratamiento, captación y distribución del agua.
- *MOVILIDAD*: Promover la movilidad sustentable (sistemas peatonales, ciclistas y transporte público) a través de la inducción de calles que permitan la formación de corredores de infraestructura verde (calles completas y verdes).
- *ESPACIO PÚBLICO*: Representa los hábitos, puntos de encuentro social, diseño urbano, paisaje urbano, que pretenden aminorar la inequidad en la accesibilidad y calidad del espacio público.
- *BIODIVERSIDAD*: Inclusión de las especies vegetales y animales que permitan la restauración de ecosistemas fragmentados por el paisaje urbano e influyan en la articulación de éste con la biodiversidad, manteniendo las funciones ecológicas originales y la prestación de servicios ecosistémicos que éstos brindan.

De manera conceptual se tiene una amplia línea de acción, interpretando la garantía de su aportación hacia una mejora del medio ambiente promoviendo los beneficios orientados hacia la problemática medio ambiental señalada.

1.5.3. INFRAESTRUCTURA VERDE PARA MITIGAR EL RIESGO.

Dentro de la planeación de una ciudad, es necesaria la implementación de sistemas que absorban los impactos o se adapten para ayudar a mitigar los riesgos, y es como en años atrás se consideraba que los escasos de este tipo de sistemas hacen más propensa a la ciudad a sufrir daños por falta de estructuras que resistan y aporten seguridad.

Es fundamental introducir una estrategia que aborde las necesidades y cumpla con una planificación viable para el progreso de los espacios, desde un enfoque sustentable y seguro. Esto busca construir un futuro mejor tanto para los habitantes como para el medio ambiente. En este sentido, la infraestructura verde se presenta como una opción factible, aprovechando sus diversos enfoques y seleccionando aquellos que se adapten mejor al tipo de riesgo que se pretende mitigar. La infraestructura verde cubre estas necesidades al

fomentar la biodiversidad y al involucrar a disciplinas especializadas en el tema. Es un esfuerzo conjunto establecer los parámetros adecuados para esta infraestructura, ya que implica el trabajo de muchas disciplinas.

1.5.4. ESPACIAL

Para realizar el siguiente estudio se eligió al sector de Valle Alto, Culiacán, Sinaloa, el que se considera vulnerable por su condición geográfica. En la figura 3, se observa la ubicación de Fraccionamiento de Valle Alto (circulo), donde se encuentra entre un canal de riego (canal Rosales) y el río Culiacán, siendo observable la vulnerabilidad alta en esta zona.

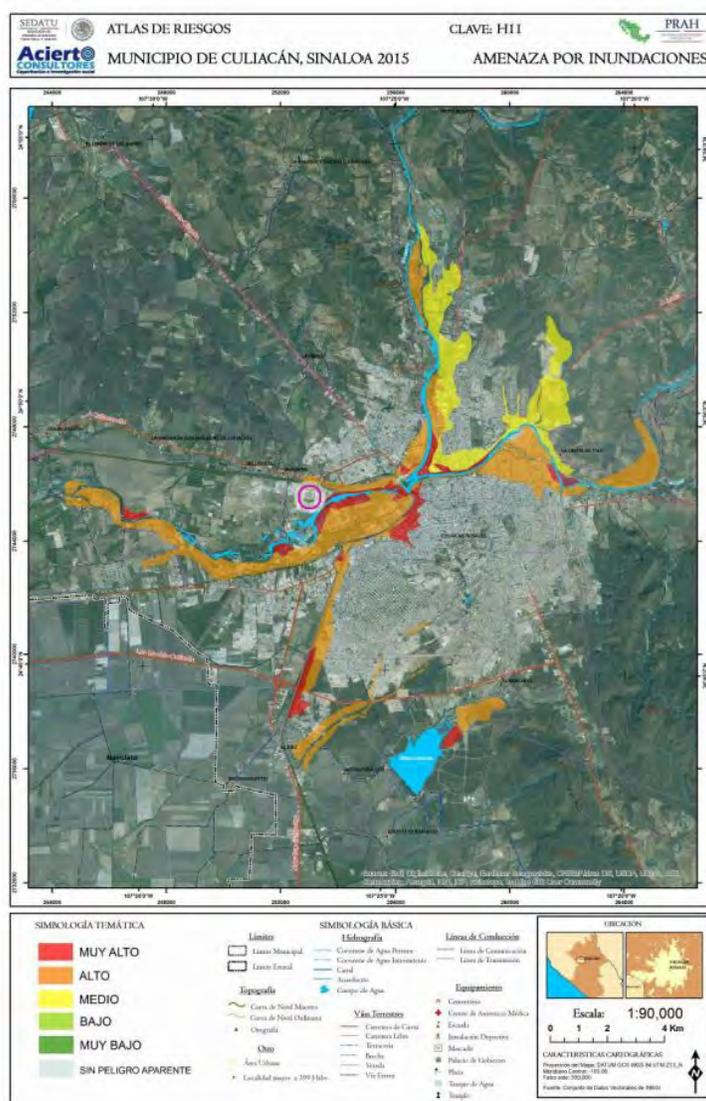


Figura 8. Atlas de riesgo por inundación. Elaborado por SEDATU y PRAH, con base a INEGI (2015, p.188).

También, el Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar en el municipio de Culiacán, Sinaloa (2015) cataloga el área de Valle Alto como una zona que se encuentra con alto riesgo, figura 4.

Peligro	Nivel	Localidad o colonia	m2 afectados	Casas con afectación
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Isla Musala	148649,82	200
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Isla Musala	684660,88	200
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Isla Musala	60939,88	50
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Isla Musala	643637,31	500
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Valle Alto	271029,65	600
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Valle Alto	130661,23	200
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Valle Alto	125548,41	100
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Valle Alto	888511,66	350
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Valle Alto	203803,59	80
Áreas sujetas a inundación recurrente	Muy alto	Isla Musala	317954,51	50

Figura 9. Nivel de riesgo por localidad, Elaborado por SEDATU Y PRAH, con base a CEM 3.0 de INEGI (2015, p.190).

“Sitio Valle Alto: En este sitio se observó una gran urbanización, este sitio es el punto más bajo de la zona y existe actualmente un dren pluvial, pero se observó una baja capacidad hidráulica y además en el momento de la visita se observaba basura en la zona de captación del dren, (...)” (Programa de prevención de riesgos en asentamientos humanos (PRAH), 2015, p.183).

Es por tanto que se selecciona esta zona al tener registros de vulnerabilidad y peligro, siendo un área potencial para el análisis.

1.5.5. TEMPORAL

El siguiente proyecto de investigación se realizará a partir de un análisis desde el periodo de estudio del año 2010 hasta el 2021. Donde las visiones de indagación en el área se desarrollarán dentro de estos años.

1.6. DELIMITACIÓN

Dentro de este apartado se disponen las limitaciones de este estudio, cuál será la profundidad del tema respecto a los términos conceptuales, del espacio físico, así como el tiempo en el que se desarrollará la investigación.

1.6.1. CONCEPTUAL

Los conceptos que se desarrollaran parten del título de la investigación, donde cada una de las variables se desprenden los conceptos principales que adentran los objetivos de la investigación.

- Infraestructura verde es la variable independiente, y se abarcaran los conceptos; Sustentabilidad Urbana, Planificación Urbana y Desarrollo Sustentable.
- Adaptación es la variable dependiente, abarca los conceptos; mitigación y prevención.
- Riesgo es la variable interdependiente en este se desarrollan los conceptos; vulnerabilidad, amenaza e impacto.

1.6.2. ESPACIAL

Para poder entender los límites espaciales que abarca la investigación, se presentan la ubicación y el contexto del sector elegido.

1.6.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El municipio de Culiacán se localiza en la parte central del Estado de Sinaloa, colinda al norte con los municipios de Mocorito, Badiraguato y con el estado de Durango; al sur con el municipio de Elota y el Golfo de California; al oriente con el Estado de Durango y los municipios de Cosalá y Elota; y al poniente con el Golfo de California y los municipios de Navolato y Mocorito” (SEDESOL, 2016).



Figura 10. Georreferencia de sector Valle Alto, Culiacán, Sinaloa. Elaboración propia con base a <https://googlemaps.com/> (2021).

1.6.4. ZONA DE ESTUDIO

La investigación se focaliza en el fraccionamiento de Valle Alto, donde gráficamente podemos observar que es una zona periurbana, ubicada entre el río Culiacán y un canal de riego, los cuales la vuelven vulnerable a las inundaciones.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluación de la implementación de Infraestructura Verde como herramienta de adaptación en zonas de inundación para mitigar el riesgo en Valle Alto, Culiacán, Sinaloa.

1.7.2. OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar zonas de inundación y sus características en el sector Valle Alto.
2. Identificar y cuantificar los elementos de Infraestructura Verde existentes y su ubicación en el sector Valle Alto.
3. Caracterizar los tipos de elementos de Infraestructura Verde existentes en la zona valle alto y su adaptación.
4. Identificar las zonas de vulnerabilidad a la inundación y sus variables dentro del sector Valle alto.

1.8. RESUMEN CAPÍTULO 1.

En este capítulo se plantea el diagnóstico de la problemática en los diferentes niveles de afectación: territorial, económica y social. Se analiza cómo la ciudad ha evolucionado a lo largo del tiempo y se delimita la zona de estudio para observar el problema dentro de ella. Además, se proporciona una justificación a nivel temático, conceptual y espacial, definiendo la información de ubicación y el marco temporal en el que se llevará a cabo la investigación. A través de este enfoque, se identifican las estrategias y los objetivos que se abordarán en la investigación.

CAPITULO 2. ESTADO DEL ARTE

2.1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

2.1.1. CONCEPTOS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: INFRAESTRUCTURA VERDE.

- ❖ Definición del concepto “*Sustentabilidad urbana*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Sustentabilidad urbana, se define a partir de retomar a los autores; Freddy Alexis Aponte Páez (2007), Oswaldo López Bernal (2004), José Luis Lezama y Judith Domínguez (2006), y se presenta el concepto como una interacción equitativa entre la sociedad, el medio ambiente y lo económico, siendo adaptado a las necesidades específicas del espacio físico de la ciudad con la finalidad de aportar una seguridad presente y a futuro entre los aspectos que interactúan entre sí dentro del espacio urbano, para conllevar a su mejora.

“El concepto de sustentabilidad urbana es considerado como un estado de equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental en el espacio de la ciudad.” (Aponte Páez, 2007).

“Sustentabilidad urbana se concibe como un concepto sistémico, a partir del cual se origina un concepto alternativo de ciudad, en el cual un asentamiento tiene la capacidad de proporcionar en forma duradera y eficiente la energía y los recursos (...)” (López Bernal, 2004, p.14).

“Para hablar de sustentabilidad urbana hay que referirse a las tres dimensiones que integran el principio: la social, la económica y la ambiental.” (Lezama y Domínguez, 2006, p.160).

- ❖ Definición del concepto “*Planificación urbana*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Planificación urbana, se define como el proceso de ordenamiento pertinente en una ciudad, enfocado en que los aspectos socio culturales, económicos y ambientales estén establecidos en prosperidad, con espacios y conexiones dignas entre sí, ayudando a eficientizar las funciones de cada espacio generando un desarrollo consciente que se adapta a las necesidades del lugar y su población.

“De manera interdisciplinar, se debe trabajar hacia una nueva concepción económica solidaria y social, enfocada a una prosperidad donde la sostenibilidad ambiental cimente la pauta del bienestar social. (Guida Piqueras, 2017, p.46).

“(…) proceso abierto y flexible, y que necesariamente ha de adaptarse a las particularidades locales y a los objetivos que pretendemos conseguir en el plan. (Acero, C. et al., 2019, p.51).

“Por ello, actuaciones tales como la mejora física de los espacios públicos, la mejora de la accesibilidad y habitabilidad o la rehabilitación de edificios, en los barrios considerados vulnerables, pueden ayudar a *lograr una mayor cohesión e integración social que fomente la sostenibilidad*”. (Echevarría, et al, 2003, p.649).

- ❖ Definición del concepto “*Desarrollo sostenible*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Desarrollo sostenible es definido como un equilibrio en el desarrollo de una ciudad y su biodiversidad, que fomente el bienestar social y económico al proporcionar una interacción saludable entre la sociedad, el espacio y la naturaleza, para integrar un desarrollo económico con beneficios a futuro.

“La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo dice con toda claridad que el concepto de un desarrollo sostenible debe ser el principio rector y que el desarrollo económico y social y el ambiente deben considerarse como un todo único.” (Naciones Unidas, 1987, p.41).

“El concepto de «*Desarrollo Sostenible*» respondió en sus inicios a la necesidad de considerar el vínculo entre el crecimiento económico y sus efectos más o menos inmediatos sobre el medio natural,” (Díaz et al., 2013, p.7).

“Las inversiones en infraestructura (transporte, riego, energía y tecnología de la información y las comunicaciones) son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible y empoderar a las comunidades en numerosos países. (Naciones Unidas, 2016, p.25).

2.1.2. CONCEPTOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE; ADAPTACIÓN.

- ❖ Definición del concepto “*mitigación*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Mitigación, se determina como una serie de medidas que se aplican a la planificación de una ciudad, enfocadas en adaptarse para aminorar los riesgos antes,

durante y después del impacto por un fenómeno extremo, ayudando a mejorar la calidad de vida y seguridad para la población.

“Mitigación: son las medidas tomadas con anticipación al desastre y durante la emergencia, para reducir su impacto en la población, bienes y entorno.” (PRAH, 2015, p.318).

“La combinación de las diferentes medidas de mitigación, así como el momento para aplicarlas, dependerá de las características específicas de cada proyecto y de los valores de la biodiversidad que se verán afectados.” (*Hardner et al.*, 2015, p.22).

- ❖ Definición del concepto “*evitar*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Evitar, son acciones que se enfocan prevenir que sucedan riesgos, adaptando los proyectos con medidas de soporte para los problemas por fenómenos extremos que afectan el espacio, su objetivo es habilitar el espacio para poder soportar los fenómenos a futuro.

“Evitar: se adoptan medidas destinadas a prevenir completamente el impacto sobre los valores de la biodiversidad, como por ejemplo cambiar el diseño espacial de un proyecto para evitar los impactos en lugares específicos” (*Hardner, et al.*, 2015, p.21).

“La experiencia adquirida en las etapas anteriores del ciclo de la prevención debe incorporarse para redefinir políticas de planeación, mitigación y reducción de vulnerabilidades, y evitar la reconstrucción del riesgo, es decir que un mismo fenómeno vuelva a impactar en el futuro de manera semejante.” (CENAPRED, 2006, p.15).

- ❖ Definición del concepto “*Prevención*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Prevención, como una serie de medidas que buscan proteger y mitigar los riesgos y sus impactos, estas son un conjunto de normas y programas, locales y nacionales que abarquen este tema siendo un orden entre información y diseño de sistemas que ayuden a la seguridad de la población, impidiendo o disminuyendo su riesgo ante la aparición de fenómenos.

“Prevención: conjunto de medidas destinadas a evitar y/o mitigar el impacto destructivo de los desastres, incluye planes de seguridad y varias líneas de acción, destacando aspectos de

planeación, organización, educación y capacitación, participación social, comunicación y control y evaluación.” (Delgadillo, 1996, p.93).

“La estrategia de la prevención establece tres pasos fundamentales. Primero, conocer los peligros y amenazas para saber dónde, cuándo y cómo nos afectan. Segundo, identificar y establecer en el ámbito nacional, estatal, municipal y comunitario, las características y los niveles actuales de riesgo ante esos fenómenos. Por último, diseñar acciones y programas para mitigar y reducir oportunamente estos riesgos a través del reforzamiento y adecuación de la infraestructura, mejorando normas y procurando su aplicación, y finalmente, preparando e informando a la población para que sepa cómo actuar antes, durante y después de una contingencia”, (CENAPRED, 2006, p.5).

2.1.3. CONCEPTOS DE LA VARIABLE INTER-DEPENDIENTE; RIESGO.

- ❖ Definición del concepto “*Vulnerabilidad*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Vulnerabilidad se considera como una probabilidad alta de que un proyecto, lugar o sociedad pueda sufrir daños, considerando con un alto riesgo de impactos por fenómenos, teniendo una disposición física o de sus sistemas a que ocurra con más facilidad un desastre.

“Se llama vulnerabilidad, a la propensión de estos sistemas a ser afectados por el evento; la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad de daño.” (CENAPRED, 2021, p.11).

“Es un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.” (PRAH, 2015, p.23).

“La vulnerabilidad se relaciona al impacto, o probabilidad de que existan futuras amenazas; un valor vulnerable de la biodiversidad es aquel que ha experimentado una rápida pérdida en la historia reciente y/o que se enfrenta a amenazas actuales que llevarán a pérdidas rápidas.” (Hardner, et al., 2015, p.15).

- ❖ Definición del concepto “*Amenaza*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Amenaza es la posibilidad de que suceda un riesgo con un gran impacto, donde se mantiene la conciencia de que puede ocasionar un peligro por desastre y deja daños severos, siendo un espacio, sociedad y economía amenazado por las probabilidades de que ocurra.

“Las amenazas globales son la encarnación de los errores de toda una era de industrialismo; son una especie de regreso colectivo de lo reprimido. (Beck, U. 2002, p.73).

“Riesgo inminente de ocurrencia de un desastre. Puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad y dirección determinada. Signo de peligro, desgracia o molestia” (PRAH, 2015, p.311).

“Desde el punto de vista del diagnóstico de riesgo, los agentes perturbadores representan una amenaza, de la cual hay que determinar el potencial, o peligro de que llegue a generar desastres cuando incide sobre ciertos sistemas afectables.” (CENAPRED, 2021, p.8).

- ❖ Definición del concepto “*Impacto*” elaboración propia con base a los autores mencionados.

Impacto, como el resultado de forma física o moral dentro de un espacio y su población al haber sido afectado por un desastre, son los vestigios del suceso, producto que no puede medirse del todo y puede ocasionar daños indeseables y en ocasiones irreparables, puede ser visto como los daños colaterales.

Cualquier incidencia de un agente, elemento o suceso sobre el sistema afectable (población y entorno), que produce efectos indeseables (sismos, altas temperaturas, huracanes, etc.). (PRAH, 2015 p.317).

“Es decir, el impacto está temporalmente abierto y sólo perceptible como sintomático (y por tanto cognoscible) después de que se materializa en un fenómeno "cultural" visible en algún tiempo y en algún lugar.” (Beck, U. p.229).

“Los impactos potenciales son aquellos que podrían suceder en la ausencia de manejo dentro del área de influencia del proyecto.” (Hardner et al., 2015, p.12).

2.2. TEORÍAS Y TEÓRICOS

2.2.1. PRECURSORES: EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Calaza, P., (2016) propone; una lista de cómo ha ido tomando forma la infraestructura verde como tal, por lo cual, se mencionan los siguientes:

- 1.- “Parques Victorianos, por Federick Law Olmstead (1858). (Central Park, Prospect Park, etc.).
- 2.- Parques Regionales, Bosques Nacionales,
- 3.-Benedict & McMahon (2000), acuñó el término “Infraestructura verde”, Estrategias de espacios verdes, comunidad verde, etc...
- 4.- Aparición de la política de Infraestructura verde en Inglaterra

Así mismo, afirma La Federación Española de municipios y provincias, que “debemos ser conscientes de que los intereses de hoy en día incorporan el bienestar, la calidad de vida y la integración y respeto con el medio natural” (FEMP, 2016, p.35). Observándose en la figura 6 la diversidad de aplicación de la IV.



Figura 11. Funciones de la Infraestructura verde, retomado de FEMP (2015, p.12).

La IV se ha manifestado a través de la aplicación de áreas verdes y sistemas de aprovechamiento ecológico, por lo que la implementación urbana de estas características ha sido considerada como una herramienta factible para contribuir al beneficio del

medio físico y natural, dentro de estos estándares William Penn (1681), es un iniciador, por los siguientes puntos expresados.

“William Penn puede ser considerado el primer planificador de la infraestructura verde en la historia. En 1681 avanzó en la integración del paisaje y ciudad en América visionando Filadelfia como “Green Country Town”. (...) su visión de la ciudad comprendía grandes estados, bien organizados por vecindarios, con la existencia de exuberante vegetación, lo cual está muy relacionado con la salud pública y la seguridad.” (Calaza, P., 2016, p.35).

“Cuando Penn inspeccionó un sitio para una nueva ciudad ubicada entre los ríos Delaware y Schuylkill, buscó contrastar de manera pacífica con las condiciones indignas y abarrotadas de Londres. Penn describió una "ciudad verde en el campo" y trazó una cuadrícula con calles anchas, lotes espaciosos para viviendas y plazas públicas verdes. Llamó a su ciudad "Filadelfia", que en griego significa "ciudad del amor fraternal"]” Explica The Joseph & Bessie Feinberg Foundation, (2020, p.1).

Es importante expresar que William Penn estableció acertadamente las planificaciones en la ciudad, los alcances de infraestructura con tendencia paisajística a partir del aprovechamiento de recursos naturales, lo que ha logrado proveer seguridad y beneficios sustentables y a futuro para el espacio.

Siendo, por lo tanto, los elementos más conocidos o identificables de la infraestructura verde los parques y jardines.

2.2.2. CONSOLIDADORES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Por otro lado, el hecho de que esta sea una herramienta multifuncional “Las definiciones más utilizadas son muy diferentes y dependen tanto de los elementos que la componen como del contexto geográfico y funcional. Por ejemplo, en EE.UU. se ha enfocado desde un prisma más aplicado al medio urbano, especialmente para la gestión de aguas (apoyada por la Agencia de Protección Medioambiental de EE.UU.-EPA); por su parte, en Europa comenzó como una estrategia conservacionista para ampliar después su aplicación y

desarrollo espacial. En nuestro continente ha tenido más de 20 definiciones.” (Calaza, 2015, p.18).

Tenemos con base al planteamiento del proyecto infraestructura verde en los pedregales donde Suárez, A. et al., (2011) desarrolla, selecciona y ubica una serie de infraestructuras posibles de instalar en entornos intensamente urbanizados, colindantes y cercanos a una importante zona de reserva de El Pedregal en la cual se ha desarrollado la mayor parte de la investigación en torno de este ecosistema, por tal razón es un modelo que toma en cuenta factores sociales, económicos, administrativos y demográficos, adicionalmente a las particularidades ambientales ampliamente estudiadas.

Así como explica Suárez, A. et al., (2011), el modelo de infraestructura verde propuesto contempla acciones no solamente de protección sino de restauración del ecosistema original y convivencia ciudadana a través de fomentar la conectividad entre espacios abiertos desarrollando múltiples iniciativas y prototipos de permeabilidad “repavimentación”, mejoramiento del espacio público, sensibilización y adecuación de las infraestructuras convencionales.

Dentro del estudio podemos retomar la interacción con la zona y como se busca adaptarse a partir de un análisis del espacio de estudio, integrando la infraestructura verde de manera armónica y funcional.

2.2.3. VANGUARDISTAS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE.

“La infraestructura verde se configura como un activo esencial de desarrollo sostenible en la ordenación territorial que pone en valor el componente ambiental del territorio en la planificación y en el crecimiento de las demandas de uso de suelo para usos y actividades residenciales, dotacionales o productivas, desde el principio de desarrollo territorial y urbano sostenible.” (Cantó, M., 2014, p. 11).



Figura 12. Elementos de infraestructura verde y regional, (Cantó, M., 2014, p.11).

Esta estrategia de conservación opera primero a escala de paisaje, y se fija idealmente, antes de que comience el desarrollo, después se integra a escala local, donde el enfoque de la infraestructura verde se centra en los árboles de las ciudades, los hábitats y los arroyos, los parques, los senderos, y más recientemente los suelos de buena calidad y las oportunidades de restauración del suelo, por ejemplo, en los solares vacantes” (Cantó, M., 2014 p.12).

Según Cantó, M., (2014) afirma que este plan contiene una serie de acciones que se desarrollarán para facilitar la transición entre el paisaje urbano y rural.

Tales como: “La delimitación de recorridos escénicos y de las zonas de afección visual desde las redes de comunicación. Una vez aprobado, las administraciones públicas implicadas quedan vinculadas establecen los criterios y directrices para la elaboración de estudios de paisaje y de integración paisajística a realizar las actuaciones precisas sobre los objetivos de la infraestructura verde” (Cantó, M., 2014, p.15).

Aplicación de una interpretación del paisaje existente que se amalgama con la propuesta de infraestructura nueva, aprovechamiento de los recursos que busca el beneficio de la sociedad.

Tabla 1. Componentes claves de la infraestructura verde, elaboración propia tomando como base a Suarez et al., 2011, p.9.

COMPONENTES CLAVES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE			
AGUA	MOVILIDAD	ESPACIO PÚBLICO	BIODIVERSIDAD
Infiltración	Escolares	Hábitos	Corredores y pasajes lineales
Captación	Caminantes	Punto de encuentro social	
Tratamiento	Bicicletas	Diseño urbano	Especies vegetales
Distribución	Carga	Paisaje urbano	

Estos cuatro puntos de acción, funcionan para direccionar el enfoque de cualquier estudio, pueden ser aplicados en conjunto aportando los beneficios en todas direcciones, o también establecerse individualmente, desarrollando más a fondo cada rubro y la diversidad de elementos que pueden ser aplicados desde cada uno.

2.3. CONCEPTOS Y CONCEPTUALIZACIÓN

2.3.1. INFRAESTRUCTURA VERDE

“El diseño e instalación de infraestructuras urbanas se debe orientar hacia la prevención de problemas ambientales y el mejoramiento del entorno existente” Suárez et al, (2011, p.6).

“Estrategia de planificación que requiere posicionar al territorio como un sistema en el que interactúan escalas como el barrio, la ciudad y la región con sus respectivas infraestructuras, y en el que los espacios verdes desempeñen un papel necesario como punto de ordenamiento”, Valdés P, (2016 p.47).

(...)la IV no es solo una red de espacios protegidos o de corredores ecológicos, se trata de un concepto que abarca mucho más territorio desde un prisma multiescalar (es una red planificada estratégicamente y gestionada coherentemente), multifuncional (son soluciones que aportan de forma simultánea múltiples servicios

a los seres humanos: alimentos, ocio, cultura, calidad del aire, etc.) y multisectorial (es una estrategia de todos y para todos en la que tiene cabida un amplio elenco de sectores implicados). La IV es una red que está constituida anatómicamente por nodos (núcleos) y conectores; los nodos no tienen necesariamente que ser sólo los espacios protegidos. La base fundamental de esta red ecológica es la integración de la biodiversidad y la multifuncionalidad de tal modo que su gestión se concibe desde una perspectiva sistémica, Calaza (2015, p.11).

A partir de los conceptos anteriores, puede definir a la Infraestructura verde como una herramienta multifuncional que busca establecer una red de beneficios en la ciudad, aprovechando los recursos y ecosistemas, para así brindar un impacto sustentable en la forma de planear las ciudades, y que a su vez crea técnicas conscientes de las problemáticas actuales, donde se relacionan las actividades humanas y el cuidado ambiental. Sus principios buscan generar cambios en los diferentes niveles sociales, aportando mejoras económicas y ambientales.



Figura 13. Componentes de eje Agua de la IV. Elaboración propia (2021).

2.3.2. ADAPTACIÓN

“La capacidad de adaptación. Este último componente se refiere a la habilidad de ajuste sustentable a largo plazo ante las perturbaciones, puede incluir reacciones en el sistema que modifican la sensibilidad y la exposición a perturbaciones. Dichas perturbaciones pueden ser las distintas afectaciones provocadas por el cambio climático (ej. los fenómenos meteorológicos extremos y la degradación del medio ambiente).” Castillo G., (2017, p.5).

Existe una amplia gama de opciones de adaptación con miras a reducir los riesgos para los ecosistemas naturales y gestionados (p. ej., la adaptación basada en los ecosistemas, la restauración de ecosistemas y la prevención de la degradación y la deforestación, la gestión de la biodiversidad, la acuicultura sostenible, y los conocimientos locales e indígenas), los riesgos del aumento del nivel del mar (p. ej., la defensa y el refuerzo de las costas), y los riesgos para la salud, los medios de subsistencia, los alimentos, el agua y el crecimiento económico, especialmente en los entornos rurales (p. ej., prácticas de riego eficiente, redes de seguridad social, gestión de riesgos de desastres, diversificación y distribución de los riesgos, y adaptación basada en las comunidades) y en las zonas urbanas (p. ej., infraestructuras ecológicas, utilización y planificación sostenibles de la tierra y gestión sostenible del agua) (nivel de confianza medio). IPPC (2019, p.10)

“En el sentido biológico la adaptación tiene siempre un signo positivo ya que adaptarse es subsistir; en el orden puramente psíquico también pudiera decirse que toda adaptación tiene una significación positiva ya que, grosso modo, adaptarse es vivir sin dificultades.” García H., (1961 p.33).

Por lo tanto, podemos definir que la adaptación al cambio climático es una medida para habilitar la situación considerada al espacio específico de una forma adecuada. Es una medida para lograr mitigar la problemática y con ello mejorar la situación.



Figura 14. Esquema de adaptación. Elaboración propia (2021).

2.3.3. RIESGO

“Resultante de la interacción entre el peligro, la vulnerabilidad y la exposición. El riesgo es dinámico y cambiante pues se modifica de acuerdo con los elementos anteriormente expuestos, es decir, a mayor vulnerabilidad mayor riesgo; mientras exista crecimiento de las zonas urbanas, la exposición se incrementa” Castro C., (2018, p.99).

“Riesgo es el enfoque moderno de la previsión y control de las consecuencias futuras de la acción humana, las diversas consecuencias no deseadas de la modernización radicalizada, Beck (2002, p.5).

El riesgo es una variable muy compleja y continuamente cambiante en el tiempo que es función de la variabilidad de las amenazas que nos circundan y de la condición también dinámica de la vulnerabilidad y grado de exposición. Por tanto, para la mayoría de los fenómenos, no es posible representar al riesgo mediante una simple gráfica o mapa, éste debe ser estimado de acuerdo con las circunstancias y condiciones específicas del lugar o área de interés. Guevara, et al. (2006, p.07).

A partir de los anteriores, se define el Riesgo como una situación que no está dentro de control, donde se pierde la seguridad al saberse expuesto a un futuro que es variante y fuera

de certeza la situación en que repercute o la intensidad del impacto de las situaciones que lo provocan.

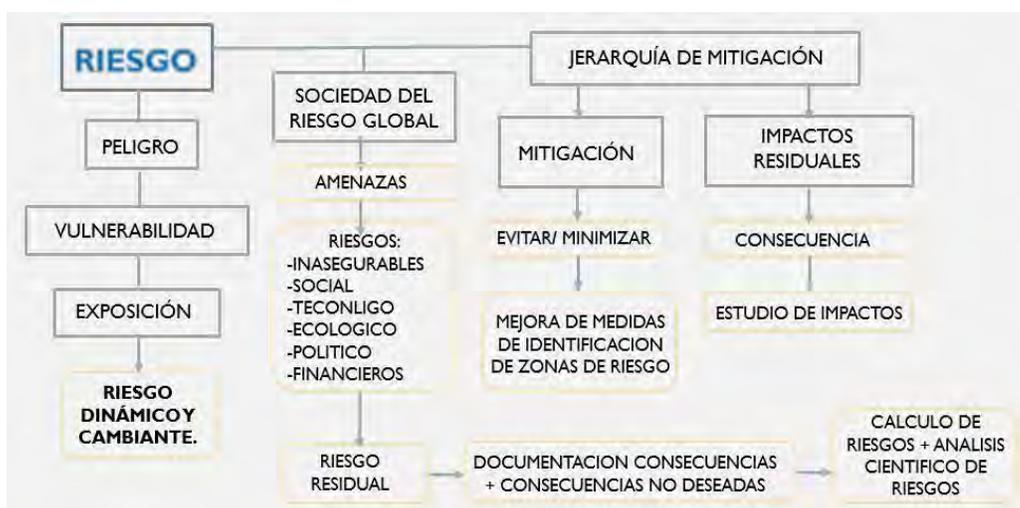


Figura 15. Esquema de Riesgo. Elaboración propia (2021).

2.3.4. ESTADO DE LA PRÁCTICA

Dentro del siguiente apartado se presenta un análisis de las referencias bibliográficas que se han expuesto sobre la temática de esta investigación, como la información ha sido ejercida en otros proyectos para poder determinar los aspectos funcionales, como se percibe desde este estudio y cuáles son los elementos viables a retomar.

2.3.5. BUENAS PRÁCTICAS

Se realiza un análisis de las obras que representan aplicaciones de la Infraestructura verde, y se exponen sus enfoques protocolarios, siendo de utilidad para la investigación y los procesos metodológicos que han sido realizados dependiendo el caso de estudio analizado.

El análisis bibliográfico se realizó con base a cinco documentos los cuales cuentan con información que contribuye a la aplicación de la infraestructura verde, medidas bioclimáticas y sustentables que contribuyen con la mitigación de los riesgos y la adaptación de espacios urbanos enfocados hacia el desarrollo sostenible de la ciudad.

El análisis a detalle correspondiente a cada bibliografía se encuentra en el apartado de anexos, a continuación, se mencionan los títulos analizados, sus autores y cuál es la incidencia de cada documento para con el tema de investigación de esta tesis.

- Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México. Por Antonio Suarez et al, (2011).

Aporta información de gran interés para el tema de investigación puesto que propone un desarrollo sustentable para el mejoramiento de un área urbana con base a técnicas que estudian las características físicas y biológicas del lugar, para poder responder mejor a las necesidades.

- Guía de la Infraestructura Verde municipal. Por Federación española de municipios y provincias (2019).

Es de gran relevancia pues establece información sobre las generalidades políticas, sociales y urbanas que debería considerar la infraestructura verde para su aplicación correcta.

Aporta información sobre el desarrollo del concepto, sus principios y objetivos, explicando sus múltiples beneficios. Además, se desarrolla a partir de la perspectiva urbana y periurbana, lo cual es de suma importancia porque el proyecto de investigación está dentro de los estándares periurbanos y las especificaciones de implementación son factibles.

- Guía práctica de Restauración Ecológica. Por Artigas T. y et al, (2018).

El siguiente estudio, plantea una restauración de los ecosistemas con base a técnicas y medidas, que solventen los efectos que conllevan los riesgos en inundaciones.

Planteando diversas técnicas como la Infraestructura Verde, incidiendo de manera relevante para los objetivos de esta investigación.

- Buenas prácticas para la evaluación y planificación del manejo de impactos sobre la biodiversidad. Por Hardener, J. y et al, (2015).

Este tema representa una perspectiva de solución a la problemática de riesgos dentro mi tema de investigación. A partir de un planteamiento de estrategias que ayudan a mitigar los impactos, aportando seguridad y disminuyendo los riesgos, manifestando un método de solución.

- La Jerarquía de Mitigación como buena práctica en la gestión empresarial de la Biodiversidad. Por Grupo de Trabajo CONAMA. (2016).

Los métodos de acción aplicados en el estudio dan una base de aplicación para mi tema de investigación, siendo los objetivos de mitigar, evitar y aminorar un mismo sentido, aportando una perspectiva diferente para analizarlo que ayuda a su identificación a través de

los pasos ya establecidos, ayudando también en el estudio de conceptos que funcionan para la mitigación.

2.4. CONCLUSIÓN CAPÍTULO 2

Se observa que el tema de Infraestructura Verde es un elemento relativamente nuevo en las estrategias de adaptación y mitigación de riesgos, la cual ha sido establecida de forma multifuncional para el mejoramiento de los espacios urbanos, ha aportado acciones de mejora a diferentes escalas, puede deducirse a partir del estudio de otros autores que es un elemento viable para ser analizado dentro de la problemática a tratar, aportando fundamentos para el análisis de la zona y los recursos con los que se cuenta, para poder establecer una propuesta enfocada desde la infraestructura rubro agua y sus diversos elementos de acción.

CAPITULO 3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. PROPUESTA METODOLÓGICA ENFOQUE CUANTITATIVO

El enfoque de esta investigación se centró en la fase descriptiva del método cuantitativo, con el objetivo de describir las características de la Infraestructura Verde como elemento de mitigación del riesgo de inundación en el sector Valle Alto. Este tipo de estudio se enfoca únicamente en describir situaciones o eventos, sin buscar comprobar explicaciones, probar hipótesis específicas o hacer predicciones. Aunque con frecuencia las descripciones se realizan mediante encuestas, estas también pueden servir para probar hipótesis específicas y poner a prueba explicaciones.

Por lo anterior, el propósito de esta investigación es demostrar la función beneficiosa que la infraestructura verde puede proporcionar, así como evaluar su viabilidad para su implementación en el entorno urbano y en beneficio de la sociedad. Para ello se utilizaron las etapas establecidas en investigaciones descriptivas de acuerdo a Monge, A (2011), a continuación:

1. Definir de manera clara y específica las características que se desean describir.
2. Explicar cómo se realizarán las observaciones, incluyendo la selección de sujetos (personas, escuelas, etc.) que sean una muestra adecuada de la población, qué técnicas de observación se utilizarán (cuestionarios, entrevistas u otras) y si se realizará una prueba piloto antes de su implementación, así como cómo se capacitará a los encuestadores.
3. Recopilar los datos.
4. Informar adecuadamente los resultados.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El diseño de esta investigación es transversal, ya que implica medir las características de las variables mediante observaciones y recopilación de datos. El estudio se llevó a cabo de manera demográfica en el Fraccionamiento de Valle Alto, abarcando un período de tiempo específico desde 2010 hasta 2020.

3.3. PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

El proceso de investigación consta de dos fases principales en el enfoque cuantitativo:

- Fase descriptiva:

En esta fase se utilizaron dos herramientas diferentes, una metodología para la caracterización de la variable Infraestructura Verde y un cuestionario para obtener datos de la variable Adaptación para obtener datos que describan las variables, permitan comprender sus características y niveles de influencia en el sector de estudio. Se realizó una caracterización de las técnicas y herramientas existentes en la Infraestructura Verde, con el objetivo de identificar si desempeñan un papel importante en la reducción de riesgos asociados a problemáticas medioambientales y cómo lo logran. Para implementar esta herramienta de manera consciente, se planteó seguir una serie de pasos esquemáticos que vinculen los elementos de la infraestructura verde en las ciudades mexicanas.

- Fase de análisis:

Con la metodología utilizada para evaluar la variable Riesgo, se llevó a cabo una investigación descriptiva para analizar el espacio y la intervención que se ha desarrollado en el sector de Valle Alto, evaluando los niveles de riesgo por inundaciones y vulnerabilidad existente según los datos de registros hidrometeorológicos.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la tabla 1 se presenta de manera esquemática las variables, sus conceptos de estudio, la categoría a la que pertenecen y los indicadores que se observaron. Estos indicadores se obtuvieron mediante el uso de los instrumentos y herramientas mencionados en este estudio.

Tabla 2. Operacionalización de las variables de investigación, elaboración propia (2022).

TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA
Independiente: INFRESTRUCTURA VERDE.	Sustentabilidad Urbana Planificación Urbana	Información secundaria	Infraestructura verde del rubro Agua	Referencias de datos que retoman el estudio metodológico de Infraestructura verde	Metodología “Implementación de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas. Hoja

					de ruta”, Quiroz, B., (2019)
	Desarrollo Sostenible			Datos de población en zona de estudio Según INEGI (2020).	Levantamiento fotográfico en la zona de estudio.
Dependiente: ADAPTACIÓN	Mitigación	Información primaria	Codificación de respuestas de población del fraccionamiento Valle Alto	Cuestionario Semiestructurado a población local.	Google Forms (2022).
	Evitar				
	Prevención				
Interdependiente: RIESGO	- Vulnerabilidad	Información secundaria	Nivel Muy alto Nivel Alto Nivel Medio Nivel Bajo Nivel Muy bajo	Datos de población y variables en zona de estudio Según INEGI (2020).	Qgis 3.2.2
	-Peligro				

3.5. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

3.5.1. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE INFRAESTRUCTURA VERDE.

Se llevó a cabo una caracterización de las técnicas y herramientas utilizadas en relación a la Infraestructura Verde, con el objetivo de identificar su papel en la reducción de riesgos al ser implementadas en Valle Alto. Para utilizar esta herramienta, se propone seguir una serie de pasos esquemáticos que vinculan los elementos de la infraestructura verde en las ciudades mexicanas.

Se utilizó la metodología descrita en el documento "Implementación de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas. Hoja de ruta" por Quiroz, B., (2019), que fue desarrollada en cooperación entre México y Alemania a través del programa "Protección del Clima en la Política Urbana de

México", implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit y llevado a cabo por la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU). Se realizaron adaptaciones pertinentes de esta metodología para adecuarla a las necesidades específicas del área de estudio, preliminares, diseño e implementación.

Según Quiroz, B., (2018, pág. 15), la hoja de ruta representa una serie de pasos coherentes para la implementación de la infraestructura verde en ciudades mexicanas. Esta hoja de ruta proporciona un marco general destinado a guiar a los tomadores de decisiones y actores clave, para que consideren la infraestructura verde como una estrategia para lograr el desarrollo urbano sostenible y abordar las problemáticas relacionadas con el cambio climático.

Las categorías propuestas por la hoja de ruta, y que se analizaron en esta investigación, son las siguientes:

Preliminares: Conocimiento previo necesario para avanzar en las etapas de planificación posteriores. Implica la recopilación de información de diversas fuentes para obtener una base sólida de datos.

Diseño: Elaboración de la propuesta a través de un diagnóstico. Su objetivo es identificar la problemática a resolver y las mejores soluciones en un contexto espacial y temporal específico.

Implementación: Ejecución del proyecto. Incluye la operacionalización del diseño y la asignación de tareas, plazos, productos y actividades comprometidas para llevar a cabo la implementación de la infraestructura verde.

Monitoreo y Evaluación: Descripción y análisis de los resultados obtenidos. Permite evaluar el desempeño y efectividad de la infraestructura verde implementada y realizar ajustes si es necesario, de acuerdo a Quiroz, B., (2018, pag.145).

En esta investigación, se desarrollaron los primeros dos puntos descritos: **Preliminares y Diseño**. A su vez, se analizaron los siguientes subtemas:

- **Estandarización del lenguaje:** Identificación de los conceptos principales de Infraestructura Verde, con enfoque en el rubro del agua. Para ello se utilizaron los planteamientos establecidos por autores como Suárez, A. et al, IMPLAN Hermosillo, Arreguín, R., (S/f), Cantó, L., Flores-Villanelo, J., Chad Staddon, et al, y el Centro de Estudios Ambientales del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Se llevó a cabo un análisis detallado de cada concepto relevante, exponiendo sus características y funciones.
- **Mapeo de información:** Se recopilaron archivos de información relacionados con la Infraestructura Verde y su impacto en el desarrollo sostenible para el análisis de abordaje a nivel federal, estatal y municipal, mediante el estudio de documentos, lineamientos y guías para su aplicación. También se consideraron los requerimientos necesarios para su integración en el desarrollo urbano.
- **Diagnóstico:** Se llevó a cabo la ubicación geográfica de los sistemas existentes de infraestructura verde dentro del Fraccionamiento Valle Alto, con el objetivo de analizar su soporte y eficiencia, así como los materiales y funciones que desempeñan. También se realizó una identificación de la conexión entre los elementos de Infraestructura Verde a lo largo del Boulevard Valle Alto y el Boulevard Álvaro del Portillo.

3.5.2. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE ADAPTACIÓN.

El método a realizar para medir la variable de adaptación se llevó a cabo mediante un cuestionario, cuyo objetivo es evaluar el nivel de satisfacción obtenido después de la implementación de la Infraestructura Verde, identificar los beneficios atribuidos a las técnicas utilizadas y determinar la calidad de la adaptación de los elementos en las zonas de riesgo, ya sea buena, mala o regular. El cuestionario se ha diseñado de manera semiestructurada para que pueda ser respondido por personas mayores de 12 años, quienes son los usuarios y residentes del área urbana de Valle Alto. Se ha considerado la inclusión de diferentes tipos de preguntas que permitan obtener información detallada y significativa sobre la percepción de los encuestados en relación a la adaptación lograda a través de la Infraestructura Verde.

3.5.3. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PARA VARIABLE ADAPTACIÓN

Según Monge (2011, p.123), una muestra se define como un subgrupo de una población que cumple con determinadas especificaciones. En nuestro estudio, el proceso de selección de la muestra se basa en la cantidad de población a la que se le aplicó el cuestionario, con el objetivo de garantizar un control de confiabilidad y asegurar la representatividad de la zona. Para llevar a cabo la selección de muestra, se realizó un análisis de las Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas (AGEBS) necesarias utilizando los datos del censo de población de 2020. Este análisis nos permitió obtener información sobre la cantidad de población presente en cada una de estas áreas. De esta manera, pudimos asegurarnos de incluir una muestra representativa de la población en nuestro estudio.

Tabla 3. AGEBS urbanas seleccionadas, elaboración propia con base INEGI (2020).

AGEB URBANA
2500600017181
2500600018245
2500600018423
2500600017196



CODIGO AGEBS	CODIGO MANZANA	ENTIDAD	NOM_ENT	MUN	NOM_MUN	LOC	NOM_LOC	AGEB	MZA	POBTOT	P_5YMAS
2500600017181	25006000171810	25	Sinaloa	006	Culiacán	0001	Total AGEBS urbana	7181	0	2300	2091
2500600018245	25006000182450	25	Sinaloa	006	Culiacán	0001	Total AGEBS urbana	8245	0	127	116
2500600018423	25006000184230	25	Sinaloa	006	Culiacán	0001	Total AGEBS urbana	8423	0	1636	1459
2500600017196	25006000171960	25	Sinaloa	006	Culiacán	0001	Total AGEBS urbana	7196	0	3500	3235
										7563	6901

Figura 16. AGEBS ilustradas en mapa, elaboración propia con base INEGI (2020).

La población total en el área analizada es de 7,563 personas. Sin embargo, para nuestro estudio, nos enfocamos en la población mayor de 5 años, ya que son las personas que pueden responder al cuestionario. Según los datos, esta variable representa a 6,901 individuos. Para garantizar una muestra representativa y adecuada, se aplicaron las variaciones necesarias en el método de selección, considerando únicamente a la población

mayor de 5 años. Por lo tanto, el tamaño de muestra (n) se calculó utilizando la siguiente ecuación (nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%):

$$\text{Tamaño de la muestra (n)} = \frac{\frac{Z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \frac{Z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}}$$

n= Tamaño de la muestra, **N** = Tamaño de la población, **e** = margen de error (porcentaje expresado con decimales), **z** = valor de tabla de distribución normal estandarizada, correspondiente al nivel de confianza deseado), **p**= desviación estándar

3.5.4. TÉCNICA E INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE RIESGO.

La metodología utilizada para evaluar el riesgo se basó en el enfoque desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Este enfoque consiste en la integración de mapas de peligro y vulnerabilidad para calcular los costos asociados a los daños causados por inundaciones y áreas en riesgo (Varela JMR, et al., 2018, p.3). En el contexto de esta investigación, se ha adaptado este enfoque. A continuación, se presenta una descripción del enfoque adoptado:

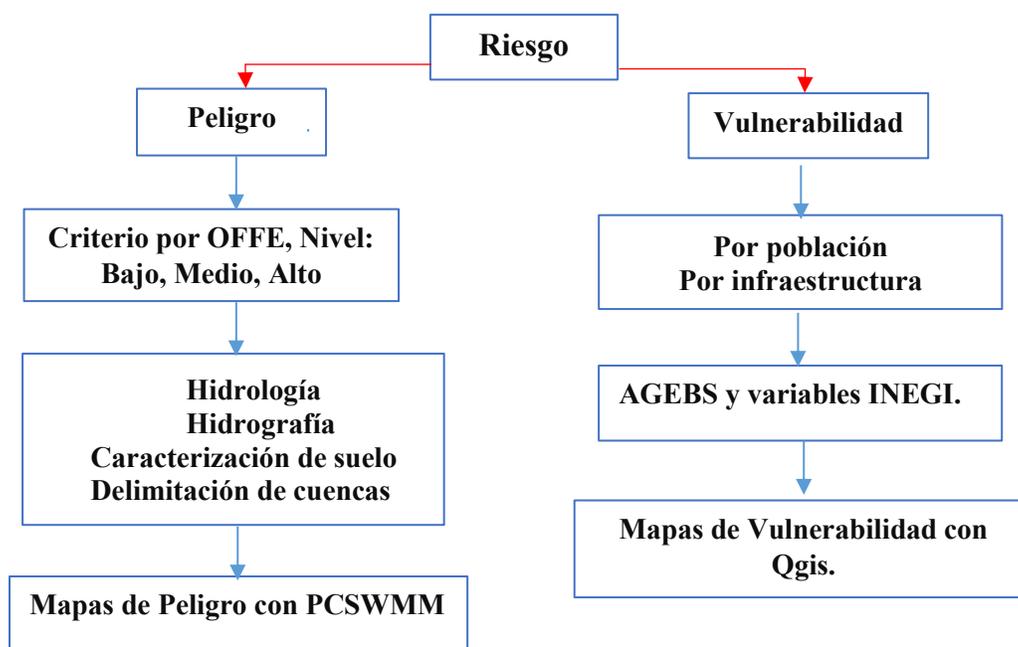


Figura 17. Esquema de Riesgo. Elaboración propia (2022), con base a la metodología para un mapa de riesgo por Alcocer-Yamanaka, et al (2016, p. 10).

3.5.5. NIVELES DE RIESGO

El objetivo de este estudio es analizar el nivel de riesgo en el fraccionamiento Valle Alto. Para ello, se consideró una aproximación dinámica que integra los conceptos de peligro y vulnerabilidad, basándose en el criterio propuesto por Alcocer-Yamanaka, et al (2016).

Para evaluar el peligro, se recopilaron datos climatológicos y se analizó la configuración del terreno, incluyendo aspectos como la hidrología, la hidrografía, la delimitación de la cuenca del área de estudio y la caracterización del suelo (topografía y uso del suelo).

Además, se incorporaron registros de eventos pasados con altos niveles de precipitación en el área, los cuales se identificaron como riesgos potenciales. Para esta evaluación, se utilizó la herramienta de modelos de simulación PCSWMM para generar mapas de peligro.

Por otro lado, la medición de la vulnerabilidad se basó en el criterio establecido en el Estudio de Riesgo de Inundaciones en Zonas Urbanas de la República Mexicana realizado por Rodríguez V., et al (2011). Este enfoque implica la generación de mapas de vulnerabilidad utilizando datos de las Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas (AGEBS) y las manzanas urbanas de todo el fraccionamiento Valle Alto. Estos datos se relacionaron con variables e índices considerados relevantes para la medición de la vulnerabilidad. Para llevar a cabo esta evaluación, se empleó el Sistema de Información Geográfica QGIS.

3.5.6. PELIGRO

En esta investigación, el criterio para identificar el peligro se basó en las directrices establecidas por la Oficina Federal de la Economía de las Aguas de Francia, Office Fédéral de l'Economie des Eaux (OFEE), según Loat & Petrascheck (1997). Este enfoque se empleó para evaluar los riesgos asociados a las inundaciones y consta de tres niveles: alto, medio y bajo. “Se define al nivel alto cuando la población está en riesgo dentro y fuera de las viviendas; en el nivel medio, la población está en riesgo fuera de las viviendas y las edificaciones pueden sufrir daños; para el nivel bajo, las edificaciones pueden sufrir daños leves, y la inundación o el arrastre de sedimentos pueden llegar a afectar el interior de las edificaciones” Alcocer-Yamanaka, et al (2016, p.35), como se indica en la siguiente figura:

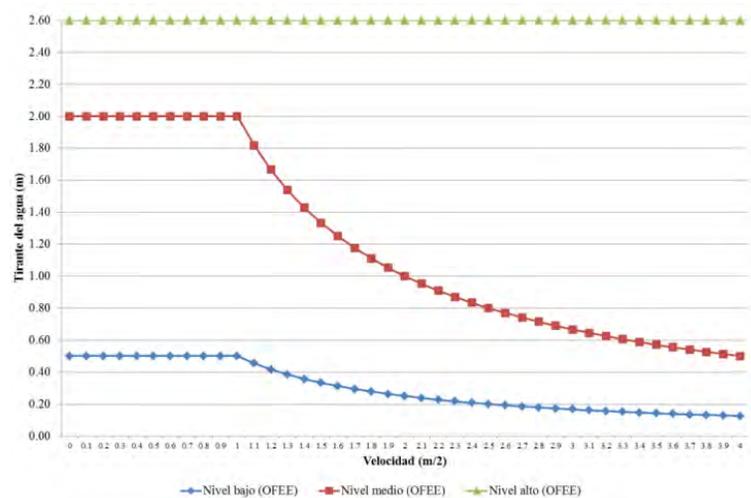


Figura 18. Gráfica de niveles de peligro según OFFE, fuente: Rodríguez V., et al (2011, p.51).

Se estableció el criterio por OFFE y sus 3 diferentes niveles de peligro por inundación (bajo, medio, alto), para ser identificados en el sector de estudio.

3.5.7. VULNERABILIDAD

Esta variable depende de la situación del espacio físico y natural y se utiliza como-medida para caracterizar los impactos por inundaciones dentro del caso de estudio.

“A diferencia del peligro, que está definido por los patrones climáticos (la naturaleza) y debido a ello es difícil modificarlo, la vulnerabilidad es una variable que el hombre tiene la posibilidad de disminuir.” Alcocer-Yamanaka, et al (2016, p. 7).

Se utilizó una metodología basada en el criterio para medir la vulnerabilidad, de acuerdo a la propuesta para la generación de mapas de vulnerabilidad en las zonas urbanas ante los efectos de las inundaciones. Esta metodología establece que:

“El cálculo de la vulnerabilidad está limitado a los daños directos que pueda sufrir las residencias o daños inmobiliarios como las casas, en cambio, no se consideran daños indirectos como pueden ser daños psicológicos causados en las personas que se ven afectadas por un evento de lluvia, o daños muy específicos como son: comercios o industrias, debido a que esta vulnerabilidad o es muy compleja, específica o no cuantificable porque involucra aspectos como pueden ser la pérdida de vidas humanas o daños al medio ambiente”. Rodríguez V., et al (2011, p. 147).

Este estudio se llevó a cabo desde una perspectiva de vulnerabilidad en términos de ~~por~~ daños habitacionales por población o por daños en infraestructura, desde una medida cuantitativa. Se definieron los niveles de vulnerabilidad según el área de estudio, utilizando los rangos clasificados por Rodríguez V., et al (2011, p. 147-148). Estos niveles se describen de la siguiente manera:

Vulnerabilidad Alta, en el que se presentan decesos, daños extraordinarios a las edificaciones y en el cual se ubican asentamientos irregulares dentro de los cauces de ríos y arroyos, así como en planicies de inundación o comunidades localizadas aguas abajo de obras hidráulicas como presas o bordos.

Vulnerabilidad Media, no se presentan decesos y los daños a la infraestructura de la ciudad son moderados.

Vulnerabilidad baja, no se presentan asentamientos irregulares y el sistema de drenaje es eficiente.

La metodología propuesta en el “Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la República Mexicana” por Rodríguez V., et al. (2011) consistió en utilizar los datos del Área Geostadística Básica (AGEB) urbana proporcionados por la plataforma de INEGI (2021), correspondientes al área de estudio. Se seleccionaron variables que representaran la vulnerabilidad de la población ante las inundaciones. A continuación, se mencionan algunos de los índices de vulnerabilidad utilizados en esta investigación:

- **Mapa de vulnerabilidad por población**

Se tuvo en cuenta la población mayor de 60 años y la población menor de cinco años. Se calculó el Índice de Población Vulnerable por manzana utilizando la siguiente ecuación (Rodríguez V., et al., 2011, p. 175):

$$\text{Índice población Vulnerable} = \frac{\text{Población} > a 60 \text{ años} + \text{población} < a 5 \text{ años}}{\text{Población Total}}$$

Figura 19. Ecuación del índice de vulnerabilidad de acuerdo a la edad de la población, fuente: Rodríguez V., et al (2011, p. 175).

- **Mapa de vulnerabilidad considerando las viviendas con piso de tierra.**

Se utilizó un estudio realizado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2013) para estimar las viviendas en situación de pobreza. El índice de Vivienda Vulnerable se calculó por manzana y se consideraron las viviendas con piso de tierra o sin electricidad, utilizando la siguiente ecuación (Rodríguez V., et al., 2011, p. 176):

$$\text{Índice de vivienda vulnerable} = \frac{\text{Vivienda con piso de tierra}}{\text{Viviendas totales}}$$

Figura 20. Ecuación del índice de vulnerabilidad en la infraestructura, fuente: Rodríguez V., et al (2011, p. 176).

- **Mapa de vulnerabilidad por tipo de vivienda.**

Esta metodología fue una adaptación de la propuesta por CENAPRED. Utilizando la información de la AGEB, se determinó el número de viviendas particulares habitadas con diferentes cantidades de cuartos, así como la población económicamente activa. Esta información permitió determinar los tipos de vivienda y, por lo tanto, el grado de vulnerabilidad de las construcciones (Rodríguez V., et al., 2011, p. 178).

Selección de Variables para medir la vulnerabilidad en Fracc. Valle Alto.

En el caso específico del Fracc. Valle Alto, se seleccionaron las variables pertinentes para medir la vulnerabilidad, considerando los índices propuestos y adaptando otros para complementar la investigación. Las variables totales medidas fueron determinadas tomando en cuenta todas las manzanas dentro del fraccionamiento Valle Alto.

3.6. RESUMEN CAPÍTULO 3

Este capítulo presentó las diferentes metodologías utilizadas en el estudio y cómo se midió el proyecto para su evaluación. Se proporcionaron los autores y fuentes de los métodos utilizados, así como los factores considerados para cada uno de ellos en función de lo que se necesitaba medir.

La investigación se dividió en tres variables, y se diseñó una metodología medible y cuantificable para cada una de ellas. Se presentaron los niveles de investigación, la información requerida y las limitaciones socioespaciales adecuadas para cada método.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RESULTADOS VARIABLE INFRAESTRUCTURA VERDE

La infraestructura verde, también conocida como una estrategia de planificación que considera al territorio como un sistema en el que interactúan diferentes escalas, como el barrio, la ciudad y la región, junto con sus respectivas infraestructuras, tiene como objetivo principal el uso de espacios verdes para el ordenamiento urbano (Valdés P, 2016, p.47).

4.1.1. ESTANDARIZACIÓN DEL LENGUAJE

Dentro de esta fase se disponen los conceptos necesarios para identificar a la Infraestructura Verde y para el rubro de Agua. A continuación, se mencionan los principales conceptos a considerar:

- **Infiltración:** Se refiere al movimiento del agua a través de la superficie del suelo, impulsado por fuerzas gravitacionales y capilares (Aparicio, M., 1992, p.177).
- **Permeabilidad:** Se define como la facilidad con la que el agua pasa a través de los poros (Taylor, D., 1961, p.119).
- **Captación:** Consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso beneficioso (Bocek, A., 2012, p.2).
- **Jardín de lluvia:** Son jardines con cavidades conformadas en el terreno que tienen como objetivo captar agua de lluvia, manteniendo un nivel inferior al de las superficies adyacentes (IMPLAN Hermosillo, 2017, p.97).
- **Drenaje pluvial:** Se refiere a una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias que tienen como finalidad gestionar, controlar y conducir las aguas pluviales, evitando su acumulación y drenando la zona que sirven (SEDATU, 2019, p.52).

Estos elementos de la infraestructura verde tienen en común la capacidad de coleccionar agua pluvial y ayudar a mitigar los efectos de lluvias intensas, lo que contribuye a reducir riesgos en zonas inundables.

Durante esta fase, se recopiló información necesaria para identificar la infraestructura verde en relación al agua. Diversos autores como Suárez, A. et al, IMPLAN Hermosillo,

Arreguín, R., Cantó, L., Flores-Villanelo, J., Chad Staddon, entre otros, han desarrollado análisis sobre este concepto, exponiendo sus características y funciones.

Tabla 4. Componentes de la Infraestructura verde en el rubro Agua, elaboración propia (2021).

INFRAESTRUCTURA VERDE RUBRO AGUA			
ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS	ACCIÓN	FUENTE
-Prototipos de captación de Agua	-Utilización optima de espacios verdes (Uso de especies endémicas).	-Disminución de riesgos por inundación.	Suárez, A. et al (2011).
-Infiltración.	-Disminución de velocidad y volumen de agua.	-Articulación de áreas verdes.	
-Captación.	-Infiltración prolongada.	-Captación de Agua pluvial.	
-Tratamiento.	-Abertura de guarnición para permitir la libre circulación del agua.	-Conducir agua pluvial a usos secundarios.	
-Distribución.			
-Jardín de Lluvia.	-Capa filtrante y capa drenante.	-Ayudan en la dispersión de agua y para mantener la permeabilidad.	IMPLAN Hermosillo, (2017).
-Jardín Microcuenca.	- Compuesta por materiales que aportan una permeabilidad elevada, generalmente agregados minerales gruesos.	-Tiene la función de retener sedimentos y evitar que estos fluyan fuera.	
-Pozo de Infiltración.	-Conducto infiltrante.		
-Drenaje Francés.	-Conjunto de elementos que se encargan de coleccionar y conducir el escurrimiento pluvial desde el techo hasta el filtro de sedimentos.	-La función de incrementar la capacidad de captación e infiltración.	
-Pavimento Permeable.	-Son de fácil construcción y no requieren de conocimiento técnico especializado.	-Este conducto puede conformarse para abarcar una mayor extensión e inclusive todo el largo del jardín, lo que aumentaría aún más la capacidad de captación.	
-Techos verdes con vegetación nativa.			

<p>-Concreto Permeable (Superficie permeable).</p>	<p>-Las aguas al infiltrar se descienden bajo los efectos de la gravedad hasta encontrar rocas impermeables.</p> <p>- Las rocas permeables van formando el manto acuífero o freático según se saturan.</p>	<p>-Reduce la escorrentía superficial en áreas pavimentadas, reduciendo la necesidad de lagunas separadas de retención de agua de lluvia y permite el uso de un alcantarillado de menor capacidad.</p>	<p>Arreguín, R., (S/f).</p>
<p>-Espacios abiertos a escala regional.</p>	<p>-El incremento de parques y espacios verdes</p> <p>-Mejoramiento del acceso al paisaje.</p>	<p>-Permiten equilibrar los déficits ambientales de la ciudad, además de complementar su oferta recreativa.</p> <p>-Evitar la fragmentación de los ecosistemas naturales y agrícolas y las barreras urbanas.</p>	<p>Cantó, L. (2014).</p>
<p>-Zanjas de infiltración.</p>	<p>-Modelos de intensidad-duración-frecuencia (IDF).</p>	<p>-Sistema de aprovechamiento de agua.</p> <p>-Actúan en función del balance hídrico de una ladera</p>	<p>Flores-Villanelo, J., (2012).</p>
<p>-Permeable pavements.</p> <p>-Planter boxes.</p> <p>- Rainwater harvesting.</p> <p>- Rain garden. /bioretention/biofiltration cells/infiltration, trenches/settling, ponds.</p>	<p>- Surfaces, Materials include porous asphalt, pervious concrete or interlocking pavers.</p> <p>- Systems that slow and reduce stormwater runoff.</p> <p>- Rain gardens used in urban dense areas that have vertical walls and either closed or open bottoms.</p> <p>- Shallow vegetated basins that store.</p>	<p>- Infiltrate, treat and collect storm-water where it falls.</p> <p>- Infiltrate runoff from rooftops, streets and sidewalks.</p> <p>- Systems that slow and reduce stormwater runoff and collect rainwater for later use in rain barrels/cisterns.</p>	<p>Chad Staddon, et al, (2018).</p>
<p>- Jardines de lluvia.</p>	<p>-Intervenciones de transformación urbana para la mejora de los servicios ecosistémicos en la ciudad.</p>	<p>-Actúan como filtro de las aguas de escorrentía reduciendo los contaminantes que entran a los sistemas de saneamiento.</p>	<p>Centro de Estudios Ambientales. (2014). Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.</p>

<p>- Depósitos de infiltración.</p> <p>- Sistemas urbanos de drenaje sostenible.</p>		<p>-Actúan como zonas de embalse superficial donde se almacena el agua hasta que se produce la infiltración.</p> <p>-Reducen la carga de aguas pluviales en el alcantarillado.</p>
--	--	--

Se identificaron diversos elementos que desempeñan un papel fundamental en la mitigación de riesgos en zonas propensas a inundaciones. Estos elementos pueden ser implementados desde cero o adaptados a las estructuras urbanas existentes, aprovechando de manera efectiva las áreas verdes públicas en conjunto con los sistemas de drenaje. Al hacer uso de materiales que aceleren los procesos de filtrado y captación, es posible reducir tanto las escorrentías como las cargas de aguas pluviales.

En este sentido, se han desarrollado medidas estructurales sostenibles que contribuyen a la mejora del entorno de la cuenca y a la interceptación de la lluvia, con el objetivo de disminuir los escurrimientos pluviales. Una de estas medidas es la Infraestructura Verde, también conocida como Green Infrastructure (Rockefeller, 2011). Este enfoque se define como un sistema interconectado de espacios abiertos y áreas naturales, como humedales y parques, que preservan el medio ambiente y las plantas autóctonas del lugar. La Infraestructura Verde no solo captura la contaminación, sino que también proporciona una mejor calidad del agua (Rodríguez V., et al, 2011, p. 212).



Figura. 21. “Áreas verdes (Green Roofs). Son áreas superficiales sobre las cuales ha sido colocada vegetación.” Rodríguez V., et al (2011, p. 213).

La inclusión de áreas verdes en las proximidades de las construcciones tiene un efecto significativo en la reducción de la radiación solar en las superficies cubiertas por vegetación, lo que a su vez disminuye la temperatura ambiente durante los meses más cálidos. Como resultado directo de esta reducción de temperatura, se observa una disminución en la tasa de evaporación en el entorno circundante (Rodríguez V., et al, 2011, p. 213).

Otro enfoque destacado en el estudio son los pavimentos permeables, que son superficies de pavimento diseñadas para permitir el paso del agua a través de ellas. Estos pavimentos se dividen en cuatro categorías principales: asfalto poroso, concreto permeable, pavimento mallado y pavimento de césped (Rodríguez V., et al, 2011, p. 213). La implementación de estos pavimentos tiene un impacto positivo en la reducción de los volúmenes de escurrimiento superficial y en el aumento de la capacidad de infiltración del suelo. En consecuencia, se logra un incremento en la recarga del agua subterránea (Rodríguez V., et al, 2011, p. 213).



Figura 22. Recolección de agua (Water Harvesting). Son áreas superficiales sobre las cuales ha sido colocada vegetación.” Rodríguez V., et al (2011, p. 213).

La figura 17, está definida como la reutilización productiva del uso del agua de lluvia capturada a través de contenedores, pudiéndose utilizar en zonas de irrigación o para el uso de baños” Rodríguez V., et al (2011, p. 214).

Jardín de lluvia (Rain gardens). También son conocidos como jardines de recarga, son pequeñas detenciones de agua y áreas de infiltración que usan vegetaciones nativas para reducir el escurrimiento superficial” Rodríguez V., et al (2011, p. 215). “Bioswales. Son zonas bajas del terreno ocupadas por vegetaciones que captan la lluvia reteniendo cantidades considerables e infiltrándola en el suelo. Son usadas en estacionamientos o a lo largo de las carreteras” Rodríguez V., et al (2011, p. 215). “Construcción de humedales (constructed wetlands). Son creadas en beneficio del sistema natural de lluvia. Estos pueden reducir efectivamente los flujos máximos de las avenidas, reduciendo el peligro por inundación.” Rodríguez V., et al (2011, p. 215).

Se destaca la importancia de implementar estrategias como los jardines de lluvia, también conocidos como jardines de recarga. Estos jardines actúan como pequeñas áreas de detención de agua e infiltración, empleando vegetación nativa con el propósito de reducir el escurrimiento superficial (Rodríguez V., et al, 2011, p. 215). Además, se identifican los *bioswales* como otra medida efectiva. Estos son espacios de terreno más bajos que se caracterizan por estar cubiertos de vegetación, y su función principal es captar la lluvia, reteniendo volúmenes considerables de agua y permitiendo su infiltración en el suelo. Se utilizan comúnmente en estacionamientos y a lo largo de las carreteras (Rodríguez V., et al, 2011, p. 215). Otra estrategia destacada en el estudio es la construcción de humedales artificiales, conocidos como *constructed wetlands*. Estos humedales son diseñados y construidos para beneficiar el sistema natural de drenaje de lluvia. Su implementación puede tener un impacto significativo en la reducción de los flujos máximos durante eventos de lluvia intensa, contribuyendo así a la disminución del riesgo de inundaciones (Rodríguez V., et al, 2011, p. 215).

4.1.2. MAPEO DE INFORMACIÓN

La presente investigación aborda el desafío de implementar la Infraestructura Verde (IV) en México, especialmente en el Estado de Sinaloa, donde existe una falta de datos específicos sobre este tema. No obstante, se ha dado inicio a la aplicación de directrices para la infraestructura verde en ciudades como Mérida, Hermosillo y La Paz.



Figura 23. Esquema del marco normativo que interviene para la práctica e implementación del desarrollo sostenible, elaboración propia (2021).

En este contexto, se han recopilado documentos que presentan estrategias enfocadas en el desarrollo sostenible, así como normativas para la implementación de técnicas basadas en la IV en entornos urbanos. Estas medidas van de la mano con la protección del medio ambiente, la promoción de una sociedad equilibrada y el fomento de una economía sostenible.

Tabla 5. Referencias de datos de información que retoma el estudio metodológico de Infraestructura verde, elaboración propia (2021).

Bases de datos y sistemas de información geográfica	Marco programático
<ul style="list-style-type: none"> - INEGI 2020. Datos de censo de población, AGEBS y georreferenciación de uso de suelo. - IMPLAN. Programa Municipal de Desarrollo Urbano. - Qgis. Información geográfica. - CENAPRED. Identificar zonas de riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. - Estrategia territorial Sinaloa 2030. - Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio en ciudades mexicanas. Hoja de ruta. - Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. - Leicester Green Infrastructure strategy, 2015-2025.

	<ul style="list-style-type: none"> - Marco jurídico de la ley de desarrollo sustentable.
Guías y manuales	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> - Manual de Lineamientos de diseño de Infraestructura Verde para Municipios Mexicanos, IMPLAN Hermosillo. - Guía de la Infraestructura Verde Municipal, Federación española de municipios y provincias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México. UNAM. - La Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz. - Contributions of green infrastructure to enhancing urban resilience.

La presente investigación se centra en el análisis y caracterización de la Infraestructura Verde (IV) a través de diversos documentos de investigación a nivel municipal, nacional e internacional. Se han considerado reglamentos y normas locales y regionales, con el objetivo de exponer los lineamientos y requerimientos necesarios para la integración efectiva de la IV en los entornos urbanos. Además de los aspectos normativos, se han examinado guías de aplicación que proporcionan orientación práctica para la implementación de la IV. Asimismo, se han estudiado medidas de diseño y desarrollo urbano que se pueden emplear para aprovechar al máximo los beneficios de la IV en las áreas urbanas. A través de este análisis exhaustivo, se han obtenido resultados significativos que contribuyen al conocimiento y comprensión de la IV, brindando una base sólida para su implementación en el contexto municipal, nacional e internacional.

4.1.3. DIAGNÓSTICO

Con el objetivo de evaluar la efectividad de la Infraestructura Verde en la mitigación de riesgos, se ha llevado a cabo un análisis y evaluación de la implementación existente de la Infraestructura Verde. En el marco de este estudio, se ha establecido una conexión estratégica entre elementos a lo largo del Boulevard Valle Ato y el Boulevard Álvaro del Portillo, formando una red de conexión para el manejo de las aguas pluviales para su posible impacto en el flujo de la corriente de agua en momentos de lluvia, y su contribución a la reducción del riesgo. Además, se han implementado diversas técnicas urbanas en conjunto con la Infraestructura Verde, con el propósito de captar y gestionar eficientemente las aguas pluviales. Entre los prototipos desarrollados se encuentran:

- **Pozos de absorción:** Estos pozos permiten la captación de la escorrentía de agua mediante la excavación de áreas verdes públicas, alcanzando una profundidad de 1.10 metros. Se instala un centro de captación utilizando tubos PVC de 4" incrustados en una base piramidal de concreto.
- **Jardines infiltrantes:** Estos jardines consisten en la elevación de los camellones, dejando orificios alternados de 20 cm de largo y 50 cm de ancho en la dala de desplante del camellón. En el centro de cada orificio se instala un sistema lineal de captación de drenaje pluvial, aprovechando de manera efectiva las áreas verdes existentes

Estos prototipos representan una innovadora forma de integrar la Infraestructura Verde en el entorno urbano, demostrando su potencial para mitigar los riesgos asociados a las aguas pluviales. Los resultados obtenidos hasta el momento respaldan la eficacia de estas técnicas en la gestión sostenible de los recursos hídricos y la reducción de los riesgos relacionados con las inundaciones.

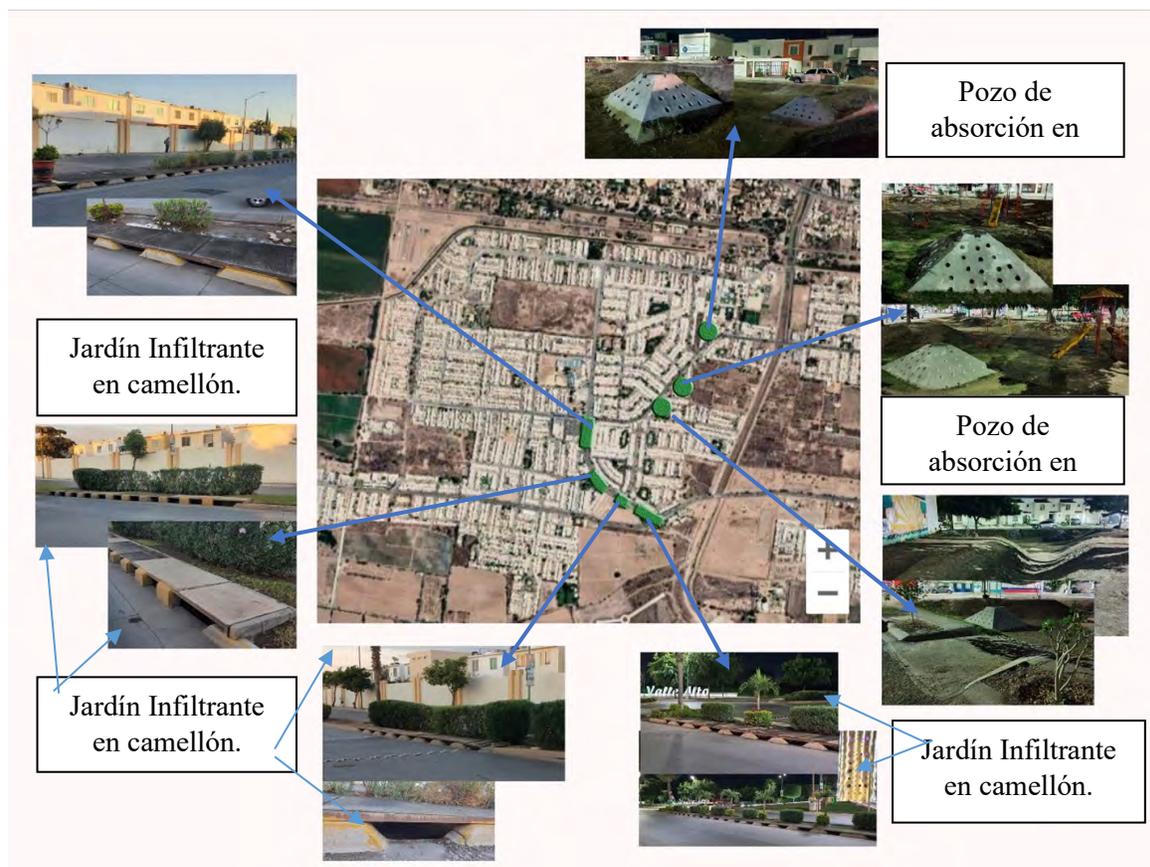


Figura 24. Ubicación geográfica de los elementos de Infraestructura Verde que han sido implementados en el sector Valle Alto, fotografía y elaboración propia (2021).

Los sistemas implementados han sido diseñados con el propósito de evaluar su efectividad en la mitigación del problema existente en el sector. A través de su funcionamiento, se pretende determinar los indicadores pertinentes y evaluar detalladamente sus características.

4.2. RESULTADOS VARIABLE ADAPTACIÓN

El presente estudio utilizó un cuestionario para evaluar el nivel de satisfacción y los beneficios atribuidos a la implementación de la Infraestructura Verde en el fraccionamiento Valle Alto en el año 2019. A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos a partir de las respuestas de los encuestados:

El cuestionario se hizo con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%, obteniendo un resultado de 68 personas a las cuales realizarles la encuesta.

Las gráficas del cuestionario se muestran en anexos, figura desde la 24 a la 34.

1.- ¿Se siente seguro al vivir en el Fraccionamiento de Valle Alto?

Seguridad en el fraccionamiento: Se observó que aproximadamente el 48.5% de los habitantes se sienten seguros al vivir en Valle Alto, mientras que un 36.8% indicó sentirse regular en cuanto a seguridad. Estos resultados evidencian que existe un porcentaje de la población con inquietudes respecto a las inundaciones en el sector.

2.- ¿Qué tipo de problemas ha presentado en su domicilio y alrededores desde que existen elementos de Infraestructura Verde que ayuden a las inundaciones?

Problemas asociados a la Infraestructura Verde: La inundación fue identificada como el problema más frecuente por la población encuestada, seguido de la falta de movilidad en la zona. Se destaca que las vías de movilidad principal en el fraccionamiento son propensas a inundaciones.

3.- ¿Cuenta con adaptaciones especiales en su casa o vecindario, que ayuden a enfrentar las inundaciones?

En caso de si, ¿Cuáles? Se obtuvieron respuestas como:

- “Esta alta mi entrada”
- “Una descarga conectada directa a fluvial.”

- “DRENAJE PLUVIAL”
- “Los parques hundidos”
- “Bomba check en drenaje, compuertas entrada de sala y patio de servicio”
- “Infraestructura verde”
- “Elevación de piso planta baja”
- “Muro de contención en entrada”

Adaptaciones especiales: El 82.4% de los encuestados indicó no contar con adaptaciones especiales en su casa o vecindario para enfrentar las inundaciones. Sin embargo, se identificó un 17.6% de personas que sí han implementado instalaciones específicas, como elevación de entrada, drenaje pluvial y muros de contención, entre otros.

4.- ¿Qué beneficios considera que aporta la instalación de elementos para la captación de agua? Mencionando algunos:

- “Más capacidad en acumulación de agua y menos probabilidad de desborde.”
- “Mejor uso de los recursos y administración del mismo.”
- “Buen uso y administración de agua potable y evita inundaciones en la zona.”
- “Ayuda a que se despliegue más rápido.”
- “Disminuyen el riesgo de inundaciones.”
- “Ayuda a que las inundaciones tarden más en presentarse.”
- “Menos inundación.”
- “Al parecer cumplen con su propósito, pero falta darles mantenimiento.”
- “Supongo que se reducirá la pérdida de electrodomésticos o muebles a causa de las inundaciones.”
- “Ayudan a bajar el nivel del agua.”

Beneficios de la captación de agua: Los encuestados mencionaron diversos beneficios asociados a la instalación de elementos para la captación de agua, tales como una mayor capacidad de acumulación, mejor uso y administración de recursos, reducción del riesgo de inundaciones y disminución de daños a electrodomésticos o muebles.

5.- En temporada de lluvias, ¿Se siente seguro en los parques y alrededores del fraccionamiento Valle Alto?

Sensación de seguridad durante la temporada de lluvias: El 42.6% de la población encuestada manifestó no sentirse segura en los parques y alrededores de Valle Alto en temporadas de lluvia. Por otro lado, un 29.4% indicó sentir seguridad regular y un 27.9% sí se siente seguro.

6.- ¿Qué actividades realiza en las áreas públicas de Valle Alto?

Actividades en áreas públicas: Las actividades más frecuentes realizadas por los habitantes en las áreas públicas de Valle Alto son el ejercicio y se destaca que la movilidad es principalmente peatonal.

7.- ¿Ha realizado mudanzas por protección durante temporadas de lluvia?

Mudanzas por protección durante temporadas de lluvia: El 67.6% de los encuestados decidieron permanecer en sus casas durante las temporadas de lluvia en Valle Alto, mientras que el 32.4% optó por mudarse como medida de protección ante los desastres naturales.

8.- ¿Vuelve a establecerse en Valle Alto?

Volver a establecerse en Valle Alto: De aquellos que decidieron mudarse durante la temporada de lluvia, el 85.3% indicó que sí regresan a establecerse en el fraccionamiento.

9.- ¿Qué tan seguido presenta problemas por riesgo en la localidad de Valle Alto?

Frecuencia de problemas por riesgo en Valle Alto: El 76.5% de los encuestados señaló que los problemas por riesgo de inundación se presentan anualmente durante la temporada de lluvias.

10.- ¿Recomienda la Infraestructura Verde que está instalada en el boulevard de Valle Alto?

Recomendación de la Infraestructura Verde: El 79.4% de los habitantes recomiendan los elementos de Infraestructura Verde instalados en el boulevard de Valle Alto, destacando que son considerados beneficiosos por los entrevistados.

11.- ¿Ha encontrado beneficios a partir de su instalación?

Beneficios percibidos a partir de la instalación: El 77.9% de los encuestados afirmó haber percibido beneficios a partir de la instalación de la Infraestructura Verde en el fraccionamiento.

12.- ¿Cree necesario que sean aplicados más elementos de Infraestructura Verde?

Necesidad de más elementos de Infraestructura Verde: El 83.8% de los habitantes considera necesario instalar más elementos de infraestructura verde en Valle Alto.

13.- ¿Recomienda vivir en Valle Alto? Cualquiera que sea su respuesta explique por qué.

- “No, en temporada de lluvia corremos muchos riesgos en cuanto a las inundaciones y deberían de garantizar la seguridad, en la última inundación, dejamos nuestra casa para irnos al estacionamiento en Ley para que no dañaran nuestros autos. Y en varias Casa se metió el agua a una altura considerablemente riesgosa.”
- “Si es un fraccionamiento tranquilo se vive A gusto y está en crecimiento”
- “No, por las inundaciones; las zonas que no se inundan quedan sin salida/entrada.”
- “Si. se vive a gusto solo el nervio en época de lluvias”
- “No. Por los riesgos de inseguridad e inundaciones.”
- “Si, a pesar que es una zona de inundaciones también en la zona de crecimiento económico sí llegar a corregir al 100% las causas de las inundaciones su plusvalía crecería mucho más.”
- “Si, porque tienes todo al alcance.”
- “Si, es un lugar agradable y hay casi todo lo que uno necesita a la mano.”
- “Sí. Se vive muy a gusto. Pero, sufrimos mucho el tiempo de lluvias. Y mucho más, porque nuestra casa es de una planta y no podemos salvar nada. Creo que sería bueno promover que toda la zona de inundación pudiéramos tener por lo menos una recamara en segunda planta para dormir tranquilos en tiempo de lluvias, cuando llueve de noche no dormimos, del estrés por el riesgo de inundarnos mientras estamos dormidos, más por nuestros hijos pequeños.”

- “Ahora mismo no, pero con el tiempo y las instalaciones necesarias lo recomendaría.”

Recomendación de vivir en Valle Alto: Las opiniones fueron variadas, pero la mayoría de los encuestados recomendaron vivir en el fraccionamiento debido a los servicios disponibles. Sin embargo, algunos expresaron preocupaciones relacionadas con la inseguridad y las inundaciones.

Finalmente, los resultados del cuestionario revelan que, aunque parte de la población se siente segura en el fraccionamiento Valle Alto, existe preocupación por las inundaciones y la falta de adaptaciones especiales en las viviendas. No obstante, los encuestados reconocen los beneficios de la Infraestructura Verde y recomiendan su implementación y expansión en el área. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias de adaptación sostenible a largo plazo frente a perturbaciones, como las provocadas por el cambio climático y la degradación del medio ambiente.

4.3. RESULTADOS VARIABLE RIESGO

Según el criterio manejado por el IMTA, se obtuvo resultados de los conceptos *peligro* y *vulnerabilidad*. Se detectaron las características que componen los dos conceptos principales para encontrar el *riesgo*.

4.3.1. RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS PARA MEDIR PELIGRO.

4.3.1.1. HIDROLOGÍA

El análisis de los resultados de esta investigación se enfoca en la variable de riesgo, específicamente en la medición del peligro a través de la característica de hidrología. Para ello, se utilizaron datos obtenidos de la estación climatológica 0025015 Culiacán (DGE), la cual se encuentra ubicada en las coordenadas Latitud: 24°47'31" N y Longitud: 107°23'53" (Fig. 35). Esta estación es la más cercana a la zona de estudio y ha registrado información desde el periodo 1951-2010, abarcando así un estudio de 60 años de las lluvias registradas en Culiacán.



Figura 25. Ubicación de la estación climatológica 0025015 “Culiacán (DGE)”.

A continuación, en la Figura 36, se presenta la gráfica de precipitación media mensual, donde se puede observar el acumulado anual total de 667.3 mm de precipitación en la estación "Culiacán (DGE)".

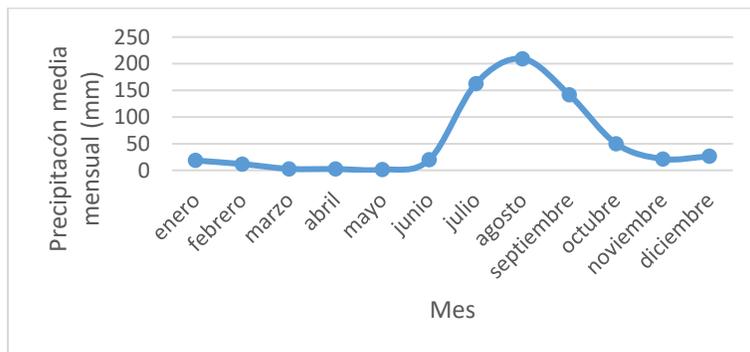


Figura 26. Precipitación media mensual, con datos del SMN (2022).

La Figura 37 representa la precipitación máxima mensual registrada en los años 1958 a 2010. Esta información permite visualizar los valores más altos de precipitación en cada mes y comprender la variabilidad de las lluvias a lo largo del tiempo.

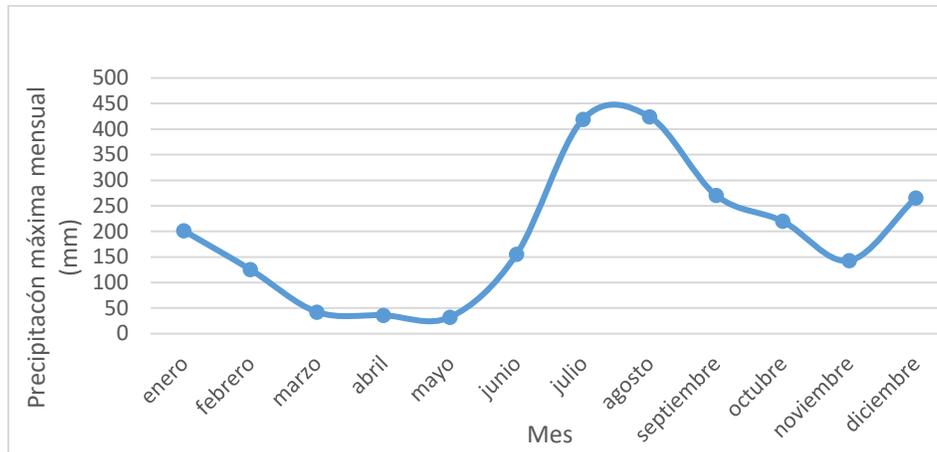


Figura 27. Precipitación máxima mensual, con datos del SMN (2022).

Además, se muestra en la figura 38 un mapa de distribución del promedio anual de lluvia en el periodo de 1981 a 2010 en el municipio de Culiacán, de donde se considera “Lluvia Acumulada Promedio” a la lluvia que se precipita sobre una superficie (en mm), de donde 1 mm de lluvia equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado (1 L/m²). En este mapa se observa que la distribución de la lluvia anual varía entre los 600 mm y los 1000 mm de precipitación sólo para el municipio de Culiacán. Estos datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) son relevantes para evaluar el peligro asociado a las condiciones hidrológicas en la zona de estudio. La información sobre la precipitación media mensual, la precipitación máxima y la distribución promedio anual de lluvia permite comprender la magnitud y la variabilidad de las lluvias en Culiacán, lo cual es fundamental para la evaluación del riesgo en términos de inundaciones u otros eventos relacionados con el agua.

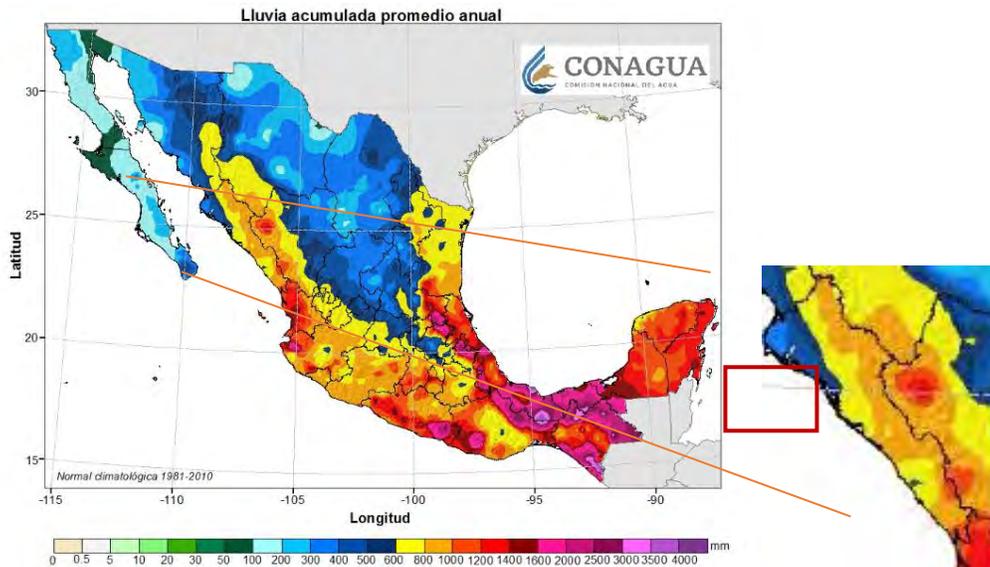


Figura 28. Mapa de distribución promedio anual de lluvia en el periodo 1981 a 2010. Con datos del SMN, 2022.

De acuerdo con los resultados obtenidos a través de las características de hidrología, se obtuvo información relevante para medir el peligro asociado a las condiciones de lluvia en Culiacán. Estos datos son fundamentales para comprender el riesgo en la zona de estudio y pueden contribuir a la toma de decisiones en cuanto a medidas de mitigación y adaptación frente a eventos hidrológicos.

4.3.1.2. CÁLCULO DEL PERIODO DE RETORNO Y PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA.

El cálculo del periodo de retorno y la probabilidad de excedencia para las precipitaciones máximas es esencial en los estudios hidrológicos y la evaluación del riesgo en una determinada área geográfica. Estos análisis permiten comprender la frecuencia y magnitud de los eventos de precipitación extrema, lo cual es fundamental para la planificación y toma de decisiones en términos de gestión del agua, infraestructura y adaptación al cambio climático.

El periodo de retorno es la probabilidad de que, en un evento de variable aleatoria, en este caso la precipitación máxima registrada, pueda ser igualada o superada en ese mismo evento, es la probabilidad con la que se presenta un evento el cual es definido por la ecuación siguiente:

$$P = \frac{1}{T}$$

Donde:

P=Probabilidad de que ocurra un evento

T=Periodo de retorno

En el presente estudio, se analizaron los resultados del cálculo del periodo de retorno y la probabilidad de excedencia utilizando los datos de precipitación máxima registrados en la estación climatológica de Culiacán. Estos datos han sido proporcionados por Beltrán (2017), quien ha establecido un periodo de retorno de 10 años con una precipitación máxima de 134 mm como referencia para el análisis. Se realizó el cálculo del periodo de retorno (T_r), la probabilidad de que un evento ocurra en un año o de excedencia (P_x) y la probabilidad de no ocurrencia (Q_x) para cada año de registro de precipitación máxima, respectivamente, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$T_r = \frac{n + 1}{m}$$

Donde:

T_r = periodo de retorno por año.

n = número de orden.

m = número total de años registrados.

Ecuación ¿?:

$$P_{(x)} = \frac{1}{T_r}$$

Donde:

P_x = Probabilidad de que un evento ocurra en el año.

T_r = Periodo de retorno por año.

$$Q_x = 1 - P_x$$

Donde:

Q_x = Probabilidad de que un evento no ocurra en el año.

P_x = Probabilidad de que un evento ocurra en el año.

Los resultados del cálculo del periodo de retorno y la probabilidad de excedencia para las precipitaciones máximas en la estación climatológica de Culiacán se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 6. Cálculo del periodo de retorno y probabilidad de excedencia. Fuente: Beltrán, R. (2017, p. 67-69).

Año	No. de Orden	Precipitación (mm)	Tr (Años)	Px	Qx
2013	1	258.00	59.00	0.0169	0.9831
1980	2	172.50	29.50	0.0339	0.9661
2004	3	152.20	19.67	0.0508	0.9492
1984	4	140.00	14.75	0.0678	0.9322
1996	5	134.00	11.80	0.0847	0.9153
2008	6	129.00	9.83	0.1017	0.8983
1971	7	120.00	8.43	0.1186	0.8814
1979	8	120.00	7.38	0.1356	0.8644
2002	9	117.50	6.56	0.1525	0.8475
1987	10	114.50	5.90	0.1695	0.8305
2006	11	113.50	5.36	0.1864	0.8136
1974	12	112.50	4.92	0.2034	0.7966
1966	13	109.70	4.54	0.2203	0.7797
1983	14	103.50	4.21	0.2373	0.7627
1967	15	98.30	3.93	0.2542	0.7458
1963	16	96.00	3.69	0.2712	0.7288
1993	17	93.00	3.47	0.2881	0.7119
2007	18	92.60	3.28	0.3051	0.6949
1958	19	89.50	3.11	0.3220	0.6780
1988	20	88.50	2.95	0.3390	0.6610

1970	21	88.00	2.81	0.3559	0.6441
1972	22	86.00	2.68	0.3729	0.6271
1989	23	85.00	2.57	0.3898	0.6102
1990	24	83.50	2.46	0.4068	0.5932
1986	25	82.00	2.36	0.4237	0.5763
2003	26	81.00	2.27	0.4407	0.5593
1991	27	80.00	2.19	0.4576	0.5424
1985	28	78.80	2.11	0.4746	0.5254
1976	29	76.50	2.03	0.4915	0.5085
1994	30	75.00	1.97	0.5085	0.4915
1965	31	70.80	1.90	0.5254	0.4746
1977	32	70.80	1.84	0.5424	0.4576
2012	33	69.30	1.79	0.5593	0.4407
1982	34	68.40	1.74	0.5763	0.4237
1995	35	68.00	1.69	0.5932	0.4068
2010	36	66.80	1.64	0.6102	0.3898
1968	37	66.00	1.59	0.6271	0.3729
1960	38	64.80	1.55	0.6441	0.3559
1975	39	63.60	1.51	0.6610	0.3390
1962	40	60.10	1.48	0.6780	0.3220
1992	41	60.00	1.44	0.6949	0.3051
1999	42	60.00	1.40	0.7119	0.2881
2009	43	60.00	1.37	0.7288	0.2712
1961	44	58.70	1.34	0.7458	0.2542
1973	45	56.30	1.31	0.7627	0.2373
2001	46	56.00	1.28	0.7797	0.2203
2000	47	55.50	1.26	0.7966	0.2034
2011	48	53.70	1.23	0.8136	0.1864
1997	49	53.00	1.20	0.8305	0.1695
1957	50	51.70	1.18	0.8475	0.1525
1959	51	51.30	1.16	0.8644	0.1356
1969	52	49.50	1.13	0.8814	0.1186
1978	53	48.80	1.11	0.8983	0.1017
1964	54	48.60	1.09	0.9153	0.0847
1981	55	47.00	1.07	0.9322	0.0678

1998	56	45.50	1.05	0.9492	0.0508
2005	57	44.50	1.04	0.9661	0.0339
1956	58	42.00	1.02	0.9831	0.0169

De acuerdo a la Tabla 6, se observa que a medida que aumenta el periodo de retorno, disminuye la probabilidad de ocurrencia de un evento de precipitación máxima. Por ejemplo, para un periodo de retorno de 10 años, la probabilidad de ocurrencia es de 0.169, mientras que, para un periodo de retorno de 1 año, la probabilidad de ocurrencia es de 0.9831. Esto indica que los eventos de precipitación máxima con una alta magnitud son menos frecuentes en comparación con los eventos de menor magnitud.

El análisis de los resultados revela la variabilidad en los periodos de retorno y las probabilidades de excedencia para las precipitaciones máximas registradas en la estación climatológica de Culiacán. Estos datos proporcionan información valiosa sobre la frecuencia y magnitud de los eventos de precipitación extrema en la zona de estudio que inciden en la evaluación del riesgo en términos de eventos hidrológicos, como inundaciones, y para la toma de decisiones

4.3.1.3. CONFIGURACIÓN DEL TERRENO

La Figura 39 muestra el mapa de hidrología del Municipio de Culiacán, donde se observan los relieves y los cuerpos de agua presentes en la región. El fraccionamiento de valle alto se destaca por su ubicación estratégica entre cuerpos de agua y dentro de la microcuenca "Bajo Fuerte-Culiacán-Elota".

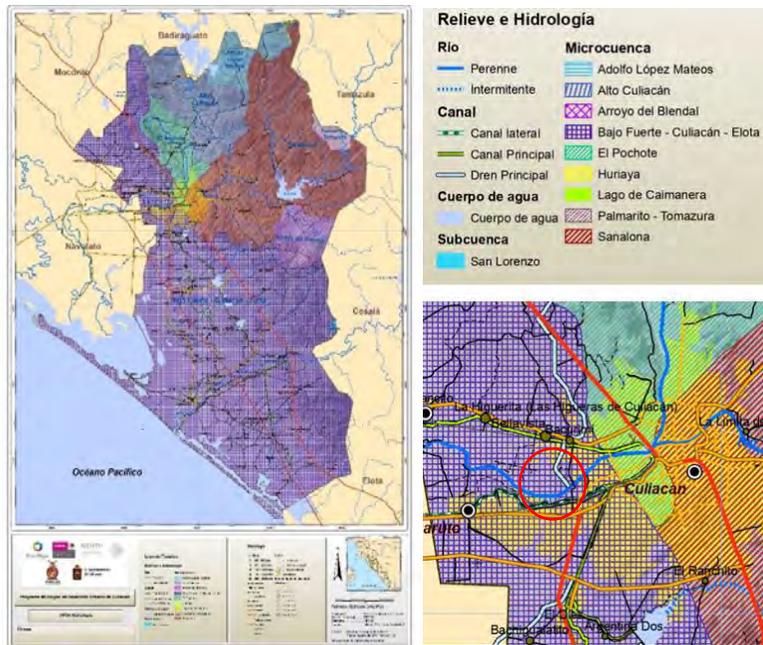


Figura.29. Mapa de Hidrología, Programa Municipal de Desarrollo Urbano Culiacán (2014).

La presencia de relieves y cuerpos de agua en el municipio de Culiacán indica la existencia de un sistema hidrológico complejo y dinámico. Estos elementos juegan un papel crucial en el ciclo del agua y en la distribución de los recursos hídricos en la región. Además, la microcuenca "Bajo Fuerte-Culiacán-Elota" representa una unidad hidrológica importante que puede influir en la disponibilidad y la calidad del agua en la zona. El fraccionamiento de valle alto, al estar ubicado entre cuerpos de agua y dentro de la microcuenca mencionada, se encuentra en una posición geográfica estratégica desde el punto de vista hidrológico. Esto puede implicar desafíos y oportunidades en términos de gestión del agua, planificación urbana y medidas de adaptación frente a eventos hidrológicos y subrayan la necesidad de considerar la distribución espacial de los elementos hidrológicos en la planificación urbana y en la gestión del agua, encaminadas a la protección y el manejo sostenible de los recursos hídricos en el Municipio de Culiacán.

4.3.1.4. MAPA DE HIDROGRAFÍA

Se obtuvo el mapa de los cuerpos de agua dentro del municipio que colindan con respecto al área de estudio, con la herramienta Qgis, se presentan manzanas de Valle Alto y Río Culiacán.

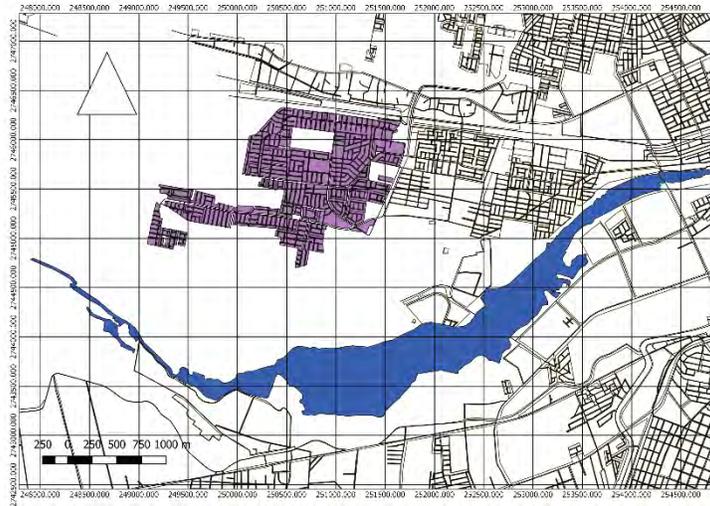


Figura 30. Mapa de Hidrología, cuerpos de Agua en área de estudio, elaboración propia con datos: INEGI (2022).

4.3.1.5. DELIMITACIÓN DE CUENCAS

El análisis de la delimitación de cuencas se realizó utilizando los datos proporcionados por el INEGI (2022). Se determinó un área drenada de 44.15 km², que representa el territorio dentro de la cuenca en estudio. Además, se analizaron los índices del cauce principal, como la elevación máxima, media y mínima, la longitud, la pendiente media y el tiempo de concentración. Estos datos se utilizaron para obtener una visión detallada de las características hidrológicas del área de estudio.

Tabla 7. Índices del cauce principal

ÍNDICES DEL CAUCE PRINCIPAL	
PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	99 m
Elevación media	69 m
Elevación mínima	40 m
Longitud	13.59 m
Pendiente media	0.43%
Tiempo de concentración	232.79 (min)

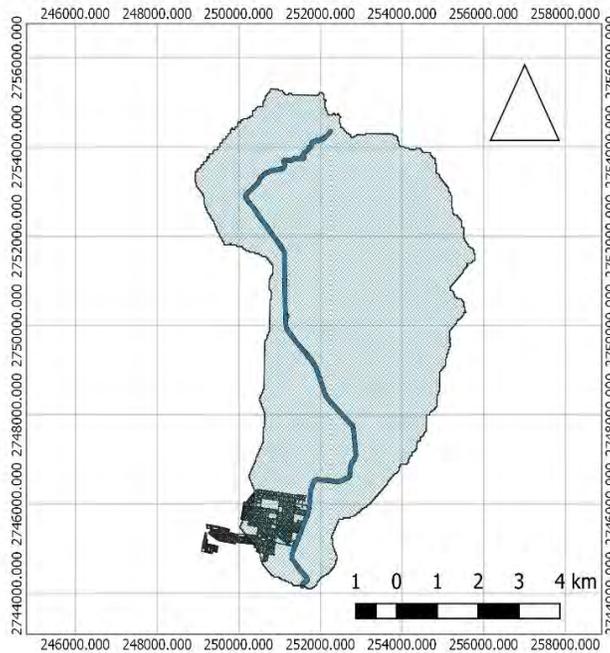


Figura 31. Mapa de cuenca y cauce principal del área de estudio. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2022).

El mapa de cuenca y cauce principal, elaborado con los datos del INEGI, proporcionó una representación visual de la delimitación de la cuenca y la ubicación del cauce principal en el área de estudio. Mediante el análisis de los datos de los índices del cauce principal, se encontró que la elevación máxima es de 99 m, mientras que la elevación media y mínima son de 69 m y 40 m, respectivamente. Estos datos proporcionan información sobre la variabilidad altimétrica dentro de la cuenca y pueden tener implicaciones en la distribución del flujo de agua. La longitud del cauce principal se determinó en 13.592 m, lo que indica la extensión del sistema fluvial en el área de estudio. La pendiente media del cauce principal se calculó en 0.43%, lo que sugiere una pendiente moderada en el terreno circundante. El tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda el agua en llegar al cauce principal desde cualquier punto de la cuenca, se estimó en 232.79 minutos. Este dato es relevante para comprender la velocidad de respuesta hidrológica en la cuenca.

4.3.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

4.3.2.1. ANÁLISIS TOPOGRÁFICO.

El análisis de la topografía de la zona de estudio se llevó a cabo utilizando los datos proporcionados por el INEGI (2022). Se elaboró un mapa de topografía basado en curvas

de nivel, que representan las líneas que conectan puntos de igual elevación en el área de estudio. Estas curvas de nivel permiten visualizar y analizar la configuración del terreno, incluyendo las áreas de mayor y menor elevación.

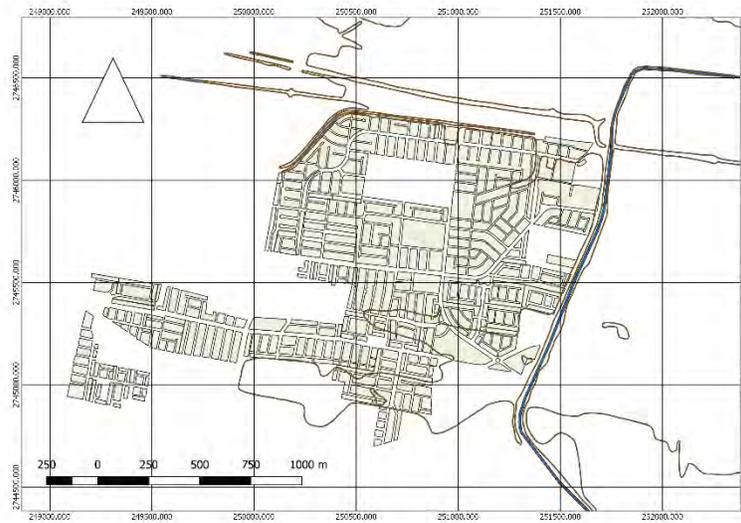


Figura 32. Mapa de topografía, con base a curvas de nivel en el área de estudio, elaboración propia con datos: INEGI (2022).

De acuerdo al mapa topográfico del Fraccionamiento Valle Alto en Culiacán, de la Figura 42, se revela una amplia variabilidad altimétrica en el área de estudio. El mapa de topografía, elaborado con base en curvas de nivel, muestra las diferentes elevaciones del terreno y permite identificar áreas de pendientes pronunciadas, zonas planas y valles. Las curvas de nivel cercanas entre sí indican áreas con pendientes pronunciadas, mientras que las curvas de nivel más separadas representan áreas de terreno más plano. Estas características topográficas pueden tener implicaciones en el diseño y la planificación del fraccionamiento Valle Alto, así como en la gestión del agua y la infraestructura urbana. La información topográfica obtenida es fundamental para comprender la distribución espacial de las elevaciones y proporciona una base sólida para el análisis de riesgos naturales, como inundaciones y deslizamientos de tierra. Además, esta información puede ser utilizada en estudios hidrológicos y de drenaje, así como en la identificación de áreas propensas a la erosión.

4.3.2.2. USO DE SUELO.

El análisis del uso de suelo y la calidad de vivienda se basa en el mapa proporcionado por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Culiacán (2014). Se examina el mapa de uso de suelo y vivienda para identificar la clasificación de vivienda en el fraccionamiento Valle Alto a continuación:

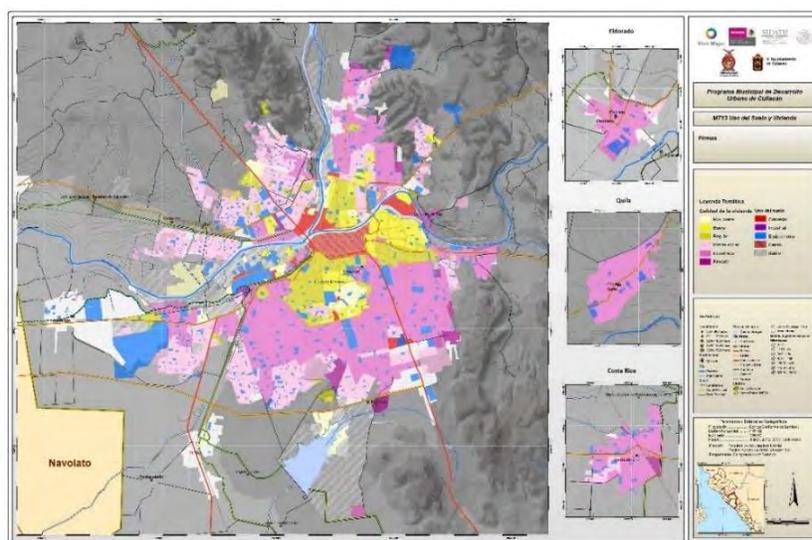


Figura 33. Mapa de uso de suelo y vivienda. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Culiacán (2014).

El mapa de uso de suelo y vivienda revela que el fraccionamiento Valle Alto se clasifica como una zona de vivienda de "interés social". Esto implica que las viviendas en esta área están diseñadas y destinadas a satisfacer las necesidades básicas de la población de bajos ingresos. Esta información es relevante para la planificación urbana y la identificación de áreas que requieren programas de desarrollo social y mejoramiento de la calidad de vida.

Sin embargo, es importante destacar que, debido a la falta de información proporcionada por la empresa constructora responsable de la infraestructura verde en el sector Valle Alto, no se pudieron realizar mapas de peligro en esta investigación. Los mapas de peligro son herramientas cruciales para evaluar los riesgos naturales asociados con fenómenos como inundaciones o deslizamientos de tierra. La ausencia de información sobre la infraestructura verde existente limita la capacidad de evaluar de manera integral los peligros naturales en el fraccionamiento Valle Alto. Aunque esta investigación no pudo completar los mapas de

peligro debido a las limitaciones de tiempo y la falta de información, se destaca la importancia de abordar esta línea de investigación en futuros estudios. La obtención de datos detallados sobre la infraestructura verde, como jardines de infiltración y pozos de absorción, permitiría una evaluación más completa de los peligros naturales y contribuiría a la planificación y diseño de medidas de mitigación adecuadas.

4.3. RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS PARA MEDIR VULNERABILIDAD.

4.3.1. SELECCIÓN DE VARIABLES PARA MEDIR LA VULNERABILIDAD EN FRACC. VALLE ALTO.

De acuerdo con los índices para medir la vulnerabilidad, se tomaron como base las variables propuestas y se adaptaron otras para complementar la investigación del caso de estudio. A continuación, se mencionan las variables totales que se consideraron en la medición y de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI (Tercera edición):

Tabla 8. Variables seleccionadas para medición de vulnerabilidad en Fracc. Valle Alto con datos de INEGI (2020).

Indicador	Indicador	Indicador
POBTOT Población total.	VPH_LAVAD Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	VPH_C_SERV Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje
P_60YMAS Población de 60 años y más	VPH_TV Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	VPH_REFRI Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador
PCON_DISC Población con discapacidad	P_3A5 Personas de 3 a 5 años de edad.	VPH_HMICRO Viviendas particulares habitadas que disponen de horno de microondas
TVIVHAB Total, de viviendas habitadas	PCON_DISC Población con discapacidad	VPH_PC Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, laptop o Tablet

Indicador	Indicador	Indicador
VPH_SNBIEN Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	VIVTOT Total, de viviendas	

Estas variables se seleccionaron con el fin de establecer una relación entre la población que habita y utiliza los espacios del fraccionamiento, las viviendas habitadas y los riesgos que enfrentan en caso de inundaciones, considerando los bienes muebles de línea blanca y los medios de transporte que podrían resultar dañados.

Con base en la definición de las variables, se proponen tres medidas de vulnerabilidad en relación con el menaje, la población y la infraestructura:

$$\text{Vulnerabilidad por Menaje} = \frac{VPH_REFRI + VPH_LAVAD + VPH_MICRO + VPH_TV + VPH_PC}{VPH_SNBIEN}$$

. Ecuación de vulnerabilidad por menaje, elaboración propia (2022).

$$\text{Vulnerabilidad por Infraestructura} = \frac{VPH_C_SERV}{TVIVHAB}$$

Ecuación de vulnerabilidad por infraestructura, elaboración propia (2022).

$$\text{Vulnerabilidad por Población} = \frac{P3A5 + P_{60YMAS} + PCON_DISC}{POBTOT}$$

Ecuación de vulnerabilidad por población, elaboración propia (2022).

Es importante destacar que estas ecuaciones proporcionan una medida relativa de la vulnerabilidad en relación con los bienes muebles en las viviendas, la calidad de la infraestructura y la composición demográfica de la población.

Las variables se evaluaron utilizando todas las manzanas del Fraccionamiento Valle Alto, a excepción de las 48 manzanas que no cuentan con registro de información, dando un total de 311 Manzanas según la base de datos de INEGI (2020) para la realización del análisis de vulnerabilidad.

En la parte de anexos, se incluyen las tablas (10 y 11), con las 359 manzanas registradas y las 48 que no cuentan con registro de información.

Con la información de las variables seleccionadas dentro de cada manzana, fue posible localizar los criterios de vulnerabilidad por menaje, infraestructura y población, ubicándose

gráficamente con mapas realizados con el software Qgis. La interpretación de los resultados permitió identificar áreas prioritarias para la implementación de medidas de mitigación y adaptación ante posibles riesgos asociados con inundaciones.

4.3.2. MAPAS DE VULNERABILIDAD

- **MAPA DE VULNERABILIDAD POR MENAJE**

El mapa de vulnerabilidad por menaje elaborado con el software QGIS y los datos del INEGI (2020) proporciona una representación visual de las áreas con diferentes niveles de vulnerabilidad en el fraccionamiento Valle Alto. Esto puede ayudar a identificar las zonas más expuestas y priorizar las acciones de mitigación y adaptación en aquellas áreas con una vulnerabilidad alta o muy alta.

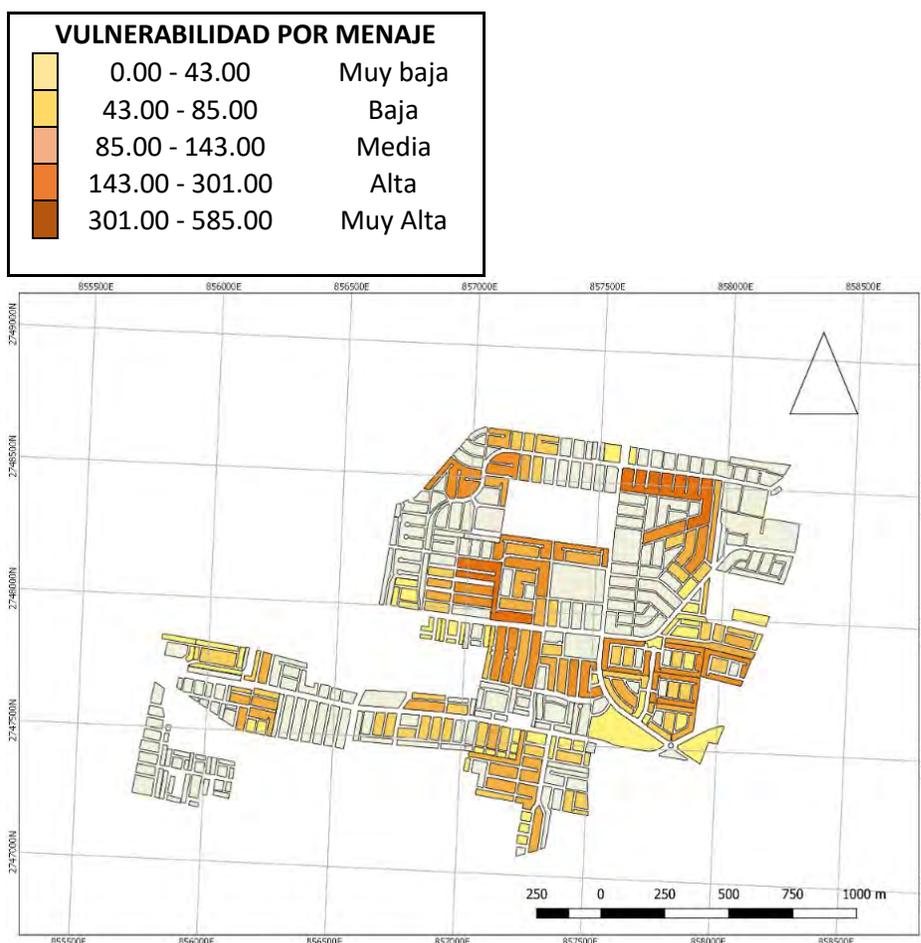


Figura 34. Mapa vulnerabilidad por menaje elaboración propia con software Qgis y datos INEGI (2020).

De acuerdo a los resultados, figura 34, se identificaron diferentes niveles de vulnerabilidad en función de la pérdida de menaje debido a inundaciones: Vulnerabilidad Muy baja con 43 viviendas con pérdida de menaje, Medio con 143 viviendas y Muy alto 585 viviendas con pérdida por inundación.

El análisis llevado a cabo, se basó en los datos disponibles y en las variables seleccionadas para medir la vulnerabilidad. Otros factores relevantes, como la capacidad de respuesta de la comunidad o las características específicas de las viviendas y su ubicación geográfica, pueden influir en la vulnerabilidad real de cada hogar. Por lo tanto, es recomendable combinar este análisis con evaluaciones de campo y considerar otros aspectos para obtener una imagen completa de la vulnerabilidad en el área de estudio.

- **MAPA DE VULNERABILIDAD POR POBLACIÓN**

El mapa de vulnerabilidad por población, elaborado con el software QGIS y los datos del INEGI (2020), proporciona una representación visual de las áreas con diferentes niveles de vulnerabilidad en términos de personas afectadas. Esta información puede ser útil para priorizar las acciones de respuesta y mitigación, así como para la planificación de medidas de adaptación y resiliencia en la zona de estudio. Dicho análisis revela información importante sobre la vulnerabilidad por población en el Fraccionamiento Valle Alto. Según los resultados, se identificaron diferentes niveles de vulnerabilidad en función del número de personas afectadas por inundaciones, de acuerdo a la Figura 35:

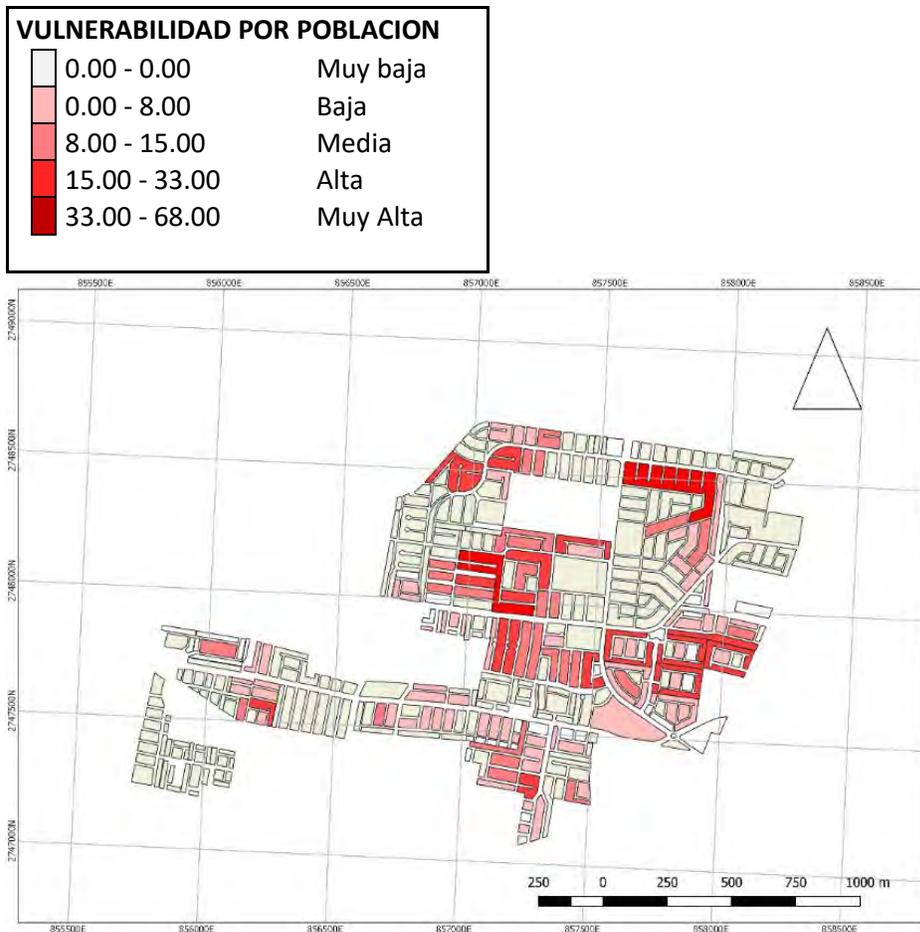


Figura 35. Mapa vulnerabilidad por población elaboración propia con software QGIS y datos INEGI (2020).

De lo anterior, se observa que no hubo personas afectadas en la categoría de vulnerabilidad muy baja, 15 personas afectadas en la categoría de vulnerabilidad media y 68 personas afectadas en la categoría de vulnerabilidad muy alta debido a inundaciones. El análisis también muestra que la vulnerabilidad por población está directamente relacionada con la cantidad de personas expuestas a las inundaciones en cada área del fraccionamiento. Estos resultados resaltan la importancia de considerar el factor humano al evaluar la vulnerabilidad, ya que las personas afectadas son quienes experimentan directamente las consecuencias de los eventos de inundación.

- **MAPA DE VULNERABILIDAD POR INFRAESTRUCTURA**

El mapa de vulnerabilidad por infraestructura, elaborado con el software QGIS y los datos del INEGI (2020), proporciona una representación visual de las áreas con diferentes niveles

de vulnerabilidad en términos de pérdida de vivienda. Esta información puede ser útil para identificar las zonas más propensas a sufrir daños en la infraestructura de vivienda y orientar las medidas de prevención y mitigación en el fraccionamiento, ya que muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad en el fraccionamiento Valle Alto en relación con la infraestructura de vivienda. Según los resultados, se identificaron dos categorías de vulnerabilidad: baja y alta, en función de las pérdidas de vivienda registradas debido a las inundaciones, de acuerdo a la figura 36:

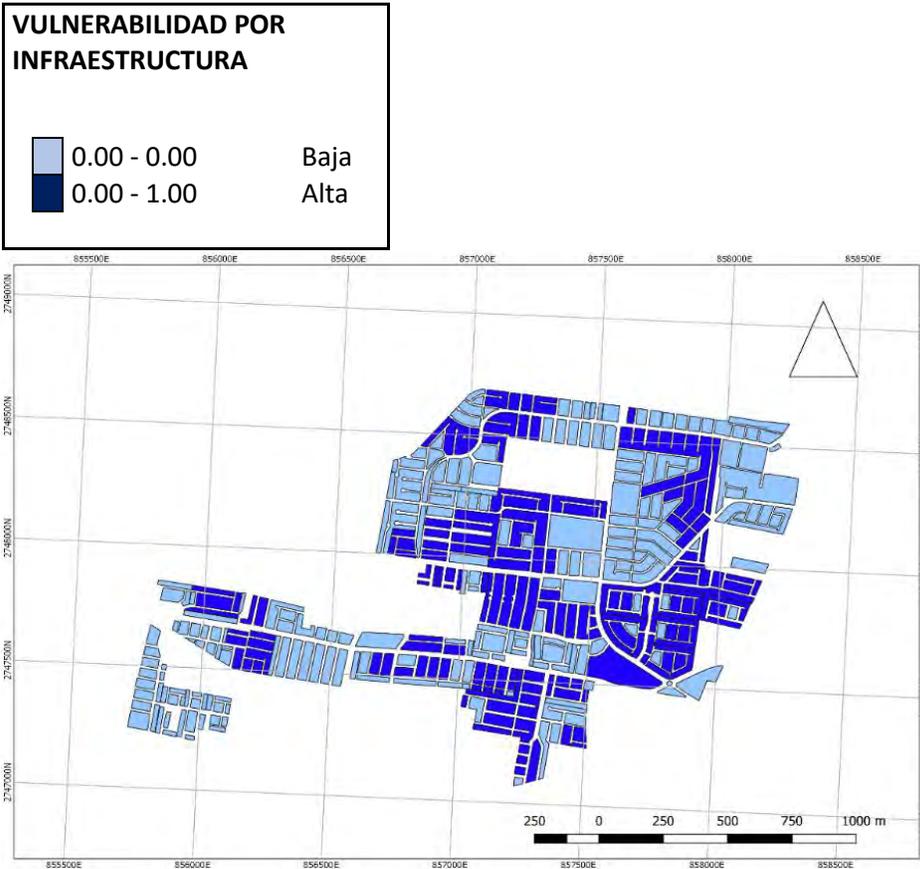


Figura. 36. Mapa vulnerabilidad por infraestructura elaboración propia con software Qgis y datos INEGI (2020).

De acuerdo al mapa, se observa que no se registraron pérdidas de vivienda en la categoría de vulnerabilidad baja, mientras que se registró una pérdida de vivienda en la categoría de vulnerabilidad alta debido a las inundaciones. Estos resultados indican que la infraestructura de vivienda en el Fraccionamiento Valle Alto ha mostrado una resiliencia relativamente alta frente a eventos de inundación. La categoría de vulnerabilidad baja

sugiere que la mayoría de las viviendas han logrado resistir y no han sufrido daños significativos. Sin embargo, la presencia de una pérdida de vivienda en la categoría de vulnerabilidad alta indica que al menos una vivienda se ha visto afectada gravemente por las inundaciones. Esto resalta la importancia de seguir monitoreando y evaluando la infraestructura de vivienda para garantizar su capacidad de resistir futuros eventos de inundación y promover la seguridad de los residentes.

4.4. RESUMEN CAPITULO

Los resultados presentados en este capítulo permiten obtener una interpretación integral sobre la importancia de la infraestructura verde en la mitigación de riesgos en áreas propensas a inundaciones. Estos resultados contribuyen a alcanzar los objetivos planteados en el capítulo uno de la investigación. La información recopilada y las deducciones realizadas a partir de los datos obtenidos brindan una sólida base para comprender el servicio y la necesidad de esta investigación. Se destaca la importancia de utilizar datos verídicos y metodologías adecuadas para obtener información nueva y confiable.

Este capítulo representa un valioso aporte para comprender el papel de la infraestructura verde como herramienta de adaptación en zonas de riesgo por inundación. Los resultados obtenidos a partir de la investigación realizada permiten una mejor comprensión de la importancia de esta infraestructura y su relevancia en la planificación y gestión del riesgo de desastres.

CAPITULO 5. CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIÓN VARIABLE INFRAESTRUCTURA VERDE

Dentro del presente trabajo de investigación, se realizó una evaluación exhaustiva de la infraestructura verde y sus contribuciones en el ámbito del agua. Se han identificado diversos elementos existentes en estudios y proyectos aprobados que demuestran sus funciones y beneficios para el medio ambiente y la ciudad, abarcando una amplia variedad de opciones que pueden adaptarse a zonas urbanas y mejorar los recursos naturales, especialmente en relación con el agua.

Se identificaron e implementaron herramientas que incluyen dos tipos de elementos como: pozos de absorción, parques hundidos y jardines infiltrantes, los cuales desempeñan funciones de infiltración, permeabilidad y conducción de las aguas pluviales a lo largo de los bulevares Valle Alto y Álvaro del Portillo, ubicados estratégicamente en zonas de riesgo por inundación según los datos del Atlas de Riesgos 2015.

5.2. CONCLUSIÓN VARIABLE ADAPTACIÓN

Se realizó el cuestionario semiestructurado a los habitantes del fraccionamiento valle alto, para evaluar la capacidad de adaptación de los elementos de infraestructura verde implementados en la zona de riesgo. Los resultados mostraron que la población percibe estos elementos como beneficiosos y favorables, y sugieren la aplicación de más elementos bajo este rubro para mejorar la captación y filtrado de las aguas pluviales.

Las respuestas indicaron que la población identifica los elementos como un beneficio para el fraccionamiento, respondiendo que la IV existente es una estrategia favorable desde la percepción, así como también se sugiere que sean aplicados más elementos bajo este rubro, siendo observable su capacidad de captación y como ayudan a que el agua no se quede estancada en las zonas bajas del fraccionamiento.

Es importante mencionar que, aunque no se han registrado lluvias intensas desde la implementación de los elementos de infraestructura verde (eventos meteorológicos de 2013 y 2018 en Culiacán, Sinaloa), se reconoce su capacidad para reducir el escurrimiento de agua en las vialidades y retrasar el tiempo de inundación durante la temporada de lluvias. Esto ha llevado a una mayor conciencia por parte de los habitantes sobre los efectos benéficos de la adaptación de estos elementos.

5.3. CONCLUSIÓN VARIABLE RIESGO

En relación a la variable riesgo, el análisis se centró en la vulnerabilidad, ya que no se pudo acceder a información detallada sobre las características específicas de los elementos de infraestructura verde para evaluar el peligro. Sin embargo, se identificaron las zonas de riesgo por inundación con un alto nivel de vulnerabilidad a través de mapas que consideraron factores como el menaje, la vivienda y la población. Estos riesgos pueden controlarse mediante la adopción de medidas de mitigación, como la implementación de elementos de infraestructura verde en el ámbito del agua.

5.4. ANÁLISIS DE DATOS CUANTITATIVOS.

Respecto al análisis de datos cuantitativos, se utilizaron fuentes de información secundaria, como documentos, archivos históricos, bases de datos, artículos y libros especializados, para obtener una visión integral del desarrollo de la infraestructura verde y el riesgo a lo largo del tiempo.

5.5. RESUMEN CAPÍTULO 6

El presente estudio demuestra que la infraestructura verde en el ámbito del agua se ha adaptado de manera exitosa en las zonas de riesgo por inundación identificadas dentro del fraccionamiento Valle Alto en Culiacán, Sinaloa. Estos elementos desempeñan un papel beneficioso al mitigar la vulnerabilidad de los daños sociales y materiales que pueden ocurrir, dando una respuesta clara a los objetivos de la investigación.

ANEXOS.

Formato de cuestionario.

Preguntas Respuestas **68** Configuración



Maestría en
Arquitectura y
Urbanismo

Universidad Autónoma de Sinaloa

Problemática de Inundaciones en Valle Alto

Buen día, mi nombre es Fabiola Guadalupe Peraza Leyva, alumna del posgrado de maestría en arquitectura y urbanismo, estoy realizando la siguiente entrevista para reforzar la información de mi investigación de tesis la cual lleva por nombre de "INFRAESTRUCTURA VERDE COMO INSTRUMENTO DE ADAPTACIÓN A ZONAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN. Caso de estudio: Valle Alto, Culiacán, Sinaloa.
De ante mano agradezco su apoyo y tiempo.

Correo electrónico *

Correo electrónico válido

1. ¿Se siente seguro al vivir en el Fraccionamiento de Valle Alto? *

Si

No

Regular

¿A partir de que año comenzó a vivir en el fraccionamiento de Valle Alto? o ¿De que año a que año vivió? *

Texto de respuesta largo

2. ¿Qué tipo de problemas ha presentado en su domicilio y alrededores desde que existen elementos que ayudan a las inundaciones? *

- Inundaciones
- Crecientes de ríos y canales
- Pérdida de mobiliario y electrodomésticos
- Daños al inmueble
- Falta de movilidad en la zona

3. ¿Cuenta con adaptaciones especiales en su casa o vecindario, que ayuden a enfrentar las inundaciones? *

- No
- Sí

En caso de "Sí", ¿cuáles?

Texto de respuesta largo

Elemento de Infraestructura Verde: Camellón levantado con Jardín de infiltración.



Elemento de Infraestructura Verde: Parque hundido o pozo de absorción.



5. En temporada de lluvias, ¿Se siente Seguro en los parques y alrededores del fraccionamiento Valle Alto? *

- Si
- No
- Regular

4. ¿Que beneficios considera que aporta la instalación de elementos para la captación de agua? *

Texto de respuesta largo

6. ¿Que actividades realiza en las áreas publicas de Valle Alto? *

- Ejercicio
- Para compras de necesidad
- Paseo familiar o con mascota

7. ¿Ha realizado mudanzas por protección durante temporadas de Lluvia? *

- Si
- No

8. ¿Vuelve a establecerse en Valle Alto? *

- Si
- No

9. ¿Que tan seguido presenta problemas por riesgo en la localidad de Valle Alto? *

- Nunca
- Cada año
- Cada mes
- Cada semana

10. ¿Recomienda la Infraestructura verde que esta instalada en el boulevard de Valle alto? *

- Si
- No

11. ¿Ha encontrado beneficios a partir de su instalación? *

Si

No

12. ¿Cree necesario que sean aplicados mas elementos de infraestructura Verde? *

Si

No

13. ¿Recomienda vivir en Valle Alto? Cualquiera que sea su respuesta explique por qué. *

Texto de respuesta largo

GRÁFICAS DEL CUESTIONARIO, FIGURA DESDE LA 24 A LA 34.

1.- ¿Se siente seguro al vivir en el Fraccionamiento de Valle Alto?

68 respuestas

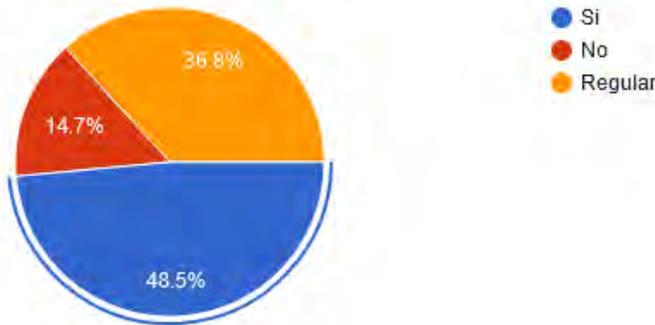


Figura 24. Respuesta de pregunta 1. Elaboración propia con base Google forms (2022).

2.- ¿Qué tipo de problemas ha presentado en su domicilio y alrededores desde que existen elementos de Infraestructura Verde que ayuden a las inundaciones?

68 respuestas

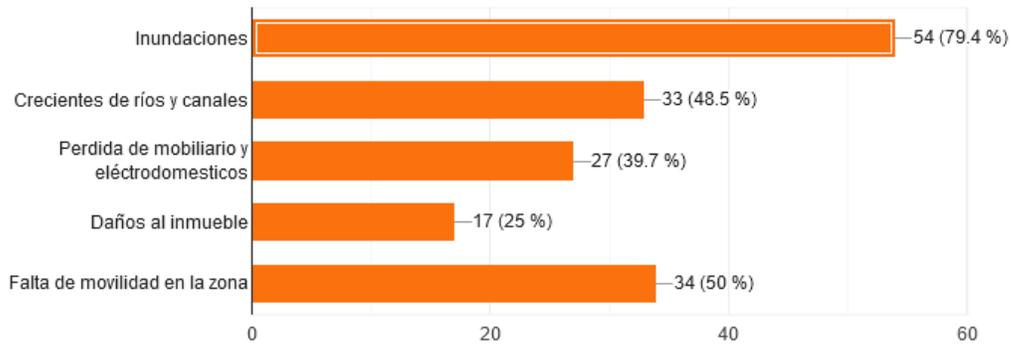


Figura 25. Respuesta de pregunta 2. Elaboración propia con base Google forms (2022).

3.- ¿Cuenta con adaptaciones especiales en su casa o vecindario, que ayuden a enfrentar las inundaciones?

68 respuestas

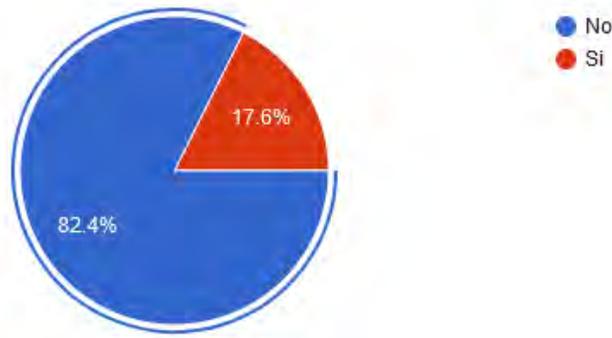


Figura 26. Respuesta de pregunta 3. Elaboración propia con base Google forms (2022).

5.- En temporada de lluvias, ¿Se siente seguro en los parques y alrededores del fraccionamiento Valle Alto?

68 respuestas

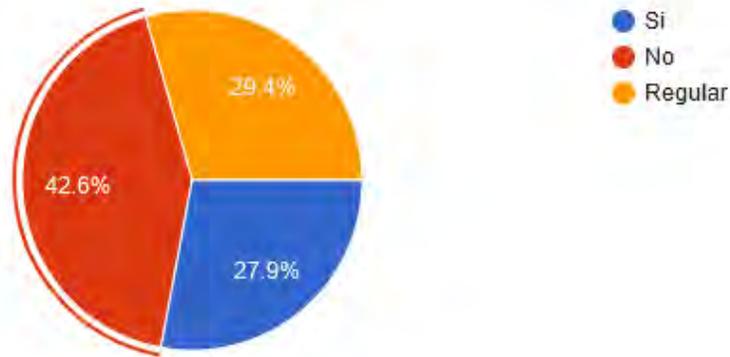


Figura 27. Respuesta de pregunta 5. Elaboración propia con base Google forms (2022).

6.- ¿Qué actividades realiza en las áreas públicas de Valle Alto?

68 respuestas

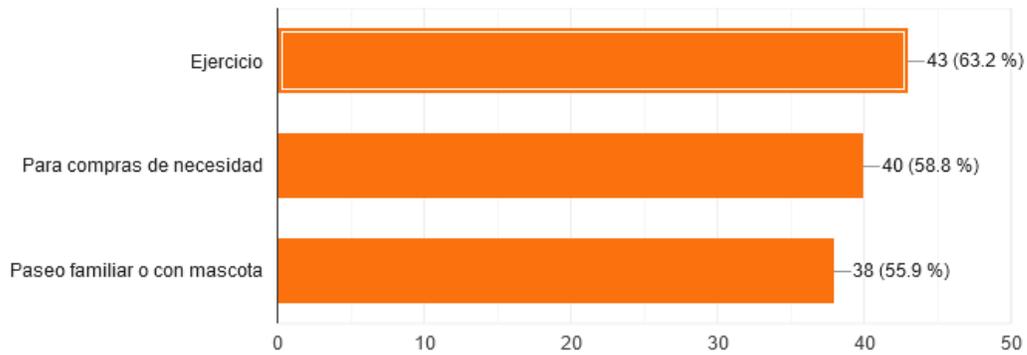


Figura 28. Respuesta de pregunta 6. Elaboración propia con base Google forms (2022).

7.- ¿Ha realizado mudanzas por protección durante temporadas de lluvia?

68 respuestas

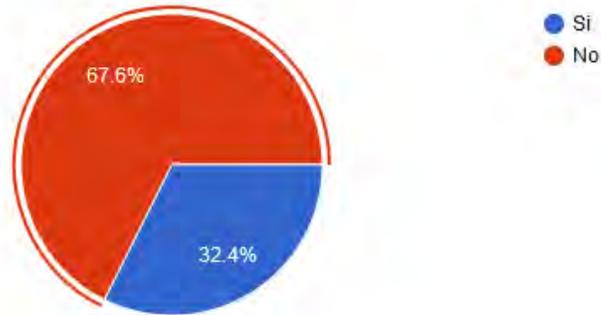


Figura 29. Respuesta de pregunta 7. Elaboración propia con base Google forms (2022).

8.- ¿Vuelve a establecerse en Valle Alto?

68 respuestas

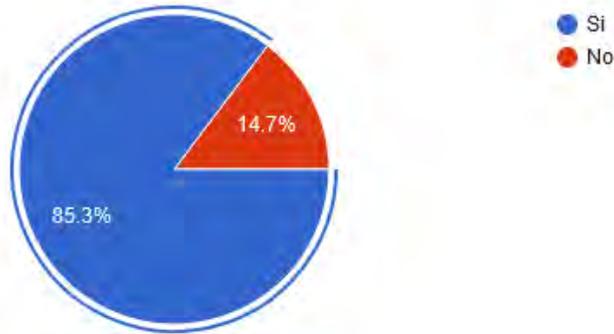


Figura 30. Respuesta de pregunta 8. Elaboración propia con base Google forms (2022).

9.- ¿Qué tan seguido presenta problemas por riesgo en la localidad de Valle Alto?

68 respuestas

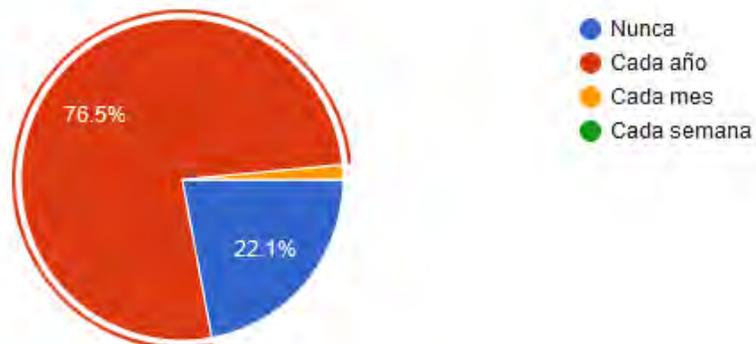


Figura 31. Respuesta de pregunta 9. Elaboración propia con base Google forms (2022).

10.- ¿Recomienda la Infraestructura Verde que está instalada en el boulevard de Valle Alto?

68 respuestas

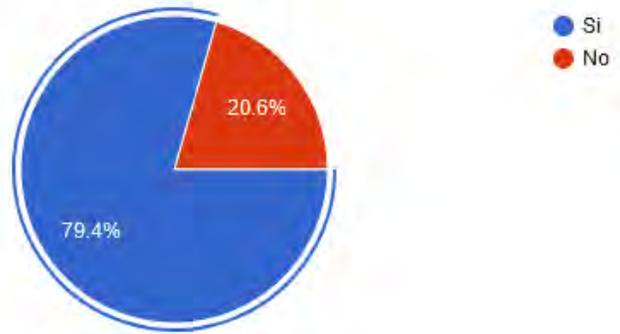


Figura 32. Respuesta de pregunta 10. Elaboración propia con base Google forms (2022).

11.- ¿Ha encontrado beneficios a partir de su instalación?

68 respuestas

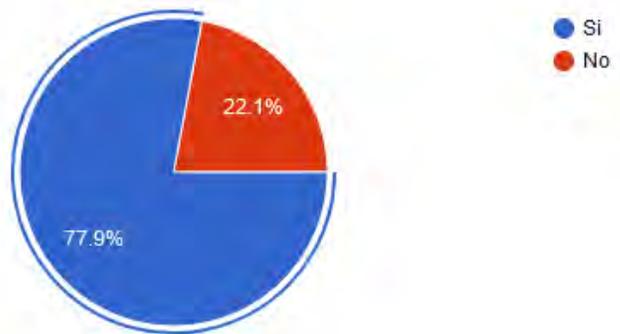


Figura 33. Respuesta de pregunta 11. Elaboración propia con base Google forms (2022).

12.- ¿Cree necesario que sean aplicados más elementos de Infraestructura Verde?

68 respuestas

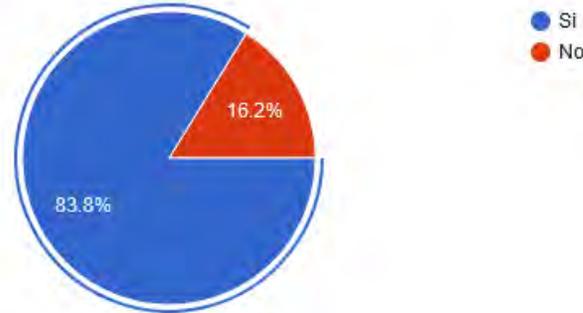


Figura 34. Respuesta de pregunta 12. Elaboración propia con base Google forms (2022).

ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

- Análisis bibliográfico de Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México., Elaboración propia con base a Antonio Suarez et al, (2011).

1	Antonio Suárez, Pedro Camarena, Ismael Herrera, Antonio Lot. (2011). Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México. Ciudad de México: Reserva ecológica del pedregal de San Ángel.
PLANTEAMIENTO TEÓRICO. Los autores plantean desde una visión holística y disciplinaria el campo de la infraestructura verde como una solución, nos dice “Visión integral para lograr una propuesta armónica, enfocada a la generación de políticas públicas, que ofrece una gama amplia de soluciones a importantes problemas urbanos con el fin de lograr una relación equilibrada entre algunas necesidades de la sociedad y el cuidado del medio ambiente en las grandes ciudades Dr. Carlos Arámburo de la Ho (2011, p. I).	
INCIDENCIA EN EL TEMA DE INVESTIGACIÓN. Aporta información de gran interés para el tema de investigación puesto que propone un desarrollo sustentable para el mejoramiento de un área urbana con base a técnicas que estudian las características físicas y biológicas del lugar, para poder responder mejor a las necesidades.	
PROBLEMA. Dentro del esquema de áreas de reserva “Como un ejemplo de lo que puede hacerse con las áreas de reserva, se toman como referencia las abundantes zonas de pedregales de roca basáltica que existen en el sur de la Ciudad de México, y que fueron generadas por la erupción del volcán Xitle, hace un poco menos de dos milenios. La mayoría de estas zonas, dispersas en barrios, colonias y delegaciones, proporcionan una serie de beneficios a la población, conocidos como servicios eco sistémicos o ambientales, que frecuentemente son desconocidos por sus habitantes” Suárez et al (2011, p. I).	

<p>PREGUNTAS. ¿Cómo puede la ciudad convertirse en instrumento del cambio? La ciudad necesita tener voluntad política para cambiar. La ciudad requiere de una estrategia que tome en cuenta sus potenciales, no solo sus necesidades. La ciudad necesita de solidaridad, no de manera retórica sino como un entendimiento de la vida diaria de sus ciudadanos- Jaime Lerner (Mau, 2005).</p>
<p>OBJETIVO. “Esta iniciativa propone un menú de soluciones concretas a problemas urbanos como la movilidad y la carencia de espacios públicos de calidad a la vez que brinda so luciones a problemas ambientales como la infiltración de aguas pluviales, la conexión de corredores biológicos, la captura de carbono, la regulación del clima y la pérdida de la biodiversidad en la ciudad” Suarez et al, (2011, p. III).</p>
<p>HIPÓTESIS. “Una infraestructura urbana que a la vez que disminuye el riesgo de inundaciones también brinda una posibilidad de movilidad no contaminante, incrementa el área disponible de espació público y articula las diferentes áreas verdes de la ciudad” Suarez et al, (2011, p.2).</p>
<p>ESTADO DEL ARTE. Vanguardia</p>
<p>CONCEPTOS-VARIABLES. Infraestructura verde, corredores ecológicos.</p>
<p>ASPECTOS METODOLÓGICOS. Estudio que trata de resolver la reserva ecológica de los pedregales a través de la aplicación de la infraestructura verde, incluyendo los cuatro ejes de estudio de la misma; agua, movilidad, espacio público y biodiversidad, haciéndose la investigación desde un enfoque de adaptación a las necesidades que la problemática demanda, explotando el potencial en cada eje.</p>

- Análisis bibliográfico de Guía de la Infraestructura Verde municipal datos con base Federación española de municipios y provincias (2019).

2	<p>Dr. Pedro Calaza Martínez. (2019). Guía de la Infraestructura Verde municipal. España: ASEJA, Federación española de municipios y provincias, Biodiversidad red de gobiernos locales, Asociación española de parques y jardines públicos.</p>
<p>PLANTEAMIENTO TEÓRICO. Estudio de la IV dentro de los parámetros que se necesitan desde lo ecológico y político en el empleo de herramientas sustentables, pero no los suficientes, debe incluirse dentro de los marcos de investigación mundiales a través de las necesidades por cubrir físicas y sociales, en los aspectos urbanos y periurbanos, haciendo énfasis en los para la mejora del espacio y su uso.</p>	
<p>INCIDENCIA EN EL TEMA DE INVESTIGACIÓN. Es información de gran relevancia pues establece información sobre las generalidades políticas, sociales y urbanas que debería considerar la infraestructura verde para su aplicación correcta. Aporta información sobre el desarrollo del concepto, sus principios y objetivos, explicando sus múltiples beneficios. Además, se desarrolla a partir de la perspectiva urbana y periurbana, lo cual es de suma importancia porque el proyecto de investigación está dentro de los estándares periurbanos y las especificaciones de implementación son factibles.</p>	

PROBLEMA. La problemática mundial es la contaminación y el desequilibrio medioambiental que repercuten en la sociedad. en el empleo de herramientas sustentables, pero no los suficientes, debe incluirse dentro de los marcos de investigación mundiales. Ya que las necesidades por cubrir son físicas y sociales, para la mejora del espacio y su uso. Como se cita “En la Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos (COM (2011) 571 final), se indicaba que “la falta de protección de nuestro capital natural y de una valoración adecuada de los servicios ecosistémicos debe abordarse en el marco de los esfuerzos por un crecimiento inteligente, sostenible e integrador”, y señalaba que “la infraestructura verde constituye un paso importante hacia la protección del capital natural” y además establecía que la Comisión Europea prepararía una comunicación sobre infraestructura ecológica” Calaza, P., (2019, p.10).

PREGUNTAS. - ¿De qué depende el uso de un espacio verde?,

- ¿Quién puede tomar la iniciativa?
- ¿Qué entidades deben participar?
- ¿Qué miembros de la comunidad necesitan participar?
- ¿Cómo pueden ayudar las administraciones públicas?

OBJETIVO. “Esta Guía se redacta con el objetivo de dar respuesta a las necesidades que los responsables municipales tienen a la hora de gestionar de forma adecuada la infraestructura verde situada en su ámbito municipal (...), documento destinado a orientar en la definición y ejecución de actuaciones que tengan por objetivo una mejor gestión para lograr un territorio más resiliente y sostenible, optimizando la generación de los servicios ecosistémicos y los beneficios que nos ofrece la naturaleza como soporte de vida” Calaza, P. (2019, p. 7).

HIPÓTESIS. “Las acciones en el marco municipal deben orientarse hacia la gran cantidad de espacios que forman parte de la infraestructura verde, tanto verdes (terrestres) como azules (en el caso de los ecosistemas acuáticos). En los terrestres, esta infraestructura está presente en los entornos rurales y también en los urbanos, que es donde esta Guía tendrá una mayor aplicación” Calaza, P., (2019, p.11).

ESTADO DEL ARTE. Vanguardia, Precursor.

CONCEPTOS-VARIABLES. Infraestructura verde, corredores ecológicos, zonas urbanas y periurbanas.

ASPECTOS METODOLÓGICOS. La multiescalaridad debe incorporarse a los procesos metodológicos para identificar e implementar una IV. Por ejemplo, la AEMA (2014) propone un acercamiento multiescalar (2 escalas diferentes) para la identificación de los elementos de la infraestructura verde, dependiendo de los objetivos a lograr:

- Análisis a nivel de paisaje (resolución de 1 km): se identifican y cartografían elementos de la infraestructura verde o funciones y servicios de los ecosistemas.
- Análisis a escala local (recomendada <100 m): en este análisis se identifica la infraestructura verde urbana.

- Análisis bibliográfico de Guía práctica de Restauración Ecológica. datos con base Artigas T. y et al, (2018).

3	<p>Teresa Artigas y Luis Manso de Zúñiga, Ayuntamiento de Zaragoza Montserrat López Molina, ACER Asociación per a la Conservació de l'Entorn i la Recerca Mikel Sarriegi, BASOINSA S.L., Ingeniería Ambiental José María Gómez y Ruth Millán, CEMEX Rosa Carretón y César Luaces Frades, COMINROC, Federación de Áridos y ANEFA Juan Manuel Ceballos-Escalera Fernández, Comunidad de Madrid Eduardo Lafuente, Confederación Hidrográfica del Segura Joris de Vente, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CEBAS-CSIC Irene Estaún, Consell Insular de Menorca Miquel Campos Llach, Consorci de l'Estany Sandra Magro, Ana Méndez y Adrián Mohmed, Creando Redes. (2018). Guía práctica de Restauración Ecológica. España: Fundación biodiversidad.</p>
<p>PLANTEAMIENTO TEÓRICO. El propósito principal de la guía trata sobre la introducción a futuro de estrategias ecológicas, a través de “La futura Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas (IVCRE), alineada con diversas estrategias europeas y convenios internacionales, reconoce la necesidad de conservar y acrecentar el capital natural y los servicios ecosistémicos en España.(...) En este contexto, la Guía que se presenta supone una propuesta operativa que incluye diversas herramientas y recomendaciones, con el fin de facilitar la incorporación de la Restauración Ecológica como enfoque y metodología óptima para la recuperación de ecosistemas” Artigas, T. el al., (2018, p.5).</p>	
<p>INCIDENCIA EN EL TEMA DE INVESTIGACIÓN. Para continuar, dentro del estudio se plantean las técnicas que ayudan a la restauración de ecosistemas, que para mí tema de estudio equivale a la metodología de restauración a través de diversas técnicas, entre ellas la infraestructura verde, para solventar las zonas afectadas por los desastres que pueden sufrirse a partir de los riesgos por inundación. Artigas, T. el al., (2018, p.23).</p>	
<p>PROBLEMA. Se trata sobre la “(...) Reposición de los regueros causados por la erosión hídrica y la limpieza de los sedimentos acumulados en las cunetas, bermas y arcones, entre otras operaciones. Ambos problemas se reparten prácticamente por igual esa partida presupuestaria. Desgraciadamente, no se dispone de ningún dato relativo a estos problemas en ferrocarriles, pero más allá de su orden de magnitud, indudablemente también” Artigas, T. el al., (2018, p.23).</p>	
<p>Mientras tanto se indican dentro del documento las problemáticas más comunes a tratar dentro de los agroecosistemas en la península ibérica:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de producción y de bienes y servicios ecosistémicos, -Alteración de procesos, funciones, estructuras del agroecosistema -Análisis y búsqueda de la rentabilidad a corto plazo -Sobrecarga ganadera; efecto sobre suelo -Sobrepastoreo; efecto sobre vegetación -Sobreexplotación de recursos forestales -Pérdida de biodiversidad, dificultades para el reclutamiento de especies vegetales, erosión de suelo -Pérdida de valores socio-culturales y paisajísticos -Pérdidas económicas -Disminución de la resiliencia frente al cambio global”, Artigas, T. el al., (2018, p.49). 	
<p>PREGUNTAS. “¿Se han identificado los procesos ecológicos clave del sistema? ¿Se ha identificado el nivel funcional del ecosistema? ¿Se han identificado y caracterizado los servicios ecosistémicos del ecosistema? ¿Se han caracterizado las causas y efectos de la degradación del ecosistema? ¿Se han establecido indicadores para valorar los procesos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos?”</p>	

¿Se han integrado distintas escalas en el diagnóstico?”, Artigas, T. el al., (2018, p.68).
OBJETIVO. Dentro del programa de Restauración ecológica la se busca: “(...) conseguir un Impacto Neto Cero, sin pérdida neta de biodiversidad, recursos y servicios ecosistémicos, o en el mejor de los casos, un Impacto Neto Positivo, es decir, recuperar la biodiversidad, recursos y servicios ecosistémicos del área en la que se interviene con valores mayores a los de su situación de partida, Artigas, T. el al, (2018, p.14).
HIPÓTESIS. “(...) implementar cambios en los procesos productivos de un sector, ya sea desde el ámbito privado o público, supone un reto económico y de gestión, por lo que generar proyectos piloto transparentes en objetivos, costes y resultados, que sirvan de referencia y ejemplo al sector en general, podría ser la palanca definitiva que acelere este proceso” Artigas”, T. el al., (2018, p.22).
ESTADO DEL ARTE. Vanguardia, Precursor
CONCEPTOS-VARIABLES. Restauración ecológica, Jerarquía de Mitigación, Riesgos, Impacto
ASPECTOS METODOLÓGICOS. Mientras tanto para lograr una restauración ecológica, se consideran las siguientes metodologías: “- Análisis de escenarios y modelos - Seguimiento en campo y mediante sensores remotos - Análisis de coste-beneficio - Planificación participativa - Análisis de decisiones multicriterio”, Artigas”, T. el al., (2018, p.40).

- Análisis bibliográfico de Buenas prácticas para la evaluación y planificación del manejo de impactos sobre la biodiversidad. datos con base Hardener, J. y et al, (2015).

4	Jared Hardener, Ted Guillison, Stuart Anstee, Mark Meyer. (2015). Buenas prácticas para la evaluación y planificación del manejo de impactos sobre la biodiversidad: Grupo de trabajo sobre instituciones financieras multilaterales.
PLANTEAMIENTO TEÓRICO. Dentro del documento se plantean las practicas factibles para analizar los impactos en la biodiversidad ayudando a plantear una solución a través de la planificación del manejo de estos. Un análisis de los riesgos y las necesidades del espacio a partir de estos para poder generar una mitigación.	
INCIDENCIA EN EL TEMA DE INVESTIGACIÓN. Este tema representa una perspectiva de solución a la problemática de riesgos dentro mi tema de investigación. A partir de un planteamiento de estrategias que ayudan a mitigar los impactos, aportando seguridad y disminuyendo, manifestando método de solución.	
PROBLEMA. “Los riesgos para la biodiversidad y sus respectivas necesidades de manejo variarán de acuerdo al proyecto. Los desarrolladores del proyecto deberán adaptar el nivel de rigor a la hora de evaluar los impactos y planificar la gestión de estos”, Hardener, J. (2015, p.4).	
PREGUNTAS. “- ¿La caracterización se basa en los impactos potenciales identificados para el proyecto? - ¿existe algún medio confiable para estimar los impactos? - ¿Se repite la evaluación para cuantificar los impactos inherentes (sin manejo) y residuales (con manejo)?” Hardener, J. (2015, p.14).	

<p>OBJETIVO. A partir de la evaluación de los impactos es como se pretende conseguir aportar una solución, “El objetivo de este paso consiste en evaluar las consecuencias y riesgos de los potenciales impactos a los valores de la biodiversidad descritos en los dos pasos anteriores. Algunos estándares corporativos, de los prestamistas u organismos reguladores utilizarán el término “significativo” para referirse a un umbral de consecuencia o riesgo que sea necesario manejar, o que no pueda ser aceptable” Hardener, J. (2015, p.15).</p>
<p>HIPÓTESIS. “El requisito para realizar trabajos de rehabilitación y restauración variará según los estándares corporativos, de los organismos reguladores o de los prestamistas, y puede estar estrechamente relacionado con el resultado deseado en los términos de manejo de la biodiversidad (por ejemplo, sin pérdidas netas, con ganancias netas (...))”, Hardener, J. (2015, p.30).</p>
<p>ESTADO DEL ARTE. Vanguardia, Precursor</p>
<p>CONCEPTOS-VARIABLES. Mitigación, Restaurar/Rehabilitar, Minimizar, Evitar, Compensar la biodiversidad.</p>
<p>ASPECTOS METODOLÓGICOS. La metodología se retoma a partir de la evolución de impactos en las zonas de biodiversidad, de la siguiente manera: “Constituye el núcleo de la evaluación de impacto social y ambiental, y se puede dividir en cuatro pasos generales: 1. Definición de alternativas del proyecto 2. Identificación de impactos 3. Caracterización de impactos 4. Evaluación de las consecuencias y los riesgos”, Hardener, J. (2015, p.7).</p>

- Análisis bibliográfico de La Jerarquía de Mitigación como buena práctica en la gestión empresarial de la Biodiversidad, datos con base Grupo de Trabajo CONAMA. (2016).

5	<p>Grupo de Trabajo CONAMA. (2016). La Jerarquía de Mitigación como buena práctica en la gestión empresarial de la Biodiversidad. n/h: Fundación Global Natura.</p>
<p>PLANTEAMIENTO TEÓRICO. La investigación establece un método de trabajo que busca identificar los impactos y riesgos, usando herramientas metódicas establecidas con base al análisis de diversas investigaciones. Dentro de este hay planteamientos de ayuda para la mitigación de los riesgos que sufre la población por diversos factores.</p>	
<p>INCIDENCIA EN EL TEMA DE INVESTIGACIÓN. Muy importante, pues los métodos de acción aplicados en el estudio dan una base de aplicación para mi tema de investigación, siendo los objetivos de mitigar, evitar y aminorar un mismo sentido, aportando una perspectiva diferente para analizarlo que ayuda a su identificación a través de los pasos ya establecidos, ayudando también en el estudio de conceptos que funcionan para la mitigación.</p>	
<p>PROBLEMA. El problema que se envuelve en esta investigación, son los riesgos e impactos que existen, que no se tiene las soluciones o metodologías que atiendan de forma correcta todos los aspectos que estos pueden presentar.</p>	
<p>PREGUNTAS. ¿Qué es la Jerarquía de Mitigación y qué relación tiene con la gestión empresarial de biodiversidad y servicios de ecosistemas? CONAMA (2016, p. 2).</p>	

<p>OBJETIVO. “Definir conjuntamente por parte del GT qué es la “Jerarquía de Mitigación” orientada a la gestión de la biodiversidad y servicios de los ecosistemas. Este concepto implica que los impactos sobre la biodiversidad causados por un proyecto, deben ser compensados para que no haya pérdidas de biodiversidad ni de los servicios ecosistémicos que ésta ofrece. Para realizar este trabajo se han ilustrado las fases de la jerarquía con casos de empresas del GT” CONAMA, (2016, p. 3).</p>
<p>“Si bien el objetivo corporativo asegura un máximo nivel de cumplimiento, numerosas empresas cuentan con experiencia en lo relativo a medidas de evitación, minimización, restauración y compensación de sus impactos. A continuación, se recogen una serie de casos prácticos que sirven para ejemplificar las distintas fases de la Jerarquía de Mitigación.” CONAMA (2016, p. 19).</p>
<p>HIPÓTESIS. “La Jerarquía de Mitigación permite identificar riesgos e impactos y contribuye a prevenir, mitigar y manejar riesgos e impactos físico-ecológicos y socio-culturales de las actividades empresariales. Evitar y minimizar ayuda a prevenir impactos potenciales e intrínsecos, mejora el cumplimiento de requisitos legales o financieros, y refuerza la reputación de la organización. Este enfoque orientado al Net Positive Impact (NPI) ofrece beneficios ya que define objetivos medibles y métricas para los resultados en biodiversidad a nivel de paisaje. Ayuda a completar todos los pasos de la Jerarquía de mitigación desde la evitar hasta la restaurar, compensar. Además, facilita una gestión de biodiversidad sistemática, que da credibilidad a las acciones de gestión de biodiversidad, ya que están basadas en resultados demostrables.”, CONAMA (2016, p. 17).</p>
<p>ESTADO DEL ARTE. Vanguardia</p>
<p>CONCEPTOS-VARIABLES. Mitigación, evitar, reducir, impactos residuales, umbral de riesgo, impactos significativos, gestión de peligros.</p>
<p>ASPECTOS METODOLÓGICOS.</p> <p>“a) Información sobre biodiversidad y servicios de los ecosistemas b) Identificación de los servicios ecosistémicos y específicamente del uso que hacen de ellos los grupos de interés c) Comprensión de los impactos: daños directos, indirectos, y en su caso, los impactos acumulativos y/o sinérgicos d) La determinación de las prioridades de conservación; y e) Métodos demostrados para reducir, mitigar y compensar los impactos” CONAMA (2016, p. 20).</p>

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

- Definición del concepto de “sustentabilidad urbana”, elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

SUSTENTABILIDAD URBANA:	
Teórico:	Freddy Alexis Aponte Páez.
Nombre y año de publicación:	La sustentabilidad urbana en las ciudades, 2007.
Cita textual:	“El concepto de sustentabilidad urbana es considerado como un estado de equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental en el espacio de la ciudad. La discusión de sustentabilidad urbana incorpora el tipo de interacción que se establece entre ciudad y región y que hace posible la vida urbana” (Aponte Páez, 2007).

<p>Teórico: Oswaldo López Bernal.</p> <p>Nombre y año de publicación: La sustentabilidad urbana, 2004.</p> <p>Cita textual: “Sustentabilidad urbana se concibe como un concepto sistémico, a partir del cual se origina un concepto alternativo de ciudad, en el cual un asentamiento tiene la capacidad de proporcionar en forma duradera y eficiente la energía y los recursos para cumplir con los objetivos que en el subsistema social (bienestar social), espacio físico urbano (calidad físico espacial), económico (productividad) y ecológico (preservación ecológica), que requerirán las generaciones presentes y futuras que habitarán la ciudad”. (López Bernal, 2004, p.14).</p>
<p>Teórico: José Luis Lezama y Judith Domínguez.</p> <p>Nombre y año de publicación: Medio ambiente y sustentabilidad urbana, 2006.</p> <p>Cita textual: “Para hablar de sustentabilidad urbana hay que referirse a las tres dimensiones que integran el principio: la social, la económica y la ambiental. No tiene un significado uniforme, sino que, por el contrario, varía de acuerdo con el entorno urbano al que se aplica, es decir, no existe un tipo ideal de ciudad sostenible, sino que ésta se conforma de acuerdo con sus características ambientales propias, regionales y condiciones sociales o económicas, reconociendo que no todas las ciudades atraviesan por las mismas problemáticas”. (Lezama y Domínguez, 2006, p.160).</p>

- Definición del concepto de “planificación urbana”, elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

PLANIFICACIÓN URBANA	
<p>Teórico: Giovanni Guida Piqueras.</p> <p>Nombre y año de publicación: Sostenibilidad y planificación urbana, 2017.</p> <p>Cita textual: “La planificación urbana sostenible, se basa en la distribución e integración equitativa, reduciendo las cargas y potenciando los beneficios, derivados de los modos de vida. De manera interdisciplinar, se debe trabajar hacia una nueva concepción económica solidaria y social, enfocada a una prosperidad donde la sostenibilidad ambiental cimiente la pauta del bienestar social. Desde el ámbito urbano, los procesos de participación consiguen empoderar al tejido social debilitado, educando a la sociedad hacia una nueva perspectiva económica y tecnológica, sostenible”, (Guida Piqueras, 2017, p.46).</p>	
<p>Teórico: Guillermo Acero Caballero, Jon Aguirre Such, Jorge Arévalo Martín, Pilar Díaz Rodríguez, Iñaki Romero Fernández de Larrea, Pedro Hernández Martínez.</p> <p>Nombre y año de publicación: Planificación urbana integral, aprendiendo de Europa, 2019.</p> <p>Cita textual: “(...) proceso abierto y flexible, y que necesariamente ha de adaptarse a las particularidades locales y a los objetivos que pretendemos conseguir en el plan. Se trata, en cambio, de explicar los pasos generales que hemos de dar para el desarrollo de un plan para proyectar el futuro de nuestros municipios desde una perspectiva integral, y de plantear un muestrario de procedimientos y de recursos a emplear en el proceso de planificación. (...)”. (Acero, C. et al., 2019, p.51).</p>	
<p>Teórico: Echevarría Miguel, Carmen; Aguado Moralejo, Itziar.</p>	

Nombre y año de publicación: La planificación urbana sostenible, 2003.

Cita textual: “La planificación urbana no sólo constituye una gama de instrumentos de planificación y de mecanismos de gestión que facilita una apropiada organización del uso del suelo, sino también, una proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de una ciudad que regulan la vida económica y social de sus ciudadanos. Por ello, actuaciones tales como la mejora física de los espacios públicos, la mejora de la accesibilidad y habitabilidad o la rehabilitación de edificios, en los barrios considerados vulnerables, pueden ayudar a *lograr una mayor cohesión e integración social que fomente la sostenibilidad*”. (Echevarría, et al, 2003, p.649).

- Definición del concepto “desarrollo sostenible” elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

DESARROLLO SOSTENIBLE

Teórico: Naciones Unidas.

Nombre y año de publicación: Informe del Organismo Internacional de Energía Atómica, “Nuestro futuro común”, 1987.

Cita textual: “La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo dice con toda claridad que el concepto de un desarrollo sostenible debe ser el principio rector y que el desarrollo económico y social y el ambiente deben considerarse como un todo único. También recalca el punto de que esto puede resolverse solamente dentro de la concepción de un desarrollo económico sostenible.” (Naciones Unidas, 1987, p.41).

Teórico: Carlos Gómez Gutiérrez José A. Díaz Duque.

Nombre y año de publicación: Origen del concepto del desarrollo sostenible, 2013.

Cita textual: “El concepto de «*Desarrollo Sostenible*» respondió en sus inicios a la necesidad de considerar el vínculo entre el crecimiento económico y sus efectos más o menos inmediatos sobre el medio natural,” (Díaz et al., 2013, p.7).

Teórico: Naciones Unidas, Comisión Nacional Para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Nombre y año de publicación: Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible una oportunidad para América Latina y el Caribe, 2016.

Cita textual: “Las inversiones en infraestructura (transporte, riego, energía y tecnología de la información y las comunicaciones) son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible y empoderar a las comunidades en numerosos países. Desde hace tiempo se reconoce que, para conseguir un incremento de la productividad y de los ingresos y mejoras en los resultados sanitarios y educativos, se necesitan inversiones en infraestructura.” (Naciones Unidas, 2016, p.25).

- Definición del concepto “mitigación” elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

MITIGACIÓN

Teórico: Programa de prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH).

Nombre y año de publicación:	Atlas de Peligros y/o Riesgos del municipio de Culiacán, Sinaloa 2015, 2015.
Cita textual:	“Mitigación: son las medidas tomadas con anticipación al desastre y durante la emergencia, para reducir su impacto en la población, bienes y entorno.” (PRAH, 2015, p.318).
Teórico:	Jared Hardner, MFS Ted Gullison, PhD Stuart Anstee Mike Meyer, PhD.
Nombre y año de publicación:	Buenas Prácticas para la Evaluación y Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad, 2015.
Cita textual:	“La combinación de las diferentes medidas de mitigación, así como el momento para aplicarlas, dependerá de las características específicas de cada proyecto y de los valores de la biodiversidad que se verán afectados.” (Hardner et al., 2015, p.22).
Teórico:	Javier Delgadillo Macías, Felipe Torres Torres, Daniel Rodríguez Velázquez, Fortunato Ibarra Pellegrin, Arturo Carrillo Rojas, Karina Soltero Varela.
Nombre y año de publicación:	Desastres Naturales, aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México, 1996.
Cita textual:	“La participación ciudadana en la protección civil es fundamental en la prevención, mitigación, acciones de emergencia como son auxilio y rescate, así como en las tareas de rehabilitación y reconstrucción, toda vez que es la población la que percibe y conoce cuáles son los principales riesgos que, en el nivel local, pueden afectar su integridad física, sus bienes y el entorno ambiental.” (Delgadillo, (1996, p.61).

- Definición del concepto “evitar”, elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

EVITAR	
Teórico:	Jared Hardner, MFS Ted Gullison, PhD Stuart Anstee Mike Meyer, PhD.
Nombre y año de publicación:	Buenas Prácticas para la Evaluación y Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad, 2015.
Cita textual:	“Evitar: se adoptan medidas destinadas a prevenir completamente el impacto sobre los valores de la biodiversidad, como por ejemplo cambiar el diseño espacial de un proyecto para evitar los impactos en lugares específicos” (Hardner, et al., 2015, p.21).
Teórico:	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
Nombre y año de publicación:	Guía básica para la elaboración de Atlas estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, 2006.
Cita textual:	“La experiencia adquirida en las etapas anteriores del ciclo de la prevención debe incorporarse para redefinir políticas de planeación, mitigación y reducción de vulnerabilidades, y evitar la reconstrucción del riesgo, es decir que un mismo fenómeno vuelva a impactar en el futuro de manera semejante.” (CENAPRED, 2006, p.15).

- Definición del concepto “prevención”, elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

PREVENCIÓN	
Teórico:	Javier Delgadillo Macías, Felipe Torres Torres, Daniel Rodríguez Velázquez, Fortunato Ibarra Pellegrin, Arturo Carrillo Rojas, Karina Soltero Varela.
Nombre y año de publicación:	Desastres Naturales, aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México, 1996.
Cita textual:	“Prevención: conjunto de medidas destinadas a evitar y/o mitigar el impacto destructivo de los desastres, incluye planes de seguridad y varias líneas de acción, destacando aspectos de planeación, organización, educación y capacitación, participación social, comunicación y control y evaluación.” (Delgadillo, 1996, p.93).
Teórico:	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
Nombre y año de publicación:	Guía básica para la elaboración de Atlas estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, 2006.
Cita textual:	“La estrategia de la prevención establece tres pasos fundamentales. Primero, conocer los peligros y amenazas para saber dónde, cuándo y cómo nos afectan. Segundo, identificar y establecer en el ámbito nacional, estatal, municipal y comunitario, las características y los niveles actuales de riesgo ante esos fenómenos. Por último, diseñar acciones y programas para mitigar y reducir oportunamente estos riesgos a través del reforzamiento y adecuación de la infraestructura, mejorando normas y procurando su aplicación, y finalmente, preparando e informando a la población para que sepa cómo actuar antes, durante y después de una contingencia”, (CENAPRED, 2006, p.5).
Teórico:	Programa de prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH).
Nombre y año de publicación:	Atlas de Peligros y/o Riesgos del municipio de Culiacán, Sinaloa 2015, 2015.
Cita textual:	“PREVENCIÓN: uno de los objetivos básicos de la Protección Civil, se traduce en un conjunto de disposiciones y medidas anticipadas, cuya finalidad es impedir o disminuir los efectos que se producen con motivo de la ocurrencia de calamidades. Esto, entre otras acciones, se realiza a través del monitoreo y vigilancia de los agentes perturbadores y de la identificación de las zonas vulnerables del sistema afectable (población y entorno), con la idea de prever los posibles riesgos o consecuencias para establecer mecanismos y realizar acciones que permitan evitar o mitigar los efectos destructivos”. (PRAH, 2015, p.320).

- Definición del concepto “vulnerabilidad”, elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

VULNERABILIDAD	
Teórico:	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
Nombre y año de publicación:	Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, 2021.
Cita textual:	“Se llama vulnerabilidad V, a la propensión de estos sistemas a ser afectados por el evento; la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad de daño.” (CENAPRED, 2021, p.11).
Teórico:	Programa de prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH).

Nombre y año de publicación:	Atlas de Peligros y/o Riesgos del municipio de Culiacán, Sinaloa 2015, 2015.
Cita textual:	“Es un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado. Facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad.” (PRAH, 2015, p.23).
Teórico:	Jared Hardner, MFS Ted Gullison, PhD Stuart Anstee Mike Meyer, PhD. Buenas Prácticas para la Evaluación y Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad, 2015.
Nombre y año de publicación:	Impactos sobre la Biodiversidad, 2015.
Cita textual:	“La vulnerabilidad se relaciona al impacto, o probabilidad de que existan futuras amenazas; un valor vulnerable de la biodiversidad es aquel que ha experimentado una rápida pérdida en la historia reciente y/o que se enfrenta a amenazas actuales que llevarán a pérdidas rápidas.” (Hardner, et al., 2015, p.15).

- Definición del concepto “amenaza”, elaboración propia con base a los autores mencionados (2021).

AMENAZA	
Teórico:	Secretaría de seguridad y protección ciudadana (CENAPRED).
Nombre y año de publicación:	Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, 2021.
Cita textual:	“Desde el punto de vista del diagnóstico de riesgo, los agentes perturbadores representan una amenaza, de la cual hay que determinar el potencial, o peligro de que llegue a generar desastres cuando incide sobre ciertos sistemas afectables.” (CENAPRED, 2021, p.8).
Teórico:	Programa de prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH).
Nombre y año de publicación:	Atlas de Peligros y/o Riesgos del municipio de Culiacán, Sinaloa 2015, 2015.
Cita textual:	“Riesgo inminente de ocurrencia de un desastre. Puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad y dirección determinada. Signo de peligro, desgracia o molestia” (PRAH, 2015, p.311).
Teórico:	Ulrich Beck.
Nombre y año de publicación:	La sociedad del riesgo, 2002.
Cita textual:	“Las amenazas globales son la encarnación de los errores de toda una era de industrialismo; son una especie de regreso colectivo de lo reprimido. Quizá en su investigación consciente se ofrezca una oportunidad de romper el hechizo del fatalismo industrial.” (Beck, 2002, p.73).

- Definición del concepto “impacto”, elaboración propia con base a los autores mencionados (2011).

IMPACTO	
Teórico:	Programa de prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH).

Nombre y año de publicación:	Atlas de Peligros y/o Riesgos del municipio de Culiacán, Sinaloa 2015, 2015.
Cita textual:	“IMPACTO DE CALAMIDADES: cualquier incidencia de un agente, elemento o suceso sobre el sistema afectable (población y entorno), que produce efectos indeseables (sismos, altas temperaturas, huracanes, etc.). Hay impactos primarios o elementales e impactos agregados.” (PRAH, 2015 p.317).
Teórico:	Ulrich Beck.
Nombre y año de publicación:	La sociedad del riesgo, 2002.
Cita textual:	“Es decir, el impacto está temporalmente abierto y sólo perceptible como sintomático (y por tanto cognoscible) después de que se materializa en un fenómeno "cultural" visible en algún tiempo y en algún lugar.” (Beck, p.229).
Teórico:	Jared Hardner, MFS Ted Gullison, PhD Stuart Anstee Mike Meyer, PhD.
Nombre y año de publicación:	Buenas Prácticas para la Evaluación y Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad, 2015.
Cita textual:	“Los impactos potenciales son aquellos que podrían suceder en la ausencia de manejo dentro del área de influencia del proyecto.” (Hardner et al., 2015, p.12).

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

ANTECEDENTES, MODERNIDAD Y DESARROLLO.

El panorama de modernidad, empieza a concebirse en el siglo XX con la industrialización, donde las sociedades inician un periodo de un cambio radical de las tradiciones, caracterizado por la búsqueda de desarrollo y mejora, esto viene con base a la globalización la cual trae como consecuencias cambios en diferentes aspectos del espacio y su población.

Pero dentro de la modernidad y sus cambios no todo son puntos de pérdida identidad cultural, también se ganan progresos en cuanto a las nuevas formas de vender y crear, se facilitan los procesos gracias a las tecnologías y el trabajo se vuelve más ligero y cuantificable.

“(…). Desembocamos de este modo en la exigencia social históricamente definida en una serie de derechos a la vida (vivienda, servicios, sanidad, cultura, etc.) arrancados a la burguesía y a los aparatos de Estado y cuyo tratamiento social, a medida que transcurre el tiempo, se hace cada vez más colectivo e interdependiente.” (Castells, M., 1974, p.6).

“(…). El consumo colectivo (vivienda, servicios, transporte, etc., (...)) se convierte así y a la vez en elemento funcional indispensable, objeto permanente de reivindicación y sector deficitario en la economía capitalista.” (Castells, M., 1974, p.7).

Las sociedades comienzan a integrar nuevas formas de vivir el espacio, desde un consumo constante por adquirir las modas, los espacios más atractivos y llamativos según lo que el capitalismo nos ofrece, desde una idea seductora que propone una necesidad.

“El consumo constata en este hecho la victoria hipermoderna de la ligereza destradicionalizada sobre la pesadez de los controles colectivos. La movilidad que caracteriza al consumidor actual es hija del proceso hipermoderno de desregulación, destradicionalización e individuación.” (Lipovetsky, G., 2015, p.48).

La ciudad aumenta y se crea bajo un crecimiento constante, atender las necesidades de una población en aumento que cada vez requiere más áreas donde pasar sus tiempos de ocio, así como designar zonas para el consumo y adquirir lo último de la moda. Gran parte de este crecimiento se establece sin planificación y sin considerar las afectaciones que puedan generarse en el medio ambiente; se destruyen las áreas ecológicas y los hábitats naturales, trayendo consigo una ciudad plantada en concreto que produce cada vez menos oxígeno para la población, así como generar más calor y menos absorción de las precipitaciones, ocasionando el aumento de las inclemencias climáticas.

“El aumento de la movilidad de las personas va mucho más allá del marco aéreo. Con la expansión de las ciudades, el crecimiento de la distancia entre la vivienda y el trabajo, la multiplicación de las actividades recreativas y las salidas, los individuos se desplazan con frecuencia creciente.” (Lipovetsky, G., 2015, p.51).

La arquitectura y el urbanismo son víctimas del proceso de modernidad al empezar a manifestar formas intensivas de crecimiento, donde se ejecutan procesos en serie y diseños que solo buscan atraer al consumista, desde una seducción visual, si bien se aprovechan de forma integral los avances tecnológicos para aumentar las redes financieras y que incrementen el capital, pero a esto se le deriva el consumismo inconsciente donde solo se busca generar ingresos y dinero para el dinero, donde no hay una visión de progreso colectivo.

“Ante el desarrollo de este nuevo campo de contradicciones, asistimos a un intento de gestión y de previsión de estos problemas a través de un conjunto de medidas, instituciones

y prácticas que constituyen lo que podría denominarse el *sistema de planificación urbana...*” (Castells, M., 1974, p.8).

Los avances en la construcción ayudan a efectivizar tiempos y mejorar las capacidades de mano de obra, donde los trabajos se vuelven menos pesados y con mayor ganancia a menor inversión, lo anterior es bueno, pero no se percibe que a futuro la falta de conciencia en el construir espacios está generando una destrucción ambiental sin conciencia ecologista, también se lleva a cabo un producto con poco tiempo de vida, que no perdura en la historia, se crea por el hecho de estar al último grito de la moda, con las nuevas tendencias, para que sea consumido y cumpla las necesidades inmediatas pero no tiene un trasfondo que piense en lo que realmente se requerirá como comunidad y ambiente en un futuro.

“el problema de la sustentabilidad no sólo remite a un cuestionamiento de la modernidad, sino a una auténtica crisis de civilización, que abre una transformación de nuestra existencia histórica.” (Leff, E., 2000, p.12).

Pues dicha crisis aumenta los problemas medioambientales, sociales y de capital, por causa de la globalización que trae la era moderna, se busca una solución posible, a través de políticas y regímenes que tomen responsabilidad y conciencia sobre la crisis que se vive, por lo cual a través de estrategias de transformación sostenible.

Por ejemplo, la infraestructura verde es una estrategia sustentable, que si bien, se emplea con el enfoque de sustentabilidad se busca generar un desarrollo consciente de los espacios, que sean vividos y funcionales, que aporten beneficios culturales, económicos y ecológicos, es un planteamiento que busca atender los problemas que se han desarrollado con la era moderna, donde se concibe como transmodernidad ya que busca aprovechar los avances tecnológicos y sociales de la modernidad para convertirlos en mejores procesos más conscientes y con un fin que atienda las necesidades globales del medio ambiente y la sociedad.

“(…) la planificación urbana, esta última es aprehendida como instrumento privilegiado de cambio social, y la manipulación de espacios construidos y de flujos de transportes aparece como medio de construir, según las más bellas ideas, y de forma concreta y apolítica, el futuro de los hombres.” (Castells, M., 1974, p.8).

Dentro de una correcta planificación urbana se busca aprovechar los procesos modernos, ya establecidos desde los elementos funcionales y eficientes, se pueden rescatar para así resaltar los buenos consumos, de forma consciente y aportar un enfoque de seducción hacia el cuidado del medio ambiente, brindar diseños sustentables y dignos para la naturaleza y su sociedad que logren que el espacio sea atractivo, aporte beneficios al usuario y sea concebido para ser vivido y habitado.

Desde un plano sustentable se pretende llegar a una evolución cultural y estructural, replantear los ideales políticos a través de la formación de diversidad, establecer nuevos regímenes tecnológicos, sociales y económicos.

Así se reconoce y retoma a los elementos que han sido de progreso, y que intervienen para crear un desarrollo sostenible, los cuales se emplean en la planificación del desarrollo de una ciudad y que estos incluyan a la naturaleza, sean sustentables y aporten servicios enfocados a las condiciones de vida que cada espacio y sociedad necesita, para su movilidad y recreación, dando también más y mejores atractivos turísticos, para la mejora económica y cultural.

OBJETIVOS AGENDA 2030

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe, establece objetivos a futuro, aprobada por la Asamblea Nacional de las Naciones Unidas en 2015, busca dar un enfoque de transformación al paradigma actual, desde el equilibrio y trabajo en armonía, establece como tratar los temas de conciencia a nivel mundial y cuáles son los enfoques necesarios para que surja un desarrollo con base a las necesidades mundiales, que contemple los puntos que están siendo afectados y proponga estrategias que logren un cambio para la mejora de la humanidad, su cultura y medio ambiente.

Dentro de la investigación de mi tema se retoman los enfoques que resuenan con la intención del objetivo a investigar, tratándose a la agenda 2030 como una herramienta que contribuya a la planificación en pro de la sustentabilidad, que en el planteamiento existan metas claras hacia una participación gubernamental y ciudadana.

Para retomar los lineamientos que propone la agenda 2030 se aprovechan los objetivos:

- **9.- Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.**

Invertir en una ciudad que aporte una sinergia positiva entre su transporte, tecnologías, energía, sistemas y comunicaciones, brindar una planeación que cubra estos factores ayuda a que incremente la productividad y economía, así como también crear espacios adaptados a las necesidades e incertidumbres que puedan surgir en un futuro, esto a través del financiamiento de las políticas y apoyos gubernamentales.

Este conjunto de herramientas aporta una infraestructura que brinda los elementos para que un espacio sea funcional y habitable en beneficio hacia un desarrollo con medidas sustentables.

- **11.- Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.**

Las civilizaciones se complementan por variados sistemas entre su cultura, economía, ciencia y desarrollo de muchos más enfoques que integran a cada sociedad, el espacio convertido en ciudad aporta beneficios para lograr prosperidad en los servicios hacia las personas, tales son; una vivienda adecuada e infraestructura en buenas condiciones.

Se busca eliminar los desequilibrios que no ayudan a que una sociedad se desenvuelva económica, cultural y ambientalmente, estas propuestas aportan un futuro con vísperas de seguridad en cuanto a la calidad del espacio brindando facilidad y calidad de vida a todos los ciudadanos.

- **13.- Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.**

Dentro de este objetivo se encuentra crear medidas que atiendan las inclemencias climatológicas que emergen cada vez más constantes y devastadoras, se pretende dar una respuesta a los acontecimientos devastadores y sus temperaturas extremas, que ocasionan pérdidas en los sistemas de operación en las ciudades afectando, las medidas tienen por objetivo atender las consecuencias y adaptarse para soportar, ya que si se continúa con el estilo de hábitos globalizados, la ciudad y sus habitantes decaerán y continuarán en deterioro.

El implementar esta estrategia colabora para que la población se maneje de forma más equilibrada en sus pérdidas y ganancias, apoyando a que la economía sea más estable para contribuir a los progresos; y, que ayude a mitigar el cambio climático y sus consecuencias.

Los fenómenos extremos deben ser considerados al establecer medidas de desarrollo, crear ciudades en función para aminorar los efectos por el cambio climático, concientizando a la sociedad a través de la promoción en su aplicación ecológicamente responsable.

SUSTENTABILIDAD Y DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE.

A partir de la crisis global, la sociedad entra a una etapa hacia un progreso concientizado, comienzan a tenerse conversaciones sobre cómo dar soluciones viables, organizaciones mundiales abogan para que los gobiernos implementen enfoques de sustentabilidad, se pretende obtener los beneficios que conlleva un correcto establecimiento de la sustentabilidad en los regímenes de países y su desarrollo.

La crisis ambiental ha estado acompañada por la emergencia de la complejidad frente a la instrumentalidad del conocimiento y el fraccionamiento de lo real. La degradación ecológica introyecta la flecha del tiempo como un camino inexorable hacia la muerte entrópica del planeta, develando el carácter antinatural de la racionalidad económica; revela las estrategias fatales de ese espectáculo sin límites que manifiesta su carácter autodestructivo e incontrolable por su ineluctable inercia hacia la catástrofe; (Leff, E., 2000, p.7).

Se busca atender las flaquezas que han sido atribuidas por los tiempos de cambio de la era moderna hacia la modernidad, que contempla ejecutar acciones que han aportado un beneficio y mejora al proceso de la civilización, desde un enfoque sustentable el cual considera al medio ambiente y la sociedad en conjunto por una evolución más consciente de lo que daña y lo que ayuda a un ecosistema a fluir dentro de una ciudad.

“Una sociedad sustentable aplicaría sus adquisiciones y su mejor conocimiento de los límites de la tierra para elegir solamente el tipo de crecimiento que sirviera en realidad a los objetivos sociales, económicos, ecológicos y entorno construido, reforzando la idea de desarrollo y, por ende, de la sustentabilidad. Una sociedad sustentable no mantendría las

actuales condiciones de desigualdad en los ingresos y distribución de los recursos.” (López, B., 2004, p.11).

Un desarrollo sustentable regional propone construir sistemas capaces de ayudar a que la ciudad evolucione y produzca sus recursos para su provecho, a partir del apoyo local hasta las instituciones políticas de gobierno que rijan un objetivo de cambio en el mercado local hasta el internacional, con objetivo cultural y ecosistémico, con una aplicación de normas para la sociedad, que aporte un cambio desde el núcleo familiar hasta el espacio urbano y su ciudad, por un bien en común.

“La sustentabilidad busca el equilibrio entre lo social, lo económico y lo ecológico. La palabra equilibrio en la teoría de sistemas, significa que los ciclos positivos y negativos están equilibrados y que los grandes stocks del sistema, en este caso la población, el capital, la tierra, la fertilidad del suelo, los recursos no renovables y la contaminación, se mantienen relativamente estables.” (López, B., 2004, p.12).

Una ciudad sustentable también abarca tanto los temas técnicos como energéticos, el aprovechamiento de las energías renovables que ayude a evitar o limitar el uso de energías no renovables y no promover la explotación de las mismas, poder aprovechar los recursos naturales haciendo que sean parte del diseño de la ciudad, un diseñador y mano de obra capacitada para poder llevar a cabo una correcta aplicación de las tecnologías y herramientas de sustentabilidad.

“La construcción de sociedades sustentables, será armónica y gradual. Se desprenderá de las visiones, experimentos y acciones que miles de millones de personas realicen, conscientes de la necesidad de preservar el equilibrio del planeta.” (López, B., 2004, p.12).

SOSTENIBILIDAD Y HABITABILIDAD.

Se tiene que comprender el concepto de habitabilidad y sostenibilidad, como estos se relacionan dentro de la planeación de la ciudad. Son elementos que interactúan entre sí, se considera a la arquitectura como base para la creación de ciudad y el desarrollo, teniendo entonces que:

“Al hablar de habitabilidad y su relación con la sostenibilidad, y tomando como referencia que la arquitectura es una creación que se construye en un medio ambiente determinado y

que es inseparable de la vida civil, como apunta Rossi (1981), se puede inferir que el ámbito de acción de la arquitectura se encuentra entre las dos esferas del Desarrollo Sostenible identificadas como lo social y lo ambiental.” (Muez, Z., 2011, pag.15-16).

Con lo anterior se puede deducir que para obtener una habitabilidad debe construirse una arquitectura que, envuelva a la sociedad y su medio ambiente, tener interacción directa, a la vez que esto sea un espacio para los seres vivos.

“El concepto de sostenibilidad surge con el auge del pensamiento ambientalista en los sesenta, y con él surgen dudas respecto a la compatibilidad de diversas iniciativas asociadas con el crecimiento y el desarrollo con el ámbito físico y biológico. Posteriormente aparece una nueva dimensión de sostenibilidad, en lo que se refiere a la necesidad de contar con el apoyo continuo de determinados actores cuyo poder, participación y/o aportes resulta indispensable para que una iniciativa o una estrategia puedan mantenerse en el tiempo.” (Muez, Z., 2011, pag.17).

Para poder aplicar correctamente la sostenibilidad, es importante que se le dé un apoyo institucional y político que sea constante para mantener el concepto en prosperidad y generar un desarrollo, que sea establecido desde una estructura que aporte seguridad para su durabilidad.

Es un tema de importancia mundial, viene tomando cada vez más importancia para producir un entorno urbano apropiado que pueda dar respuestas a las necesidades de una población, contando con servicios, equipamiento e infraestructura requerida según establecen las normas y reglamentos, transformando los espacios olvidados o subdesarrollados en ciudades habitables y sostenibles.

Lograr que la normativa de desarrollo se implemente es papel importante para la sociedad, la cual es la encargada en cumplir y ejecutar correctamente los reglamentos, así como también encargada de manifestar incremento de recursos según los objetivos que se planteen como sociedad y ciudad.

“El concepto de desarrollo urbano sostenible brinda un camino a los ciudadanos, los planificadores y creadores de políticas del mundo entero para que exploren cuestiones tales como la forma que tendrá el paisaje urbano y suburbano dentro de 50 o 100 años, y las

maneras en que se pueden planear y desarrollar comunidades que satisfagan las necesidades humanas y ambientales en el largo plazo.” (Muez, Z., 2011, pag.37).

Concluyendo entonces, que la viable solución para la ciudad y su sociedad es a través de la aplicación correcta del concepto de desarrollo sostenible, dentro de los ejes y normas que requiere una civilización con servicios y tecnologías accesibles para la comunidad, brindando un espacio relacionado entre ecosistemas naturales y establecimientos habitables, con una finalidad de durabilidad y seguridad, que los riesgos disminuyan a futuro y se atiendan las deficiencias causadas por la globalización.

APLICACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE VINCULADOS A LA INFRAESTRUCTURA VERDE.

Dentro de los proyectos realizados en estudios e investigaciones, existen técnicas y formas de resolver la problemática que son de interés para la investigación que se está realizando, ya que estas medidas planteadas pueden ser de gran ayuda para retomadas y aprovecharlas de alguna forma, incluso aplicándolas dentro de la investigación.

Proyecto 1.

1. Título: LA INFRAESTRUCTURA VERDE Y SU PAPEL EN EL DESARROLLO REGIONAL. APLICACIÓN A LOS EJES RECREATIVOS Y CULTURALES DE RESISTENCIA Y SU ÁREA METROPOLITANA
2. Autor: Paula Valdés, María Dora Foulkes
3. Editorial: CUADERNO URBANO. Espacio, cultura, sociedad
4. Edición: ISSN 1666-6186. Volumen 20 N. 20 (junio de 2016) pp. 045-070-
Recibido: 01-04-15. Aprobado: 30-10-15

Este proyecto se expone debido a la buena intervención dentro del desarrollo regional sustentable tomando como base a la Infraestructura Verde (IV) como elemento clave para realizar un modelo territorial sustentable y; que características y aportaciones tiene la IV para la mejora de la planificación en conjunto con los elementos que integran a la cultura, sociedad y ecosistema de una región.

El estudio brinda un análisis sobre aplicación de Infraestructura Verde observando el área de estudio, cuáles son los puntos sobre los que se puede trabajar dentro de esta y como

poder intervenir con elementos para integrarlos, cuáles son las opciones viables y los objetivos a plantear para un correcto establecimiento sustentable.

En este contexto, el conjunto de espacios verdes (EV) forma un sistema de vital importancia en el mantenimiento de los principales procesos ecológicos y territoriales. El papel de las áreas verdes urbanas se muestra como una herramienta fundamental no solo en las políticas de desarrollo sostenible, sino en las estrategias del patrimonio ambiental de la ciudad.

En consecuencia, el ordenamiento ha de partir de la visión del territorio como un sistema en el cual todos los espacios verdes desempeñan un papel necesario y son punto de ordenamiento de cualquier región o ciudad y, por tanto, han de ser planificados y gestionados con dichos criterios.

Lo anterior ha llevado a la utilización de la infraestructura verde (IV) como estrategia de planificación integral; (Valdéz, P. y Foulkes M., 2016, p.47).

La ciudad requiere estar complementada por espacios verdes, son de suma importancia para poder trabajar los procesos de ecología, áreas verdes equivalen a jardines y zonas libres de construcción que cuentan con vegetación y elementos naturales, son implementados obligatoriamente por las normas bajo un porcentaje mínimo, lo ideal sería que se multipliquen y coloquen como áreas de conexión entre una ciudad.

“Los múltiples beneficios que proporcionan a los ciudadanos y al medio dichas áreas deberían motivar una mayor proliferación y construcción; sin embargo, con la creciente urbanización de la población y la acuciante necesidad de tierra disponible, no se acrecientan, sino que realmente están desapareciendo de nuestras ciudades.” (Valdéz, P. y Foulkes, M., 2016, p.48).

La urbanización se ha dado de manera mecanizada sin el debido detenimiento al establecer nuevas formas de ciudad, se genera un crecimiento que no aporta las infraestructuras necesarias para la actualidad, ya que se busca obtener la tierra por parte de la población por necesidades, pero sin ver las implicaciones que tiene que se genere la vivienda en un lugar poco planificado o adaptado a la realidad.

“Metodológicamente se analizaron en el territorio de implantación las principales vías de conexión metropolitanas y con el interior de la ciudad, aquellas cuyo rol y características posibilitarían su reconversión en ejes verdes, con funciones recreativas o culturales como elementos integrantes de la infraestructura verde.” (Valdéz, P. y Foulkes, M. 2016, p.57).

Dentro del estudio para la aplicación del proyecto planteado, se requiere un análisis general del espacio a intervenir, donde se toman en cuenta todos los espacios verdes existentes para con ellos lograr una integración de esta estrategia aprovechándose para beneficio de la sociedad.

“Luego de definir el sistema en estudio se plantean actuaciones territoriales basadas en intervenciones mínimas, que conectan piezas ya existentes para que con una mejora en la accesibilidad y la continuidad de uso se potencien entre ellas, pudiendo en un futuro integrar una red de espacios verdes de resistencia y su área metropolitana.” (Valdéz, P. y Foulkes, M., 2016, p.61).

Es así como al contemplarse las áreas verdes, los ejes en los que se actuará, se proponen mecanismos que conlleven a una fluidez del medio urbano adaptado y capacitado, y que a su vez sean una barrera para protección del bienestar social y mejora de la ciudad.

“Debemos considerar que dichos ejes deben ser, en principio, accesibles, conformar una red propia, pero además con conexiones a medios de transporte público, que garanticen una fluida conexión vehicular, pero otorguen prioridad a la circulación de peatones y bicicletas. La circulación peatonal debe garantizar el libre desplazamiento de todo tipo de usuarios, planteándose que carezca de barreras urbanas en todo el recorrido, con cruces seguros y en lo posible a nivel en todos los casos.” (Valdéz, P. y Foulkes, M., 2016, p.62).

Dentro del proyecto se plantearon 7 objetivos de enfoque para la aplicación de la infraestructura verde, son los siguientes:

1. Transporte
2. Seguridad
3. Recreación/Salud/Deportes
4. Educación

- 5. Económico
- 6. Medio ambiente
- 7. Gestión

La infraestructura verde es una aplicación responsabilizada del desarrollo sostenible en diversos niveles de estructura en una ciudad, sus formas de actuar son sensatas en cuanto a la función de la urbanidad, el medio ambiente y la sociedad, ya que busca una completa integración de los elementos en diversas escalas que enfoquen un progreso económico y cultural.

El estudio nos permitió entender la importancia de considerar las zonas verdes como una red de espacios libres, espacios de continuidad, que conectan y dan acceso a diversos lugares, que forman una trama urbana permeable, donde existen encadenamientos de espacios, y que estos vayan armando una estructura urbana legible. Donde la movilidad, sea peatonal o vehicular, se plantee sin barreras ni desequilibrios; con ausencia de niveles marcados abruptamente y donde exista predominio de una superficie invariable sobre la cual desplazarse. Donde las nuevas aperturas viarias que deben dar continuidad al trazado existente sean ejes que permitan la transversalidad antes que la separación, puentes que salvan barreras, calles re-urbanizadas que se adapten a los desniveles topográficos configurando una superficie continua, segura y amena que jerarquice estos espacios; (Valdéz, P. y Foulkes, M., 2016, p.67).

Se destaca la importancia de la existencia de áreas verdes con intenciones de desarrollo que aumentan la armonía y prosperidad de la ciudad, medidas estratégicas que brindan conexiones entre la diversidad que se presenta en un medio urbano, tomar en cuenta las necesidades para armonizar entre los factores que intervienen en una sociedad y el medio ambiente, logrando que se dignifiquen las medidas de establecer espacios urbanos.

Proyecto 2.

1. Título: La implementación de la Infraestructura Verde Urbana como elemento clave para la adaptación al cambio climático en las ciudades de Filadelfia, México y Montreal. Una mirada hacia América del Norte

2. Autor: Susana Álvarez del Castillo González
3. Editorial: Maestría Profesionalizante en Ecología Internacional
4. Edición: 2017

El siguiente proyecto, expone como los efectos causados por el cambio climático pueden ser atendidos mediante la implementación de la Infraestructura Verde, siendo estos un mecanismo de adaptación que puedan generar mejora en el ambiente, se dispone con la intención de promover el desarrollo sustentable que es la respuesta propuesta por instituciones mundiales las cuales promueven el panorama de cambio y mejora para la sociedad y el espacio.

“El desarrollo sustentable en las ciudades es una propuesta que ha ganado popularidad para reducir los impactos ambientales, integrando un manejo de los recursos económicos, sociales y ambientales de forma responsable y que permitan el desarrollo a largo plazo de las ciudades.” (Álvarez, S., 2017, p.9).

Diversas instituciones han desarrollado planes y metas para contribuir al cambio, es por esto que dentro del proyecto se aplica la determinada Infraestructura Verde Urbana (IVU) que aborda los factores de riesgo, cambio climático, y crisis sociales y ambientales, implementar este modelo de servicio trae beneficios a pequeñas y grandes escalas de una ciudad, conteniendo elementos que abarcan diversos temas de riesgos, a través de su correcta aplicación.

“En el modelo anterior la IVU provee servicios del ecosistema que se traducen en beneficios para el ser humano y que nos ayudan a lidiar con el cambio climático, integrando los beneficios físicos y sociales en un ambiente urbano. Algunos de estos servicios provistos por el ecosistema son: la secuestro de carbono, la regulación del clima, regulación de inundaciones, purificación de las aguas pluviales, purificación del aire, así como la posibilidad de guardar interacciones espirituales e intelectuales.” (Álvarez, S., 2017, p.27).

Se plantea el objetivo de equilibrar los fenómenos climáticos extremos al adaptar la Infraestructura Verde Urbana (IVU) en los planes estratégicos de desarrollo para las ciudades, adaptando esta herramienta a las características y necesidades específicas que cada espacio urbano demanda.

“Por lo antes mencionado, considero pertinente explorar la implementación de la IVU en unidades habitacionales pues éstas podrían representar un fuerte potencial para aumentar la accesibilidad a las áreas verdes y servicios ambientales en la ciudad de México.” (Álvarez, S., 2017, p.61).

La intención es disponer de la Infraestructura verde urbana como medida sustentable en diferentes entornos y escalas en un desarrollo urbano, que hagan una conexión desde lo interno hacia lo externo, lográndose como un elemento seguro para conectar las necesidades socioeconómicas que se presentan por crisis ambiental.

“Las ciudades ejercen grandes presiones sobre el medio ambiente y sus recursos, lo que incrementa las afectaciones causadas por el cambio climático, por lo cual es necesario generar acciones y tomar medidas en la ciudad que limiten el impacto ambiental y disminuyan la vulnerabilidad ante el cambio climático.” (Álvarez, S., 2017, p.74).

Para lograr dichos objetivos, deben seguirse una serie de estructuras y regímenes políticos que ayuden a llevar a cabo correctamente el desarrollo de la ciudad con base al objetivo sustentable, así como medidas específicas para la aplicación pertinente de la infraestructura verde urbana.

Concluyendo así, que la importancia de esta herramienta cuenta con favorables cambios y cuidados; ante los problemas ambientales, promoviendo la reducción de impactos a través de su estructura física aplicada al espacio urbano, esto y más prácticas de la misma dan valor futuro al urbanismo donde se practique con buenas bases y normas, que se adecue a las necesidades determinadas por un análisis mejorando los variados aspectos que atiende.

Proyecto 3.

1. Título: Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile
2. Autor: Alexis E. Vázquez
3. Editorial: Revista de Geografía Norte Grande, 63: 63-86 (2016) 63 Artículos
4. Edición: 2016

Este proyecto expone una perspectiva desde los aportes que trae consigo la infraestructura verde al ser aplicada hacia el cuidado ambiental, aquí se indica que debe ser fundamentada desde las investigaciones teóricas y prácticas; buscando nuevos desafíos para la implementación de tecnologías y herramientas que ayuden a reducir los impactos provocados por el cambio climático.

“De manera análoga, en la actualidad es cada vez más difícil concebir el desarrollo de una ciudad sin la planificación y consiguiente inversión e implementación de infraestructura verde (IV) que cumpla algunas de las funciones ya mencionadas u otras diferentes, o mejor aún, que ofrezca al mismo tiempo varias de estas funciones vitales para las ciudades.” (E. Vázquez, A., 2016, p.65).

Lo anterior puntualiza que la planificación urbana es imprescindible para poder aplicar correctamente elementos de la Infraestructura Verde los cuales requieren de inversión y una visión ecológica con el entorno, aquí se presenta la sustentabilidad como base de cada elemento o acción a ejecutar; con fines de mejoramiento del espacio urbano y su conexión con la naturaleza, manteniendo ecosistemas viables y beneficios para la sociedad.

“En ambientes urbanos la necesidad de mantener ecosistemas en buen estado y funcionales que sostengan las actividades humanas es mucho mayor, y no solo en el sentido de actuar como soporte físico de instalaciones e infraestructura sino también como fuente de recursos naturales y como sumidero de energía y materiales; todo lo cual contribuye en último término al bienestar económico, social y psicológico de las personas.” (E. Vázquez, A., 2016, p.66).

El proyecto demanda el establecimiento de infraestructura verde hacia la sociedad y sus necesidades, que atiendan como instalaciones adaptadas para los riesgos, que solventen las diversas problemáticas de los ejes de movilidad, agua, biodiversidad y espacio público dentro de la ciudad, estas a su vez fungen como áreas de recreación y convivencia saludable para la población.

El autor expone los elementos de infraestructura verde aplicados: “Servicios ecosistémicos relevantes en Santiago de los que pueden brindar las zonas ribereñas discutidos con el panel

de expertos y actores locales, siete fueron considerados como los más importantes y necesarios:

- Corredor de viento
- Hábitat de plantas nativas
- Efecto enfriador
- Hábitat de fauna nativa
- Reducción de amenaza por inundación
- Ruta para transporte no motorizado
- Recreación” (E. Vázquez, A., 2016, p.75-76).

RESUMEN

Este apartado analiza los temas que han sido base para la implementación de herramientas y técnicas que vayan en favor del medio ambiente, así como la Infraestructura verde, la evolución de la perspectiva global sobre las medidas adecuadas, desde los inicios de la era moderna y cómo surge el desarrollo sostenible para la mejora social y su ciudad. Interpretar a los autores y sus perspectivas de enfoque en la investigación, la visualización de proyectos con las medidas de acción, analizando las estrategias que han tomado y como se han aplicado según las necesidades de cada proyecto. Esta base funciona para poder interpretar la diversidad de aplicación del tema y su éxito dentro del sistema global.

SELECCIÓN DE VARIABLES PARA MEDIR LA VULNERABILIDAD EN FRACC. VALLE ALTO.

Tabla 10. Clave manzana + AGEB del Fracc. Valle Alto con datos de INEGI (2020).

CLAVE AGEB+MANZANA DE FRACC. VALLE ALTO					
2500600018438003	2500600017209006	2500600017213011	2500600017393026	2500600017393009	2500600017196012
2500600017196031	2500600017213029	2500600017181047	2500600017393023	2500600010786041	2500600017196045
2500600018438004	2500600017209007	2500600017196055	2500600017393024	2500600017393034	2500600017196013
2500600018442001	2500600017209017	2500600017181045	2500600017393021	2500600019281009	2500600017800006
2500600017196029	2500600017209003	2500600017181046	2500600017393022	2500600019281010	2500600017196010
2500600018438002	2500600017209018	2500600018442003	2500600017213018	2500600010786038	2500600017196011
2500600017196030	2500600017209004	2500600017181043	2500600017213032	2500600010786037	2500600018137001

2500600017800016	2500600017181027	2500600017181044	2500600017181001	2500600010786040	2500600017181025
2500600017213036	2500600017181028	2500600018404002	2500600017209022	2500600010786039	2500600017181029
2500600017868001	2500600017196050	2500600017213003	2500600017213016	2500600018457002	2500600017919002
2500600017800001	2500600017196043	2500600017213013	2500600017209002	2500600019309001	2500600019281004
2500600017800002	2500600017181024	2500600017181023	2500600017209021	2500600018457001	2500600019281002
2500600017868003	2500600017196044	2500600018156003	2500600017196006	2500600019309002	2500600017196020
2500600017834002	2500600017196017	2500600018156004	2500600017196021	2500600018438006	2500600017919001
2500600017800003	2500600017181036	2500600018156001	2500600010786034	2500600018404001	2500600017393008
2500600017213019	2500600017181026	2500600018156002	2500600018245001	2500600018404003	2500600017393004
2500600017834001	2500600017181037	2500600018457003	2500600017213035	2500600019281005	2500600017393011
2500600017213020	2500600017196048	2500600017213004	2500600010786036	2500600017213021	2500600017393006
2500600017393003	2500600017181039	2500600017209024	2500600017213033	2500600019309005	2500600017393012
2500600017213006	2500600017181034	2500600017209026	2500600017393016	2500600019309003	2500600017393010
2500600017213017	2500600010786024	2500600017209027	2500600017393017	2500600019309004	2500600018423007
2500600017213002	2500600017196007	2500600017181014	2500600017213034	2500600010786006	2500600018423006
2500600017800004	2500600017181035	2500600017209023	2500600017834011	2500600017196035	2500600018423001
2500600017213005	2500600010786017	2500600018423005	2500600018423012	2500600017393019	2500600018423008
2500600017800015	2500600017181019	2500600017181013	2500600018423011	2500600017393027	2500600018423009
2500600017393033	2500600010786026	2500600018156005	2500600018423015	2500600017181030	2500600017181050
2500600010786015	2500600017181020	2500600017209025	2500600018423013	2500600017196009	2500600018423010
2500600010786023	2500600010786025	2500600017938001	2500600010786008	2500600017393001	2500600017209014
2500600010786019	2500600017181016	2500600017868002	2500600018442002	2500600010786001	2500600017213010
2500600010786018	2500600010786032	2500600017849001	2500600017181032	2500600017209016	2500600017209010
2500600010786013	2500600017196057	2500600017181002	2500600010786010	2500600017393013	2500600017209012
2500600010786035	2500600017181017	2500600018423004	2500600017181033	2500600017213008	2500600017181003
2500600010786012	2500600010786031	2500600017213009	2500600010786009	2500600017196053	2500600017181004
2500600017196041	2500600017196018	2500600017213024	2500600019281013	2500600017209015	2500600017209009
2500600010786016	2500600017196019	2500600017209019	2500600017181015	2500600017393015	2500600017196034
2500600017196042	2500600010786033	2500600017393002	2500600018423017	2500600017196051	2500600017196054
2500600010786014	2500600017196004	2500600017406002	2500600017181031	2500600017196052	2500600017834009
2500600017196039	2500600018423028	2500600017406001	2500600018423016	2500600017196015	2500600019281007
2500600010786027	2500600017196005	2500600019347001	2500600018423019	2500600017196016	2500600017834010
2500600010786042	2500600017196002	2500600017181048	2500600019281006	2500600010786004	2500600017213023
2500600017196040	2500600017196003	2500600018438001	2500600018423018	2500600018141001	2500600019281008
2500600010786011	2500600018423029	2500600017209005	2500600018423021	2500600010786003	2500600017834008
2500600017181006	2500600017181049	2500600019281003	2500600018423020	2500600018141002	2500600017834007
2500600017196024	2500600017196001	2500600019281001	2500600018423022	2500600017213031	2500600017213012
2500600010786029	2500600017393007	2500600018423026	2500600017393014	2500600010786002	2500600017834003
2500600010786044	2500600017213022	2500600018423023	2500600018423003	2500600010786005	2500600017213014
2500600017181038	2500600017393031	2500600018423027	2500600019281012	2500600017213028	2500600010786007

2500600017196038	2500600017393029	2500600018423014	2500600019281011	2500600017213030	2500600017834005
2500600010786028	2500600018438009	2500600017213025	2500600018419004	2500600017181042	2500600017834004
2500600010786043	2500600017393030	2500600018419001	2500600017213026	2500600017181007	2500600017196027
2500600017196022	2500600010786045	2500600018423024	2500600018419003	2500600017181008	2500600017834006
2500600017393018	2500600018438007	2500600018438005	2500600017213007	2500600017800013	2500600017196032
2500600010786020	2500600017393028	2500600018438010	2500600018419002	2500600010644001	2500600017196028
2500600017196023	2500600018438008	2500600018423025	2500600017213015	2500600017800014	2500600017181021
2500600010786030	2500600017181022	2500600017393032	2500600017196046	2500608822570028	2500600017196026
2500600017209008	2500600017181041	2500600017196037	2500600017196047	2500600017800009	2500600017209013
2500600010786022	2500600017393005	2500600017393020	2500600017196025	2500600017800011	2500600017181011
2500600017213001	2500600017181012	2500600010644002	2500600017196036	2500600017196014	2500600017181009
2500600017213027	2500600017181040	2500600017209020	2500600017181005	2500600017800007	2500600017181010
2500600010786021	2500600017209001	2500600017393025	2500600017196008	2500600017800008	

Tabla 11. Clave manzana + AGEB sin registro de información del Fracc. Valle Alto con datos de INEGI (2020).

CLAVE AGEB+MANZANA DE FRAC. VALLE ALTO (SIN DATOS)			
2500600010786015	2500600010786029	2500600010786032	2500600010786037
2500600010786023	2500600010786044	2500600010786031	2500600010786040
2500600010786019	2500600010786028	2500600010786033	2500600010786039
2500600010786018	2500600010786043	2500600010786045	2500600010786006
2500600010786013	2500600010786020	2500600010644002	2500600010786001
2500600010786035	2500600010786030	2500600010786034	2500600010786004
2500600010786012	2500600010786022	2500600010786036	2500600010786003
2500600010786016	2500600010786021	2500600010786008	2500600010786002
2500600010786014	2500600010786024	2500600010786010	2500600010786005
2500600010786027	2500600010786017	2500600010786009	2500600010644001
2500600010786042	2500600010786026	2500600010786041	2500608822570028
2500600010786011	2500600010786025	2500600010786038	2500600010786007

Tabla 9. Variables seleccionadas para medición de vulnerabilidad en Fracc. Valle Alto con datos de INEGI (2020).

CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020		
Relación INEGI		de
Tercera edición.		
Núm.	Indicador	Descripción
1	POBTOT Población total.	Total, de personas que residen habitualmente en el país, la entidad federativa, el municipio o la demarcación territorial y la localidad. Incluye la estimación del número de personas en viviendas particulares sin información de ocupantes. Incluye a la población que no especificó su edad.
22	P_3A5 Personas de 3 a 5 años de edad.	Personas de 3 a 5 años de edad.
41	P_60YMAS Población de 60 años y más	Personas de 60 a 130 años de edad.
77	PCON_DISC Población con discapacidad	Personas que realizan con mucha dificultad o no pueden hacer al menos una de las siguientes actividades: ver, aun usando lentes; oír, aun usando aparato auditivo; caminar, subir o bajar; recordar o concentrarse; bañarse, vestirse o comer; hablar o comunicarse.
170	VIVTOT Total, de viviendas	Viviendas particulares habitadas, deshabitadas, de uso temporal y colectivas. Incluye a las viviendas sin información de ocupantes.
171	TVIVHAB Total, de viviendas habitadas	Viviendas particulares y colectivas habitadas. Incluye a las viviendas sin información de ocupantes
199	VPH_C_SERV Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	Viviendas particulares habitadas que tienen energía eléctrica, agua entubada dentro de la vivienda o sólo en el patio o terreno y drenaje conectado a la red pública; una fosa séptica o tanque séptico (biodigestor); una tubería que va a dar a una barranca o grieta, río, lago o mar. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.

CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020Relación
INEGI

de

indicadores

Tercera edición.

Núm.	Indicador	Descripción
203	VPH_SNBIEN Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	Viviendas particulares habitadas donde no cuentan con refrigerador; lavadora; horno de microondas automóvil o camioneta; motocicleta o motoneta; bicicleta que se utilice como medio de transporte; algún aparato o dispositivo para oír radio; televisor; computadora, laptop o tablet; Internet; línea telefónica fija; teléfono celular; servicio de televisión de paga (cable o satelital); servicio de películas, música o videos de paga por Internet ni consola de videojuegos. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.
204	VPH_REFRI Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	Viviendas particulares habitadas que tienen refrigerador. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.
205	VPH_LAVAD Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	Viviendas particulares habitadas que tienen lavadora. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.
206	VPH_HMICRO Viviendas particulares habitadas que disponen de horno de microondas	Viviendas particulares habitadas que tienen horno de microondas. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de

CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020

Relación de indicadores
INEGI
Tercera edición.

Núm.	Indicador	Descripción
		vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.
211	VPH_TV Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	Viviendas particulares habitadas que tienen televisor. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.
212	VPH_PC Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, laptop o Tablet	Viviendas particulares habitadas que tienen computadora, laptop o tablet. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio Suárez, P. C. (2011). Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Aragón-Durand, F. (2014). Inundaciones en zonas urbanas de cuencas en América Latina (Vol. 1). (E. Bruce, Ed.) Lima, Perú: Soluciones Prácticas.
- Arreguín-Cortés, F. I. (2016). Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática. Morelos, México.: Scielo Analytcs.
- Benedict, M. y. (2006). Green Infrastructure, linking landscapes and communities Island press. Washington.
- Benítez, D. E. (2018). IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CIUDADES MEXICANAS, HOJA DE RUTA. Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).
- Calaza, D. P. (2015). Guía de la Infraestructura Verde municipal. España: Biodiversidad red de gobiernos locales, Asociación española de parques y jardines públicos.
- Cantó, M. T. (2014). La ordenación de la Infraestructura Verde en el Sudeste Ibérico (comunidad Valenciana, España). España: Cuadernos de Biodiversidad.
- Caribe, C. (. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- Castro, L. J. (2018). La planeación sostenible de ciudades, propuestas para el desarrollo de infraestructura. Ciudad de México: Fondo de cultura económica.
- CEPAL. (2016). Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Santiago, Chile.: Naciones Unidas.
- Enrique Guevara Ortiz, R. Q. (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. México D.F.: SECRETARIA DE GOBERNACIÓN.
- Hoz, V. G. (1961). El concepto y los campos de adaptación. Revista Española de pedagogía, 147-161.
- INEGI. (junio de 2015). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/humedales/datosvec.aspx>.
- ISSN. (2015). Medidas de adaptación y mitigación ante fenómenos hidrometeorológicos. En A. L. Etel, Estudios y perspectivas en turismo (pág. 355). Ciudad de México: Centro de investigaciones y estudios turísticos.

- Javier Delgadillo Macías, D. R. (1996). DESASTRES NATURALES, aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México. México: Instituto de Investigaciones Económicas UNAM.
- Leyva, C. A. (20 de septiembre de 2018). Valle Alto sector con más afectado por inundaciones. (J. Tapia, Entrevistador) tv pacifico. Televisoras Grupo Pacifico, Culiacán.
- Olazábal, A. (20 de septiembre de 2018). En Valle Alto, Culiacán, el agua les llega al pecho. (Noroeste, Ed.) Obtenido de Noroeste.com.mx: <https://www.noroeste.com.mx/publicaciones/view/en-valle-alto-culiacan-el-agua-les-llega-al-pecho-1142205>
- Paula Valdés, M. D. (2016). LA INFRAESTRUCTURA VERDE SU PAPEL EN EL DESARROLLO REGIONAL APLICACIÓN A LOS EJES RECREATIVOS CULTURALES DE RESISTENCIA SU ÁREA METROPOLITANA. Cuaderno Urbano, espacio, cultura, sociedad., 27.
- Peña, N. E. (2018). Movilidad Urbana y Ciudad Sustentable. Santiago de Chile: Fondo de Cultura Económica.
- PRAH, S. y. (2015). Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para representar el municipio de Culiacán, Sinaloa 2015. México: Acierto consultores, S.C.
- Saavedra, F. E. (2014). HISTORIA DEL DEBATE AMBIENTAL EN LA POLITICA MUNDIAL 1945-1992 LA PERSPECTIVA LATINOAMERICANA. Santiago, Chile: Instituto de Estudios Avanzados Universidad Santiago de Chile.
- Shortis, B. W. (2020). Global Transformation and the Sustainable Development Goals. Naciones Unidas de Europa: PIMA.
- SISIB. (2006). Sobre inundaciones y anegamientos. Pensamiento Actual, revista de urbanismo, 3.
- Valdés, P. y. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional, aplicación recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana. Artículo arbitrado, 70.
- García Hoz, (1961 p.33). El concepto y los campos de adaptación. Revista Española de Pedagogía, Vol.19(Nº227), pag147-161. <https://www.jstor.org/stable/23762296>
- Zygmunt Bauman. (2013). La cultura en el mundo de la modernidad líquida. México: Fondo de cultura económica.
- Gilles Lipovetsky. (2016). De la ligereza hacia una civilización de lo ligero. España: ANAGRAMA S.A.

- Enrique Leff. (2000). Tiempos de sustentabilidad. *Ambiente y Sociedad*, III, 1-13.
- Manuel Castells. (1974). *Movimientos sociales urbanos*. Ciudad de México: Grupo editorial Siglo XXI.
- Paula Valdés, María Dora Foulkes. (2016). LA INFRAESTRUCTURA VERDE Y SU PAPEL EN EL DESARROLLO REGIONAL. APLICACIÓN A LOS EJES RECREATIVOS Y CULTURALES DE RESISTENCIA Y SU ÁREA METROPOLITANA. *CUADERNO URBANO*. Espacio, cultura, sociedad, 20, 045-070.
- Susana Álvarez del Castillo González. (2017). La implementación de la Infraestructura Verde Urbana como elemento clave para la adaptación al cambio climático en las ciudades de Filadelfia, México y Montreal. *Una mirada hacia América del Norte*. Cd. Mex.: Maestría Profesionalizante en Ecología Internacional.
- Alexis E. Vázquez. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, I, 63-86.
- Astrid María Muez Zepeda. (2011). *Habitabilidad y Desarrollo Urbano Sostenible*. Estado de México: INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY.
- Carlos Arturo Monje Alvares. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa, Guía didáctica*. Colombia: Universidad Sur colombiana Facultad de ciencias sociales y humanas programa de comunicación social y periodismo.
- Ana María López Jiménez. (s/f). *Práctica de Análisis Factorial Exploratorio*. En s/n (6).
- IMPLAN Hermosillo. (2017). *MANUAL DE LINEAMIENTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE para Municipios Mexicanos*. Hermosillo Sonora: Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo.
- M.^a Teresa Cantó López. (2014). La ordenación de la Infraestructura Verde en el sudeste Ibérico (Comunidad Valenciana, España). *Cuadernos de Biodiversidad*, 45, pp. 10-22.
- Juan Pablo Flores-Villanelo. (abril-junio de 2012). Diseño de zanjas de infiltración en zonas no aforadas usando SIG. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. III, núm. 2, pp. 27-39.

Francisco Javier Aparicio Mijares. (1992). Fundamentos de hidrología de superficie. México: LIMUSA.

TAYLOR, Donald W. – (1961, 1ª Edición) – Principios Fundamentales de Mecánica de Suelos – Compañía Editorial Continental S.A., México.

Alex Bocek. (2012). INTRODUCCIÓN A LA CAPTACIÓN DEL AGUA. Arizona: INTERNATIONAL CENTER FOR AQUACULTURE.

Centro de Estudios Ambientales. (2014). LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA DE VITORIA-GASTEIZ. España: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

Chad Staddon, Sarah Ward, Laura De Vito, Adriana Zuniga-Teran, Andrea K. Gerlak, Yolandi Schoeman, Aimee Hart, Giles Booth. (2018). Contributions of green infrastructure to enhancing urban resilience. Environment Systems and Decisions, 38, 330-338.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ), Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta, México, 2019.

Víctor Hugo Alcocer-Yamanaka José Manuel Rodríguez-Varela Víctor Javier Bourguett-Ortiz Oscar Jesús Llaguno-Guilberto Pedro Misael Albornoz-Góngora. (octubre 2016). Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas. Tecnología y ciencias del agua, vol. 7, 33-35.

Servicio Meteorológico Nacional. (s/f). Información Climatológica. Información recuperada en

mayo 2022, de Gobierno de México Sitio web:

<https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=sin> Servicio meteorológico nacional, <https://smn.conagua.gob.mx/es>

Comisión Nacional del Agua. (junio del 2019). Programa contra Contingencias Hidráulicas por sitio. Programa contra Contingencias Hidráulicas por sitio, Región hidrológica administrativa III Pacífico Norte, 179. 2022, De Programa contra Contingencias Hidráulicas por sitio Base de datos.

Varela JMR, Yamanaka VHA, Guilberto OJL, Silvestre JM, Téllez RUS (2018) Study of Flood Risk in Urban Zones of the Mexican Republic. Curr Res Hydrol Res: CRHR-106. DOI: 10.29011/CRHR-106. 100006.

M. en I. José Manuel Rodríguez Varela, Dr. Víctor Hugo Alcocer Yamanaka, M. en I, Pedro Misael Albornoz Góngora, M. en O Rodrigo Ulises Santos Téllez, M. en I. Oscar Jesús Llaguno Guilberto. (2011). Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la República Mexicana. CONAGUA-2011-167009 Proyecto: 167009: CONACYT- CONAGUA- IMTA Fondo sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua (FSIDSA): CONAGUA-CONACYT.

Gabriela Soto. (14/11/2015). "El 'azote' del Huracán Manuel en Sinaloa" "De la confusión a la imploración de recursos". Noroeste, <https://www.noroeste.com.mx/buen-vivir/el-azote-del-huracan-manuel-en-sinaloa-FKNO835365>.

Periódico La Jornada. (21/09/2018). Culiacán: tres muertos y cuatro desaparecidos por las lluvias. Periódico La Jornada, <https://www.jornada.com.mx/2018/09/21/estados/035n1est>.

PRAH, S. y. (2015). Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para representar el municipio de Culiacán, Sinaloa 2015. México: Acierto consultores, S.C.

Gabriela Castro. (12/10/2021). Lluvia de hasta 350 milímetros, inundaciones y deslaves, advierten para Sinaloa. Debate, <https://www.debate.com.mx/culiacan/Lluvia-de-hasta-350-milimetros-inundaciones-y-deslaves-advierten-para-Sinaloa-20211012-0223.html>.

El debate. (06/08/2021). Precipitaciones generan 75 milímetros de agua en las últimas horas en Culiacán. El debate, <https://www.debate.com.mx/culiacan/Precipitaciones-generan-75-milimetros-de-agua-en-las-ultimas-horas-en-Culiacan-20210806-0357.html>.

INEGI. (2020-2021). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx>

JOEL BELTRÁN RUBIO. (2017). DISEÑO DE DREN INTERCEPTOR EN EL ARROYO DEL PIOJO EN CULIACÁN, SINALOA. Culiacán, Sinaloa: Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería.