



Universidad Autónoma De Guerrero



Unidad Académica de Arquitectura y Urbanismo

Programa para realizar Estudios de Maestría en Arquitectura, Diseño y  
Urbanismo

**La captación de agua de lluvia, como alternativa de abastecimiento,  
en vivienda popular, Caso de estudio Colonia Plan de Ayala, en  
Chilpancingo, Gro.**

**Presenta:**

**ARQ. URB. CELIA ROJAS LEON**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. OSVALDO ASCENCIO LÓPEZ**

**Chilpancingo, Gro., Febrero del 2016.**

## Justificación

El abastecimiento de agua para la población sigue siendo un problema complejo de resolver, la falta de agua, en tiempo de secas, afecta a la mayoría de poblaciones, por diversas situaciones, entre ellas la dispersión poblacional, el aumento de la demanda y la presión hídrica sobre los sistemas de abastecimiento, no tienen técnicas e infraestructura para el acopio de agua y alrededor del 35% de los pobladores no cuenta con este servicio, también a consecuencia de los fenómenos naturales, por el tipo de material, la tubería se daña, muchas personas no pueden cubrir los gastos económicos ya que son muy altos, o el tiempo de reparación es muy extenso, por lo que no cuentan con agua mientras solucionan el problema, este servicio no cubre completamente con la necesidad y esto es una limitante para el desarrollo del sitio de estudio.

## Objetivos

### General

Propuesta tecnológica del sistema y aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano, en la vivienda popular.

### Particulares

1. - Definir los conceptos vivienda, popular y el concepto de sustentabilidad.
2. - Abordar la problemática de escasez de agua.
3. – Indagar los antecedentes del sitio de estudio e investigar la normativa relacionada
- 4.- Conocer la situación del caso de estudio: Colonia Plan de Ayala en Chilpancingo Gro.
- 5.- Establecer un lineamiento apto para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano.

## **Capítulo 1: Conceptualización**

Es imprescindible realizar el planteamiento y compilación de las palabras clave para el presente trabajo, este apartado tiene como propósito permitir desde una perspectiva de análisis y reflexión la definición del tema, esto, a partir de distintos puntos de vista de varios expertos.

En este sentido, se estudian tres conceptos que son sustanciales para la investigación, las cuales son el concepto de vivienda, la definición de popular, para especificar el tipo de vivienda en estudio, así como la palabra sustentabilidad, y por ultimo abordar la problemática del agua, esto para profundizar en de cada una de las palabras mencionadas, las cuales tienen como objetivo, contribuir al complemento del conocimiento de estos, se cita a los expertos en el tema respectivo.

Por lo anterior se definen los conceptos de forma clara y veraz, para ser entendible la definición.

### **1.1.- Vivienda**

Una de las necesidades primordiales en la vida de la población es tener una vivienda digna que satisfaga la necesidad de habitar y protegerse de las inclemencias climáticas.

Así pues, la vivienda como elemento fundamental del desarrollo actual, influye en el cambio de las ciudades, lo demuestran los estudios sobre la vivienda, los cuales presentan un notable interés, ya que ha sido y sigue siendo en la actualidad analizado, desde varias perspectivas, puesto que este es un sector muy importante. Con el fin de encontrar un equilibrio entre la vivienda y el individuo, en un contexto en el que el individuo controla dentro de sus limitaciones su proceso habitacional por medio de la organización social.

Un análisis sobre la vivienda puede plantearse desde distintos puntos de vista, según cuál sea el objetivo perseguido y la finalidad que se tiene para la misma.



Entonces, basándonos en el diccionario arquitectura y urbanismo de Camacho, define a la vivienda de la siguiente manera: "Del lat. Vg. *Vivienda, cosa en que o de que se ha de vivir, deriv. del v. intr. lat. Vivo, is, ere, vixi, victus, vivir, tener vida, existir. f. sitio y cosas en donde se vive. V. habitación*". (2007:751).

Es importante, definir la vivienda para ampliar el panorama que actualmente se tiene, el concepto de vivienda ha cambiado de manera continua desde épocas anteriores, los cambios radicales que ha tenido la sociedad, así como los acelerados procesos de urbanización, por lo cual se ha modificado, también, como lo define el individuo que lo habita y la sensación que tiene de la misma.

Por esto, cabe mencionar que Lñiguez, describe el término vivienda, como el título que se ha utilizado de manera genérica, para identificar todo tipo de construcción ideada considerablemente y la define como: "*para proporcionar espacios en los que se desarrollen, de manera integral, las funciones primarias, que necesita el hombre para vivir, como el dormir, comer, asearse y convivir, etcétera.*" (2012:86)

Así también, la define como un espacio, cuya principal función es ofrecer una habitación como refugio y seguridad a las personas, protegiéndoles de la intemperie y de otras amenazas naturales.

Los estudios sobre el déficit habitacional parten generalmente de una definición muy vaga y superficial de lo que debería ser una vivienda como patrimonio, que establezca y satisfaga las necesidades y mejores condiciones, como parte de la sociedad.

De esta forma René Coulomb define a la vivienda, como: "*un derecho constitucional, es el lugar donde la familia consolida su patrimonio, establece mejores condiciones para su inserción en la sociedad, genera las bases para una emancipación individual y colectiva e inicia el desarrollo social sano de sus miembros*". (2005:9)

De acuerdo con lo anterior, la primera y principal función de la vivienda es proporcionar un espacio seguro, confortable para resguardarse y que sea el patrimonio de sus habitantes, siendo un derecho que presenta las condiciones necesarias para formar parte de la sociedad.



La vivienda es el edificio o parte de un edificio destinado a alojamiento o residencia familiar que depende de las tradiciones, formas de vida y el status económico que posea el individuo, por lo que, *Esther Maya, define a la vivienda como:*

*“Una necesidad básica que el hombre de todas las sociedades y de todas las épocas necesita satisfacer, así los diferentes grupos sociales han buscado forma de solución para sus viviendas, dependiendo desde luego, de los valores, las tradiciones y formas de vida específicas de cada grupo, y del modo de producción económico imperante” (1999:25)*

La vivienda será siempre la prioridad de cualquier ser humano, teniendo en cuenta los rasgos culturales, ya que simboliza a los valores, deseos y capacidad de adaptación, aun cuando las formas de vida se modifiquen, para tener la sensación de pertenencia, seguridad, intimidad y descanso.

Hablando del entorno de la vivienda, se considera un elemento que depende de la ubicación geográfica y de la economía para su diseño, integrando adaptarla al entorno, esto, cuando su ubicación se encuentre en armonía con los factores ambientales, sociales, geográficos y económicos.

Entonces, Juan Manuel Ramírez, hace mención de algunos elementos que son el objetivo y la función principal de la vivienda *“cumple funciones y condensa aspiraciones vitales y profundas para el individuo y el núcleo familiar, así como también la seguridad, el descanso, la privacidad, la convivencia, la diferenciación y prestigio social son quizá las más sentidas” (1993:76).*

Por lo anterior, en lo interno de la vivienda, se dice del lugar en que se desarrollan las actividades cotidianas y las necesidades básicas y estas se relacionan con la convivencia del núcleo familiar por lo cual, para que sea posible se realiza de cierta forma o diseño para que cumpla con el propósito.

Desde otro enfoque diferente y tomando otras características que no dejan de ser parte importante, no opuesto a lo antes mencionado, para algunos autores la palabra casa, es sinónimo de vivienda y así la manejan en sus libros, por lo que, para Víctor Manuel Ortiz, la vivienda es algo que engloba lo íntimo y que expresa una forma de



vida, un ser viviente, transformable, que responde constante y dinámicamente al crecimiento y desarrollo de sus habitantes.

Para lo que se cita a Ortiz y define a la casa como:

*“La casa, cuerpo de imágenes, no solo se refleja un orden sino que es ella misma CONCEPCIÓN DEL MUNDO. Concha protectora, caparazón, nido, rincón, crisálida, escondite, prolongación del seno materno, centro del territorio personal y punto de referencia, también a veces de terror y de la sociedad de alguna manera, todos hemos experimentado a la CASA, casi como un ser vivo, desde la infancia se asocia con lo cálido, íntimo, cerrado. Expresa un conjunto de aspiraciones como sentimientos e ideas, expresa una forma de vida”. (1984:34)*

La vivienda cumple funciones tecnológicas, pero esta puede ofrecer soluciones reduciendo el uso e incremento de energías que pueden ser sustituidas, para disminuir la contaminación que estas generan.

Al respecto, Vargas menciona que la vivienda puede verse desde la perspectiva de soluciones de acuerdo a la sustentabilidad y la define como:

*“El elemento básico integrador de los sistemas urbanos arquitectónicos, y es aquí en donde la intervención de la rama de la construcción desde el enfoque de sustentabilidad puede ofrecer soluciones con cambios radicales que impacten positivamente en el entorno de las ciudades, reduciendo el incremento de energías basadas en combustibles fósiles que generan grandes cantidades de contaminación por CO2” (1991:2).*

De esta manera, se considera a la vivienda como parte de la mayoría de nuestra vida, en la cual en el transcurso del tiempo se viven diferentes emociones, por lo que la casa influye en cierta forma en nuestro desarrollo emocional, también es el lugar seguro e íntimo para compartir situaciones con la familia y que desde la visión de sustentabilidad impacta de forma positiva al entorno de las ciudades.

Ahora bien, Vicente Guzmán desde una perspectiva aun más amplia, define que:

*“La vivienda es la conjunción de alcances múltiples: territorial, social, cultural, económico, político, que incluye, además de la casa y la tierra la infraestructura, los*



*servicios y el equipamiento esenciales para la atención de las necesidades fundamentales del desarrollo social de una población” (2013:44).*

Con todo esto, no puede visualizarse, solo como un bien o producto necesario, sino como un proceso social, ya que puede verse como la protección de una familia, y como un desarrollo, contando con los servicios, para satisfacer las necesidades básicas.

La vivienda un lugar geométrico compuesto de figuras, y de la cual el diseño puede ser de variada diversidad, con profunda inversión de ideas y sentimientos que definen al ser humano en lo absoluto.

Por lo que Ekambi-Schmidt, considera que la vivienda es:

*“Un objeto cultural, es materia tangible, es una forma de vida que a su vez en intangible, sus significados son muchos y muy variados, quizá tantos como objetos hay en la propia vivienda. “Además de la existencia de un código de los objetos que pueblan ciertas habitaciones específicas, el objeto es el lugar geométrico de una profunda inversión psicológica, afectiva y estética y, en cuanto tal, es signo de otra cosa”. (1974:23)*

Para que la vivienda cumpla el objetivo con el que fue construida Andrade puntualiza en su definición de la vivienda como: *“Un ser viviente, transformable que responde constante y dinámicamente al crecimiento y desarrollo de sus habitantes”.*(1999:34). Entonces para que la vivienda pueda tener la calidad requerida, debe contar con las características que le permitan adecuarse constantemente a las necesidades de los habitantes. Como un sistema abierto que intercambia energía y materia con el entorno para poder sobrevivir, la vivienda debe permitir su adecuación al constante cambio del tamaño y características de la familia.

La vivienda visto como un objeto que ha sobrellevado diferentes épocas y que se ha adaptado de acuerdo a los requerimientos y solicitud de quienes la habitan, constituye un sector que simboliza valores, capacidad y adaptación. Ahora bien un texto muy influyente por su abundancia en el tema, hace el análisis de la vivienda donde Ascencio la define como *“Un objeto que se modifica con el paso del tiempo para*



*adaptarse a las nuevas circunstancias de su entorno. Dichas circunstancias son muy variadas, y van desde los eventos naturales hasta las cuestiones meramente comerciales” (2012:14).*

Así pues de esta manera, se describe como vivienda un espacio delimitado por paredes, un lugar íntimo, donde se realizan las actividades básicas del ser humano, como necesidades fisiológicas y de seguridad, así como las construcciones que se consideran o no como vivienda de acuerdo a la clasificación que les asigna el usuario, con respecto a lo anterior, según INEGI lo define como:

*“Un espacio delimitado normalmente por paredes y techos de cualquier material, con entrada independiente, que se utiliza para vivir, esto es, dormir, preparar los alimentos, comer y protegerse del ambiente. (Se considera como entrada independiente al acceso que tiene la vivienda por el que las personas pueden entrar o salir de ella sin pasar por el interior de los cuartos de otra). Cabe mencionar que cualquier espacio delimitado que en el momento del Censo se utilice para alojamiento, aunque haya sido construido para un fin distinto al de habitación (faros, escuelas, cuevas, bodegas, tiendas, fábricas o talleres), se considera como vivienda; sin embargo, los locales que hayan sido construidos para habitación pero que en el momento del Censo se destinan para usos distintos no se consideran como vivienda.” (2010).*

Al respecto, para comprender la vivienda como un pilar insustituible en la vida de cualquier ser humano y ser vivo, que busca refugio, es así, como, Ascencio, define a la vivienda: *“considerada un elemento fundamental en la estructura de toda sociedad y la correcta aplicación de planes y programas de vivienda, tiene repercusiones en la calidad de vida de los usuarios”. (2010:23)*

Vemos pues, el término de vivienda debe tenerse en cuenta que es individual, pero también se puede transformar de forma colectiva, dependiendo de las necesidades del usuario, así que Mercado Doménech la define de esta manera:

*“La vivienda es observada, desde la perspectiva, como una estructura de lugares y objetos interconectados entre sí, que crea condiciones para que tengan lugar los*





*comportamientos individuales y se coordinen grupalmente; es decir, se crean los escenarios conductuales que permiten la vida familiar” (1995:5).*

La concentración de la población en las ciudades implicó el crecimiento en la demanda, rebasando las capacidades de los gobiernos, en particular de los países subdesarrollados para atender a la población, no solo en sus requerimientos de vivienda sino también de servicios básicos.

En lo que respecta a la vivienda, con la reforma realizada el 20 de Abril de 2015, en la nueva ley de vivienda en el artículo 2, se establece el concepto de vivienda como:

*“Se considerara vivienda digna y decorosa la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, salubridad, cuente con espacios habitables y auxiliares, así como con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión y contemple criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos.”*

Según la ley de vivienda, una vivienda será digna cuando se cubran las necesidades de la población con las disposiciones jurídicas, y que brinde seguridad a sus ocupantes, esto solo para satisfacer parte de la demanda, ya que ha quedado lejos de ser la solución a la falta y problemática de la vivienda.

Mucho se define a la vivienda y según la observación general N°4 señala que el concepto de vivienda adecuada significa, de acuerdo con la comisión de asentamientos humanos y la estrategia mundial de vivienda hasta el año 2000, en su párrafo 5 que:

*“Disponer de un lugar donde poderse aislar si se desea, espacio adecuado, seguridad adecuada, iluminación y ventilación adecuadas, una infraestructura básica adecuada y una situación adecuada en relación con el trabajo y los servicios básicos, todo ello a un costo razonable. (ONU, 1991).*

Sin embargo, un lugar íntimo, adecuado, seguro y una infraestructura básica son elementos que se consideran en un concepto de vivienda, que proporciona al



usuario los elementos fundamentales que necesita un ser humano para su desarrollo.

Después de haber revisado la definición de varios expertos, puede verse que se tienen diferentes puntos de vista, que excluyen características y aun así tienen el mismo fin.

Así entonces, se entiende por vivienda a un lugar o al ámbito físico-espacial que presta el espacio para el servicio, esto para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales del usuario.

Entonces, se parte de considerar a la vivienda como el derecho de todo ser humano, a disponer de un espacio integrado necesario para su desenvolvimiento personal y de señalar que uno de los objetivos nacionales es el logro de un nivel mínimo de bienestar en vivienda para la población

## 1.2.- Popular

El concepto de popular agregado a vivienda cambia el sentido de esta, entonces, iniciaremos en definir el concepto de popular por lo que en el lenguaje común, se le llama popular a lo que gusta mucho a un gran sector de la población, por lo tanto, se estudiara el concepto de popular, así pues para su definición, la RAE define lo popular: *como algo que pertenece o es relativo al pueblo, algo propio de las clases sociales, menos favorecidas que esta, está al alcance de los menos dotados económica o culturalmente. (Edición 2001)*

La palabra popular como tal se define, de fácil acceso económicamente, favorecido a los que menos tienen, por lo tanto se nota el crecimiento, principalmente en las periferias donde se nota la preferencia de la población, es así como para Francisco López, aplicado a la vivienda menciona que *“el desgaste de lo popular nos hace referirnos, en términos de asentamientos populares, a los crecimientos de la vivienda marginal en la periferia de las grandes urbes” (1993:18).*



En relación, Jan Bazant, amplia diciendo que: *“de hecho, la visión de las familias de bajos ingresos es bastante realista, solo ven el corto plazo: lo que pueden hacer en el momento. De aquí que las viviendas progresivas sean flexibles, es decir, se van adaptando a las particularidades circunstancias familiares y a su disponibilidad de dinero”.* (2003:36)

La palabra popular aplicada a la vivienda, se ha caracterizado por ser el alojamiento, protección de la intemperie de una familia, la cual ha ido experimentando diferentes etapas de desarrollo social. Dicho desarrollo puede verse reflejado en el continuo cambio de esta vivienda y de la vida de sus habitantes.

Para Valeria Prieto, el concepto de popular referente a la vivienda es: *“Cuando las viviendas adoptan materiales industrializados, formas más complejas y son construidas ya no por los usuarios, ni en convites, sino por maestros constructores, estamos ante otra categoría de arquitectura”.* (1978:18)

La vivienda popular es adaptable, accesible, con materiales industrializados y de forma más compleja, tiene la función para la cual fue construida, la cual, es necesario que cuente con los requerimientos mínimos, para que de esta manera sea un beneficio.

La vivienda popular se ha visto como un bien, con la adecuación de las necesidades familiares, pero también, debe considerarse que esta sufre un proceso social, y entonces, ha de verse desde otra perspectiva según, Juan Manuel Ramírez:

*“Ha de visualizarse no solo como un bien o un producto necesario y deseable sino también como un proceso social, se requiere para su materialización insumos y componentes, así como recursos económicos y tecnologías apropiadas, el acceso a este bien se enfrenta a tres problemas centrales: las limitaciones económicas para obtenerlo, la adecuación o cobertura de las necesidades familiares cuando se logra adquirir, y la seguridad en sus uso y posesión”* (1993:23).

Después del análisis, según los expertos citados, se entiende por Popular a algo que gusta mucho a un sector o grupo de personas, por lo general lo que es accesible económicamente.



### 1.2.1.- Vivienda Popular

Así pues, se define a la vivienda popular como el lugar o espacio limitado, en donde puede protegerse de la intemperie y en la cual se almacenan los elementos utilizados por los individuos, así como en donde realizan sus actividades cotidianas y básicas considerado como íntimo, privado, seguro, de convivencia y diseñado, construido con materiales industrializados

### 1.3.- Sustentabilidad

La sustentabilidad es un término que se refiere a la capacidad de una sociedad, ecosistema, o cualquier sistema en existencia, para seguir funcionando hacia el futuro sin ser forzado a declinar debido al agotamiento de los recursos naturales

Pero es necesario incluir para este estudio el concepto, ya que la idea de su aportación al desarrollo de la vivienda, ayuda a reforzar una nueva cultura en el diseño arquitectónico enfocado en los principios y criterios de la sustentabilidad.

Como se ha visto en la actualidad, la sustentabilidad se ha omitido y esta se caracteriza por aportar una solución al uso deficiente de los recursos naturales, para esto, el objetivo en el estudio del proyecto de investigación es aplicar un método sustentable, con el fin de aprovechar los recursos naturales y para esto se define a través de varios expertos el concepto de sustentabilidad.

El deterioro ambiental que está sufriendo nuestro planeta, en buena medida, se debe a los desequilibrios que la sociedad urbana ha provocado a partir de una apropiación descontrolada e irracional de los recursos, rebasando los límites naturalmente establecidos. En este desequilibrio, la ciudad debe asumir gran parte de la responsabilidad debido al enorme consumo de energía que requieren, para su operación y funcionamiento, las edificaciones; estas consumen demasiada energía y lo hacen de manera muy ineficiente hasta ahora esta situación ha generado, mundialmente, una enorme preocupación; así ha surgido el tema de la sustentabilidad, como opción para detener este desequilibrio ambiental.

El término sustentabilidad se ha ido alimentando a partir de una serie de importantes congresos mundiales y engloba no solo la construcción, sino todos los recursos



necesarios para el desarrollo de la actividad humana, este concepto tiene que ver con la reducción del calentamiento global mediante el ahorro energético y el uso de técnicas con el objetivo de mantener el equilibrio entre el capital inicial invertido y el valor de los activos fijos a largo plazo.

Los expertos inician buscando soluciones y alternativas interdisciplinarias para revertir el cambio climático y poder lograr la convivencia armoniosa del ser humano y su entorno natural. Uno de los objetivos centrales de la sustentabilidad es encontrar soluciones viables, eficientes y eficaces a problemas mundiales urgentes como la degradación ambiental y el desarrollo urbano.

Entonces, se da a conocer la sustentabilidad, cuando en el año de 1987 se realiza un informe socio-económico elaborado por distintas naciones para la ONU por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtlan quien define que: *“La sustentabilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”*. (Burdttland, H., 1987).

Más allá de ser una moda, el termino de sustentabilidad es una situación crítica que engloba lo ambiental, económico y social, en las cuales se desarrolla el ser humano actualmente. La falta de conciencia y el abuso hacia los recursos que brinda la naturaleza, han hecho estragos en su calidad de vida poniendo en peligro su ambiente y confort, su existencia futura.

Las necesidades del presente, no comprometan los recursos de las futuras generaciones”. El termino sustentabilidad, incluye las dimensiones ambiental, económica y social; el enfoque en el diseño y la construcción de los desarrollos habitacionales deben ser integrales y orientados bajo diferentes perspectivas para inducir un desarrollo urbano ordenado, a mejorar el confort y el ambiente, a promover los ahorros mediante el uso eficiente del agua y de la energía y la utilización de materiales de construcción y equipos eficientes.



El concepto se puede definir desde las perspectivas ecológica o ambiental para lo que se debe satisfacer las necesidades presentes sin afectar a la naturaleza para las generaciones futuras.

De esta manera Bazant define a la sustentabilidad como: *“la capacidad de las generaciones presentes para atender y satisfacer sus necesidades legando a las generaciones futuras un ambiente sano y limpio, con recursos naturales suficientes para enfrentar y cubrir sus necesidades de desarrollo y bienestar”*. (2012:59)

La mayor presión sobre los recursos naturales es resultado de los altos niveles de consumo por parte de la población de los países desarrollados y no debido a la sobrepoblación de los países en desarrollo, por lo que se considera un gran desafío cambiar los patrones de consumo, particularmente en las zonas urbanas donde el nivel de satisfactores sobrepasa con mucho, las necesidades humanas, cuyo consumo requiere mayor cantidad de recursos naturales. Para comprender la problemática ambiental es necesario analizarla como un fenómeno global naturaleza y cultura, fundada en valores, creencias, costumbres, causado por varios factores que interactúan entre sí, cuyas acciones tienen consecuencias que afectan de manera negativa a nuestro entorno natural.

Por lo que Diana Duran, define la sustentabilidad como *“el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, así como la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio”*. (2012:40)

Concluyendo que se debe buscar el crecimiento y desarrollo humano, económico y social más respetuosos y sobre todo responsables con el medioambiente natural, con los recursos disponibles siempre en común acuerdo entre las comunidades y sus habitantes. Así de igual forma, Duran, menciona que la sustentabilidad:

*“Promueve una nueva alianza naturaleza- cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y la tecnología y construyendo una nueva cultura política fundada en una ética de la sustentabilidad en valores, creencias, sentimientos y saberes que renuevan los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habilitar el planeta tierra”*. (2012:40)



A diferencia de la tradicional, se puede dar respuesta a la crisis energética que se enfrenta, al retomar los conocimientos y poner a favor la tecnología para beneficio del ambiente, se pueden obtener recursos de fuentes naturales prácticamente infinitas como: el sol, el aire movimiento del agua como lo es, en ríos y mares, para poder satisfacer las necesidades de los habitantes siempre teniendo en cuenta la educación y cultura de la población.

Así lo menciona Vargas, definiendo la sustentabilidad

*“Como la respuesta para la crisis energética a la que nos enfrentamos, es necesario restablecer la conexión del hombre y la naturaleza integrándola en nuestro modo de hacer y vivir la arquitectura, la planeación y el análisis de los aspectos biológicos, ambientales, sociales y tecnológicos que implican el diseño y la edificación lograrán establecer un puente hacia una nueva concepción arquitectónica, que retoma los conocimientos vernáculos y pone a favor la tecnología para un beneficio común”.*  
(1991:4)

Mientras tanto, la sustentabilidad como estrategia es aplicable para todos los niveles del desarrollo humano, la arquitectura representa un área llena de posibilidades para actuar a favor del medio ambiente a través de la comprensión del contexto físico que apoyadas por los avances tecnológicos nos permitan aprovechar las energías alternativas.

Así también, la sustentabilidad se entiende como aquel que satisface sus necesidades presentes sin perjudicar el medio ambiente o los recursos que se proveen para el futuro.

Esta definición ha dado partida a varias definiciones que se adaptan a las necesidades de cada sector por lo que Rojo define a la sustentabilidad: *como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.* (2006:3)

Proyectar con responsabilidad ecológica y una visión fundamentalmente diferente, requiere apartarse de los planteamientos de la ciencia actual de y el contexto social, político y económico dominante que sitúa la actividad humana en una posición de



dominio sobre la naturaleza, el proyecto verde exige que el arquitecto contemple y entienda el medioambiente como un sistema natural activo y que reconozca que en el entorno edificado depende de él convirtiéndose en una interdependencia.

La sustentabilidad se ha ido integrando de manera gradual en los planes de desarrollo, mediante la utilización de los aspectos relacionados con la Imagen Urbana para promover el bienestar social, así como la recuperación y conservación de los recursos naturales sin generar alteración en los recursos.

El desarrollo va de la mano con los temas ambientales. Por lo que Cesar Iñiguez define a la sustentabilidad como: *el proceso de aprovechamiento de los recursos que satisface las necesidades del presente, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.*(2012:17),

De igual manera, las Instituciones y programas ambientales interesados en complementar las definiciones y participar en este estudio de la sustentabilidad a su vez también la definen como:

*“Lo que proporciona lo suficiente para las necesidades actuales sin sacrificar las necesidades de las generaciones futuras; también la preocupación por el agotamiento de las reservas dio una corriente económica de importancia que predica el desarrollo económico lo cual debe ser sustentable” (Alianza por una nueva cultura del agua, D.F.)”.*

En lo sustentable se encuentra por ejemplo, la recolección pluvial y reutilización de las aguas grises y residuales, las cuales serán enfocados en este caso a la vivienda, primordialmente porque sabemos que el agua es un recurso vital en nuestra existencia y veremos cómo es necesario abordarlo en el campo de la arquitectura, no solo la que está por construirse, sino también la ya construida.

Así pues, Durazo menciona que: *la “Sustentabilidad es conducir las ciudades para un futuro Sustentable, promover la productividad en el uso de los recursos medioambientales y fortalecer las ventajas competitivas” (1997:51)*

Entorno al uso de tecnologías, se requiere de mayor respeto a los recursos, como el utilizar energías renovables y autosuficientes en el diseño de edificios, estos son





conceptos que se tienen que tener en cuenta siempre, para aplicar la idea de integración al medio que lo rodea.

El permitir el desarrollo de tecnologías limpias considerando siempre el medio ambiente. La arquitectura es muy amplia en su área por lo que la sustentabilidad como tal incluye los sitios o espacios habitables que proporciona el desarrollo si se aplica responsablemente en el sitio correcto y respetando el entorno. Actuar sobre estos elementos implica poner en práctica usos, normas y criterios de sustentabilidad a distintas escalas como la urbana.

Para detener el deterioro medioambiental de los conglomerados urbanos, de por sí, insostenibles, supone modificar las formas de tratar el suelo, el agua, la energía, la vegetación, la circulación, las construcciones, supone gestionar y usar estos elementos con criterios de eficiencia.

Según los expertos citados, se entiende por sustentabilidad que es la manera de aportar una solución para disminuir el impacto que sufren los recursos naturales al cubrir las necesidades del ser humano aprovechando el agua de lluvia, el sol, reduciendo el daño a su entorno.

#### *1.3.1.- Vivienda Sustentable*

Después de analizar los conceptos: vivienda y sustentabilidad, se entiende por vivienda sustentable como el modo de concebir un diseño arquitectónico de manera sustentable, buscando aprovechar los recursos naturales como aprovechar el agua, el sol, utilizando tecnologías, de tal manera que minimicen o en su caso eliminen el impacto y la sobreexplotación de los mismos, que no perjudiquen el entorno.

#### **1.4.- Problemática de escasez de agua**

La crisis hidráulica a la que nos enfrentamos actualmente, es evidencia de que la explotación del agua, no ha seguido mínimamente ningún principio de sustentabilidad, siendo esencial para sostener la vida el desarrollo y el medio ambiente, sino mas bien ha respondido a intereses políticos y económicos que promueven su modelo de desarrollo que privilegia la ganancia inmediata y el bienestar de unos pocos.



La necesidad de más agua obedece al crecimiento de la demanda, el mal uso de ella, la falta de saneamiento y el deterioro de la infraestructura que se utiliza en su distribución, y que en México intervienen intereses políticos y poca participación ciudadana.

En efecto, el agua siempre ha sido uno de los recursos naturales de mayor importancia para la sobrevivencia del ser humano y para el desarrollo de sus múltiples actividades productivas y necesarias.

Las ciudades enfrentan el reto de surtir de agua a una población creciente, que demanda mayores niveles de consumo, con recursos que cada vez resultan más limitados y escasos

Por lo que en este apartado se describe la problemática del agua, que en consecuencia sufren los seres vivos, y se ha afirmado en numerosas ocasiones de las guerras del siglo XXI, por la acciones del presente es obvio que se deberían a la lucha por el agua.

Nos encontramos ante un tema complejo y difícil por lo que Amelia Pérez menciona: *“El agua es un bien económico, por su escasez y esta constituye la característica básica de los recursos hídricos. Su escasez en cantidad y en calidad. (2011:188).*

De acuerdo con lo anterior, la demanda de agua ha crecido más rápidamente, lo que demuestra que hay que responder con una mayor oferta al crecimiento de la demanda, ya que no solo resulta insuficiente, sino absurda y obsoleta, debido a las crecientes fugas, desperdicio y con esto predomina la escasez.

Todas las funciones referentes a la producción, distribución, estimación de tarifas y cobros del sistema de agua se encuentran en manos de diversas dependencias que operan de manera aislada y que en el cobro del agua utilizan criterios técnicos, políticos, económicos y sociales muy diferentes entre sí, todo lo cual ha hecho del funcionamiento del sistema hidráulico un caos.



En la mayoría de veces la información que manejan las distintas dependencias que intervienen en la administración del agua, no es siempre la misma, lo cual crea confusión y desconfianza en la cantidad y calidad de esta.

Otra forma de contribuir, Jaime Linares señala que *“en nuestro país a pesar de contar con volúmenes de agua que sobrepasan con mucho a las cantidades demandadas, enfrenta serios problemas de abasto y distribución puesto que no se encuentran disponibles en donde se les necesita en mayores cantidades”* (43:1990).

Mientras que, en las poblaciones se han implementado sistemas para abastecerse estos no han sido ni son lo suficiente, para disminuir el creciente déficit de agua en la ciudad los costos de financiamiento y operación de dicho sistema son muy elevados debido tanto a la lejanía de la cuenca o manantial, como el hecho de que se localice a una altura menor que la zona que se desee abastecer de agua.

De igual manera menciona que *“uno de los elementos implícitos en las políticas estatales de abasto y consumo de agua, es el carácter de clase; esta se manifiesta en la mejor calidad y cantidad de agua que se distribuye a las colonias o fraccionamientos industriales y residenciales de altos ingresos, en contraste con el frecuente racionamiento e irregularidad en el abasto –generalmente de mala calidad- para las grandes mayorías que viven en las colonias populares y otras que ni siquiera son consideradas en las estadísticas oficiales al estimar el monto del déficit, puesto que viven en asentamientos de reciente formación, en donde reciben un abasto irregular y de mala calidad a través de pipas gubernamentales o particulares”*. (1990:47)

Por lo anterior, las mismas políticas estatales de abasto de agua propician un despilfarro mayor del líquido, puesto que los precios que pagan por cada litro las colonias populares y los asentamientos irregulares ubicadas en la periferia principalmente, por su inestabilidad laboral y pésima infraestructura urbana incluyendo la persistente escasez de agua, cuentan con el suministro a través de las pipas siendo elevados, que las tarifas asignadas a las colonias residenciales, quienes cuentan con agua de buena calidad y un abasto eficiente, pues al carecer la mayoría de casos de medidor, tienden a un consumo y un desperdicio mayor del que realmente pagan.



A este respecto, la gestión del agua se caracteriza en que el énfasis está en garantizar el abasto de agua para el desarrollo económico, sin mayores consideraciones sociales o ambientales, todas las grandes zonas metropolitanas y un número significativo de ciudades medias, tienen enormes desafíos ante el agotamiento de la disponibilidad natural de agua, el deterioro de las principales fuentes de abastecimiento, la complejidad y costos crecientes en su manejo y administración, el tratamiento de sus aguas y la necesidad de redistribuir los recursos hídricos ya asignados a distintos usos.

Por ello, la población en aumento ha hecho necesario no solo velar por la utilización y la distribución eficiente del agua dulce sino también proteger el estado de la cuenca de captación y las aguas subterráneas (antes del consumo), así como el tratamiento y la eliminación adecuada de las aguas de desecho (después del consumo).

Así es como se agrega lo que menciona Virginia Lahera que: *la disminución de la recarga del acuífero tiene que ver con el aumento de la mancha urbana y las superficies cubiertas por asfalto y edificaciones de todo tipo, que impiden que el agua de lluvia permee hacia los horizontes profundos del suelo.* (2007:43)

En este sentido, sin una preocupación respecto a la sustentabilidad del agua, ha provocado un proceso de causa y efecto, en el aumento de la densidad demográfica ocasionando una disminución en su disponibilidad y la deslocalización poblacional hacia otras zonas o hacia la periferia, avanzando sobre manantiales aunque si los patrones de consumo no cambian, será necesario traer agua de lugares más lejanos a costos cada vez más elevados.

Así, Nicolás Pineda menciona *“en cuanto en la parte de la construcción de pozos y la explotación de los acuíferos que cada vez mas van en aumento y la extracción de agua de niveles más profundos a consecuencia de esto se requieren cambios drásticos en los patrones de consumo a fin de acercarse a los niveles históricos de equilibrio y sustentabilidad”.* (2007:41)

En efecto, la crisis hidráulica que enfrentamos actualmente, es evidencia de que la explotación del agua es mucho mayor que la posibilidad de recarga y renovación de



este recurso, por lo que es el resultado de no seguir ningún principio de sustentabilidad, sino mas bien ha respondido a intereses políticos y económicos que promueven un desarrollo que privilegia la ganancia inmediata y el bienestar de unos pocos.

Por último, otro aspecto a considerar es el conflicto de la competencia sobre el control de dicho recurso y el consumo, poder de decisión sobre el manejo de los territorios hídricos sobre el ámbito rural y periurbano.

Entonces se deben unir esfuerzos para evitar el despilfarro de agua en donde los que más tienen no la valoran y por lo que la autoridad debe regular y normar estrictamente una serie de medidas para lograr la sustentabilidad del abasto de agua vigilar que están se cumplan y sancionar duramente a aquellos que no lo hagan, ya que no tiene efecto si se tiene normatividad que no se cumple o que no obliga a la acción inmediata que se requiere y con esto crear una cultura del agua a través de la educación y cobrar el agua a su verdadero precio, para generar presupuesto para ampliar la infraestructura demandada, ya que solo así la población se dará cuenta de lo que vale y la cuidara.



## **Capitulo 2.- Antecedentes del sitio de estudio y Normativa relacionada a la captación de agua de lluvia.**

### **2.1.1.- Desarrollo histórico de la ciudad de Chilpancingo**

Chilpancingo ciudad capital del Estado de Guerrero, ubicada en la región centro, ha sido desde su fundación (1591), escenario de importantes acontecimientos históricos que le han dado vida y tradición.

Originalmente la ciudad se asentó en el “valle de Chilpancingo”, en las márgenes del Río Huacapa, pero con el paso del tiempo el crecimiento urbano invadió terrenos con mayores pendientes, ya que la zona presenta desniveles superiores a los 300 metros entre el fondo del valle y las partes altas.

Desde el Siglo XIX, la ciudad de Chilpancingo ha sido uno de los centros de población más importantes de la región, en ella tienen su sede los poderes del Estado de Guerrero, además hace las veces de centro regional de servicios para una gran cantidad de localidades urbanas y rurales que recurren a esta Ciudad en busca de bienes para su abasto y servicios como educación, salud, financieros, etcétera.

En las últimas décadas la ciudad presentó un crecimiento acelerado que propició un aumento sostenido en la demanda de servicios públicos, entre ellos los de agua y saneamiento, que se han ido rezagando respecto al crecimiento poblacional. Según el Censo de Población y Vivienda del INEGI realizado en el año 2010, la ciudad de Chilpancingo registró 187,251 habitantes y el municipio registró 241,717.

### **2.1.2.- El sistema de agua entubada en la ciudad de Chilpancingo**

En un principio los problemas de agua potable, fueron solucionados con las puras y transparentes aguas del Río Huacapa.

La demanda de servicios a consecuencia del avance y desarrollo de la población se incremento fuertemente en los últimos años, por lo cual muchos años después se construyeron las primeras y rusticas obras para dotar de agua para usos domésticos



especialmente, a continuación algunas etapas en las se construyeron algunos sistemas de abastecimiento de agua potable.

En 1947 se construyeron obras de captación en los manantiales de "Omiltemi" "La Perra" y "Agua Fría" transportándose por gravedad a los tanques existentes, asimismo se perforo un pozo al sureste de la ciudad, con un gasto de 6 litros por segundo, bombeando a los mismos tanques.

En la barranca de Apatzingo que los vecinos recogían de pilas como las que hasta 1948 existían en la esquina de lo que hoy son las calles de Cuauhtémoc y Amado Nervo, Valerio Trujano y Juan Ruiz de Alarcón, posteriormente se construyó una presa en la barranca Ocotepc para conducir el agua por gravedad hasta un tanque de regularización de 600 mts cúbicos de capacidad, localizado en el Barrio de "San Mateo".

En 1962, se construyó una nueva línea de conducción, para sustituir a la que venía prestando servicios desde 1947, ya que se encontraba en malas condiciones.

En 1975 la población de Chilpancingo, era de 46,000 habitantes y el gasto disponible era de 73 litros por segundo, producto de los manantiales de Omiltemi, Viguri, Huaje Blanco, Azahuilco, Ocotepc, Los Ángeles y el Pozo la Lucha, suministrando a la población 114 litros por habitante por día, valor inferior a la dotación mínima, al noreste de la ciudad en la Col. Los Ángeles se perforo un pozo llamado La Bomba con un gasto de 6 L.P.S., al manantial Ocotepc se han integrado las aguas de los manantiales El Zapote y La Virgen, resultando un gasto conjunto de 9.5 L.P.S. capacidad actual.

Para resolver este problema, se elabora un plan maestro de fuentes de abastecimiento, en las que quedan asentadas, las ventajas de utilizar las aguas del manantial de Acahuizotla cuyo gasto mínimo es de 180 litros por segundo en época de estiaje, mas 20 L.P.S. de los manantiales Yerbabuena e Iglesia Vieja, satisfaciendo las necesidades inmediatas.



La ciudad de Chilpancingo, en el año del 2002 contaba con una población aproximada de 180,345 habitantes asentados en 2,550 hectáreas con una densidad promedio de 67 hab/ha.

La población demanda un gasto medio diario de 446 lps, mismos que están en función de una dotación de 250 l/h/d asignada de acuerdo a los estándares de la Comisión Nacional del Agua, no se cuenta con una dotación real debido a la carencia de macro medición en las fuentes de abastecimiento y en las tomas domiciliarias.



Figura 1.- Sistemas que abastecen en la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

Fuente: CAPACH Elaboración Propia

A continuación se describen las características de cada uno de los sistemas que abastecen a la ciudad de Chilpancingo.

### Sistema Omiltemi

Esta se encuentra a 23 km de la ciudad está constituido por cuatro manantiales, uno de ellos denominado el Retaje, trabaja por bombeo, para lo cual opera una bomba de 125 Hp, solo en tiempo de secas y tiene que vencer una altura de 400 metros y una longitud de 5 kilómetros para traer 30 lps en época de estiaje hasta un tanque





colector. En ese punto se captan las aguas de los otros tres manantiales por gravedad, las cuales se conducen hasta la ciudad a través de dos líneas de conducción. Consta de 4 pozos profundos, los cuales se encuentran relativamente cercanos, Los pozos M2 y M4 se ubican muy cerca de Mochitlán a 300 y 1,500 metros respectivamente al norte de esta comunidad y los pozos T5 y T1, situados al sureste y oeste de Tepechicotlán, aproximadamente a 2,000 y 1,000 metros respectivamente de esta comunidad. Este sistema opera por estiaje principalmente en los meses de Febrero-Junio.

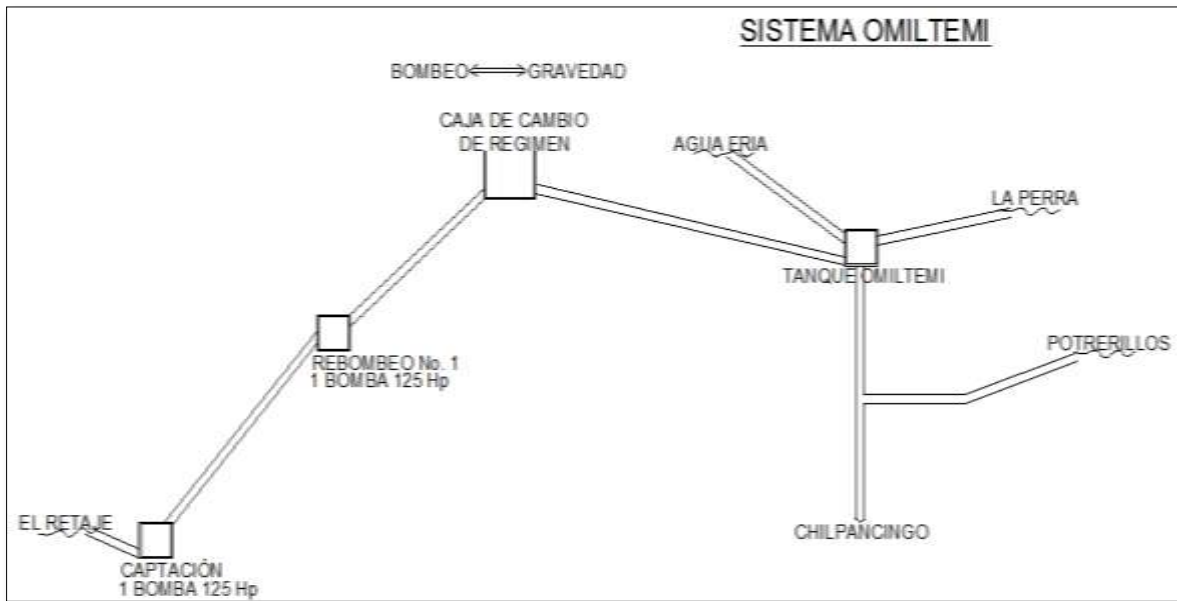


Figura 2.- Sistema Omiltemi de la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero  
FUENTE: CAPACH Elaboración: Propia

### Sistema Acahuizotla

Este sistema, abastece el 40 % del agua potable a la población, se encuentra a 28 km de la ciudad, y debe vencer una altura de 730 msnm en su primer tramo de 7 km. el resto es por gravedad.

Normalmente en temporada de secas se opera desde captación y cárcamo 1, y en temporada de lluvias, la captación y el cárcamo 1 no operan. Esta cuenta con inyecciones de dos manantiales, uno es la imagen que inyecta directamente al caudal, al cárcamo 2, el manantial Naranjuelos inyecta directamente al cárcamo 3 y con estos flujos en temporada de lluvias se sostiene el bombeo del sistema.



Adicionalmente se cuenta con otros dos manantiales, uno que es Yerbabuena y el otro la Iglesia Vieja, dichos manantiales tienen una derivación hacia la zona norponiente, específicamente al tanque Rosario Ibarra y Texcalco.

Esta derivación por lo regular funciona en época de lluvias, ya que la carga de Iglesia Vieja y de Yerbabuena es suficiente para llegar al tanque Rosario Ibarra.

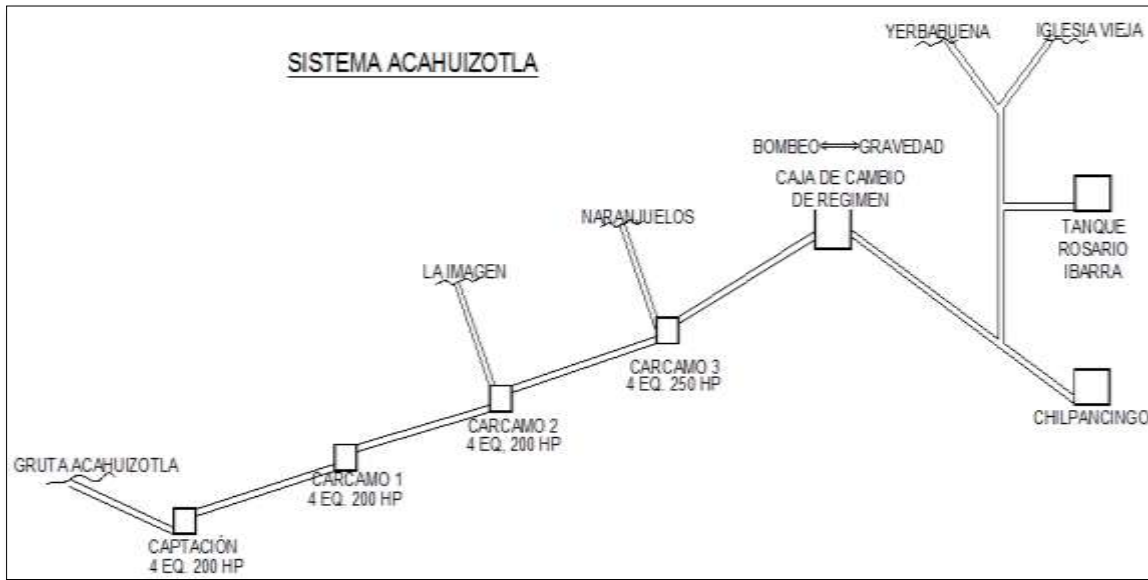


Figura 3.- Sistema Acahuizotla de Chilpancingo, Guerrero  
FUENTE: CAPACH Elaboración: Propia

### Sistema Mochitlán

El Subsistema Mochitlán consta de los Pozos T1, T5, M2, y M4.

El pozo M2, está fuera de servicio por inundaciones de la tormenta tropical Manuel y se encuentra operando el pozo M4, toda el agua de los pozos converge a la planta de bombeo 2, después a la caja de cambio de régimen y llega a Chilpancingo directamente al tanque tomatal. Toda esta infraestructura puede que cambie sino cumple con las características.



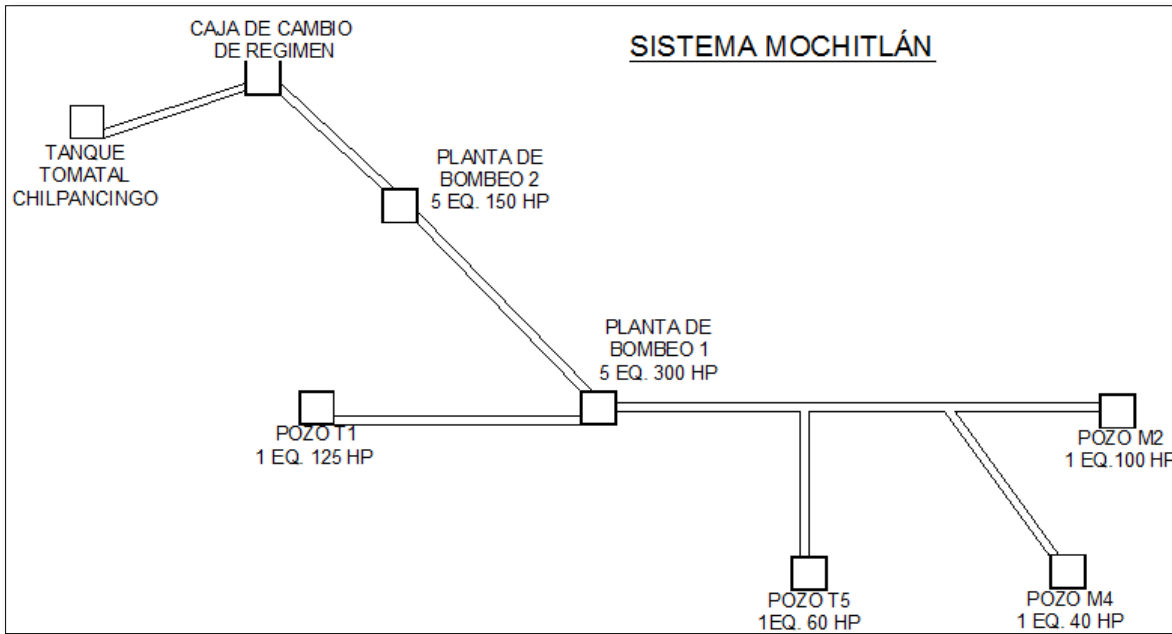


Figura 4.- Diagrama del sistema Mochitlan en Chilpancingo, Guerrero.

FUENTE: CAPACH Elaboración: Propia

Además, existen subsistemas de abastecimiento menores que apoyan en la distribución del agua en la ciudad, estos son:

Ocotepec.- Localizado al sureste de la ciudad.

Huaje blanco.- Localizado al oriente de la ciudad (a la altura de la zona que comprenden las antenas)

Peña rajada.- Localizada al poniente de la ciudad.

Pozo los Ángeles Localizada al noreste de la ciudad

Pozo El Tlacololero

Pozo el Tigre

Ocotepec:

Esta fuente se ubica fuera del área urbana, al este de la Ciudad de Chilpancingo, muy cerca de la Colonia Lomas de Ocotepec, y cuya zona de abastecimiento



corresponde a las Colonias ubicadas al este de la Ciudad. Para llegar al manantial no existe camino de acceso, solo veredas que se pueden recorrer a pie. Esta fuente aporta un pequeño caudal de 0.61 L/s, cuenta con dos obras de toma con una distancia entre estas de 300 metros, existiendo tomas conectadas directamente al afloramiento del manantial, los cuales siempre presentan problemas para cubrir su demanda.

#### Manantial Peña rajada:

Se ubica a 7 Km., al poniente de la ciudad, cuenta con 8 cajas rompedoras de presión en la línea de conducción, la cual tiene una longitud de 6,164 m con tubería de 6" de asbesto-cemento y una parte de acero y que abastece de agua a la ciudad en una cantidad de 9.75 LPS, a un sector poblacional importante, conducida por gravedad. Esta línea llega a un tanque de mampostería en la parte alta de la Colonia Plan de Ayala, este subsistema no se interconecta con el resto de la ciudad y beneficia a las colonias Las Palmas, Plan de Ayala, Eduardo Neri, Pradera, Independencia y Lomas del Poniente solamente.

#### Pozo Los Ángeles:

Este pozo tiene una profundidad de 60 m, cuenta con un equipo sumergible con capacidad de 15 HP y un gasto en operación de 5.48 L/s, se encuentra localizado en las calles de David Pastrana y Huerta Molina, alimenta directamente al tanque Azahuilco y de ahí se envía por gravedad a las colonias Lomas de San Antonio parte alta, pero por la tarde paran por que el pozo también se abate.

Pozo Tlacololero: Este pozo se ubica en el centro de la Ciudad de Chilpancingo, a unas calles del pozo Los Ángeles, en la Colonia San Miguelito. Cuenta con un gasto en operación de 2.40 L/s. Abastece a la parte alta y baja de la Colonia Emperador Cuauhtémoc, el agua de este pozo es canalizada directamente a la red y al Tanque La Feria que se ubica en la descarga del mismo pozo.

Adicionalmente a estos problemas físicos y operativos, el agua con la cual se abastece a Chilpancingo tiene un gran contenido de magnesio y calcio, favoreciendo



la incrustación en las tuberías de las líneas de conducción y de distribución. A este respecto, en el acueducto de Acahizotla se pudieron observar incrustaciones en la tubería y en la red que es alimentada por el sistema Mochitlán.

Por último, es importante señalar que la CAPACH no cuenta con planos detallados de la infraestructura, dificultando de esta manera la operación del sistema, la planeación de acciones para incrementar la cobertura y por lo tanto el abasto insuficiente a la población siendo esta, cada vez mayor.<sup>1</sup>

## 2.2.- Antecedentes del sitio de estudio: Colonia Plan de Ayala

La colonia Plan de Ayala fue fundada a principios de los 80's e inicio la dispersión de los pobladores en lotes que inicialmente podían adquirir debido a la falta de recursos económicos, por esto se inicio rápidamente su crecimiento.

Por lo cual, como consecuencia, la necesidad de servicios públicos, y principalmente, el de agua potable fue en aumento.

De esta manera, los asentamientos humanos en elevaciones superiores o fuera de las zonas de influencia de la red de distribución son abastecidos con manantiales administrados por los vecinos de las colonias o a través de la compra de agua de pipa.

Sin embargo, se hizo necesaria la construcción de nuevas estructuras para satisfacer las necesidades, esto para poder hacer la regulación adecuadamente para las zonas de crecimiento debido a lo accidentado del terreno. Esta obra se realizó con el programa de Desarrollo Regional de 1988 ejecutándose entre noviembre de 1992 y junio de 1998, beneficiando a las colonias Las Palmas, Plan de Ayala, Eduardo Neri, Pradera, Independencia y Lomas del Poniente.

Adicionalmente, la distribución con tandeos propician la entrada de aire al sistema y, junto con los esfuerzos sobre la tubería provocados por el llenado y vaciado del sistema, favorece la presencia de fugas en la red.

<sup>1</sup> Comisión de agua potable y alcantarillado de Chilpancingo



## **2.3.- Normativa**

La creación de leyes, normas o reglamentos como respuesta gubernamental para dar solución a problemas complejos, se sabe que es una salida fácil que generalmente no aporta los resultados esperados.

Según en la actualidad, toda edificación debe tener previsto en un futuro el uso de una estructura para captar y almacenar el agua pluvial y principalmente en zonas de alto nivel hídrico. Así es, como el Reglamento de construcciones para los municipios del estado de Guerrero, (1999), publicado en la Gaceta Municipal del Gobierno del Estado menciona en el capítulo II edificios para habitación en el Art. 168 que:

*“Las viviendas de un edificio deberán contar con sus servicios de excusado, regadera, lavabo, lavadero y fregadero. Las aguas pluviales que corran por los techos y terrazas deberán ser conducidas a un aljibe para reciclarse y usar domésticamente”*

El sistema de aprovechamiento pluvial es una alternativa viable para abastecer en cantidad y calidad a las numerosas poblaciones rurales, periurbanas y urbanas que sufren la carencia del agua. Por lo cual, el Reglamento sobre fraccionamiento de terrenos para los municipios del Estado de Guerrero (1994), publicado en el periódico Oficial No. 38 del Gobierno del Estado, en el capítulo V, artículo 43, menciona en el apartado:

*“VI.- Para el desalojo de las aguas pluviales, se deberán diseñar los escurrimientos superficiales, dotando de las alcantarillas que las avenidas y las concurrencias hagan necesarias, en número y sección de las mismas”*

Con esto tenemos claro que en la normativa se consideran elementos que tienen liga entre sí, ofreciendo una propuesta que no es divulgada generalmente entre los habitantes no se toma como una alternativa alterna a los servicios públicos.

Así pues, de acuerdo a las actividades que se realizan en la vivienda no siempre requieren de agua potable, es por eso que el agua de lluvia captada, es una opción de satisfacer o reducir el desperdicio de agua. La captación y reúso de agua de lluvia, se está viendo como solución para los problemas de abasto que sufren las



poblaciones cada vez más pobladas y sin servicios de agua potable y el reto que está suponiendo un clima inestable de fenómenos cada vez más intensos e impredecibles.

Aprovechar el agua de lluvia permite tener líquido de calidad para diferentes usos potables como limpieza, sanitarios, riego y recargar las reservas subterráneas. Ya que los materiales a utilizar, costos y características de cada componente varían de acuerdo con las necesidades de cada localidad.

Los sistemas para el aprovechamiento pluvial para uso domestico, está integrado por el área de captación, el sistema de conducción, la infraestructura de almacenamiento, la filtración y el sistema de tratamiento, los cuales representan soluciones a nivel local

También el detener y retener el escurrimiento pluvial, se evita que se saturen drenajes y que aumenten el flujo de agua en zonas urbanas, mitigando los efectos de inundaciones.

Se sabe que el marco normativo es generalmente ignorado, y muy poco divulgado a la población, además de la falta de interés de este, en conjunto no se toma en cuenta las medidas que se han formulado hasta la actualidad.



### **Capítulo 3.- Situación actual, Caso de estudio: Colonia Plan de Ayala en Chilpancingo Guerrero y Casos similares.**

#### **3.1.- Geografía de la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero**

En este capítulo se describen las características del sitio de estudio, principalmente geográficas y climatológicas relevantes para el desarrollo del trabajo.

El municipio de Chilpancingo de los Bravo se localiza en la región centro del Estado de Guerrero, (Imagen 1) en la zona conocida como valles centrales, colindando con los municipios de Heliodoro Castillo, Eduardo Neri y Leonardo Bravo al Norte, con los de Acapulco y Juan R. Escudero al Sur, con los de Tixtla de Guerrero y Mochitlán al Este y con los de Atoyác de Álvarez y Coyuca de Benítez al Oeste.



Imagen 1.- Ubicación Geográfica

#### **3.2.- Geografía del sitio de estudio**

La colonia Plan de Ayala se localiza en la periferia del municipio de Chilpancingo de los Bravos. Su clima es subhúmedo semicálido, cálido y templado, con una temperatura media anual que fluctúa de 15° C a 24° C.





En la Imagen 2, se puede ver una imagen satelital de la ciudad de Chilpancingo, ubicando en el recuadro rojo a la Colonia Plan de Ayala.



Imagen 2.- Ubicación de la Colonia Plan de Ayala en la Ciudad de Chilpancingo. Fuente: (Google Eart 2009.)

La colonia se ubica entre una latitud  $17^{\circ}32'2.78''N$  y longitud  $99^{\circ}31'42.45''O$ , en la periferia de la ciudad y en la Imagen 3, se muestra la delimitación del sitio de estudio.



Imagen 3.- Delimitación de la Colonia Plan de Ayala en la ciudad de Chilpancingo

Fuente: (Google Eart 2009.)





Imagen 4.-Localización de la vivienda en estudio en Chilpancingo Gro.

Fuente: (Google Eart 2009.)

### 3.2.1.- Precipitación

La precipitación anual de la zona de estudio está entre las más altas de la ciudad de Chilpancingo.

Las máximas precipitaciones se presentan en julio y las mínimas en febrero, el clima que predomina es del subtipo A(C) w0 (w) ig(clima tropical lluvioso, semicálido, subhúmedo) con una marcada época seca en invierno y una breve en verano. Es el menos húmedo de los sub-húmedos, siendo su porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total, y el mes más cálido, mayo, se presenta antes del solsticio de verano (21 de junio). El periodo de lluvias abarca de Mayo a Octubre, lo que asigna a Chilpancingo un régimen estival (de verano).

La temperatura media anual es de 20.7° C, la precipitación anual es de 820 mm y el promedio anual de días con lluvias es de 92 y se concentra en la época de lluvias, misma que sucede entre fines de mayo y fines de octubre; los vientos dominantes del sureste tienen una velocidad media de 18 Km/h; predominan las nubes de la clase baja llamadas “cúmulos”, y se presentan más de 2,400 horas de insolación anual; uno de los fenómenos frecuentes es el aspecto nebuloso, por humo debido a los



incendios provocados en los meses más calientes (marzo, abril y mayo) cuando la evaporación potencial es máxima, afectando seriamente la insolación en los meses de julio a octubre. Por lo que nos encontramos en una zona intermedia entre los climas tropicales lluviosos y los desérticos. A lo largo del año estos dos climas se alternan sobre la región, dando por resultado un tercer tipo de clima al que se denomina “tropical de lluvias estacionales”, aunque la acción antrópica sobre el medio natural puede hacer que la “balanza ecológica” se incline hacia uno u otro lado.

A continuación se describe brevemente la infraestructura básica con la que cuenta el sitio de estudio, parte importante para el desarrollo de este trabajo.

### 3.2.2.- Infraestructura básica

En general, el lugar no cuenta con una red de drenaje en su totalidad y aproximadamente solo el 50% de la población cuenta con esta, por la topografía de la zona. En lo que respecta al agua, la gente se ha apropiado del subsistema de agua y la participación de las dependencias en esta zona es nula, y por lo cual se le considera de autogobierno.

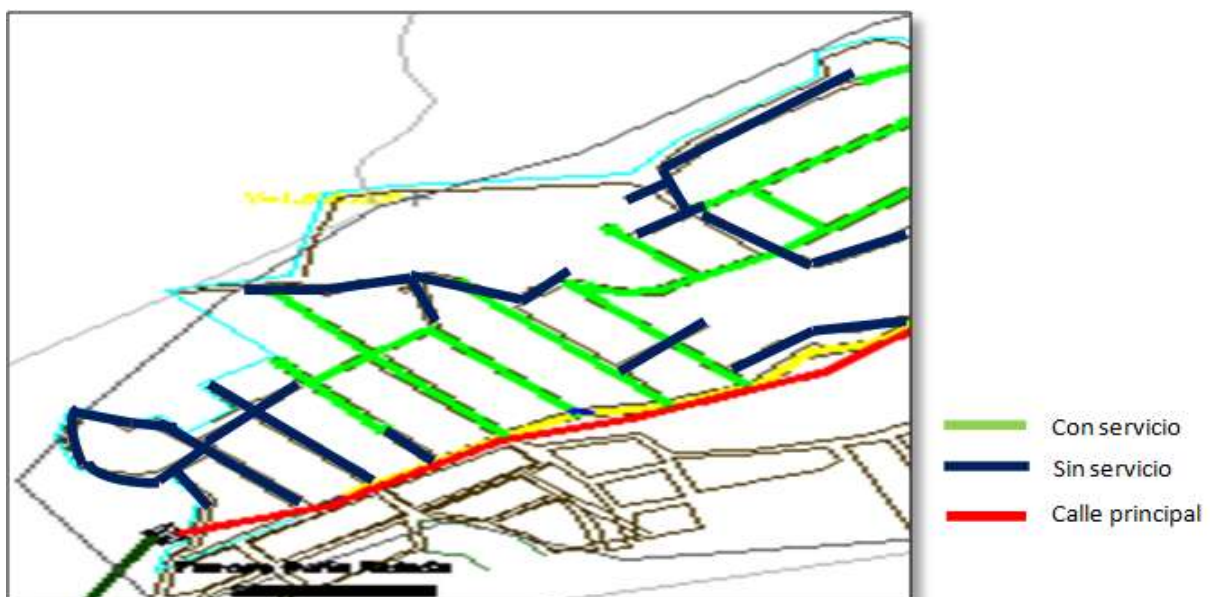


Figura 5.- Área con o sin servicio del sitio de estudio



### 3.2.3.- Suministro de agua entubada

La captación se hace a través de una caja con variaciones importantes entre los gastos en época de estiaje y de lluvia. Debido a la falta de suministro de la red, a los problemas de reducción de capacidad hidráulica de la tubería por las incrustaciones de carbonato de calcio y a la falta de infraestructura para la distribución de agua entubada, el comité encargado del sistema de agua entubada, se ha visto en la necesidad de prestar el servicio a través de tandeos programados por días de la semana, para cada una de las colonias. De esta manera se trata de que toda la población con acceso a servicio formal reciba agua para cubrir sus necesidades básicas.

Para el suministro de agua en las colonias cercanas al manantial se organizo un comité para encargarse de la construcción de un tanque de mampostería llamado Peña Rajada con capacidad de 150 m<sup>3</sup>, cota de plantilla = 1,522 m.s.n.m. se ubica en la parte más alta de la Colonia Plan de Ayala, se alimenta del manantial “Peña Rajada”, abastece a las colonias: Plan de Ayala, las Palmas, Eduardo Neri, Independencia y Pradera este se encuentra en servicio.



Imagen 6.- Tanque de Almacenamiento Peña Rajada

FUENTE: propia



### *3.2.4.- La línea de conducción Peña Rajada*

Cuenta con 8 cajas rompedoras de presión en la línea de conducción, la cual tiene un desarrollo de 6,164 m con tubería de 6” de asbesto – cemento, la línea de distribución se encuentra en mal estado, aunque ya se implemento una tubería nueva, no se ha conectado al tanque de almacenamiento, debido a la falta de recursos.



Imagen 7 y 8.- Estado físico de la línea de conducción del tanque de almacenamiento Peña Rajada

FUENTE: propia

### *3.2.5.- Condiciones de operación*

Debido a los problemas de reducción de capacidad hidráulica de la tubería por las incrustaciones de sales y la distribución de agua entubada, el comité de las colonias en acuerdo, prestan el servicio a través de tandeos programados por dos horas, un día a la semana y los miércoles y sábado no hay distribución.

De esta manera se trata de que toda la población con acceso a servicio formal reciba agua para cubrir sus necesidades básicas.



<b>LUNES</b>	-	Col. Las Palmas
<b>MARTES</b>	-	Col. La pradera
<b>JUEVES</b>	-	Col. <i>Independencia</i>
<b>VIERNES</b>	-	Col. <i>Eduardo Neri.</i>
<b>DOMINGO</b>	-	Col. <i>Plan de Ayala</i>

Tabla 1.- Días de la semana en que se abastece de agua a las colonias de la zona Fuente: propia

Dadas las características topográficas de la colonia, el servicio se presta a través de redes de distribución por gravedad (servicio formal) abajo de la cota 1,458 msnm que es la ubicación del tanque con mayor elevación del sistema.

### **3.3.- Casos Similares**

El agua, uno de los recursos más importantes para la humanidad y los demás seres humanos, ya que casi ninguna actividad podría realizarse sin ella.

Como consecuencia, cuando las civilizaciones crecieron demográficamente, el agua y los alimentos comenzaron a ser más demandados y como resultado muchas personas tuvieron que migrar, por esto comenzó el desarrollo de formas de captación de lluvia como alternativa para el riego de cultivos y uso domestico, la cual representa una solución para abastecer en cantidad y calidad a las numerosas poblaciones que sufren la deficiencia de este vital liquido durante todo el año y el consumo de la población en general.

Por esto, este capítulo tiene la finalidad de dar a conocer las diferentes maneras de como los expertos han diseñado un sistema de captación y la manera más eficaz de aprovechar el agua de lluvia.

Así pues, una alternativa con gran potencial es el agua de lluvia, ya que para su colecta solo se requiere de un sistema de captación el cual tiene ciertas ventajas como el ahorro de energía, ya que se evita todo el proceso de extracción, sistema de distribución y bombeo para su transporte al área de suministro y el tratamiento requerido para garantizar la calidad adecuada para el consumo humano, es



relativamente barato. Una desventaja es que la disponibilidad de agua se limita a las temporadas de precipitación altas y varía para cada región del país, además, depende del tamaño del área de captación y del tamaño de cisterna de la edificación en caso de ya estar implementado.

El aprovechamiento de agua de lluvia es una práctica interesante, si se tiene en cuenta la gran demanda del recurso sobre las cuencas hidrográficas, el alto grado de contaminación de las fuentes superficiales y los elevados costos por el consumo de agua potable.

Por lo que la captación de agua de lluvia para consumo humano realizada en Lima Perú consta del siguiente procedimiento.

## Introducción

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano en aquellas zonas de alta o media precipitación pluvial. El agua de lluvia es interceptada, recolectada y almacenada para su uso posterior.

La interceptación del agua de lluvia se realiza, generalmente, en los techos de la vivienda, la recolección mediante canaletas y el almacenamiento en tanques exclusivos

## 2. Objetivo

Establecer pautas para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano.

## 3. Definiciones

**Captación:** Superficie destinada a la recolección del agua de lluvia para un fin beneficioso.

**Recolección:** Conjunto de canaletas situadas en las partes más bajas del área de captación tienen por objeto recolectar el agua de lluvia y de conducirla hacia el interceptor.



Interceptor: Dispositivo dirigido a captar las primeras agua de lluvia correspondiente al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes.

Almacenamiento: Depósito destinado a la acumulación, conservación y abastecimiento del agua de lluvia con fines domésticos.

#### 4. Aplicación

La captación de agua de lluvia para consumo humano está recomendada sólo para zonas rurales o urbano marginales con niveles de precipitación pluviométrica que hagan posible el adecuado abastecimiento de agua de la población beneficiada.

#### 5. Requisitos previos

El diseño del sistema de captación de agua de lluvia con fines de abastecimiento de agua debe estar basado en los datos de precipitación mensual de por lo menos 10 años.

La demanda de agua para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia debe considerar un mínimo de cuatro (4) litros de agua por persona/día para ser destinada solamente a la bebida, preparación de alimentos e higiene bucal.

#### 6. Diseño

El sistema de captación de agua de lluvia para consumo humano se compone de cuatro partes: captación, recolección, interceptor y almacenamiento

##### 6.1 Captación

El techo es el primer punto donde va a caer el agua de lluvia, por lo que se debe mantener limpio, antes y durante la temporada de lluvia, en este caso las superficies pueden ser de materiales como los siguientes:

- Cemento
- Lamina metálica, plástica, fibra de vidrio o vidrio;
- Tejas de arcilla, madera o plásticas;





- Y palma u hojas de alguna otra planta.

Las superficies mencionadas generalmente se usan como techos; por sus características, algunas ofrecen ventajas sobre otras para la captación y aprovechamiento de la lluvia.

Los coeficientes de escurridad a ser aplicados, según el material constructivo del techo son:

Coeficientes de escurridad	
Lamina metálica	0.90
Tejas de arcilla	0.80 - 0.90
Madera	0.80 - 0.90
Paja	0.60 - 0.70

## 6.2 Recolección

- a) Las canaletas podrán ser de PVC, metálicas galvanizadas, bambú o cualquier otro material que no altere la calidad físico-química del agua recolectada.
- b) El ancho mínimo de la canaleta será de 75 mm y el máximo de 150 mm.
- c) Las canaletas deberán estar fuertemente adosadas a los bordes más bajos del techo.
- d) El techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta, como mínimo en un 20% del ancho de la canaleta.
- e) La distancia que debe mediar entre la parte superior de la canaleta y la parte más baja del techo debe ser la menor posible para evitar la pérdida de agua.
- f) El máximo tirante de agua en las proximidades del interceptor no deberá ser mayor al 60% de la profundidad efectiva de la canaleta.



- g) La velocidad del agua en las canaletas no deberá ser mayor a 1,00 m/s.
- h) Las uniones entre canaletas deben ser herméticas y lo más lisas posibles para evitar el represamiento del agua.

### 6.3 Interceptor

- a) El volumen del interceptor se debe calcular a razón de un litro de agua de lluvia por metro cuadrado del área del techo drenado.
- b) El techo destinado a la captación del agua de lluvia puede tener más de un interceptor.

En el caso que el área de captación tenga dos o más interceptores, ellos deberán atender áreas específicas del techo y por ningún motivo un determinado.

Interceptor deberá captar las primeras agua de lluvia de un área que haya sido atendida por otro interceptor.

- c) Al inicio del tubo de bajada al interceptor deberá existir un ensanchamiento que permita encauzar el agua hacia el interceptor sin que se produzcan reboses, y su ancho inicial debe ser igual al doble del diámetro de la canaleta debiendo tener la reducción a una longitud de dos veces el diámetro.
- d) El diámetro mínimo del tubo de bajada del interceptor no será menor a 75 mm.
- e) La parte superior el interceptor deberá contar con un dispositivo de cierre automático una vez que el tanque de almacenamiento del interceptor se haya llenado con las primeras agua de lluvia.
- f) El fondo del tanque de almacenamiento del interceptor deberá contar con grifo o tapón para el drenaje del agua luego de concluida la lluvia.
- g) El interceptor contará con un dispositivo que debe cerrarse una vez que se hayan evacuado las primeras agua de lluvia.

### 6.4 Almacenamiento



- a) El volumen del tanque de almacenamiento será determinado a partir de la demanda de agua, de la intensidad de las precipitaciones y del área de captación.
- b) El tanque de almacenamiento podrá ser enterrado, apoyado o elevado y tendrá una altura máxima de 2 m en este último caso, la parte superior del tanque no deberá estar a menos de 0,30 m con respecto al punto más bajo del área de captación.
- c) El tanque de almacenamiento deberá contar con tapa sanitaria de 0,60 x 0,60 m para facilitar la limpieza o el mantenimiento; drenaje de fondo para la eliminación del agua de lavado; grifo situado a 0,10 m por encima del fondo; rebose situado a 0,10 m por debajo del techo e ingreso del agua de lluvia.

El ingreso del agua de lluvia podrá realizarse por el techo o por las paredes laterales del tanque de almacenamiento y no deberá ser menor de 75 mm de diámetro.

- d) El interior del tanque de almacenamiento deberá ser impermeable y por ningún motivo el agua debe entrar en contacto con el medio ambiente a fin de garantizar la calidad del agua.
- e) Los tanques de almacenamiento apoyados deben tener alrededor de su base una losa de protección contra la infiltración de 0,20 m de ancho. Asimismo, en la zona donde se ubica el grifo para la extracción del agua debe construirse una losa de 0,50 x 0,50 y borde de 0,10 m de alto. Esta losa debe contar con dren para eliminar el agua que pueda almacenarse durante la extracción del agua.
- f) El extremo de la tubería de drenaje y de rebose deben apartarse de la pared del tanque de almacenamiento no menos de un metro y descargar a una canaleta o a un pozo de drenaje, para su disposición final.
- g) El volumen del tanque de almacenamiento se determinará por medio del balance de masa a partir del mes de mayor precipitación y por el lapso de un año, entre el acumulado de la oferta de agua (precipitación pluvial promedio mensual de por lo menos 10 años) y el acumulado de la demanda mes por mes del agua destinada al consumo humano. El volumen neto del tanque de almacenamiento es la resultante



de la sustracción de los valores máximos y mínimos de la diferencia de los acumulados entre la oferta y la demanda de agua.

## 6.5 Tratamiento

a) Se podrá instalar en el interior del tanque de almacenamiento un filtro de arena para purificar el agua de lluvia al momento de su extracción. El filtro deberá diseñarse de modo que la velocidad de filtración sea menor a 0.2 m//hora.

b) Cloración o cualquier otro proceso de desinfección.

## 7. Ventajas del Sistema

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- Alta calidad físico química del agua de lluvia.
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas.
- Empleo de mano de obra y/o materiales locales.
- No requiere energía para la operación del sistema.
- Fácil; de mantener.
- Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.

Con respecto a lo anterior, por su parte la isla urbana es un proyecto dedicado a desarrollar la captación de agua de lluvia en México. Diseñan e instalan sistemas de captación que sean realmente efectivos y accesibles. Por lo que el sistema que manejan es el siguiente:

### A. TECHO

No se debe tener animales, plantas, ni usar el techo de bodega, Antes de la temporada de lluvias sube al techo y lávalo con agua y cloro, posteriormente repite este proceso una vez al mes, por lo menos, y barre el techo una vez por semana. Se



debe podar arboles cercanos para que no caigan hojas ni desechos de pájaro en el techo.

#### B. BAJANTES Y/O CANALETAS

Mantener limpio y libre de hojas el bajante y/o canaleta.

#### C. DESVÍO AL DRENAJE

El desvío permite elegir si se quiere aprovechar el agua o tirarla. Cuando no ha llovido en mucho tiempo se acumulan contaminantes, polvo y tierra en el techo y el aire, por eso, usa el desvío para tirar las primeras 5 lluvias de la temporada.

También tirar el agua cuando ya está llena la cisterna o cuando se lava el techo.

#### D. FILTRO DE HOJAS

El filtro de hojas es una malla que evita que entren hojas y otras basuritas a la cisterna. Revisar cotidianamente el filtro para que siempre esté limpio y despejado. Si la malla se empieza a romper o está muy sucia, se debe de cambiar.

#### E. TLALOQUE

El Tlaloque separa la parte más sucia de cada lluvia (el primer volumen que cae en un aguacero) para que no entre a la cisterna. Se vacía automáticamente por la manguera de drenaje. Es importante que el Tlaloque se drene después de cada lluvia. Una vez al año, llene el Tlaloque con agua y cloro para lavarlo por adentro, dejar reposar una hora, y después drénalo por el desvío.

#### F. CISTERNA

Es importante poner cloro en la cisterna para que el agua se guarde bien sin echarse a perder y para matar bacterias y otros microbios.

\* Hay que echar cloro en la cisterna y lavarla al menos 2 veces al año

#### G. FILTROS



El sistema usa dos filtros tipo estándar 20", uno con un cartucho hilado y otro con un cartucho de carbón activado. Los cartuchos se deben cambiar cada 3 a 6 meses para asegurar la buena calidad de agua.

Para cambiar los cartuchos: se abre el filtro con la llave y se inserta el cartucho indicado. Asegúrese que esté el empaque del filtro en su lugar, el cartucho calce bien en el fondo del filtro y en la tapa.

#### EL CARTUCHO HILADO O PLISADO

El cartucho hilado detiene sólidos (polvo y tierra) menores a 50 micras (la mitad del grosor de un cabello humano). El cartucho debe ser cambiado cada 3 a 6 meses.

#### CARTUCHO DE CARBÓN ACTIVADO

El cartucho de carbón activado detiene cloro, químicos, sedimentos, contaminantes orgánicos, olores, colores y sabores. El cartucho debe ser cambiado cada 3 a 6 meses. Si no se cambia, puede empezar a ensuciar el agua porque el cartucho se satura y pueden crecer bacterias dentro del filtro, cuando empieza la temporada de lluvias.

Sugerencia:

- A. se debe lavar bien el techo
- C. Tire las primeras lluvias, cada vez que llueve
- B. Limpie el filtro de hojas una vez por semana
- A. Limpie el techo, al menos dos veces al año
- A. Reemplaza los 2 cartuchos de los filtros
- B. Lava la cisterna.



## **Capitulo 4: Propuesta tecnológica del diseño de sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano en la Colonia Plan de Ayala, Ciudad de Chilpancingo, Guerrero.**

Desde los inicios de la civilización la captación y aprovechamiento de agua de lluvia, no es un método generalizado en el mundo ni en México, pero la necesidad del recurso agua y las bondades de esta ecotecnia han desarrollado un creciente interés en su desarrollo.

La intercepción del agua de lluvia se realiza, generalmente, en los techos de la vivienda, la recolección mediante canaletas y el almacenamiento en tanques exclusivos para este fin.

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano en aquellas zonas de alta o media precipitación pluvial.

La demanda de agua para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia debe considerar un mínimo de cinco (5) litros de agua por persona/día para ser destinada solamente a la bebida, preparación de alimentos e higiene bucal.

Al respecto, el objetivo es ofrecer una solución para los problemas de abasto de agua que sufren los habitantes en la colonia Plan de Ayala, ya que el 35% de la población no cuentan con servicio de agua entubada y los que cuentan con esta, lo carecen en tiempo de sequia, por esto se propone que estos sistemas se adapten completamente a casas construidas aunque no se hayan pensado desde su inicio para captar el agua de lluvia.

Este se considera tomando en cuenta la alta precipitación que existe en la zona, atendiendo así el abastecimiento de agua en la vivienda como una práctica económica, eficaz e interesante, ya que se realiza por gravedad debido a la pendiente del terreno, como consecuencia de la gran demanda del recurso sobre las cuencas hidrográficas, los daños ocasionados por las mismas lluvias a la infraestructura, el alto grado de contaminación de las fuentes superficiales y los elevados costos por el consumo de agua entubada.



#### 4.1.- Sistema de captación de agua de lluvia para uso domestico.

El sistema para uso domestico está destinado la utilización del agua para riego de jardines, lavado de autos, aseo personal, lavado de ropa, etc.

Para el diseño de sistema de captación de agua de lluvia, consta de seis partes y son:

##### 4.1.1.- Área de Captación

El área de captación se realizó en el techo de la vivienda con pendiente del 7%, que facilita el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección, este techo esta cubierto de lámina galvanizada la cual tiene la ventaja de tener una buena superficie y ser común en esta zona.



Imagen 9.- Área de captación de la vivienda popular en la colonia Plan de Ayala  
Fuente: propia.

##### 4.1.2.- Conducción

El agua de lluvia se conduce por canaletas y bajantes de PVC (policloruro de vinilo) de 3 pulgadas, que recolectan y conducen el agua al interceptor de primeras aguas.







Imagen 10.- Canaleta de lamina galvanizada, para conducir el agua de lluvia.

#### *4.1.3.- Interceptor:*

Este recolecta los primeros litros de lluvia correspondiente al lavado del área de captación y posteriormente para almacenar el agua contaminada y guardarla para su uso.



Imagen 11.- Colector de las primeras aguas de lluvia de la temporada.

#### *4.1.4.- Filtro*

El filtro de hojas es una malla que evita que entren hojas y otras basuritas al depósito de agua y de retirar elementos de gran tamaño que puede arrastrar la lluvia.



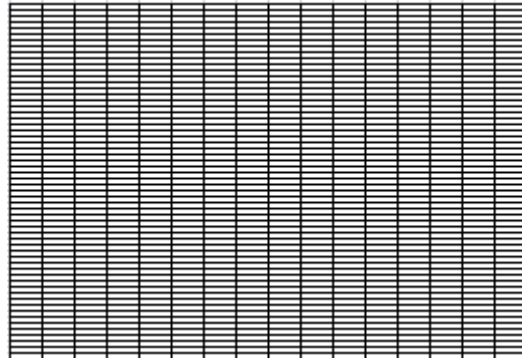


Imagen 12.- Malla que evita el paso de elementos no deseables en el agua.

#### *4.1.5.- Almacenamiento*

El depósito de almacenamiento es de acuerdo a los recipientes con los que cuentan los habitantes de la zona de estudio.



Imagen 13.- Depósito para almacenar el agua de lluvia, para su uso posterior.

El agua de lluvia, a pesar de no ser potable, posee una gran calidad, ya que contiene una concentración muy baja de contaminantes, dada su nula manipulación. Por lo que se enlistan las ventajas y desventajas que representa la implementación de este sistema.

Las ventajas y desventajas del sistema son:

❖ **Ventajas**

- \* Alta calidad fisicoquímica del agua de lluvia con respecto a fuentes superficiales



- \* El sistema es independiente y por lo tanto eficiente
  - \* Se puede emplear mano de obra y/o materiales locales y económicos
  - \* No requiere energía para la operación del sistema
  - \* Fácil operación y ahorro de tiempo en la recolección de agua de lluvia en vez de transportarla.
  - \* Fácil tratamiento, dependiendo de la limpieza con la que se capte el agua de lluvia.
  - \* Ahorro evidente y creciente en la factura del agua. Puede suponer un 80% del total de agua demandada por una vivienda.
  - \* Uso de un recurso gratuito y ecológico.
  - \* Contribución a la sostenibilidad y protección del medio ambiente
  - \* Disponer de agua en periodos cada vez más frecuentes de restricciones y prohibiciones
  - \* Una buena instalación de recogida de agua es sencilla y, por tanto, existen riesgos mínimos de averías y apenas requiere de mantenimiento.
  - \* Aprovechar el agua pluvial tiene otras ventajas a la hora de lavar nuestra ropa; al ser el agua de lluvia mucho más blanda que la del grifo, estamos ahorrando hasta un 50% de detergente.
- ❖ Desventajas
- \* Costo inicial de los materiales que conforman el sistema

#### *4.1.6.- Tratamiento de agua para consumo humano*

Para el tratamiento se propone un filtro domestico para purificar el agua, este consta de materiales como:

- Bote de plástico, Algodón, Carbón activado, Arena fina, Arena granulosa, y Grava





Imagen 8.- Filtro casero con un bote de plástico donde se coloca el algodón, carbón arena, y grava

Fuente: Propia

#### 4.1.6.1.- Desinfección

El muestreo se realizó entre el 1 de junio y el 30 de noviembre de 2015, las fechas obedecieron a factores técnicos y de operación, como la disponibilidad del sitio.

Se colectó agua de lluvia del punto del techo de la casa estudiada en el punto 4.1.1 el agua se colectó después que el techo fue limpiado por las primeras lluvias de la temporada

Por último, el proceso de desinfección del agua, consiste en la destrucción selectiva de los organismos infecciosos, se realiza esto con cierta dosis de cloro dependiendo de la tabla de dosificación otorgada por la subsecretaría de regulación, control y fomento sanitario del estado de Guerrero. Ver tablas de cloración (Anexo A)



Después de este filtro, del punto 4.1.6, debe además de clorarla para su conservación y debe hervirse por lo menos 5 minutos.

#### *4.1.7.- Mantenimiento*

Lavar el área de captación o techo con cloro y jabón antes y durante la temporada de lluvia

- Mantener limpio y clorado el sistema de almacenamiento, limpiando periódicamente.
- Usar el desviador al drenaje para dejar escapar las 3 primeras aguas de la temporada de lluvia.
- Mantener limpio el filtro de sólidos grandes.
- Usar algún método de desinfección y conservación en el depósito de almacenamiento
- Limpiar frecuentemente los filtros y reemplazar si es necesario.
- Lavar al menos cada 6 meses el tinaco o cisterna, de preferencia antes de la temporada de lluvia.



## Bibliografía

1. Andrade, Jorge (1999), *El territorio compartido en la vivienda popular, Diseño y sociedad*, Núm. 10, p.34, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
2. Ascencio, Osvaldo (2010), *El uso del bambú como alternativa para viviendas de interés social*, p. 23, México, Universidad Autónoma de Guerrero.
3. Ascencio, Osvaldo (2012), *La evolución de la vivienda vernácula*, p.14, México, Universidad Autónoma de Guerrero.
4. Bazant, J. (2003), *Viviendas progresivas, construcción de vivienda por familias de bajos ingresos*, p.36, México, Trillas
5. Bazant, J. (2012), *Hacia un desarrollo urbano sustentable: problemas y criterios de solución*, p.59, México, Limusa.
6. Camacho, Mario (1998), *Diccionario de arquitectura y urbanismo*, p.751, México, Editorial Trillas.
7. Coord. Coulomb René, (2005), *La vivienda en el distrito federal, retos actuales y nuevos desafíos*, 1a edición, p.9, Edit. Robles Hermanos y asociados.
8. Duran, Diana, (2012), *Proyectos ambientales y sustentabilidad*, p.40, México, Editorial, Lugar.
9. Durazo, (1997). *Desarrollo Sustentable de las Ciudades.*, P.51.in, *Ciudades, México*.
10. Ekambi-schmidt, Jezabelle (1974), *La percepción del hábitat*, p.23, España, Editorial, Gustavo Gilli.
11. Guzmán, Vicente, (2013), *Revivir la vivienda en México cosas de cosas y autoproducción*, p.44, 1a edición, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
12. Iñiguez, Cesar, (2012), *Docencia y Sustentabilidad en espacios urbanos y arquitectónicos*, p.17, Edit. El lirio, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

13. López, Morales, Francisco, J. (1993), *Arquitectura vernácula en México*, p.18, 3ª Ed., México, Trillas.
14. Maya, Esther (1999), *El sector privado y la vivienda de interés social en la zona metropolitana de la ciudad de México*, p.25, México, Editorial, Su casita.
15. Mercado Doménech, Serafín (1995), *Habitabilidad de la vivienda urbana*, p.5, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México/Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, México.
16. Ortiz, Víctor Manuel (1984), *La casa, una aproximación*, p.34, México, UAM-Xochimilco.
17. Real Academia Española, (2001), *Diccionario de la Lengua Española*, Madrid
18. Ramírez, Saiz, Juan Manuel (1993), *La vivienda popular y sus actores*, pp.76- 23 México, Editorial de la Red Nacional de Investigación Urbana- universidad de Guadalajara.
19. Prieto, Valeria, (1982), *Arquitectura Popular Mexicana*, p. 18, SAHOP, México.
20. Pérez, Amelia, (2011), *La Gestión del Agua en el Desarrollo Urbano Sustentable*, p.188, Universidad Autónoma de Guadalajara, México.

## Mediografía

1. Alianza por una nueva cultura del agua. Gobierno del Distrito Federal.
2. Burdttland, H , 1987, Energía sustentable, nuestro futuro común , Asamblea de las Naciones Unidas, Vol.5 Recuperado en Octubre 2014, Disponible en: <http://www.lasus.com.mx>
3. Definición de vivienda en INEGI, INEGI, Recuperado en Noviembre de 2014, disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/glogen/default.aspx?t=cp&s=est&c=10249>

4. Rojo, Y., I., 2006, Diseño sustentable en la ciudad de México, revista Lasus, Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 2, Recuperado en Octubre del 2014, Disponible en: <http://www.lasus.com.mx>
5. Vargas, I., A, 1991, Arquitectura en armonía, p.2-4, Revista Lasus, Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 14, Recuperado en Octubre del 2014 en: <http://www.lasus.com.mx>
6. Linares J., Z., 1990, nueva política del agua, pp.43-47, Revista ciudades, red nacional de investigación urbana. No. 6, Grupo Editorial Eón S.A. de C.V. México.
7. Lahera V., 2007, eco tecnologías para el agua, Revista ciudades, red nacional de investigación urbana. No. 73, Grupo Editorial Eón S.A. de C.V. México.
8. Pineda P., N., 2007, la sequia que viene: el reto del manejo del agua, Revista ciudades, red nacional de investigación urbana. No. 73, Grupo Editorial Eón S.A. de C.V. México.

#### Marco legal

1. México, Leyes y reglamentos (2014). Ley de vivienda. (México, D.F.) 20 de Abril de 2015. Última reforma publicada DOF 20 de abril del 2015.