

## REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

### ***“ANÁLISIS METODOLÓGICO, PARA LA FACTIBILIDAD DE ESTRATEGIAS DE INFRAESTRUCTURA VERDE Y AZUL, PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO LA JOYA EN MORELIA, MICHOACÁN”***

**Autor: José Esteban Heredia Quijada**

**Monografía presentada para obtener el título de:  
Licenciado en Arquitectura**

**Nombre del asesor:  
M. ARQ. Gerardo Tinajero Berrueta**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





# UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

ESCUELA DE ARQUITECTURA

ANÁLISIS METODOLÓGICO, PARA LA  
FACTIBILIDAD DE ESTRATEGIAS DE  
INFRAESTRUCTURA VERDE Y AZUL, PARA LA  
MICROCUENCA DEL RÍO LA JOYA EN  
MORELIA, MICHOACÁN

## **MONOGRAFÍA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**ARQUITECTO**

PRESENTA

**JOSÉ ESTEBAN HEREDIA QUIJADA**

CLAVE: 16PSU0026V  
RVOE: LIC100841

**ASESOR: M. ARQ. GERARDO TINAJERO BERRUETA**

MORELIA, MICHOACÁN, OCTUBRE, 2023

## ÍNDICE

<b>I.-</b> Introducción.....	2
<b>II-</b> Estado del arte.....	3
<b>III-</b> Problemática.....	6
<b>IV-</b> Justificación.....	7
<b>V-</b> Postura Teórica.....	10
<b>VI-</b> Objetivo General.....	13
<b>VII-</b> Objetivos Particulares.....	13
<b>VIII.-</b> Marco Referencial.....	14
<b>VIII.1-</b> Medio Físico Natural.....	14
<b>VIII.1.1-</b> Localización.....	14
<b>VIII.1.2-</b> Clima.....	15
<b>VIII.1.3-</b> Topografía.....	16
<b>VIII.1.4-</b> Hidrología.....	17
<b>VIII.1.5-</b> Edafología.....	19
<b>VIII.1.6-</b> Geología.....	19
<b>VIII.2-</b> Medio Físico Transformado.....	20
<b>VIII.2.1-</b> Demografía y Patrones Sociales.....	20
<b>VIII.2.2-</b> Red Urbana.....	23
<b>VIII.2.3-</b> Crecimiento sobre la ribera del río La Joya.....	25
<b>IX.-</b> Identificación de posibles zonas de aplicación de I.V. E I.A.....	29
<b>X.-</b> Conclusiones.....	31
Bibliografía.....	33
Índice de Imágenes.....	35

## I: INTRODUCCIÓN

Las inundaciones siempre han sido eventos vistos como problemas al relacionarlos con los asentamientos humanos. En el caso de la ciudad de Morelia se cuentan con diversos antecedentes de acciones llevadas a cabo para el control de dichos eventos debido al aumento de los caudales en época de lluvias en sus dos principales ríos, El Río Grande y El Río Chiquito, las cuales varían en escala e impacto.

A pesar de las diversas obras en distintos periodos históricos siempre se ha contado con una percepción de dominio social sobre los afluentes, en vez de comprender el comportamiento natural de estos y del entorno inmediato de la ciudad. El problema del cambio climático evidencía esta falta de comprensión con la poca resiliencia que se tiene en las ciudades, incluyendo Morelia, ante eventos extraordinarios de lluvias, cada vez más intensas y fuera de temporada, lo que crea un aumento en los caudales de los ríos y su desborde, inundando grandes zonas urbanas de diversas características aumentando los riesgos para la población moreliana.

Ya se han tenido eventos en años recientes y se puede observar que la frecuencia e intensidad de los eventos extraordinarios ha ido en aumento, por mencionar algunos; en 2002 se registró una precipitación anual de 900 mm extraordinaria, en 2003 se elevaron los tirantes de los afluentes desbordándose en diversas zonas de la ciudad, siendo entonces necesario plantear un enfoque en disminuir la cantidad y la fuerza de las avenidas provenientes de las zonas altas de la ciudad (Servin, 2007), como es el caso de la zona de estudio, la microcuenca del Río La Joya, donde se buscará la viabilidad para el uso de infraestructura conocida como “Verde” y “Azul”.

La implementación de las Infraestructuras Verdes (IV) y Azules (IA) tiene diversas funciones que pueden establecer líneas de acción para elaborar nuevas estrategias de mitigación a los problemas ambientales *“(conservación de la biodiversidad, adaptación al cambio climático), sociales (dotación de zonas verdes, mejora de la distribución del agua de uso humano), y económicos (generación de empleo, incremento del precio de las propiedades). Por ello, cuentan con una capacidad de adaptación a las escalas territoriales mucho mayor que la infraestructura gris, que además se caracteriza por su elevado coste y rigidez.”* (Magdaleno, et.al, 2018)

## II- ESTADO DEL ARTE

La relación entre el ser humano, la ubicación de sus asentamientos y el agua ha sido la base para el surgimiento de toda civilización. Sin embargo, la acelerada urbanización de inicios del siglo XX llevó la relación de las ciudades con sus cuerpos de agua, en lo particular los ríos, a una de “resistencia y no una de convivencia” (Kozak, 2022) debido al aumento de la población dentro de estas. Provocando la incontrolada expansión de los centros urbanos y todo lo que conlleva para el sustento de los mismos, como lo son sus estructuras e infraestructuras. Por lo que será necesario establecer las definiciones de estas para el contexto de la investigación.

En la ciudad la “estructura” se puede entender como el conjunto de espacios habitables, equipamientos y servicios que abastecen a una población o área urbana y forman parte de la misma morfología urbana de un centro poblacional (SEDATU, 2020). “Infraestructura” hace referencia entonces a las redes que se extienden a través de la estructura urbana y la sustentan; estas van desde redes de agua y drenaje hasta las vialidades y corredores urbanos (SEDATU, 2020). Dentro de las ciudades modernas es común que estas redes se manejen con tuberías o ductos contruídos de materiales impermeables, maximizando así la distribución de agua potable en algunos casos o mejorando las condiciones viales para el tránsito vehicular; este tipo de redes se le puede denominar “Infraestructura Gris” (Magdaleno, 2018).

El término de “Infraestructura Verde” (IV) considera al entorno natural y al paisaje mismo, con sus distintos organismos, como parte de los componentes que integran a las ciudades y a la misma infraestructura urbana (Badillo, 2017). Bajo esta idea, la “Infraestructura Azul” (IA) toma como eje rector el manejo sostenible del recurso hídrico beneficiando la conectividad ecológica y promoviendo la permeabilidad de los servicios ecosistémicos en un centro urbano (Fletcher, 2015).



COMPONENTES DE I.V. EN UN CONTEXTO URBANO

- A) ESPACIO PÚBLICO: PARQUES, VIALIDADES VERDES, CAMELLONES, GLORIETAS, ETC.
- B) RESIDENCIAL: PATIOS, JARDINES
- C) ÁREAS NATURALES Y RURALES: ARROYOS, RÍOS, HUMEDALES, CERROS, CAÑADAS, CORREDORES BIOLÓGICOS, ETC.

Imagen 1- COMPONENTES DE I.V. EN UN CONTEXTO URBANO.

Tomado de : MANUAL DE LINEAMIENTO DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE PARA MUNICIPIOS MEXICANOS, IMPLAN Hermosillo, 2017.

Dentro del contexto nacional la implementación de estos conceptos de infraestructuras es limitado (Badillo, 2017), sin embargo, existen diversos casos de estudio dentro de las distintas ciudades y ecosistemas dentro del territorio nacional. Como parte de la investigación de casos análogos del presente documento se toman como ejemplo dos, el proyecto con implementación escala 1:1 de M. Casandra Badillo Ornelas, “JARDINES DE LLUVIA, UNA ESTRATEGIA PAISAJÍSTICA PARA APROVECHAR EL AGUA PLUVIAL EN LAS CIUDADES. CASO DE ESTUDIO: AZCAPOTZALCO” realizado en instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y las acciones llevadas a cabo por el GRUPO DE MANEJO DE CUENCAS o WATERSHED MANAGEMENT GROUP (WMG) para la creación de jardines de lluvia en derecho de vía en La Paz, Baja California Sur con la participación de autoridades municipales de La Paz y Tucson, Arizona.



Imagen 2- Voluntarios en zanja de infiltración en derecho de vía, proyecto por el Ayuntamiento de La Paz y Watershed Management Group en 2012; créditos de fotografía a quien corresponda.

Tomado de: *INFRAESTRUCTURA VERDE PARA COMUNIDADES DEL DESIERTO SONORENSE*, Watershed Management Group, 2012.

La ciudad de Morelia no ha tenido una implementación en gran escala de este tipo de infraestructuras. Sin embargo, hay que mencionar que por medio de obras de ingeniería hidráulica, las cuales van desde las primeras rectificaciones del cauce del Río Grande en la época colonial hasta la desecación de las zonas pantanosas por las políticas higienistas de inicios del siglo XX la ciudad ha buscado resolver los problemas de inundaciones frecuentes sin acatar la expansión urbana sobre las riberas y el cambio en las condiciones naturales del suelo (Oseguera, 2014).

En las más recientes administraciones se han realizado esfuerzos por llevar a cabo obras de recuperación del Río Chiquito tanto en su canal rectificado, por donde circula la Av. Solidaridad, como en un tramo de su cauce original, el cual pasa por el

Blvd. García de León. Una nota a cargo del servicio digital de noticias *Mi Morelia* publicada en 2021 expone que a pesar de ser obras ambiciosas no han logrado el cometido de sanear el río, disminuir las inundaciones, e integrar infraestructura azul (Mi Morelia, 2021); a pesar de contar con un presupuesto conjunto para ambos sectores aproximado de 420 millones de pesos, de acuerdo a datos tomados del portal de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del estado de Michoacán (SCOP, 2023).



De izquierda a derecha

Imagen 3- Parque Lineal Boulevard García de León, 2023. Elaboración propia.

Imagen 4- Parque Lineal Río Chiquito en el 2023, obra del 2016. Elaboración propia.

Imagen 5- Río Chiquito en el canal creado en el siglo XX, hoy Av. Solidaridad. Elaboración propia.

### III- PROBLEMÁTICA

La ciudad de Morelia, debido a sus condiciones geográficas y ambientales, es propensa a inundaciones en las zonas llanas y bajas del área de las riberas de los principales cuerpos de agua que cruzan por esta, el Río Grande y el Río Chiquito.

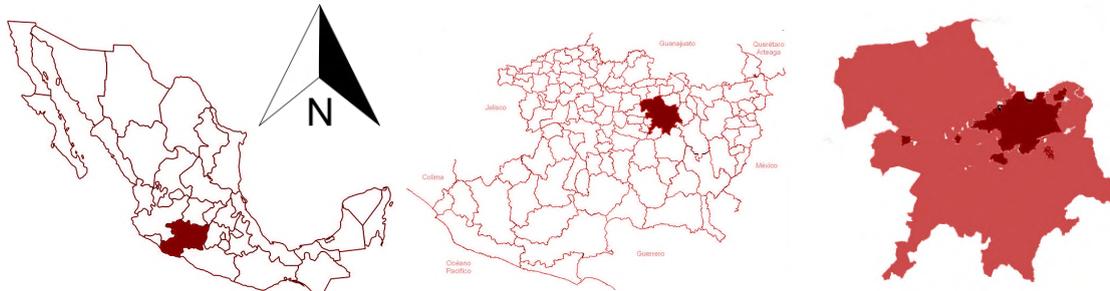


Imagen 6- Macro y microlocalización del municipio de Morelia y mancha urbana de la ciudad.

*Elaboración propia.*

La topografía inmediata de estas zonas crea escurrimientos, ya sean perennes o intermitentes, los cuales descargan como afluentes en ambos ríos como parte del sistema de microcuencas dentro de la cuenca del Río Grande. El uso extensivo de asfaltos y la pérdida de suelo permeable crean un notable aumento del caudal que reciben y transportan los ríos que cruzan la ciudad provocando una sobrecarga en los mismos (Mendoza, 2018).

Es la naturaleza de los ríos y su comportamiento meándrico, es decir, que tienden a inundar las zonas cercanas a ellos. Debido a sus trayectorias originalmente sinuosas, no se puede detener tal comportamiento a pesar de las diversas intervenciones que han tenido a lo largo de la historia de la ciudad (Fernandez, 2020). Aunado a esto, la urbanización indiscriminada debido a una mala planeación reduce la cantidad de suelo capaz de retener e infiltrar el agua durante el trayecto natural que tienen los escurrimientos por las pendientes de las zonas altas de la ciudad antes de llegar a los principales afluentes, como es en el caso específico de la Loma de Santa María y la microcuenca del Río “La Joya”, nuestra zona de estudio seleccionada.

Estos fenómenos de avenidas, incrementadas por las modificaciones en el suelo y pendientes naturales, ya han cobrado un alto valor de pérdidas económicas en años previos en zonas habitacionales y urbanas con los tirantes de las inundaciones, en algunas instancias, sobrepasando los 50 centímetros (Ferreyra, 2020).

La pérdida de suelo natural, capaz de infiltrar y retener agua, aunada a la invasión de las zonas inmediatas a los cauces de los ríos y arroyos acentúa los problemas (Oseguera, 2014) en un área de la ciudad donde barrancas, laderas y suelos, supuestamente de conservación, como lo es la microcuenca de la Joya, se ven expuestas a una dinámica especulativa del suelo donde el desarrollo inmobiliario rebasa y remueve el valor ambiental de esta (Romo de Vivar, 2021); tal problemática se traduce en una mala planificación y seguimiento a programas de desarrollo, entre otras.

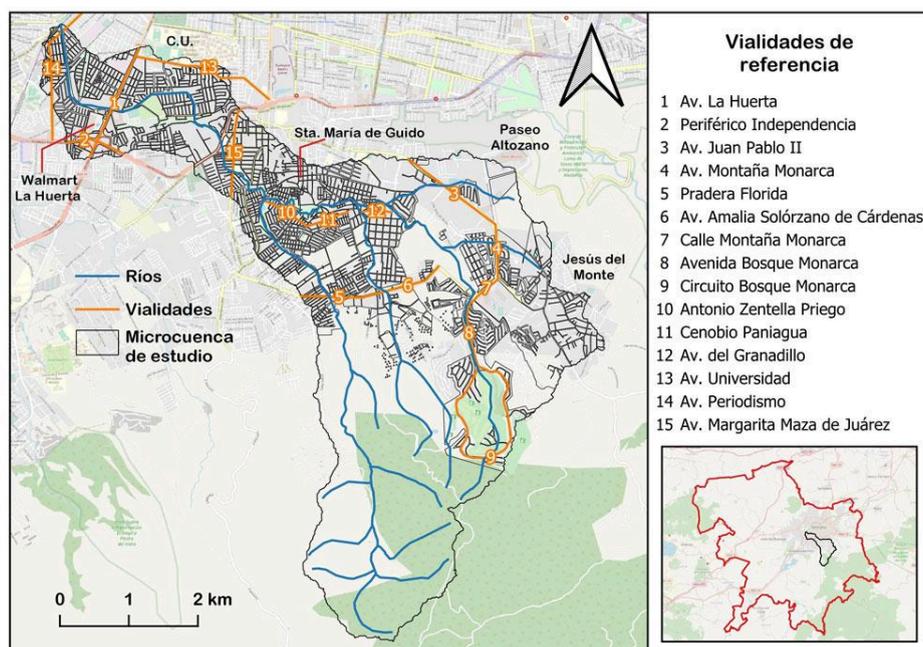


Imagen 7- Microcuenca de La Joya.

Elaborado por: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Tomado de: ¿Cómo usamos las áreas verdes en el sur de Morelia?, 2020.

<https://www.ciga.unam.mx/index.php/noticias/item/344-como-usamos-las-areas-verdes-en-el-sur-de-morelia>

#### IV- JUSTIFICACIÓN

El tema de las inundaciones en la ciudad de Morelia ha sido ampliamente estudiado desde diversas disciplinas y soluciones se han descrito desde hace mucho tiempo, sin embargo; las estrategias preventivas, no correctivas, que se pueden implementar en las zonas altas y medias han sido pasadas por alto (Mendoza, 2018).

La necesidad de analizar la zona sur de Morelia, en específico el cerro de Santa María viene de la observación constante y amplia investigación previamente desarrollada por múltiples autores que exponen el desequilibrio que el cambio de suelo y la pérdida de áreas verdes ha provocado en tal zona (Pérez Munguía, *et al*, 2020).

La falta de intervenciones en zonas estratégicas sobre un área con diversas pendientes incrementa los riesgos en los valles y zonas bajas ante las rápidas inundaciones provenientes de la topografía agreste que se encuentra alrededor del centro urbano consolidado aumentando la velocidad y la cantidad de agua que busca drenar a los Ríos Grande y Chiquito por la pérdida de suelo permeable impidiendo la infiltración de agua afectando de manera negativa el ciclo hidrológico local.

Sistemas de drenaje en las microcuencas aledañas se han propuesto con intervenciones a mayor escala en otra zona de descarga natural conocida como “Dren Barajas”, el cual forma parte del sistema de desfogue que inunda la zona conocida como las canchas de “Policía y Tránsito” (Ferreya, 2020). Las principales aportaciones de escurrimientos que conforman la zona del afluente que cruza por la zona de Santa María en el Río La Joya pueden encontrarse en tres puntos específicos; Cerro Verde, la colonia El Durazno y las pendientes de las zonas altas provenientes de Jesús del Monte y San Miguel del Monte (Mendoza, 2018).

Las zonas previamente mencionadas se caracterizan por la irregularidad urbana y alta segregación entre sus diferentes tipologías de asentamientos humanos, siendo propensas a mayores riesgos de inestabilidad hidrológica o a mayores afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios (Oseguera, 2014).

De acuerdo con datos del Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Morelia, alrededor del 56% de las pendientes de las microcuencas se pueden categorizar como suaves, sin embargo no se han manejado acciones preventivas en las zonas altas y medias para reducir los impactos provocados por las inundaciones en el centro urbano. En el caso particular de la zona de la microcuenca del Río La Joya se le caracteriza como una zona montañosa con una densidad de drenaje media.

El Centro Nacional de Prevenciones de Desastres (CENAPRED) identifica varios factores que influyen para propiciar las inundaciones debido a las actividades humanas entre las que destacan el aumento de la superficie impermeable debido a concretos y asfaltos y la deforestación, la cual destruye la cobertura vegetal original del suelo (Alarcón, 2018). Todas, problemáticas conocidas en la zona.

Datos tomados del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI) a través del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) muestran que la microcuenca del Río La Joya cuenta con una superficie de 21.6km<sup>2</sup>, de los cuales alrededor del 50% se encuentran urbanizados, incluyendo áreas aledañas a los cauces de los arroyos conocidos como; el Guayabo, la Higuera y Loma Larga, en su mayor parte entubados, y el río de La Joya, sin consideración alguna a las normas de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), la cual considera estas riberas como zonas federales.

Dentro de la metodología de análisis urbano integral se abordarán tres grandes esferas, lo social, lo medioambiental y lo urbano, como ejes de investigación a diversas escalas por medio del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIGs), así como con metodologías de análisis espacial/urbano como las que expone Kevin Lynch, por ejemplo en “La Imagen de la Ciudad”. Estos 3 análisis por sí solos ya se han creado por distintos autores; será entonces necesario basarnos en una idea de conectividad, redes y flujos que los relacionan para poder unirlos en un solo análisis integral, como lo es la llamada “Teoría de Redes”.

La aplicación de intervenciones a nivel urbano-arquitectónico de infraestructura verde y azul dentro de la cuenca de La Joya puede coadyuvar, junto con otras medidas, a la recuperación de las zonas naturales aumentando la superficie de suelo permeable, favoreciendo asentamientos urbanos que van desde irregulares, de nivel socioeconómico bajo, hasta zonas habitacionales de niveles medio-superior, abarcando alrededor de 16 colonias, múltiples desarrollos habitacionales y cerca de 54,000 personas (IMPLAN, 2015).

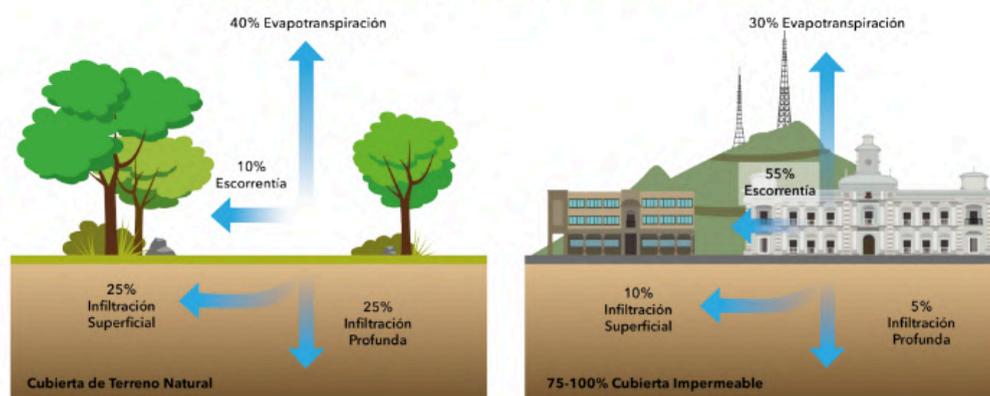


Imagen 8- Comportamiento del agua de lluvia en dos contextos: natural y urbano. Fuente: Agencia de Protección Ambiental de E.U., 2003.

Tomado de: MANUAL DE LINEAMIENTO DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE PARA MUNICIPIOS MEXICANOS, IMPLAN Hermosillo, 2017.

## **V.- POSTURA TEÓRICA**

En un territorio que se compone por sus redes de actores, redes físicas y no físicas (Cabrera, 2011) la necesidad de entender que nuestra manera de vida no es armónica con los sistemas ecosistémicos es esencial; las redes naturales no siempre serán visibles para nosotros. Sin embargo, los servicios ecosistémicos que hacen posible la sustentabilidad de nuestras ciudades deben de recibir un mejor estudio.

Es por eso que nuestro análisis recuperará conceptos de la “Teoría de Redes”, descrita en *El Urbanismo de las Redes* de Gabriel Dupuy en 1992 como la interconectividad y los flujos siendo los “estructuradores” de la ciudad para comprender las consecuencias de reducir el área de zonas permeables en nuestras zonas de alto valor ecosistémico. Reconociendo entonces los elementos que ligan el diseño urbano; elementos naturales, nodos de actividad humana y elementos arquitectónicos (Salingaros, 2005).

La teoría de redes, en el caso de la investigación, permitirá vincular las posibles zonas de captación e infiltración, a partir del análisis medioambiental, con los nodos y corredores que conforman el tejido urbano y la morfología de la ciudad, con los análisis sociales y urbanos, para así buscar la manera de no crear zonas desconectadas. Esto ya que el uso y aplicación de tales ejemplos de infraestructura verde/azul permite la interconectividad entre estos espacios verdes creando una red de servicio ecosistémico sobre la red de infraestructura ya existente y funcional de nuestro día a día sin tener que modificar flujos, conexiones o nodos, o en su caso, plantear intervenciones de mínima invasión, mejorando la resiliencia de las zonas urbanas ante los eventos de avenidas por intensas lluvias.

La aplicación de la infraestructura verde como red tiene mejores resultados que la aislada implementación de medidas mitigadoras ante fenómenos meteorológicos. Sin embargo, las administraciones municipales han dado pasos agigantados en reversa al dar prioridad a proyectos de infraestructura y grandes desarrollos que limitan y merman la capacidad de la superficie para cumplir con su objetivo en el sistema natural del ciclo hídrico.

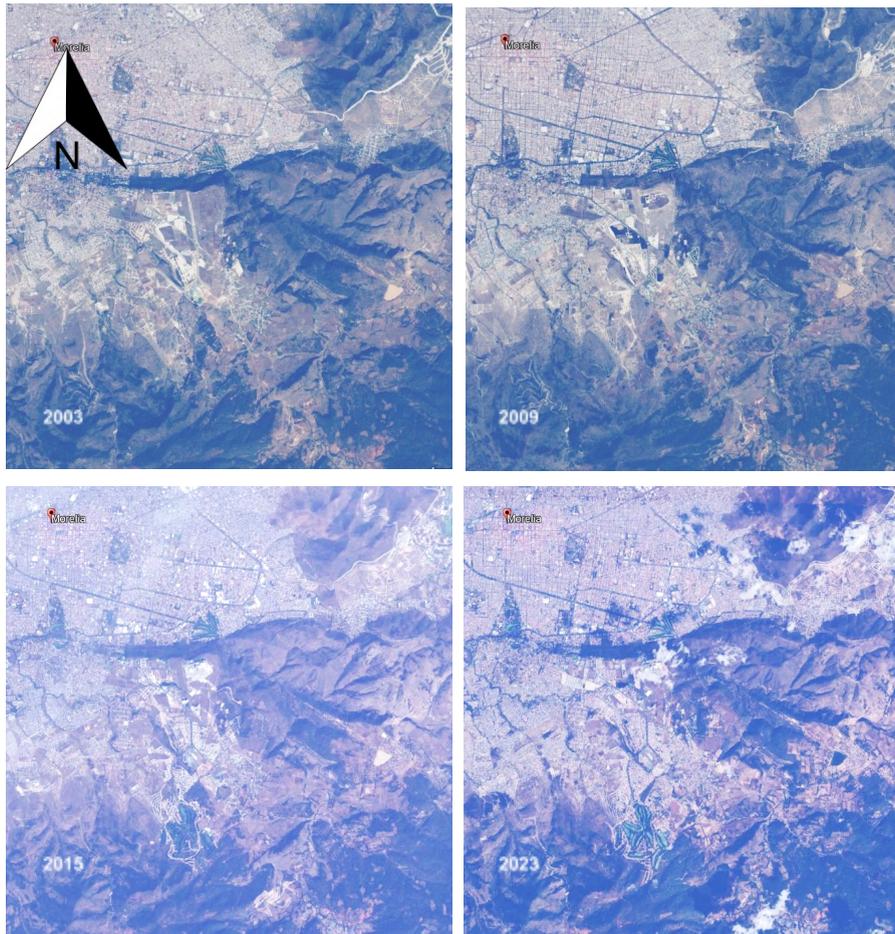


Imagen 9- Expansión urbana sobre la zona sur de Morelia. 2003, 2009, 2015, 2023. Se puede apreciar la pérdida de suelo descubierto.

Tomado de: Google Earth Time Lapse

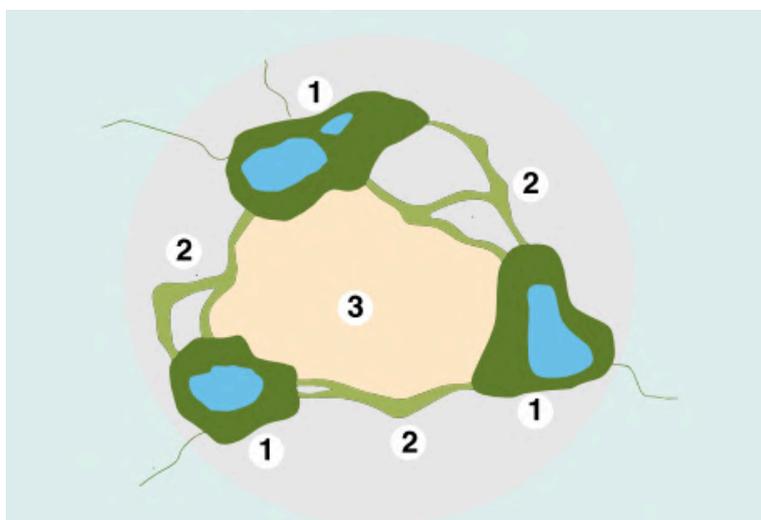


Imagen 10- Componentes de una infraestructura verde (Terrero, 2009), mismos componentes que se buscan conectar entre sí al identificarlos dentro de la microcuenca del Río La Joya.

Tomado de: Guía de Intervenciones en Espacios Públicos. 2022

**1. Centros/ Nodos:** son grandes extensiones de suelo que funcionan como anclas del sistema. Conforman el hábitat, origen y destino, de fauna y flora nativa. En estas categorías están los grandes parques, bosques urbanos, terrenos agrícolas y zonas protegidas en los bordes de las ciudades.

**2. Articulaciones/ Corredores:** son los espacios verdes de conexión que enlazan los centros, su función es vital para interrelacionar ecosistemas. Aquí están los corredores verdes, parques fluviales, costaneras, etc.

**3. Paisajes urbanizados:** es la parte más antropizada del territorio donde se puede identificar el desarrollo de tramas urbanas. Los espacios verdes dentro de las zonas urbanas también forman una parte importante de la infraestructura verde.

Estas acciones de intervención urbana presentan varias características que las vinculan con la teoría de las redes; además de formar una red física que comparte territorio con otras redes físicas, la infraestructura verde trasciende a una red abstracta, no física, al poder ser evolutiva, transformable, adaptable y hasta cierto punto, omnipresente (Chavarría, 2008).

Tomando entonces los elementos a analizar de la zona de estudio se pueden establecer áreas estratégicas para la implementación de infraestructuras verde y azul sobre el territorio de la microcuenca de La Joya de manera interconectada de manera que se provea de mayor superficie de captación y permeabilidad en esta zona de la ciudad de Morelia. Los elementos a analizar se clasifican en tres:

**-Socio-culturales**

- Demografía
- Actividad económica
- Relación de la sociedad con su entorno
- Asentamientos irregulares y regulares

**-Medioambientales**

- Clima
- Topografía
- Edafología
- Hidrología
- Geología

**-Urbanos**

- Morfología Urbana
- Espacios verdes públicos
- Infraestructura y equipamiento
- Patrones de crecimiento sobre la microcuenca de La Joya

## **VI- Objetivo General**

ESTABLECER UNA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LA MICROCUENCA DE LA JOYA EN LA CIUDAD DE MORELIA PARA LA APLICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS VERDES Y AZUL.

## **VII- Objetivos Particulares**

- IDENTIFICAR LA RELACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS DE LA ZONA CON EL SISTEMA HIDROLÓGICO DE LA MICROCUENCA DE LA JOYA.
- PLANTEAR CONEXIONES ENTRE LAS ZONAS URBANAS, LAS ZONAS RURALES Y LOS CAUCES DE LOS AFLUENTES DE LA MICROCUENCA DE LA JOYA BAJO LA TEORÍA DE REDES.
- ESTABLECER UN ANÁLISIS URBANO QUE PERMITA IDENTIFICAR PUNTOS ESTRATÉGICOS PARA EL USO DE INFRAESTRUCTURA VERDE Y AZUL A ESCALAS URBANAS Y ARQUITECTÓNICAS DENTRO DE LA ZONA DE MANERA VINCULADA.

## VIII: MARCO REFERENCIAL

Este documento, al ser un análisis preliminar, dará una introducción al territorio de investigación y a los aspectos más relevantes de su medio físico natural y su medio físico transformado con la finalidad de plantear los temas a investigar con mayor profundidad al avanzar la investigación. Este análisis introductorio permitirá plantear los paisajes que se pueden encontrar en el territorio delimitado para la investigación, así como exponer los distintos umbrales de desarrollo que se pueden encontrar dentro del mismo.

### VIII.1- MEDIO FÍSICO NATURAL

Dentro del marco referencial del medio físico natural se abordarán los rasgos generales y específicos de la microcuenca del Río La Joya con el fin de comprender el contexto natural y sus variables, factores que repercuten directamente en los patrones de expansión de la urbanización en la zona. Para un análisis completo, cabe resaltar, se deberá de tomar en cuenta un periodo específico para comprender los cambios que se han tenido a lo largo de una temporalidad, en este caso 15 años, y cómo estos han repercutido en el desarrollo de la zona o, al contrario, se han visto afectados y los comportamientos de clima y suelo, por ejemplo, se han ido modificando.

#### VIII.1.1- LOCALIZACIÓN

La ciudad de Morelia, cabecera del municipio y capital del estado de Michoacán de Ocampo, se ubica dentro del valle de Guayangareo (IMPLAN, 2023), con coordenadas  $19^{\circ}42'10''N$ ,  $101^{\circ}11'32''O$ .

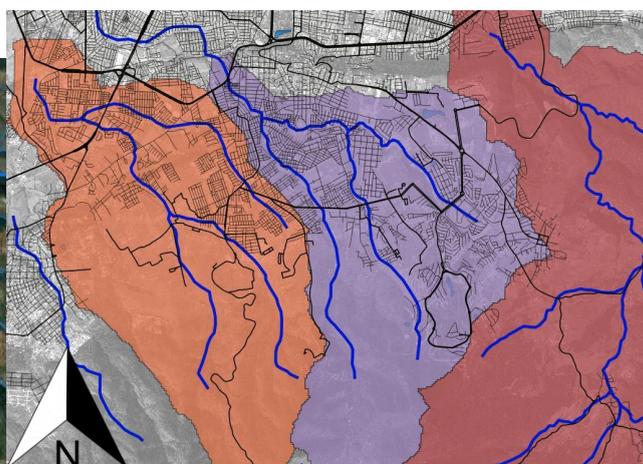
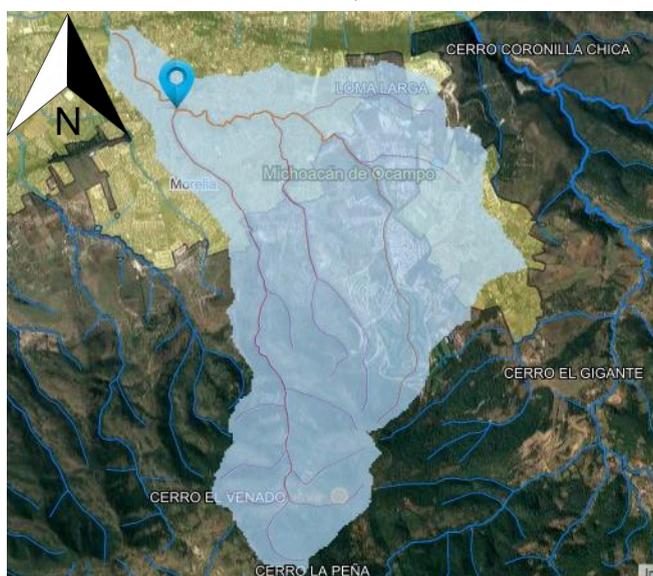


Imagen 11- Microcuenca de La Joya dentro de la zona sur.

Datos tomados de: Portal IMPLAN Morelia- Mapa Interactivo de Morelia y Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.

Imagen 12- Microcuencas de la zona sur aledañas. Elaboración propia.

Datos tomados de: Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas y Google Earth.

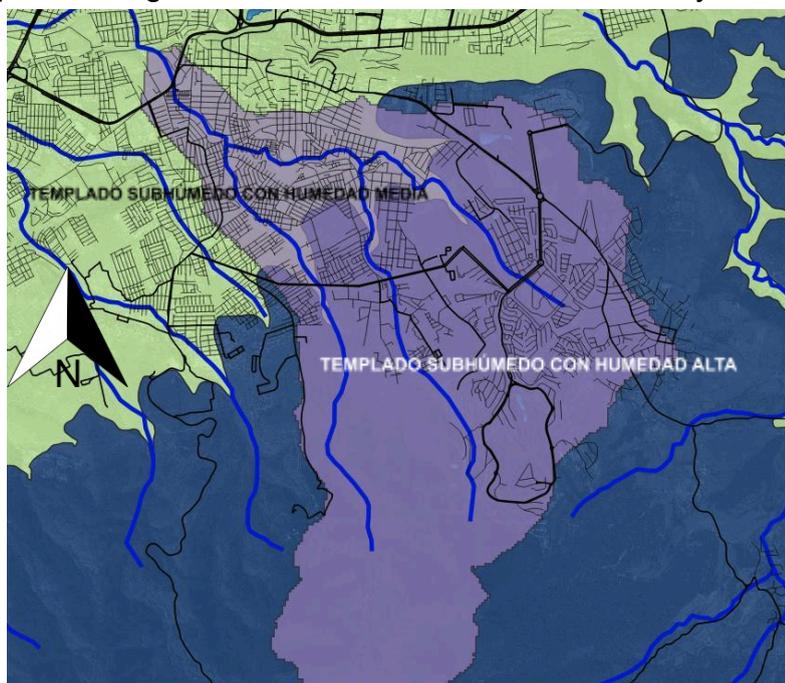
La zona sur de Morelia, nuestra área de estudio, se ve delimitada al norte por la Loma de Santa María y su depresión de transición abrupta al valle, al oriente con Cerro Alto, al sur con el Cerro El Venado y Cerro Verde, y al poniente con la zona de la Presa de Cointzio (PPDUZSM, 2015).

La microcuenca de La Joya se encuentra en medio de otras dos cuencas, una de extensión similar siendo la microcuenca conocida como Dren Barajas al poniente, y al oriente y sur colinda con la subcuenca del Río Chiquito, como se puede observar en la imagen 12.

### VIII.1.2- CLIMA

Como se expuso previamente, para un análisis completo factores como el clima se deberán de analizar dentro del periodo seleccionado de acuerdo a lo que se busca exponer. Este apartado, al contemplar datos como precipitación pluvial, humedad relativa, entre otros, servirá para posteriormente plantear la capacidad de captación necesaria en las infraestructuras que se vayan a proponer, así como por ejemplo elementos de vegetación que sean propicios para el clima.

La zona sur de Morelia se caracteriza por un clima templado subhúmedo con una temperatura media de 16°C con un rango de precipitación de 800 mm a 1000 mm anuales de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Debido a su contexto natural, presenta un promedio de -2°C de diferencia si comparamos los datos con el centro de la ciudad. (Romo de Vivar, 2021) Esto se puede observar concretamente con los cambios de vegetación endémica que se pueden llegar a identificar entre la zona del valle y la zona alta de la ciudad.



**COMO SE OBSERVA EN LA IMAGEN 12 LA ZONA DE ESTUDIO SE ENCUENTRA EN UNA ZONA DE TRANSICIÓN ENTRE CLIMAS TEMPLADOS SUBHÚMEDOS CON HUMEDAD MEDIA AL NORTE A ALTA AL SUR.**

Imagen 13- Climas en la zona de estudio.  
Elaboración propia.

Datos tomados de: Portal IMPLAN Morelia- Mapa Interactivo de Morelia y Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.

Concepto	Valor (m m)
Lluvia mínima	26.66
Lluvia media	28.06
Lluvia máximo	30.22

Lluvia (m m)	Frecuencias
26.66	1
27.31	1
30.22	1

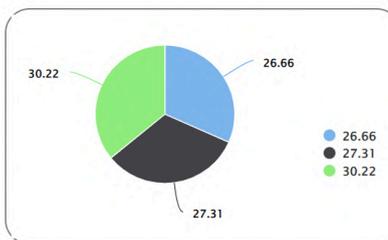
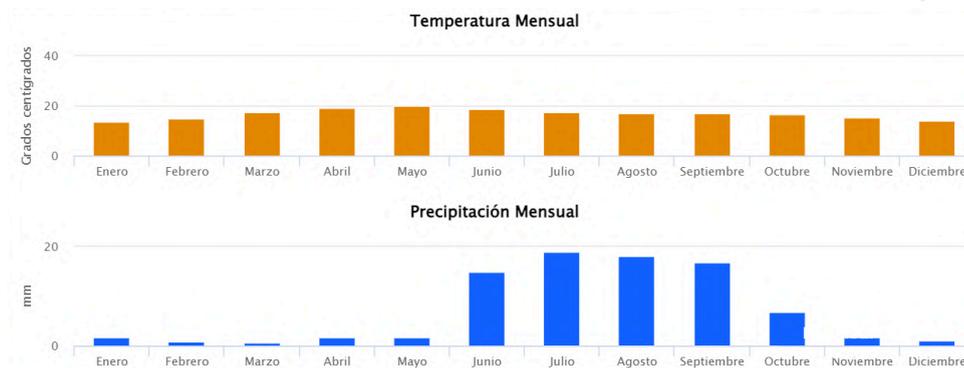


Imagen 14- Lluvia probabilística en la cuenca de La Joya con duración de 1 hora en un periodo de retorno de 2 años.

Datos tomados de: Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.

Imagen 15- Gráficas de temperaturas y precipitaciones promedio mensuales.

Datos tomados de: Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.



### VIII.1.3- TOPOGRAFÍA

El sur de la ciudad de Morelia se caracteriza por una orografía accidentada, variando desde los 1,140 metros sobre el nivel de mar (MSNM) hasta los 2,760 msnm (SIATL, INEGI) con pendientes que oscilan desde el 3% hasta el 20% (IMPLAN, 2015). Este análisis de pendientes y relieves es esencial para el diseño e implementación de I.V. e I.A para delimitar e identificar las zonas inundables y el comportamiento hidrológico de la microcuenca. Los mapas presentados se han realizado con curvas de nivel a 50m sobre un relieve hecho con curvas de nivel a cada 10m; esto permite visualizar de manera clara las zonas bajas y altas de la microcuenca del Río La Joya. En particular la microcuenca de La Joya tiene una elevación que va desde los 1,927msnm hasta los 2,432msnm, teniendo una pendiente media del 5%, con zonas muy agrestes. En diversas zonas dentro de la microcuenca se encuentran áreas donde se presentan pendientes no aptas para la urbanización, sin embargo en pocas instancias se ven respetadas, tanto en zonas de asentamientos informales como en conjuntos habitacionales de niveles medio-alto.

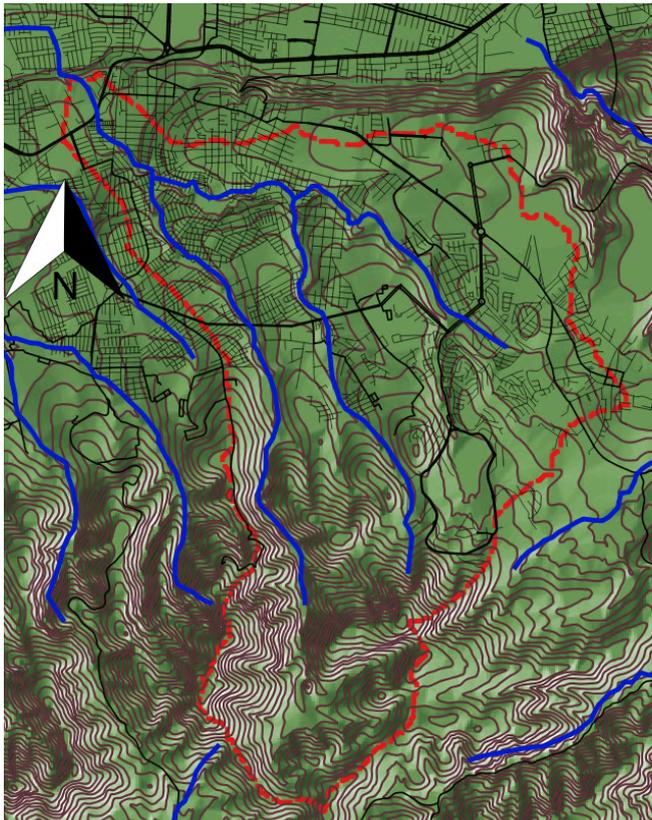
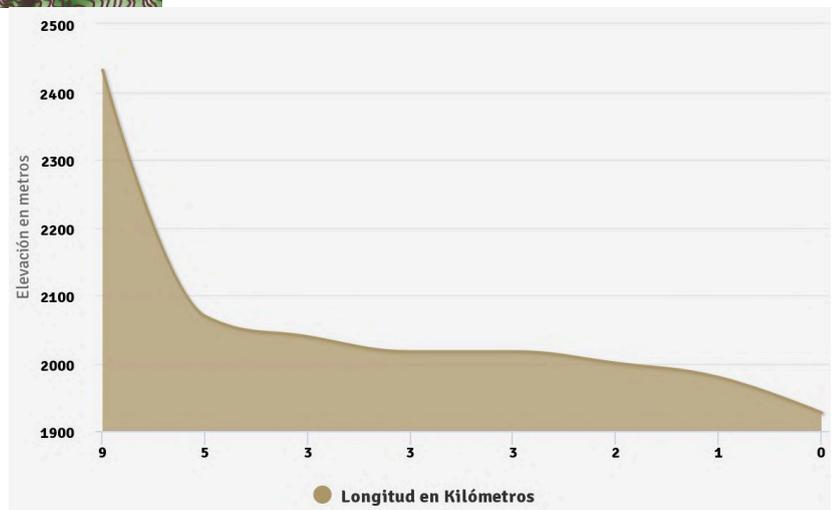


Imagen 16- Topografía y relieve en la microcuenca de La Joya con sus escurrimientos. Elaboración propia.

Datos tomados de: Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.

Imagen 17- Perfil de elevación en la microcuenca de La Joya

Dato tomado de: Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.



### VIII.1.4- HIDROLOGÍA

Al ser el tema principal de investigación la aplicación de I.V. e I.A., la hidrología tiene un papel fundamental. El estudio y conocimiento de los afluentes que hay en la zona permitirá conocer la relación que se tiene con la zona urbana y sus riberas. Al formar parte de un sistema más grande de cuencas y subcuencas, el análisis de la

microcuenca del Río La Joya permitirá complementar los estudios realizados en otras microcuencas aledañas o dentro del municipio de Morelia.

La cuenca del Río Grande pertenece al sistema de subcuenca Pátzcuaro-Cuitzeo-Yuriria, la cual a su vez, pertenece a la Cuenca Lerma-Santiago (Alarcón, 2018). Dentro del sistema de escorrentías que alimentan a los principales afluentes de la ciudad, Río Grande y Río Chiquito, se pueden identificar 14 microcuencas, entre ellas la microcuenca del Río La Joya (Alarcón, 2018), la zona delimitada para el análisis.

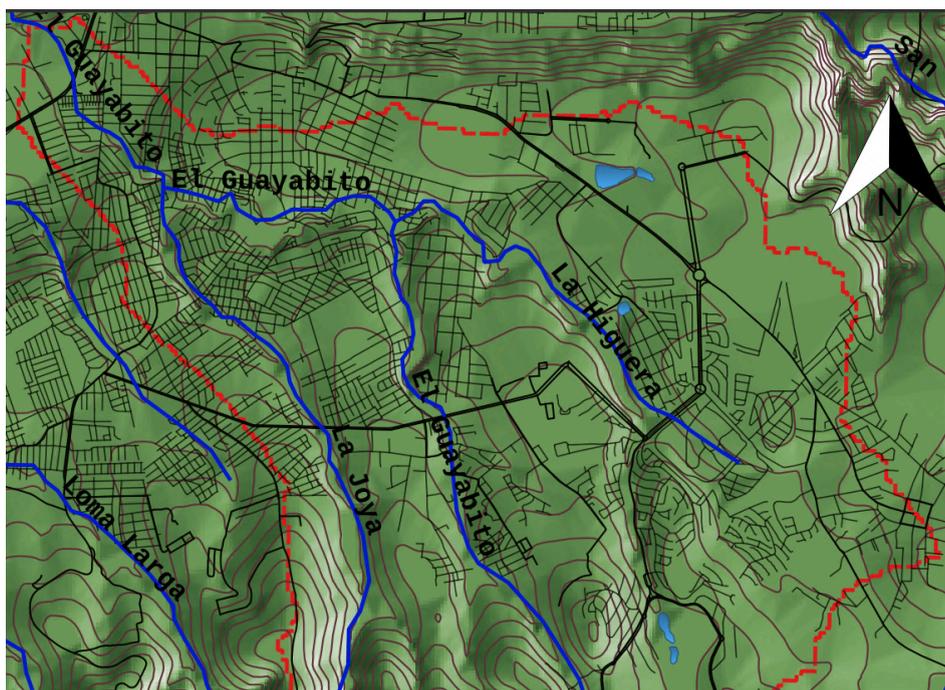


Imagen 18- Microcuenca del Río La Joya, sus afluentes y cuerpos de agua con relieve topográfico.

Elaboración propia.

Dentro de la microcuenca se pueden encontrar los principales afluentes, previamente perennes, siendo los arroyos La Higuera, El Guayabito y el Río La Joya; cabe destacar el arroyo intermitente al norte (imagen 18), el cual cruza por la zona hoy conocida como Altozano, específicamente en el centro comercial Paseo Altozano.

Imagen 19- Datos generales de la microcuenca del Río La Joya.

Dato tomado de: Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	2432 m
Elevación media	2179 m
Elevación mínima	1927 m
Longitud	9330 m
Pendiente media	5.4126 %
Tiempo de concentración	66.38 (min)
Área drenada	21.82 km <sup>2</sup>
Perido de Retorno	2 años
Coefficiente de Escurrimiento	.15
Lluvia	28.06 mm
Intensidad de Lluvia	25.28 mm/h
<b>Caudal pico</b>	<b>22.98 m<sup>3</sup>/s</b>

### VIII.1.5- EDAFOLOGÍA

Dentro de la microcuenca del Río La Joya se puede observar una alta urbanización; este fenómeno descontrolado de cambio de suelo se empieza a experimentar a inicios del siglo XXI principalmente. Zonas de bosque denso, pastizales y suelos altamente orgánicos se han visto destruidos con este cambio de suelos previamente rurales y agrícolas a urbanos; cabe recalcar la importancia del análisis edafológico ya que permitirá estudiar el cambio de suelo natural a suelo urbano, apartado que será estudiado a mayor profundidad a lo largo de la investigación.



Imagen 20- Cubierta de suelo satelital dentro de la microcuenca del Río La Joya.  
Elaboración propia.

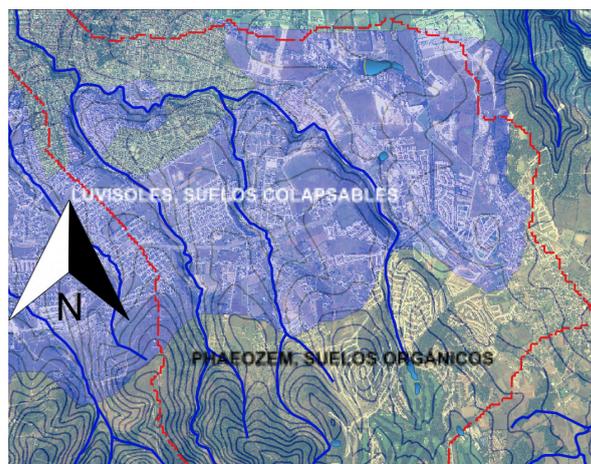


Imagen 21- Tipos de suelo predominantes dentro de la microcuenca del Río La Joya.  
Elaboración propia.

Esta zona se caracteriza por 2 tipos de suelo principalmente, Luvisol y Phaeozem, ambos con alta presencia de materia orgánica, usados en agricultura. De acuerdo con el IMPLAN, las zonas de lomeríos y pendientes suaves encontradas después de altas topografías, propias de suelo luvisoles, se caracterizan por ser suelos inestables, propensos a colapsos debido a ser terrazas de aluviales, manteniendo mucha humedad por largos periodos, siendo aptos para actividades como agricultura o ganadería, actividades previamente muy comunes en la zona.

### VIII.1.6-GEOLOGÍA

Al encontrarse en una zona alta de la ciudad, el área de estudio presenta un lecho de roca extrusiva, esto es característico de la región y su orografía propia de los sistemas volcánicos del país. Los dos tipos predominantes son toba riolítica y andesita, ambos con alto uso en la construcción por su dureza, sin embargo cabe destacar la porosidad de la primera, propiciando zonas de mayor infiltración en áreas

de pendientes suaves y lomeríos. Se puede acertar entonces, que para maximizar la infiltración de agua al subsuelo los proyectos deberán enfocarse en la zona media de los afluentes; es decir, entre las zonas de altas pendientes topográficas.

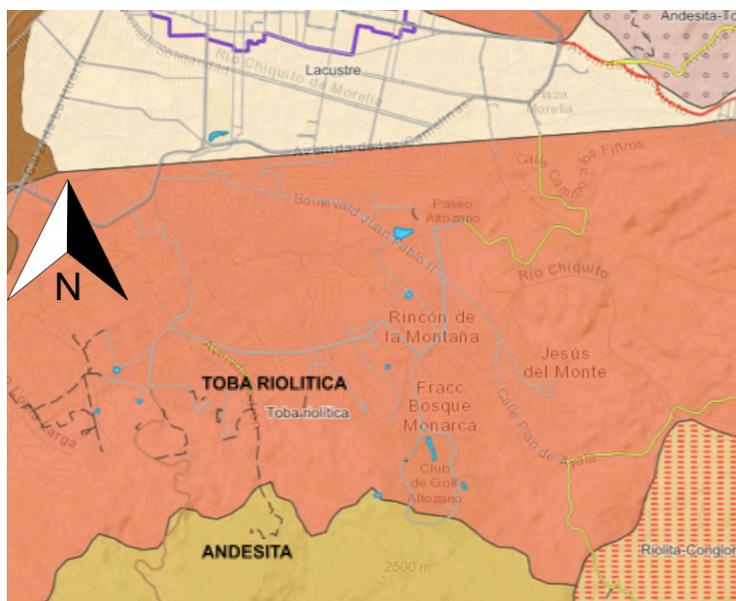


Imagen 22- Tipos de roca en la zona de la loma de Santa María y microcuenca del Río La Joya. Dato tomado de: SIGEM IMPLAN Morelia.

## VIII.2- MEDIO FÍSICO TRANSFORMADO

El medio físico transformado, por otro lado, se enfocará en el análisis de las diferentes redes que inciden en el territorio de estudio y las actividades que hay entre la población local buscando relacionar la evidente inestabilidad ambiental con los patrones de expansión urbana y al cambio de suelo natural rebasando umbrales; en consecuencia sufragando el crecimiento urbano ordenado y la desigualdad en la provisión de servicios e infraestructura. De igual manera se expondrá de manera introductoria los elementos que conforman la estructura visual de la zona sur de Morelia con la finalidad de plantear zonas de valor visual, social o de alto valor natural.

### VIII.2.1- DEMOGRAFÍA Y PATRONES SOCIALES

La zona sur de la ciudad de Morelia se ha consolidado en los últimos años como una zona habitacional, comercialmente limitada, de alta plusvalía por el desarrollo de complejos habitacionales cerrados. La proliferación de este tipo de asentamientos, las cuales contaron con inversiones urbanas de tipo gubernamental y privado, ha

ejercido en la actualidad presiones sobre el medio rural promoviendo la deforestación y segregación residencial (Sepúlveda, 2014).

En el caso específico de la microcuenca del Río La Joya se abarcan las colonias de carácter rural como de El Durazno, Valparaíso, Paseo del Refugio, Ejidal Santa María, Colonia 10 de Junio o La Ermita; donde se pueden encontrar desde asentamientos irregulares hasta zonas de niveles socioeconómicos bajos y medios. Por otro lado se encuentran colonias de niveles medio-superiores y complejos cerrados como Bosque Monarca (Altozano), Cerro Verde o Lago del Paraíso, por mencionar algunos ejemplos.

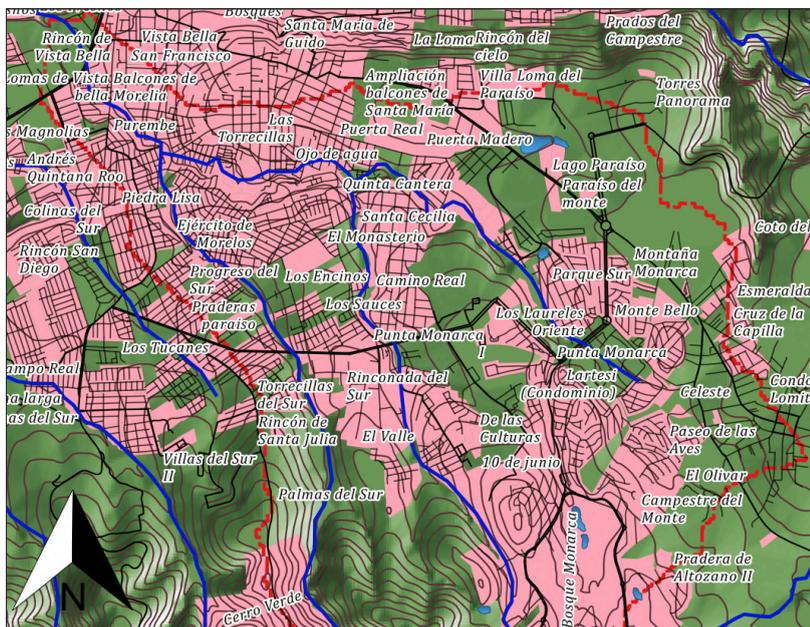


Imagen 23- Colonias dentro de la microcuenca del Río La Joya. Dato tomado de: Elaboración propia con información tomada de SIGEM IMPLAN Morelia.

Esto lleva a una zona altamente urbanizada, arriba del 50% de la superficie de la microcuenca, de manera desorganizada. Promoviendo la mezcla de barrios altamente marginados contiguos a barrios residenciales de alto ingreso.

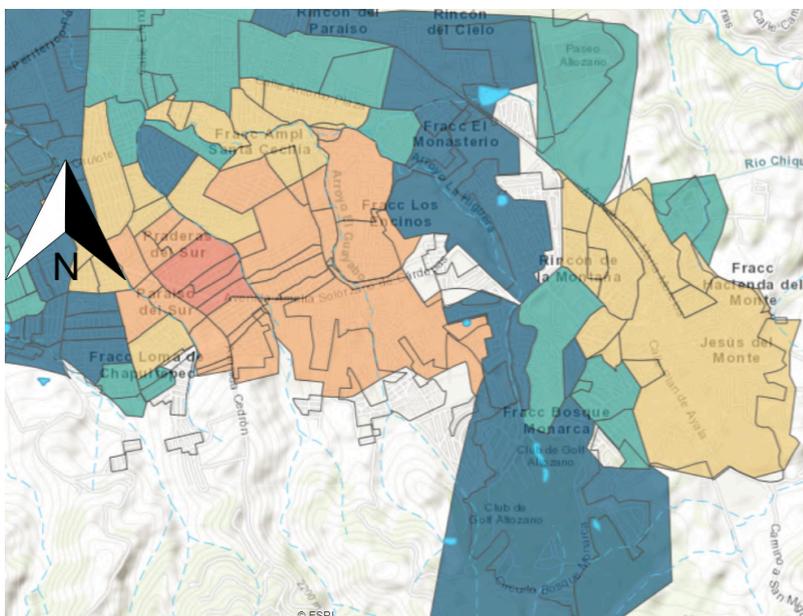


Imagen 24- índice de marginación de colonias dentro de la microcuenca del Río La Joya. Dato tomado de: SIGEM IMPLAN Morelia.

Como se observa en las imágenes 23 y 24 el crecimiento de la zona ha seguido los cauces de los afluentes, dejando grandes vacíos urbanos entre colonias y desarrollos, ya sea por la topografía o barreras naturales, como arroyos o zonas de vegetación densa.

De acuerdo con datos del INEGI la microcuenca del Río La Joya tiene una población de 53,935 personas, siendo aproximadamente el 6.5% de la población total; entre los cuales cerca de un 24% adolescentes o niños; este dato es de alto valor debido a que representan la población posible con las que se puede trabajar en proyectos de participación ciudadana más adelante en la investigación, buscando en este grupo un sentido de pertenencia a la zona y cultura de respeto por el medio ambiente. Las tasas de crecimiento de población varían entre colonias, propiciando aún más los notorios cambios de densidad poblacional entre las mismas; concentrando zonas densamente pobladas en barrios consolidados como Santa María de Guido o Trincheras.

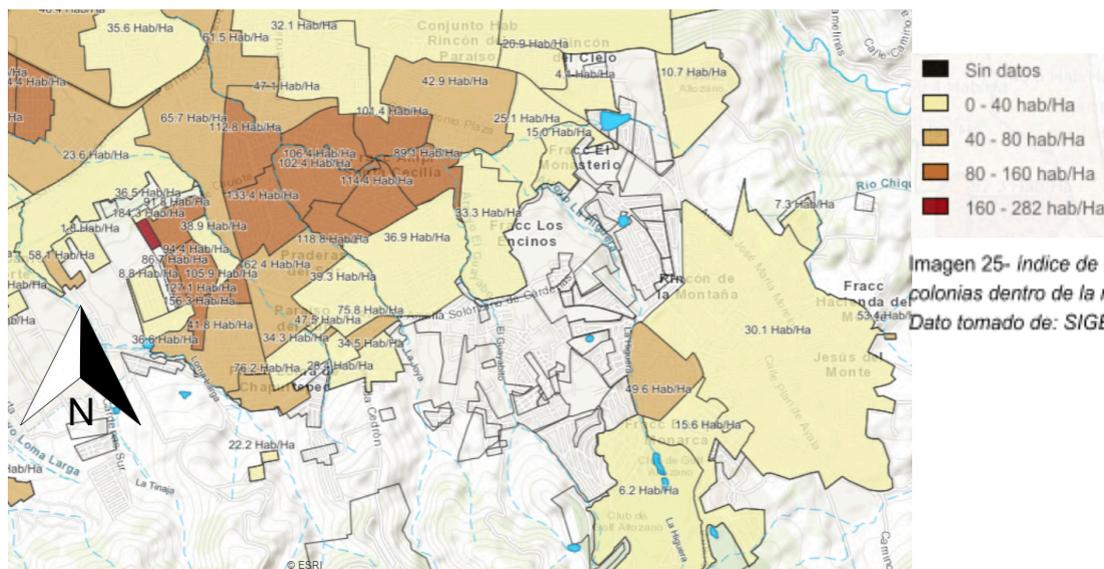


Imagen 25- Índice de densidad poblacional de colonias dentro de la microcuenca del Río La Joya. Dato tomado de: SIGEM IMPLAN Morelia.

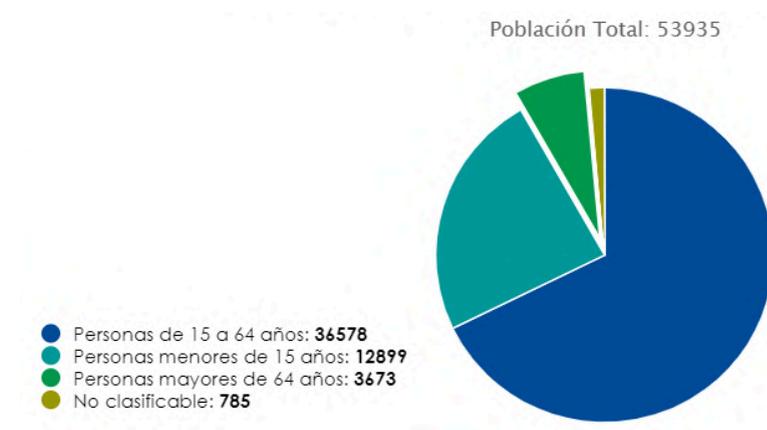


Imagen 26- Grupos demográficos y población total dentro de la microcuenca. Dato tomado de: Portal INEGI Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.

### VIII.2.2- RED URBANA

El espacio público funciona como una red continua que se extiende a toda área urbana (Noguera, 2011), esta red puede asumir diversas funciones, como expone Juli Noguera en “*La Ordenación Urbanística*” (2011), de las cuales se destacan:

- Establece la conectividad entre el área urbana y su entorno territorial.
- Introduce variantes del paisaje a la ciudad articulando y focalizando el tejido urbano.

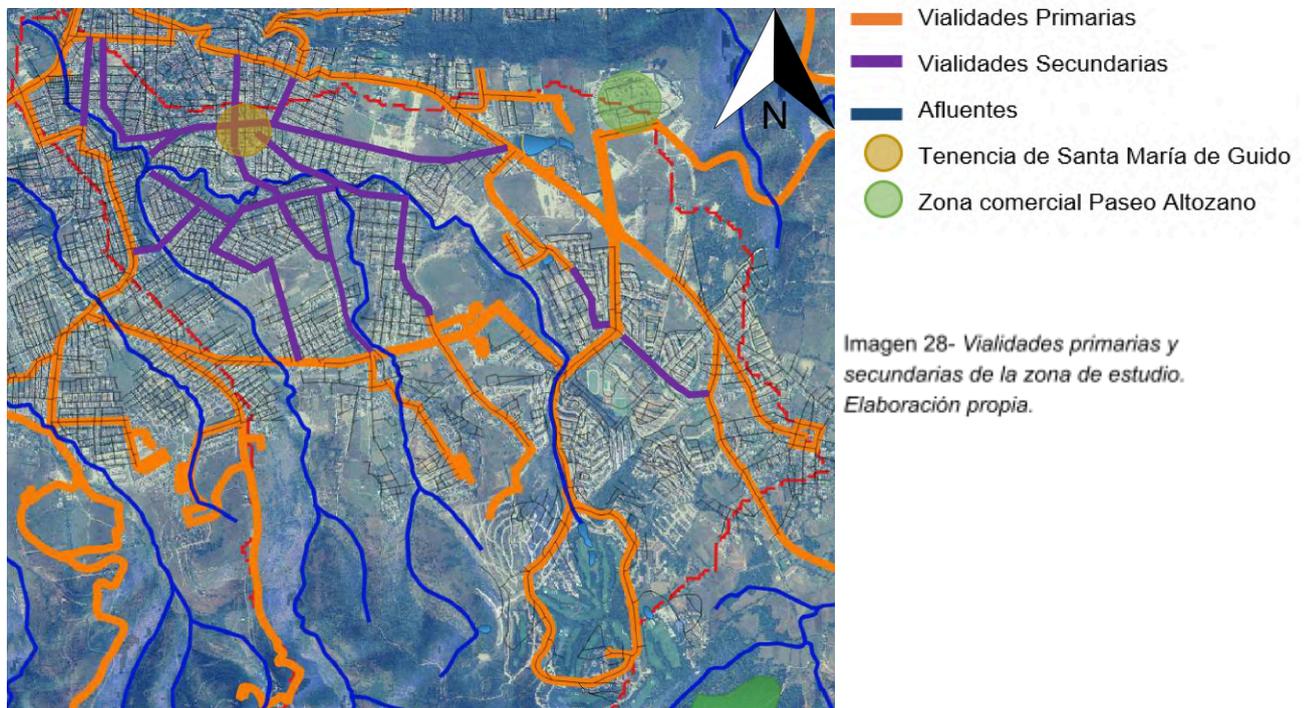
La microcuenca del Río La Joya se encuentra en una zona consolidada de una manera que más allá de ser planeada estratégicamente responde a desarrollos regidos por factores socioeconómicos (Romo de Vivar, 2021). Desconectando así zonas de alto valor histórico de las zonas más modernas y económicamente activas; propiciando el desarrollo de zonas habitacionales cerradas y privadas de nivel alto-medio segregando las colonias de ingresos medio-bajos; expandiéndose de manera desmedida perdiendo zonas de alto valor ambiental.



Imagen 27- Traza urbana y continuidad urbana dentro de la microcuenca del Río La Joya. Elaboración propia.

Como se observa en la imagen 26 la zona urbanizada no cuenta con una continuidad en su traza, pudiendo ser clasificada como plato roto; los principales patrones de asentamientos responden a la topografía accidentada limitando calles y colonias con los bordes naturales; río, arroyos y colinas. Esto hace notorio los vacíos urbanos que

se crean entre colonias; siendo zonas estratégicas para la posible implementación de IV e IA como áreas de amortiguamiento ante fenómenos de avenidas extraordinarias.



Los principales corredores y puntos comerciales dentro de los límites de la microcuenca del Río La Joya se ven consolidados con un claro enfoque en la población a abastecer. La transición de una zona histórica, como lo es la tenencia de Santa María, a la zona comercial moderna, como lo es el desarrollo Altozano, crea un corredor comercial importante, aunque limitado en cuanto a giros y ofertas.

Es notoria la pérdida, casi total, de los cauces de arroyos intermitentes y el entubamiento de la mayor parte de los arroyos perennes, esto propicia los eventos de inundaciones y encharcamientos sobre las vialidades y grandes áreas de comercios o zonas habitacionales en las partes bajas o llanas que se pueden encontrar en los trayectos de dichos arroyos y ríos.

### VIII.2.3- CRECIMIENTO SOBRE LA RIBERA DEL RÍO LA JOYA

La microcuenca del Río La Joya, como se ha mencionado antes, contaba previamente con zonas de alto valor agrícola y forestal; los cambios de uso de suelo y la poca planeación han dejado expuestos que los patrones de crecimiento no siguen una cohesión urbana, buscando la clara delimitación y alta segregación de los distintos grupos sociales que se pueden encontrar dentro de esta.

A continuación se presenta un levantamiento fotográfico de distintos puntos de la microcuenca con la finalidad de exponer la diversidad de paisajes, urbanos y naturales, en la zona.

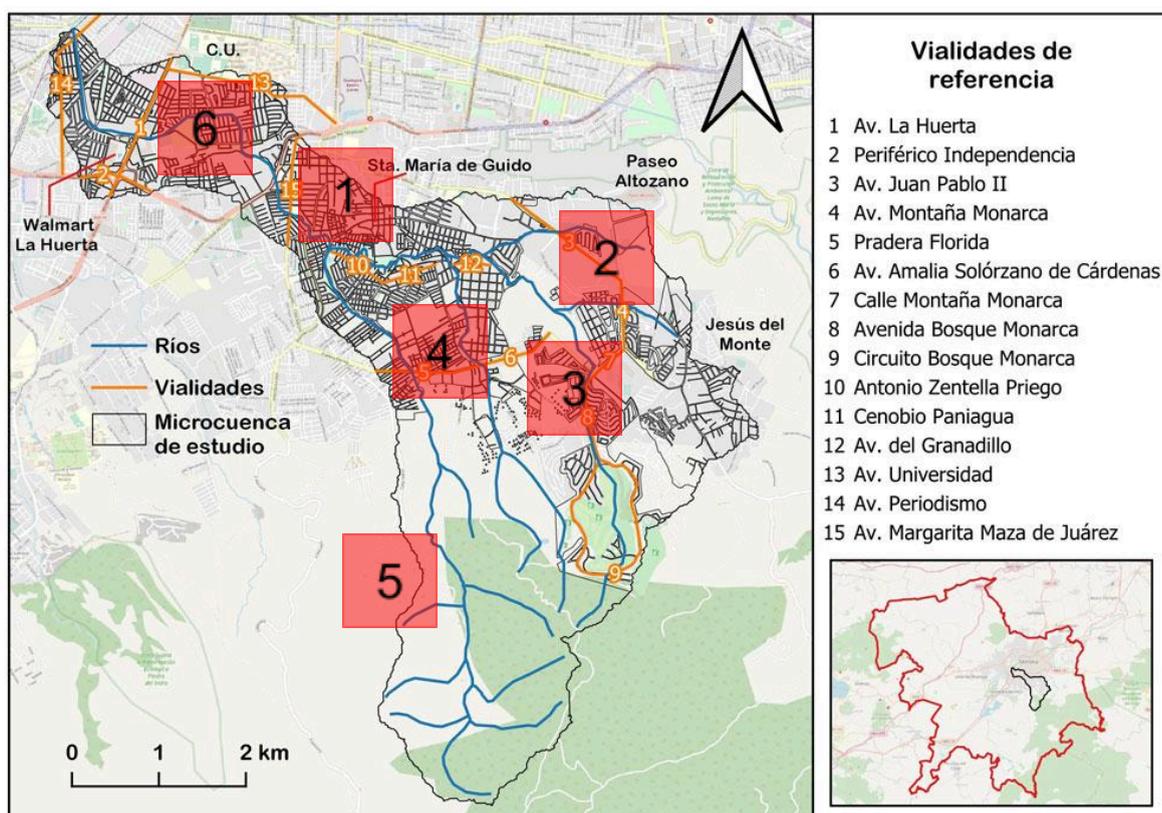


Imagen 29- Mapa de ubicación de levantamiento fotográfico de la zona de estudio.  
Elaboración propia sobre imagen 7.

1

La tenencia de Santa María de Guido se puede identificar como uno de los primeros asentamientos de la zona junto con la localidad de Jesús del Monte; el alto valor histórico y la fuerte consolidación de la misma la hacen un área de alta plusvalía.



Imagen 30- Plaza de Santa María de Guido.  
*Elaboración propia.*

2

La zona de Paseo Altozano y el boulevard Juan Pablo II presentan las principales ofertas de negocios y giros comerciales; principalmente de giros dedicados al ocio y esparcimiento, siendo una zona de alta afluencia por las noches y fines de semana.



Imagen 31- Avenida Montaña Monarca en su zona baja.  
*Elaboración propia.*



Imagen 32- Boulevard Juan Pablo II en su zona baja.  
*Elaboración propia.*

3

El campo de golf de la zona residencial Altozano, como se aprecia en la imagen 28, se desplanta directamente en el nacimiento del arroyo “La Higuera”. Hoy en día la mayor parte de este se encuentra entubado, siendo notorios los encharcamientos en las zona de glorietas y cruces, los cuales están en las partes llanas de la topografía, sin embargo la poca continuidad de la traza urbana da lugar a grandes zonas verdes entre desarrollos.



Imagen 33- Tramo entubado del arroyo “La Higuera” a la entrada del club de golf Altozano. Elaboración propia.

Imagen 34- Continuidad del arroyo “La Higuera”. Elaboración propia.

4

Las colonias en la cañada del arroyo “El Guayabito” se caracterizan por ser de niveles socioeconómicos bajos y medios, siendo las zonas con mayores índices de marginación. Esto las hace particularmente susceptibles a sufrir mayores daños por eventos de avenidas e inundaciones.

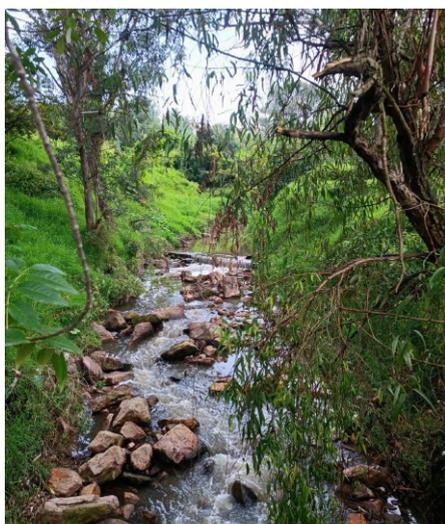


Imagen 35- Arroyo “El Guayabito” en la colonia Santa Cecilia paralelo a calle Ramón López Velarde Sur. Elaboración propia.

Imagen 36- Calle Ramón López Velarde Sur. Elaboración propia.

5

La zona donde se puede encontrar el nacimiento propiamente dicho del Río de La Joya se denomina Cerro Verde, esta zona resalta por ser la más alejada de la zona urbana consolidada, prácticamente rural, y uno de los puntos más altos de la microcuenca. Se caracteriza por su alto valor ambiental y es la zona de transición propiamente entre asentamientos humanos y zonas de vegetación densa al sur.



Imagen 37- Zona de Cerro Verde con vista a Altozano.  
*Elaboración propia.*



Imagen 38- Zona de Cerro Verde con vista al sur, cañadas donde nace el Río La Joya.  
*Elaboración propia.*

6

La zona de Vista Bella y las colonias cercanas al surponiente del circuito periférico Paseo de la República, límite físico del presente estudio, es la transición entre la topografía accidentada de la Loma de Santa María y las zonas bajas del valle, propensas a inundaciones, como son las colonias Valle Quieto, Fresnos e incluso zonas de Ciudad Universitaria.



Imagen 39- Zona baja del Río La Joya en la colonia Balcones de Morelia.  
*Elaboración propia.*

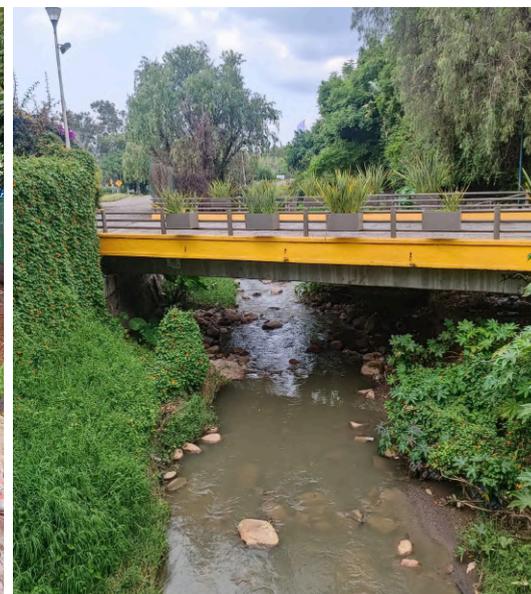


Imagen 40- Zona baja del Río La Joya en la colonia Balcones de Morelia pasando por el libramiento Paseo de la República.  
*Elaboración propia.*

## IX- POSIBLES ZONAS DE APLICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDE (I.V.) E INFRAESTRUCTURA AZUL (I.A.)

Para la identificación de los nodos para zonas de amortiguamiento se ha buscado relacionar las zonas inundables de la microcuenca y principales corredores viales y calles secundarias. Esto permitirá plantear una primera red que conecte los vacíos urbanos con las zonas de posible infiltración, determinando así que la superficie permeable posible a ser intervenida para el establecimiento de infraestructuras verde y azul para la mitigación de eventos de avenidas puede ser de 1.4km<sup>2</sup> aproximadamente, con la ventaja de contar con diversos paisajes urbanos y suburbanos con la capacidad de implementar tales tecnologías en distintas escalas.

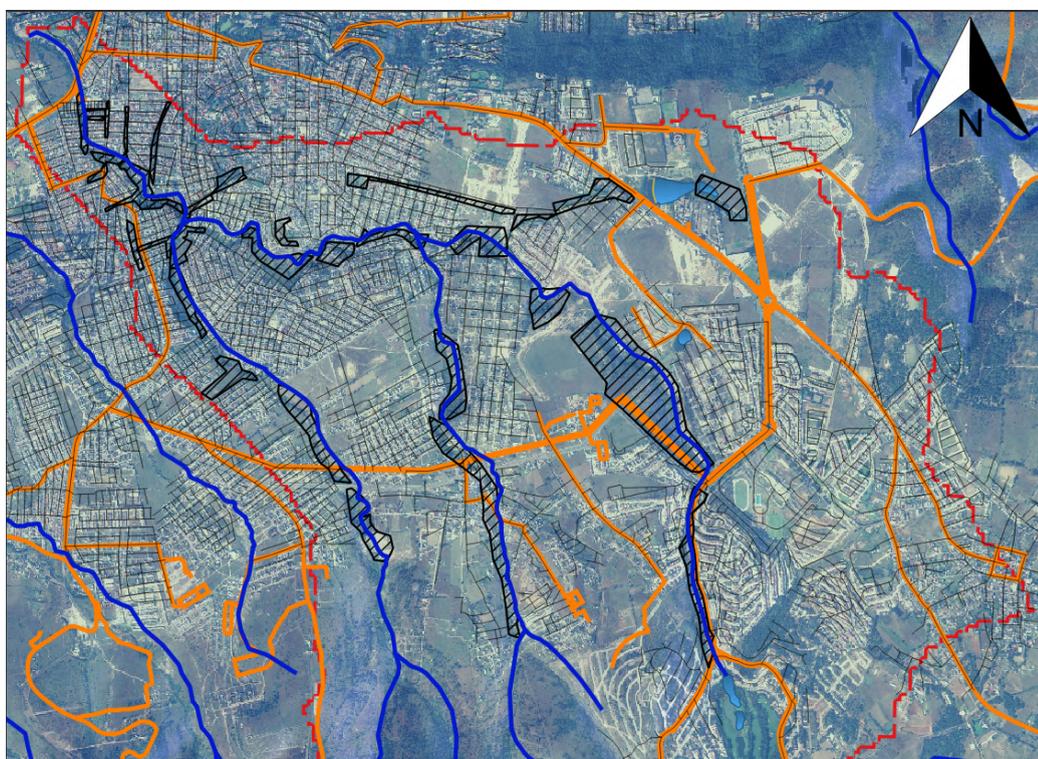


Imagen 41- Zonas de intervención para la posible implementación de I.V. e I.A. Elaboración propia.

Cabe resaltar que esta zona se ve catalogada con diferentes áreas con vocaciones de protección y aprovechamiento, principalmente, de acuerdo con el Sistema Municipal de Áreas de Valor Ambiental de Morelia (SMAVA Morelia) cuyos principales servicios ecosistémicos van en función a la prevención de inundaciones aguas abajo, sirviendo como zona de amortiguamiento dentro de la zona urbana de la ciudad y como punto de conexión entre otros componentes de alto valor ambiental a escala municipal, es decir, forma parte de una red sistémica que abarca más allá

de su delimitación geo-espacial; lo que aumenta el valor de la identificación de las zonas de posible aplicación de I.V e I.A.

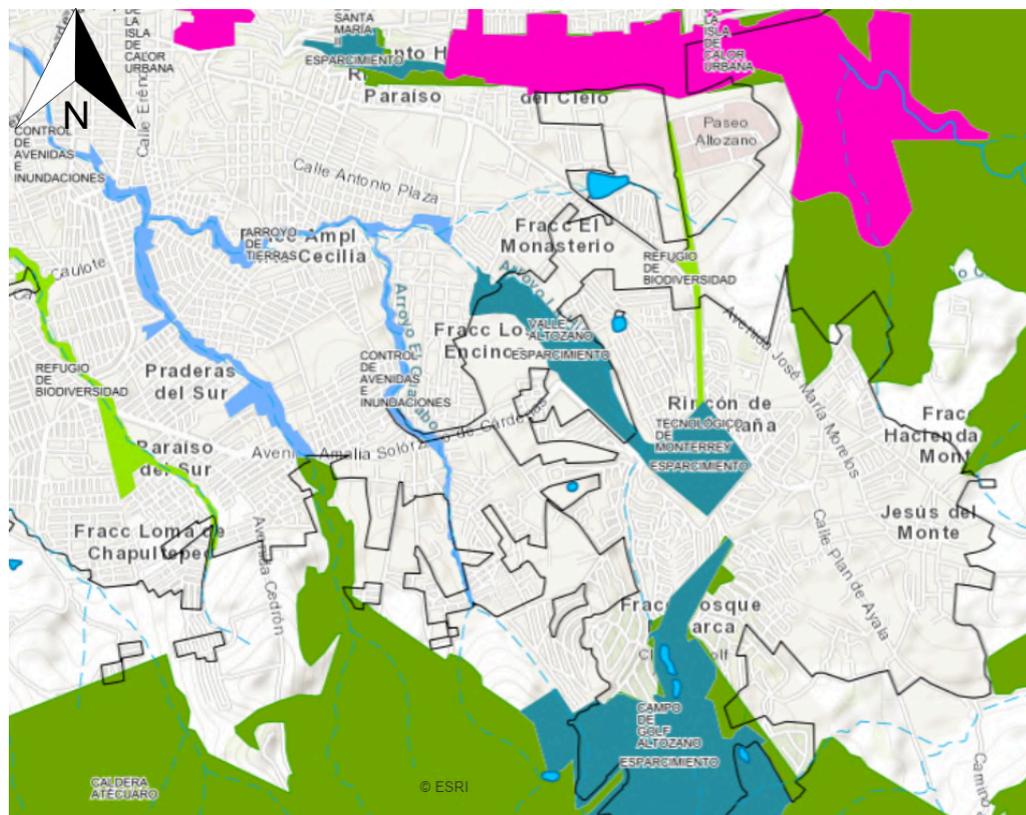


Imagen 42- Sistema Municipal de Áreas de Valor Ambiental y los principales servicios ecosistémicos que proveen. Dato tomado de: SIGEM IMPLAN Morelia.

Esta primera aproximación a las zonas de intervención se verá complementada al realizar talleres de participación en la zona y sobre todo se tendrán como referencias a consultar el recién publicado Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia (PMDU Morelia) y el Atlas Municipal de Riesgos actualizado, documento que se encuentra en elaboración de acuerdo a autoridades municipales.

## **X- CONCLUSIONES**

El análisis que se ha llevado a cabo nos ha permitido resaltar el alto valor ambiental que aún existe en la microcuenca del Río La Joya al mismo tiempo de que ofrece una visión introductoria hacia los distintos componentes, urbanos y rurales, que hay en la zona con la finalidad de sentar las bases para la generación de un proyecto integral con enfoque en la participación ciudadana y análisis territorial para la futura implementación de infraestructuras verdes y azules. Se ha encontrado que a pesar de la alta y acelerada urbanización en la zona sur de Morelia se pueden identificar aún sistemas naturales que a simple vista pasan desapercibidos, pero que forman parte del ciclo urbano-natural de la ciudad, siendo así una zona de alta potencialidad para la aplicación de dichas infraestructuras. Al haber entendido que los servicios ecosistémicos de la ciudad pueden, y deben, de unificarse entre sí, esta propuesta buscaría que se consoliden las áreas de infiltración identificadas en una red, como lo es el SMAVA, permitiendo así que la infraestructura que se llegara a implementar sirva como nodo y vínculo entre las zonas naturales dentro de la mancha urbana y aquellas más distantes.

La metodología que se utilizó permitió integrar procesos de análisis de sitio, análisis por medio de sistemas de información geográfica y análisis físicos geográficos; uniendo estas visiones bajo una teoría de redes que permite plantear zonas de alta potencialidad y conectividad para permitir que el beneficio ecosistémico se permee dentro de las distintas escalas municipales y urbanas con un modelo que fácilmente puede ser replicado para las distintas microcuencas que hay dentro del territorio municipal para plantear soluciones similares de recuperación de suelo captante e infiltrante.

El aprovechamiento de los discontinuos urbanos permitiría aumentar la superficie de áreas verdes para los habitantes de la ciudad y puede ayudar a controlar el crecimiento irregular en las zonas de riesgos aledañas a los cauces de los ríos disminuyendo el riesgo de la población futura en eventos de deslaves o inundaciones ;esto permitiría establecer, conservar y aprovechar una mayor área de alto valor ambiental con la finalidad de proteger y consolidar superficie de infiltración en las

zonas altas de la ciudad, disminuyendo así los efectos negativos de eventos de avenidas pluviales extraordinarias.

Este texto, al ser parte de una investigación más amplia, permite sentar las bases de la futura aplicación de talleres participativos dentro del marco de la planeación y ordenamiento del territorio para la consolidación del proyecto de aplicación de la infraestructura verde y azul. Cabe resaltar que la importancia del enfoque multi escala ,el cual llevó a la concepción en primer instancia de los conceptos de las infraestructuras verdes y azules, fue clave para la conceptualización de la investigación y de la práctica del diseño de un posible hábitat; como lo es cualquier proyecto de diseño, pequeño o grande.

## Bibliografía

Aguilar Hernández, E. A. (2016). *Reconfiguración Territorial de Poblados de Arraigo Histórico Cultural del sureste de Morelia. Simbolismo e Identidad en el siglo XXI. Santa María de Guido y San Miguel del Monte, Mich. Mex.* Guadalajara: Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño.

Alarcón Neva, A. (2018). *Estimación de áreas vulnerables a inundaciones en zonas urbanas, caso: Morelia, Michoacán, México.* Montecillo. Texcoco: Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.

Alcocer-Yamanaka, V. H., Rodríguez-Varela, J. M., Llaguno-Guilberto, O. J., Albornoz-Góngora, P. M. (Septiembre-Octubre de 2016). Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 33-55.

Alvariño, M. (2003.). *Cultura, arquitectura y diseño. \_ Amos Rapoport.* Recuperado enero 13, 2023, de [https://www.academia.edu/10399131/Cultura\\_arquitectura\\_y\\_dise%C3%B1o\\_Amos\\_Rapoport](https://www.academia.edu/10399131/Cultura_arquitectura_y_dise%C3%B1o_Amos_Rapoport)

Badillo Ornelas, C. P. (2017). *Jardines de lluvia. Una estrategia paisajística para aprovechar el agua pluvial de las ciudades. Caso de estudio: Azcapotzalco.* Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Bernal Trejo, E. G. (2015). La gestión de riesgos de inundaciones en la administración pública caso Morelia. En E. N. México. (Ed.). Cuernavaca, Morelos. Recuperado el 06 de Diciembre de 2022

Cabrera, J. E. (2011.). *Pensar e intervenir el territorio a través de la Teoría del Actor-Red.*

Chavarría, L. S. (2008.). *HACIA UNA GEOGRAFÍA DE REDES: UN NUEVO PARADIGMA DE ANÁLISIS ESPACIAL ALTERNATIVO AL ENFOQUE REGIONAL.*

Dupuy, G. (1998). *El Urbanismo de las Redes. Teorías y Métodos.* Barcelona, OIKOS-TAU

Ferreya, L. D. (2020). *Obras para el control de inundaciones en la zona sur de Morelia.* Morelia, Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W., et al. (2015). *SUDS, LID, BMPs, WSUD and more The evolution and application of terminology surrounding urban drainage.* Urban Water Journal, Vol. 12, (7), pp. 525–542.

Garza Merodio, G. G. (2011). ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO Y BARRIOS ANTIGUOS EN LA CONSOLIDACIÓN Y EXPANSIÓN DE LOS ENTORNOS PROTEGIDOS: EL CASO DE MORELIA, MÉXICO. *Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas*(7). Obtenido de <https://revistas.um.es/navegamerica/article/view/138601/125231>

González Reynoso, A. E. (2010). *Rescate de Ríos Urbanos*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Güiza, F., Mendoza, M. E., & Urquijo, P. S. (2020). *Los ríos de Morelia, ejes articuladores de la ciudad*. Morelia: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA, UNAM).

Hernández, J., & Vieyra, A. (Diciembre de 2010). Riesgo por inundaciones en asentamientos precarios del periurbano. Morelia, una ciudad media mexicana: ¿El desastre nace o se hace? *Revista de Geografía Norte Grande*, 47. doi:10.4067/S0718-34022010000300003

IMPLAN Hermosillo. (2018). *Manual de lineamientos de diseño de Infraestructura Verde para Municipios Mexicanos*. Hermosillo, Sonora: Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo.

IMPLAN Morelia. (2015). *Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur de la ciudad de Morelia, Mich.* Morelia: Comisión Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial.

Kozak, Daniel & Henderson, Hayley & Rotbart, Demián & De Castro Mazarro, Alejandro & Aradas, Rodolfo. (2022). Implementación de Infraestructura Azul y Verde (IAV) a través de mecanismos de captación de plusvalía en la Región Metropolitana de Buenos Aires: El caso de la Cuenca del Arroyo Medrano. 10.13140/RG.2.2.31134.61764.

Ledo, A. P. (2003.). *La ciudad en el territorio: Nuevas redes, nuevas realidades*. León, Universidad de León, Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales, pp. 15-33

Loya Villagómez, J. E. (2016). *Medidas de adaptación al cambio climático en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Grande de Morelia*. Morelia, Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Magdaleno Mas, F. C. (2018). Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. *Ingeniería Civil*, 105-112.

Mendoza Martínez, M. (2018). *Evaluación del control de avenidas en la cuenca del río Grande de Morelia*. Morelia, Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Mi Morelia. (12 de Abril de 2021). A 6 años del Parque Lineal de Morelia: un mal olor que aún no se disipa. Morelia, Michoacán, México. Recuperado el 02 de Agosto de 2023, de <https://mimorelia.com/noticias/especiales/a-6-a%C3%B1os-del-parque-lineal-de-morelia-un-mal-olor-que-a%C3%B1o-no-se-disipa>

Noguera, J.E. (2011). *La Ordenación Urbanística: Conceptos, herramientas y prácticas*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.

Oseguera Medina, L. M. (2014). *Las inundaciones en la ciudad de Morelia (1868-1990)*. Morelia, Michoacán, México: Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Pavez-Reyes, M.I.(1999).*Territorialidad, redes y debate urbanístico*. Facultad de Arquitectura Y Urbanismo de la Universidad de Chile.Revista de Urbanismo. Diciembre.Num. DOI: <https://doi.org/10.5354/ru.v0i1.11749>

Romo de Vivar Pasqualli, M. d. (2021). *Proceso de Desarrollo Urbano de la Tenencia de Santa María de Guido, Morelia*. Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.

Salingaros, Nikos. A. (2005). *Principios de Estructura Urbana. vol. 4-Diseño, Ciencia, Planeación*. Michigan, EUA. Techne, digitalizado Diciembre 20, 2007.

Sánchez Sepúlveda, H. U., & Urquijo Torres, P. S. (2012). *La expansión urbana en el suroriente de Morelia. Una revisión histórico-ambiental, 1885-2010*. México: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM.

Sánchez Sepúlveda, H. U., Mendoza, M. E., & Vieyra, A. (2012). Calidad del agua y contexto social como base para la planeación y gestión en cuencas periurbanas. El caso del río Chiquito, Morelia, Michoacán. (págs. 362-365).

Servín Barriga, F. (2007). *Obras de protección contra inundaciones en la ciudad de Morelia*. Morelia, Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Watershed Management Group WMG. (2012). *Infraestructura Verde para Comunidades del Desierto Sonorense*. Tucson, Arizona: Watershed Management Group.

## -Índice de imágenes

Imagen 1: Componentes de Infraestructura Verde en un contexto urbano.....	3
Imagen 2: Voluntarios en zanja de infiltración en derecho de vía.....	4
Imagen 3: Parque lineal Boulevard García de León.....	5
Imagen 4: Parque lineal Río Chiquito.....	5
Imagen 5: Río Chiquito.....	5
Imagen 6: Macro y microlocalización del municipio de Morelia.....	6
Imagen 7: Microcuenca de La Joya.....	7
Imagen 8: Comportamiento del agua de lluvia en dos contextos: natural y urbano.....	9
Imagen 9: Expansión urbana sobre la zona sur de Morelia.....	11
Imagen 10: Componentes de Infraestructura Verde.....	11
Imagen 11: Microcuenca de La Joya dentro de la zona sur de Morelia.....	14
Imagen 12: Microcuencas de la zona sur aledañas.....	14
Imagen 13: Climas en la zona de estudio.....	15
Imagen 14: Lluvia probabilística en la cuenca de La Joya.....	16
Imagen 15: Temperatura y precipitación mensual promedio.....	16
Imagen 16: Topografía y relieve en la microcuenca de La Joya con escurrimientos.....	17

Imagen 17: Perfil de elevación promedio en la microcuenca.....	17
Imagen 18: Microcuenca del Río La Joya, afluentes y cuerpos de agua.....	18
Imagen 19: Datos de la microcuenca del Río La Joya.....	18
Imagen 20: Cubierta de suelo dentro de la microcuenca del Río La Joya.....	19
Imagen 21: Tipos de suelos predominantes dentro de la microcuenca del Río La Joya.....	19
Imagen 22: Tipo de roca en la zona de estudio.....	20
Imagen 23: Colonias dentro de la microcuenca del Río La Joya.....	21
Imagen 24: Índice de marginación de colonias dentro de la microcuenca del Río La Joya.....	21
Imagen 25: Índice de densidad poblacional por colonias.....	22
Imagen 26: Grupos demográficos y población total de la microcuenca.....	22
Imagen 27: Traza urbana y continuidad urbana.....	23
Imagen 28: Vialidades primarias y secundarias de la zona de estudio.....	24
Imagen 29: Mapa de ubicación de levantamiento fotográfico.....	25
Imagen 30: Plaza de Santa María de Guido.....	26
Imagen 31: Avenida Montaña Monarca.....	26
Imagen 32: Boulevard Juan Pablo II.....	26
Imagen 33: Arroyo La Higuera entubado.....	27
Imagen 34: Cauce del arroyo La Higuera.....	27
Imagen 35: Arroyo El Guayabito.....	27
Imagen 36: Calle Ramón López Velarde Sur.....	27
Imagen 37: Cerro Verde.....	28
Imagen 38: Cerro Verde y el nacimiento del Río La Joya.....	28
Imagen 39: Zona baja del Río La Joya.....	28
Imagen 40: Paso del Río La Joya por libramiento Paseo de la República.....	28
Imagen 41: Zonas de posible aplicación de I.V E I.A.....	29
Imagen 42: Sistema Municipal de Áreas de Valor Ambiental.....	30

