

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



PROGRAMA DE MAestrÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

**LA SUSTENTABILIDAD COMO FACTOR INDISPENSABLE
EN LA VIVIENDA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**

Normativa para el Manejo Integral del Agua

que presenta

Sandra Pliego Hernández

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO: TECNOLOGÍA**

UN/M
POSGRADO
arquitectura



**INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS**

SEPTIEMBRE 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO

Director de Tesis

Dr. Álvaro Sánchez González

Sinodales

Dr. Hermilo Salas Espindola

Mtro. Francisco Reyna Gómez

Mtro. Ernesto Ocampo Ruiz

Mtro. Miguel Arzate Pérez

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN		1
CAPÍTULO 1. SUSTENTABILIDAD		
1.1	Enfoque de la ONU, sobre Sustentabilidad del desarrollo y los asentamientos humanos	7
1.2	Planeación y Sustentabilidad	9
1.3	La economía en la Ciudad y el factor de lo Sustentable	11
1.4	Visión de México en la Sustentabilidad del Agua	12
CAPÍTULO 2. RECURSO HIDROLÓGICO		
2.1	Ciclo Hidrológico	15
2.2	Recurso Hidrológico en la Ciudad de México	18
2.3	Precipitación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México	23
2.4	Problemas de abastecimiento de agua en México	30
CAPÍTULO 3. NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y URBANA EN MÉXICO		
3.1	Panorama normativo en la Ciudad de México	
3.1.1	Antecedentes de la Gestión Ambiental en México	32
3.1.2	Marco legal actual del ordenamiento ecológico en México	37
3.1.3	Políticas de normalización del sector agua 2000-2010	41
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS NORMATIVIDAD PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA		
4.1	Antecedentes Internacionales	
4.1.1	Agua Pluvial	48
4.1.2	Agua Gris	53
4.1.3	Agua Residual	55
4.2	Antecedentes Nacionales	
4.2.1	Agua Pluvial	59
4.2.2	Agua Gris	62
4.2.3	Agua Residual	64

4.3	Elementos de diseño	
4.3.1	Captación de agua pluvial	66
4.3.2	Reutilización de agua gris	71
4.3.3	Tratamiento de agua residual	73
4.4	Recomendaciones básicas	
4.4.1	Para las instalaciones	77
4.4.2	Para usuarios	81

CAPÍTULO 5. APLICACIÓN DEL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA EN LA COLONIA MOCTEZUMA, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA

5.1	Características del lugar	84
5.2	Infraestructura	86
5.3	Imagen urbana	88
5.4	Medio Ambiente	88
5.5	Características de las viviendas en la Delegación Venustiano Carranza	91
5.6	Calculo del Manejo Integral del Agua	92

CONCLUSIONES 143

FUENTES DE CONSULTA 146

GLOSARIO 149

ANEXOS

Anexo A. Mapas de distribución de precipitación acumulación en la ZMCM. 153

Anexo B. Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal. 155

Anexo C. Normas aplicables 158

La Sustentabilidad como factor indispensable en la vivienda de la Ciudad de México.

Normativa para el Manejo Integral del Agua

INTRODUCCIÓN

La evaluación del impacto ambiental, en el diseño de obras y actividades de interés público o privado, es una herramienta técnica que se ha incorporado formalmente al complejo proceso de la planeación del desarrollo. Conocer a qué tipo de desarrollo se refiere y cuáles son los objetivos y estrategias y, en general, la visión conceptual de éste desarrollo, son materia de debate aún.

Los indicadores sociales muestran un rostro heterogéneo en donde el reflejo de un mundo rural empobrecido, contrasta fuertemente con metrópolis relativamente ricas. En todo caso, se ha fortalecido una amplia capa de población media, empeñada en consolidar una posición socioeconómica duramente alcanzada y que recientemente se ha visto amenazada por las crisis económicas recurrentes que se viven.

Hoy se confronta la amenaza ambiental más crítica de la historia: deterioro del suelo, del agua y de los recursos marinos, esenciales para la producción alimentaria en ascenso. Contaminación atmosférica con efectos directos sobre la salud, pérdida de biodiversidad y su modesta, pero no menos importante contribución a los daños a la capa de ozono y al cambio climático global. Simultáneamente, se encaran graves problemas humanos como la pobreza y el crecimiento demográfico incontrolado.

La visión moderna del desarrollo no sólo busca elevar los niveles de bienestar de las sociedades humanas de hoy, sino que se preocupa por la posibilidad de heredar a las generaciones futuras un planeta con aceptables niveles de salud ambiental y económica. De aquí, que el análisis del comportamiento humano, obligue a modificar actitudes y redefinir las tendencias que apuntan hacia un ecodidio; la sobrepoblación, que incidirá sobre mayores cantidades de alimentos y mejores espacios; y al crecimiento económico que aplicará una dramática presión sobre los recursos naturales.

Sobre este principio, surge el concepto de desarrollo sustentable cuya definición establece que es "un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras para satisfacer las propias".

El concepto de desarrollo sustentable en su sentido más general, ha sido aceptado y apoyado ampliamente. Sin embargo, ha resultado más difícil el traducir este concepto en objetivos, programas y políticas prácticas alrededor de los cuales puedan unirse las naciones, debido a que éstas enfrentan circunstancias muy variables.

El marco conceptual del desarrollo sustentable presenta varias aproximaciones en función del enfoque disciplinario que la aborda. De este modo, para algunos lo importante es el uso de los recursos naturales renovables, de tal suerte que no los agote o degrade y devenga una reducción real de su utilidad renovable para las generaciones futuras, manteniendo constante los inventarios de recursos naturales.

El desarrollo no significa necesariamente crecimiento económico, el tipo de actividad económica puede cambiar sin incrementar la cantidad de bienes y servicios. Se dice que el crecimiento económico no sólo es compatible con el desarrollo sustentable, sino que es necesario para mitigar la pobreza, generar los recursos para el desarrollo y prevenir la degradación ambiental. La cuestión es la calidad del crecimiento y cómo se distribuyen sus beneficios no sólo la mera

expansión. Con frecuencia, el desarrollo sustentable se define también como el desarrollo que mejora la atención de la salud, la educación y el bienestar social. Actualmente se admite que el desarrollo humano es decisivo para el desarrollo económico y por la rápida estabilización de la población.

Algunos autores han extendido aún más la definición de desarrollo sustentable al incluir una rápida transformación de la base tecnológica de la civilización industrial; para la cual señalan que es necesario que la nueva tecnología sea más limpia, de mayor rendimiento y ahorre recursos naturales a fin de poder reducir la contaminación, ayudar a estabilizar el clima y ajustar el crecimiento de la población y la actividad económica.

Un componente importante implícito en todas las definiciones de desarrollo sustentable se relaciona con la equidad: la equidad para las generaciones por venir, cuyos intereses no están representados en los análisis económicos estándares ni en las fuerzas que desestiman el futuro, y la equidad para la gente que vive actualmente, que no tiene un acceso igual a los recursos naturales o a los bienes sociales y económicos.

Existe, en efecto, cierto conflicto entre ambos tipos de equidad. Mientras que por una parte se apunta que los problemas ambientales en los países en desarrollo no pueden resolverse sin mitigar la pobreza y demandar una redistribución de la riqueza o de los ingresos, tanto dentro de los países como entre las naciones ricas y pobres. Por otro lado, se enfatiza la equidad intergeneracional, la participación en el bienestar entre la gente de hoy y la del futuro y se concentra en la necesidad de reducir el consumo actual para proveer inversiones que formen recursos tales como conocimiento y tecnología para el futuro.

La Unión Mundial de Conservación definió el desarrollo sustentable en términos de mejorar la calidad de la vida humana sin exceder la capacidad de carga de los ecosistemas que lo sustentan. Esto supone que el desarrollo sustentable es un proceso que requiere de progresos simultáneos en diversas dimensiones económica, humana, ambiental y tecnológica.

El uso del término "desarrollo", más que crecimiento económico, implica aceptar las limitaciones del uso de medidas como Producto Interno Bruto (PIB) o bienestar de una nación. Desarrollo comprende intereses mayores de calidad de vida, consecución educacional, estado nutricional, acceso a libertades y bienestar espiritual. El énfasis en la sustentabilidad sugiere que es necesario un esfuerzo político orientado para hacer que estos alcances de desarrollo terminen bien en el futuro.

Puesto que desarrollo es un término de valor, implica entonces, cambios que son deseables, no obstante, aún no hay consenso en su significado. Qué constituye el desarrollo, depende de las metas sociales que sean invocadas por el Gobierno o el analista.

Desarrollo es un vector de propósitos deseables, es decir, es una lista de atributos que la sociedad busca alcanzar o maximizar, los elementos de este vector pueden incluir:

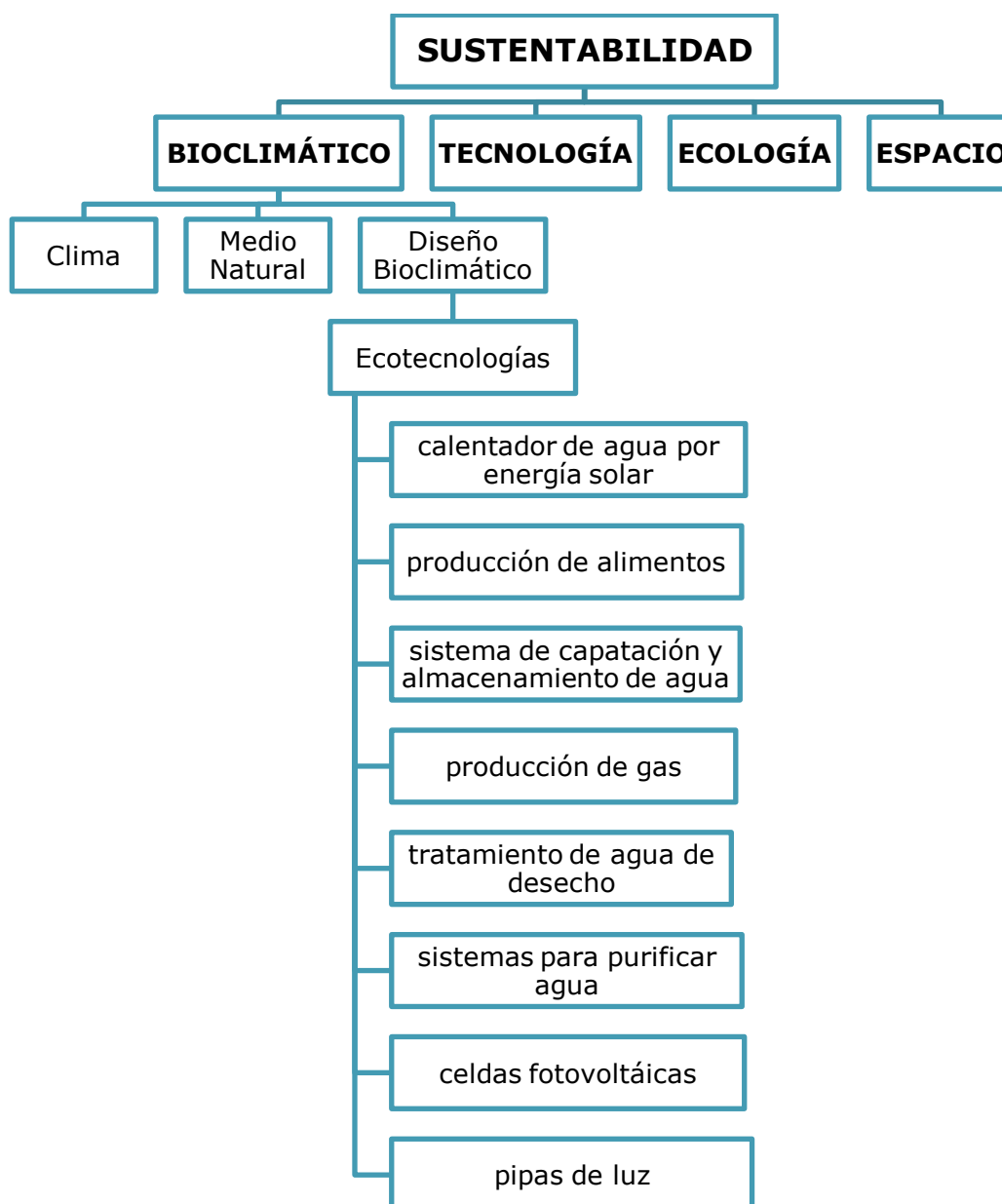
- ◆ Incremento en el ingreso per capita real.
- ◆ Mejoramiento en el estado de salud y nutrición.
- ◆ Avances educativos.
- ◆ Acceso a los recursos.
- ◆ Una distribución de ingresos más equitativa.
- ◆ Incremento en las libertades básicas.

El desarrollo sustentable precisa de una serie de condiciones para que tenga lugar. En principio, el inventario de capital natural no debe disminuir en el tiempo. En este contexto, el inventario de capital natural incluye todos los activos de recursos naturales y ambientales, desde el petróleo en el subsuelo, la calidad del suelo y agua subterránea, la pesca en los océanos y la capacidad del globo para reciclar y absorber carbono. El significado de un inventario de capital natural constante es más problemático.

Las teorías económicas deberían ser valoradas dentro del contexto de su más amplia estructura (paradigma). Hay una compleja interacción que toma lugar entre la evolución de la teoría científica (natural, física y social) y el orden social. La forma en que la investigación científica responde las cuestiones del mundo natural y humano busca explicar en qué momento serán influidas por los factores sociales, culturales y políticos. De aquí que las actitudes hacia la naturaleza y la preservación/conservación cambiarán conforme ésta y la humanidad evolucione.

En la Ciudad de México con respecto a las tecnologías arquitectónicas, como arquitectos estamos olvidando progresivamente aplicar la Sustentabilidad en el sector vivienda; una vez dando el enfoque de la Sustentabilidad para su interpretación en este documento: "la que proporciona lo suficiente para las necesidades actuales sin sacrificar las necesidades de las generaciones futuras"¹.

Dentro de la Sustentabilidad se deben tener en cuenta las siguientes herramientas las cuales son:



En las Eco-tecnologías tenemos principalmente las siguientes herramientas:

- A. *Calentador de agua por energía solar*: El calentador solar, es la tecnología para la conversión de la energía solar a calor. Se compone de unos colectores de energía solar; generalmente dos, unidos a un tanque de almacenaje. Dentro del colector, las planchas colectoras y la tubería se pinta de negro para poder absorber los rayos del sol. Mientras el agua no se extraiga, ésta circula entre los colectores y el tanque, ya sea por acción de una bomba o por el proceso natural de termosifón. Termosifón es el proceso por el cual la radiación solar calienta el agua y la vuelve más liviana, lo que produce que ésta comience a circular. Los tanques tienen una capa aisladora que mantiene caliente al agua. Existen unidades de 62 hasta 120 galones, aunque el más común es el de 82 galones, que es el recomendado para una familia compuesta por cuatro personas².
- B. *Producción de alimentos*: El procesamiento de los productos agropecuarios debe impulsarse como una forma de conservar los excedentes de producción (vegetales, frutas, carnes, leche) o como una forma de agregar valor y mejorar el ingreso de las familias del campo. Los procesos de transformación pueden variar en función del producto disponible o del potencial de venta. No se requiere de gran inversión ni de técnicas sofisticadas; en un pequeño espacio de la casa (cocina) se puede realizar todo el proceso³.
- C. *Sistemas de captación y almacenamiento de agua*: minimizar el consumo de agua, derivándose su aplicación en diversos dispositivos en los muebles sanitarios, cocina y riego. Dentro de los cuales se pueden encontrar los sistemas recolectores de agua pluvial, agua gris y sistemas de tratamiento de aguas negras⁴.
- D. *Producción de gas*: los biodigestores; estos componentes del sistema permiten disminuir la carga de contaminantes, mejorar la capacidad fertilizante del material, eliminar los malos olores y generar un gas combustible llamado biogas, el cual tiene diversos usos. El biogas se puede utilizar en estufas simples, lámparas o calefactores y aún como combustible para motores³.
- E. *Sistemas para purificar el agua*: Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines. Los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, se extraen por métodos de criba y sedimentación que eliminan los materiales suspendidos. Otro método es el tratamiento con ciertos compuestos, como el carbón activado, que eliminan los sabores y olores desagradables. También se puede purificar el agua por filtración, o por cloración o irradiación que matan los microorganismos infecciosos⁵.
- F. *Celdas fotovoltaicas*: Fotovoltaica es la conversión directa de luz en electricidad a nivel atómico. Algunos materiales presentan una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico que hace que absorban fotones de luz y emitan electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad⁶.
- G. *Pipas de luz*: Consta de una cúpula transparente que capta la luz diurna y un tubo con interior reflectante que la transporta hasta el lugar deseado de la casa⁷.

1. Washington State Department of Ecology. En 2003, invitó a Dana Howard Botka, dio una descripción del departamento del trabajo y del proyecto de las industrias (L&I). El equipo de la gerencia mayor tomó la decisión para hacer un proyecto experimental de la ecología.

2. Administración de asuntos de energía.

3. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, pesca y alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural.

4. Revista "La Era Ecológica" # 4 - 2005.

5. Enciclopedia temática Océano.

6. Tomado de Ciencia NASA.

7. Referencia de la revista Integral. "Electricidad e iluminación".

Los Sistemas de captación y almacenamiento de agua; ya que el agua es un recurso natural sumamente indispensable para el ser humano, pero sobre todo es de suma importancia para elaborar las diversas actividades que desempeña cotidianamente.

La investigación está basada en la Sustentabilidad como un factor indispensable, en este caso se enfocará en la vivienda de la Ciudad de México, ¿Por qué decir que es indispensable la Sustentabilidad en la vivienda dentro del sector agua?; en el campo de la Arquitectura estamos dejando de lado el interés que debemos tomarle en la parte ambiental de nuestro planeta, ya que hoy en día estamos viviendo un problema ecológico en el cual se debe tener conciencia del deterioro ambiental⁸ y del cambio global en el mundo, puesto que todos estamos involucrados, refiriéndome que en nuestra profesión como arquitectos no tomamos en cuenta este problema y por ende nos consideramos desacreditados para poder intervenir en el campo ecológico, lo cual es absolutamente cuestionable, puesto que tenemos la obligación de implementar tecnologías para la ayuda del gasto mínimo y ahorro de los recursos naturales; en donde debemos ayudar como arquitectos a incorporar las tecnologías de la Sustentabilidad, logrando de esta manera una reducción en la contaminación y del calentamiento global en el mundo; además es un tema que en México pocos saben de ellos, por ello es necesario y fundamental abordarlos y llevarlos a la práctica utilizando los recursos naturales disponibles y lograr de igual manera una cultura de ahorro y cuidado dentro de la población. Así pues, abordaremos el tema del manejo integral del agua, la cual será enfocada en la vivienda de la Ciudad de México. 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 sólo la actual, sino también la ya construida. Con el fin por supuesto de que la Ciudad salga beneficiada, primordialmente, de la misma manera la ciudadanía, las generaciones futuras y en fin el ecosistema no salga afectado y vivamos con una salud ambiental básica.

Se tiene la hipótesis de "Aplicando e integrando en la vivienda de la Ciudad de México dentro del sector agua, con el análisis de las tecnologías, es necesaria la separación de tres tuberías de agua, que serán una para la pluvial, gris y residual; se obtendrá una normativa para su diligencia en el manejo integral del agua. Logrando de esta manera proyectos sustentables dentro de la vivienda de la Ciudad de México y así resulte beneficioso, considerando que habrá un ahorro del agua en la vivienda, una cultura general y sobre todo tener un gasto económico mínimo en el consumo del agua que es indispensable en nuestra vida diaria; puesto que el agua pluvial es un recurso natural gratuito y la reutilización del agua gris y residual no generan ingresos"

La Sustentabilidad en el sector del agua dentro de la vivienda para la investigación va dirigida especialmente a los profesionistas en Arquitectura; quienes por medio de sus conocimientos darán la divulgación a la población en general aplicando el manejo integral del agua; por medio de una Normativa para la elaboración de proyectos en el sector vivienda.

La propuesta pretende dotar a la urbanización de toda una red de depósitos y canales biorremediantes⁹, conectados entre sí. Atendiendo a su ubicación podemos distinguir dos tipos de depósitos:

- a) Depósitos dentro de las viviendas y
- b) Depósitos en zonas públicas, calles, parques y jardines.

Los depósitos podrán ser:

- 1) 100% permeables, destinados a acumular e infiltrar agua en el terreno.
- 2) semi-permeables (según necesidad).
- 3) impermeables.

8. MORAN, Dante & LOMNITZ, Cinna. Las ciencias de la tierra: una nueva visión de nuestro planeta. Ed. UNAM, CIICH. 1999.

9. Ver Glosario.

Los Depósitos de retención en las viviendas, su misión es almacenar tanto el agua pluvial recogida por los tejados y cubiertas de los edificios como las aguas grises de lavabos, duchas y bañeras. En las comunidades que cuenten con piscinas privadas, el agua de las duchas de las piscinas será conducida a los depósitos. Estarán preferiblemente ubicados bajo las zonas jardinadas con objeto de captar el agua pluvial caída sobre ellos y servir de sistema de riego pasivo. Se le nombrará depósitos de retención a depósitos impermeabilizados en su base y laterales, y permeables en su parte superior, con objeto de posibilitar la captación del agua pluvial o riego por infiltración. Dadas las especiales características de los depósitos (depósitos modulares), su adaptación al espacio disponible dentro del terreno no debe representar problema alguno. El dimensionamiento de los depósitos en el interior de los terrenos dependerá del número de habitantes previstos en la comunidad y de los usos que se pretenda dar al agua captada (aproximadamente un 0,5 m³/vivienda).

Los depósitos estarán dotados de conductos de rebose con objeto de que el excedente de agua sea trasvasado hasta la red de depósitos en las zonas públicas. Irán provistos de bombas con objeto de utilizar el agua para riego de las zonas jardinadas y bombear el agua al depósito de cubierta de los edificios.

En los edificios con cubiertas planas sería altamente aconsejable, por razones energéticas y medioambientales (atmosféricas y calidad del agua recogida), dotarlos de cubiertas ecológicas, es decir de cubiertas jardinadas. El agua necesaria para su mantenimiento sería la misma que la utilizada para las cisternas y lavadoras.

Objetivos:

General: Al aplicar la Sustentabilidad como indispensable en la vivienda dentro del sector agua, nos beneficiará retroactivamente entre la población, pero además solventará el recurso del agua que nosotros como usuarios necesitamos cotidianamente; al aplicar la Sustentabilidad como visión aplicada de los arquitectos en el diseño de sus proyectos de vivienda; mediante una Normativa, se logrará su perseverancia en la práctica y difusión en la población. Llevándonos a que por medio del adecuado manejo integral del agua se obtenga un ahorro en el consumo del mismo, que es tan indispensable en nuestra vida cotidiana.

Particulares:

- ◆ Obtener mediante el análisis de los proyectos arquitectónicos una normativa con resultados prósperos, para la aplicación del manejo integral del agua en la vivienda de la Ciudad de México.
- ◆ Demostrar un beneficio común en lo social, económico y cultural.
- ◆ Favorecer nacionalmente por medio de la vivienda en el ahorro del consumo de agua, a las futuras generaciones y lo más importante seguir con esta influencia.
- ◆ Incorporación del manejo integral del agua en los proyectos de arquitectura.

CAPITULO 1. SUSTENTABILIDAD

1.1 Enfoque de la ONU, sobre Sustentabilidad del desarrollo y los asentamientos humanos

La Organización de las Naciones Unidas (ONU)¹⁰ impulsa el programa Aprovechamiento de la lluvia en el país, mediante el cual pretende utilizarla como agua potable, a través del proyecto internacional "*Aprovechamiento del agua de lluvia en cuencas urbanas*"¹¹, además es apoyado de igual manera por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

En la Reunión Preparatoria Intergubernamental realizada del 26 de febrero al 2 de marzo de 2007 en Nueva York antes del comienzo del 15° período de sesiones de la Comisión de Desarrollo Sustentable (CSD)¹². Este convenio de Naciones Unidas habla del clima, siendo el marco multilateral central para tratar todos los aspectos del cambio del clima; se enfocan sobre desafíos y la manera de identificarlos, durante la sesión de la revisión en 2006, toman medidas prácticas y opciones de apresurar la puesta en práctica sobre los temas a discutir. Debido a las concentraciones atmosféricas de los gases antropogénicos dominantes del invernadero (es decir, el bióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y el ozono troposférico (O₃)) alcanzaron sus niveles registrados más altos de los años 90, sobre todo debido a la combustión de combustibles fósiles, agricultura, y utilización del suelo cambia.

El Panel Intergubernamental en el Cambio del Clima (IPCC)¹³, en su tercer informe del gravamen¹⁴, que hay la nueva y fuerte evidencia que la mayor parte del calentamiento observado durante los 50 años pasados es atribuible a las actividades humanas. Mientras en la Agenda 21¹⁵, que trata del cambio de clima bajo su capítulo 9 (protección de la atmósfera), reconoce que las actividades que se pueden emprender en la búsqueda de los objetivos definidos coordinando con el desarrollo social y económico de una manera integrada con objeto de evitar impactos adversos en el último, tomando en cuenta completa las necesidades legítimas de la prioridad de los

países en vías de desarrollo del logro del desarrollo económico sostenido y de la extirpación de la pobreza. Tanto la Agenda 21 y el Plan de Johannesburg de la Puesta en Práctica (JPOI)¹⁶ afirman que la Convención de Naciones Unidas sobre el Cambio del Clima (UNFCCC)¹⁷ es el instrumento dominante para tratar el cambio del clima.

10. Organización de las Naciones Unidas (ONU). En 1987 por primera vez. La Comisión Mundial del Medio Ambiente de la ONU, hablo de Desarrollo Sustentable, creada en 1983. Sin embargo, el tema del medio ambiente tiene antecedentes más lejanos. Las Naciones Unidas han sido pioneras al tratar el tema, enfocándose inicialmente en el estudio y la utilización de los recursos naturales y en la lucha porque los países - en especial aquellos en desarrollo- ejercieran control de sus propios recursos naturales. A partir de los sesenta se empezaron a concertar acuerdos y diversos instrumentos jurídicos para evitar la contaminación marina y en los setenta se redoblaron esfuerzos para ampliar la lucha contra la contaminación en otros ámbitos. Asimismo, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de Estocolmo, 1972 se incorporó a los temas de trabajo de la comunidad internacional la relación entre el desarrollo económico y la degradación ambiental, además de ser creado el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) que es el principal organismo en materia de medio ambiente. Desde 1973 se han creado nuevos mecanismos y se han buscado medidas concretas y nuevos conocimientos para solucionar los problemas ambientales mundiales. Para la ONU la cuestión del medio ambiente es parte integrante del desarrollo económico y social y no se podrán lograr estos sin la preservación del medio ambiente. Gracias las conferencias de la ONU sobre temas ambientales y al trabajo del PNUMA se han estudiado temas ambientales de gran importancia tales como: Desertificación, Desarrollo sostenible y los bosques, Protección de la capa de ozono, Cambio climático y el calentamiento de la atmósfera, Agua, energía y recursos naturales, Biodiversidad y la pesca excesiva, Desarrollo Sustentable de los pequeños Estados Insulares (islas), Medio marino, Seguridad nuclear y el medio ambiente, Poblaciones de peces altamente migratorias y transzonales.

11. Referencia en el artículo Crónica, febrero 2007.

12. Por sus siglas en inglés CDS. Commission on Sustainable Development. Comisión de Desarrollo Sustentable.

La vigencia del Protocolo de Kyoto¹⁸ ha renovado el optimismo para la eficacia de un acercamiento multilateral para abordar el cambio del clima; donde hay un factor importante que es la pobreza en países en vías de desarrollo especialmente lo menos posible - los países desarrollados y los estados que se convierten de la isla pequeña. Además, las trayectorias del desarrollo y la producción y los patrones de consumo tienen varios impactos en el sistema del clima.

El cambio del clima se está considerando cada vez más en el contexto más amplio del desarrollo sustentable, por ejemplo con la integración de las políticas del clima en el planeamiento del desarrollo nacional y estrategias sustentables nacionales del desarrollo. La CDS¹², en su programa del Multi-año del trabajo, puso el tema del cambio del clima junto con las ediciones tales como energía, la contaminación atmosférica de la atmósfera y el desarrollo industrial en la agenda de CDS-14/15¹⁹.

El Secretario General de Naciones Unidas urgió en abril del 2007 a los gobiernos a tomar acciones -sin más demora- para evitar los efectos del cambio climático. Tras conocer los resultados del segundo informe del IPCC¹³ reunido para discutir este tema, Ban Ki-moon²⁰ muestra una consternación ya que cada vez se perciben más fenómenos climáticos extremos y éstos se intensificarán en el futuro; el titular de la ONU muestra que "con medidas adecuadas y a gran escala se pueden atenuar algunas de las peores consecuencias destacadas por el informe". Así, Ban²⁰ espera que los Estados parte de la UNFCCC¹⁷ trabajen de manera decidida para reemplazar el actual marco de protección medioambiental en el año 2012. Proclamaron que habrá decisiones de política sobre medidas y opciones prácticas de apresurar la puesta en práctica en el racimo de ediciones, que también incluye energía, la contaminación atmosférica y el cambio del clima. La protección de la atmósfera es un esfuerzo amplio y multidimensional que implica varios sectores de actividad económica. Muchas de las ediciones discutidas en el capítulo 9 de la Agenda 21¹⁵, en la

"protección de la atmósfera," también se tratan en los acuerdos internacionales tales como la convención 1985 de Viena para la protección de la capa de ozono, el Protocolo 1987 de Montreal en cuanto a lo esencial que agotan la capa de ozono según la enmienda prevista, el convenio de base de 1992 Naciones Unidas sobre el cambio del clima y el otro internacional, incluyendo regional, los instrumentos.

En las notas de la Agenda 21¹⁵, sin embargo, las actividades que se pueden emprender en la búsqueda de los objetivos de este capítulo se deben coordinar con el desarrollo social y económico de una manera integrada con objeto de evitar impactos adversos en el último, tomando en cuenta completa las necesidades legítimas de la prioridad de los países en vías de desarrollo del logro del desarrollo económico sostenido y de la extirpación de la pobreza.

13. Por sus siglas en inglés IPCC. Intergovernmental Panel for Climate Change. Panel Intergubernamental en el Cambio del Clima. Fue establecido en 1988 por dos organizaciones de Naciones Unidas, la Organización Meteorológica de Mundo (WMO) y el Programa del Ambiente de Naciones Unidas (UNEP) para determinar el riesgo del cambio humano inducido del clima.
14. Ver Glosario.
15. Se inició el 22 de diciembre de 1989 con la aprobación en la asamblea extraordinaria de las Naciones Unidas en Nueva York de una conferencia sobre el medio ambiente y el desarrollo como fuera recomendada por el informe Brundtland y con la elaboración de borradores del programa -que como todos los acordados por los estados miembros de la ONU- sufrieron un complejo proceso de revisión, consulta y negociación que culminó con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo mejor conocida como Cumbre de Río o Cumbre de la Tierra, llevada a cabo del 3 al 14 de junio de 1992 en Río de Janeiro, en donde representantes de 179 gobiernos acordaron adoptar el programa. México está en el programa, una notable ausente es Estados Unidos.
16. Por sus siglas en inglés JPOI Johannesburg Plan of Implementation. Plan de Implementación de Johannesburgo. Es un marco para la acción, para implementar los compromisos hechos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, e incluye numerosos nuevos compromisos e indica que los grandes problemas que debemos resolver son, entre otros, la erradicación de la pobreza, la modificación de pautas insostenibles de producción y consumo, y la protección y ordenamiento de la base de los recursos naturales para el desarrollo social y económico.

La atención particular se da a cuatro áreas del programa que son:

- 1) Se están mejorando la base científica para tratar incertidumbres;
- 2) Se está previniendo el agotamiento estratosférico del ozono;
- 3) La contaminación atmosférica transfronteriza de la atenuación; y

- 4) Se está promoviendo el desarrollo sustentable con particular referencia a: el desarrollo, a la eficacia y a la consumición de la energía; al transporte; al desarrollo industrial; y al desarrollo de recurso y utilización del suelo terrestre y marina.

1.2 Planeación y Sustentabilidad.

Durante el proceso de desarrollo de la sociedad se han presentado momentos críticos que han puesto en riesgo la permanencia de diversos grupos humanos; sin embargo, las consecuencias del estilo de vida derivado de la revolución industrial, la han llevado a un momento histórico sin precedente, que está poniendo en riesgo la permanencia de los seres vivos. Una propuesta para solucionar la problemática ambiental es la del Desarrollo Sustentable.

Los principios fundamentales del Desarrollo Sustentable son la *equidad social* y el *beneficio económico*, para mejorar la calidad de vida, a partir del uso adecuado de los recursos que permita mantener el equilibrio ecológico. Para lograrlo es indispensable reconsiderar el esquema de valores y principios éticos que rigen a la sociedad actual y, en consecuencia, redefinir el modelo o estilo de desarrollo que ha propiciado el despilfarro, la degradación y el consumismo que caracteriza a la "cultura occidental", y proponer otro, basado en una ética ambiental que revalore a la naturaleza y al hombre mismo; el respeto a ambos es fundamental en este nuevo modelo.

El objetivo principal del Desarrollo Sustentable es mejorar las condiciones de vida de los grupos marginados y de la población en general, a través de objetivos particulares que se deben alcanzar.

El Desarrollo Sustentable es una propuesta de desarrollo aceptada por prácticamente todos los gobiernos y sectores sociales. Se propone como un aspecto conceptual fundamental, concebir al ambiente como un SISTEMA COMPLEJO integrado por la naturaleza y la sociedad,

en constante interacción e interdependencia. En este sentido, no puede aspirarse a lograr el desarrollo sustentable si continuamos trabajando aisladamente.

17. Por sus siglas en inglés UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change. Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC or FCCC) is an international environmental treaty produced at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), informally known as the Earth Summit, held in Rio de Janeiro in 1992. The treaty is aimed at reducing emissions of greenhouse gas in order to combat global warming. Es un tratado ambiental internacional producido en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Ambiente y el Desarrollo (por sus siglas en inglés UNCED), conocido como la Cumbre de la Tierra, sostenida en Río de Janeiro en 1992. El tratado va dirigido a la reducción de emisiones del gas invernadero para combatir el calentamiento global.
18. El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios pactaron reducir en un 5% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004. El objetivo principal es disminuir el cambio climático de origen antropogénico cuya base es el efecto invernadero. Según las cifras de la ONU, se prevé que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1,4 y 5,8°C de aquí a 2100, a pesar que los inviernos son más fríos y violentos. Esto se conoce como Calentamiento global. «Estos cambios repercutirán gravemente en el ecosistema y en nuestras economías», señala la Comisión Europea sobre Kioto.
19. Programa de trabajo. Evaluación de la calidad del aire, especificaciones sobre los valores límite de cada compuesto.
20. Secretario General de las Naciones Unidas, 2007.

La realidad es una y la problemática ambiental tiene que ver con procesos naturales, políticos, sociales y culturales, de manera que es indispensable reconsiderar el enfoque interdisciplinario o transdisciplinario que debe guiar la planeación global (integral).

Por ello, se debe reconocer que la problemática ambiental incorpora tanto los desequilibrios ecológicos de los ecosistemas, la desaparición de especies de plantas y animales, la contaminación del aire y **el agua**; así como problemas socioeconómicos, tales como el estrés de los ciudadanos, la marginación, la pobreza y el deterioro en la calidad de vida de la población.

La problemática ambiental es muy compleja y por lo que, no bastan políticas y acciones parciales, sino que debe explorarse una estrategia global la cual permita actuar localmente, sin olvidar que los problemas afectan a todo el planeta y que deben plantearse, en algunos casos, como medidas emergentes. Por ello el instrumento idóneo para alcanzar los objetivos del **Desarrollo Sustentable es la Planeación Ambiental**.

El ámbito geográfico de la Planeación es la región; ya que sólo dentro de ella se pueden evaluar los problemas derivados de las actividades y asentamientos humanos. Igualmente, posibilita evaluar opciones potenciales que ofrece el territorio, brindando nuevas modalidades de desarrollo con base en el uso equilibrado y sustentable, así como de un aprovechamiento y administración de los recursos naturales bajo una práctica integral y flexible acorde a la dinámica de la vida de la sociedad.

Tomando en cuenta que la planeación del desarrollo tiene las siguientes características:

- a. Considera a toda la realidad, incorpora aspectos naturales, sociales, económicos y políticos de manera integral, no sectorial.
- b. Toma en cuenta la realidad nacional, en un contexto de procesos

internacionales, pero enfatizando las condiciones locales.

- c. Considera el largo plazo además del corto y mediano plazo.
- d. Promueve la participación social.
- e. Selecciona la tecnología apropiada en función de las características ambientales, sociales y culturales de cada lugar.
- f. Se trata de un instrumento para la ordenación flexible y la maximización de la eficiencia del proceso de toma de decisiones²¹.

Por lo que podemos concluir que en el ámbito sustentable debemos tomar en cuenta los aspectos de una manera global y no parcial.

21. M. en P.I. DEL CARMEN, Rocío. Universidad Autónoma del Edo. de México

1.3 La economía en la ciudad y el factor de lo sustentable.

La preservación de la calidad de los recursos es también un asunto crítico no sólo porque la contaminación deteriora la salud humana, sino también porque se ven afectados los insumos de muchas ramas económicas y los costos de operación, como aquellos en los que se incurre al tener que tratar el agua para uso industrial o agropecuario. Es esencial reconocer a los recursos naturales y a los servicios ambientales como un capital natural cuya protección y mejoría resulta esencial para el futuro desarrollo, siendo la conservación de los ecosistemas una manera de proteger dicho capital natural, independientemente del valor intrínseco que tienen las especies y su entorno natural.

Hoy en día, existe una mayor conciencia sobre la importancia de los servicios ambientales que prestan los recursos naturales en tanto que son recursos que contribuyen a prevenir *la erosión del suelo, reducir los azolves, favorecer la filtración del agua y la recarga de acuíferos, conservar la biodiversidad y el mantenimiento de la función ecosistémica para la prevención de riesgos y catástrofes naturales*, entre otros.

Sin embargo, el uso inadecuado de los recursos y bienes ambientales ha hecho perder oportunidades productivas y económicas relevantes y las alteraciones ambientales acumuladas están generando ampliados daños y riesgos para la población, la infraestructura y los activos productivos.

En general, el suelo y los recursos naturales no se valoran plenamente como activos en el sentido económico; mucho menos es tomada en cuenta la necesidad de compensar las acciones que se realizan y que preservan los servicios ambientales debido a un uso adecuado de los recursos.

En México, la magnitud del agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente ha sido creciente. La valoración que de ello se ha hecho recientemente a través del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México

(SCEEM)²², el impacto ambiental representó en promedio el 10.5% del Producto Interno Bruto (PIB)²³ a precios corrientes en el periodo mencionado. Durante 2002, los costos por agotamiento y degradación alcanzaron un monto de 623,075 millones de pesos, lo que constituye el 10.0% del PIB. Sobresalen los costos generados por la contaminación del aire, los relacionados con la reducción de las reservas petroleras y los de la contaminación del agua por descargas residuales.

Si bien no se ha podido ir al ritmo de las tendencias internacionales, lo que se ha hecho no es despreciable y actualmente se cuenta con avances tangibles y muy promisorios. En esta línea, a continuación expongo algunas reflexiones sobre las ventajas de la gestión ambiental que revelan algunas potencialidades de la vinculación entre medio ambiente y desarrollo económico, sobre todo en términos de inversión, desarrollo tecnológico y competitividad; de desarrollo regional y, por último, en cuanto a la reducción de costos de transacción.

La rectificación económica que la realidad impone ha hecho impostergable la internalización de las externalidades ambientales, lo cual ha sido básicamente a través de dos vertientes:

- a. intervención gubernamental y regulación
- b. respuestas de la industria a través de la autorregulación

22. Por sus siglas SCEEM Sistemas de Cuentas Económicas y Ecológicas de México. Permite conocer la repercusión que tiene el quehacer económico sobre los recursos naturales y el medio ambiente con relación al Producto Interno Bruto. Con ello, se enriquece la base informativa sobre la que se sustenta el conocimiento del desarrollo económico y ambiental del país.

23. Por sus siglas PIB Producto Interno Bruto. Valor monetario total de la producción corriente de bienes y servicios de un país durante un periodo.

En materia de regulación, la tendencia ha sido desarrollar normas y modificar procesos de regulación específica para imponer, preferentemente, soluciones estructurales que impliquen cambios de tecnología de los procesos de producción antes que equipo de control. Esto se ha traducido en inversión productiva más que en costos defensivos que afecten a las empresas.

1.4 Visión de México en la Sustentabilidad del Agua

La Gerencia Regional²⁴ se compromete en su misión a lograr la sustentabilidad del recurso, para lograrlo se deberá realizar la planeación de su aprovechamiento, con la participación de gobiernos locales y usuarios. La visión de la Gerencia²⁴ considera el poder contar con personal de excelencia, lo cual implica un personal multidisciplinario, técnicamente preparado y con información adecuada para el cumplimiento de sus funciones.

El Programa Hidráulico Regional 2002–2006, reconoció dos escenarios: tendencial y sustentable. El conjunto de proyectos propuestos en su elaboración, resultaron en un total de un orden de 1 200 acciones, a cargo de más de 10 organismos que representan a las dependencias estatales, así como la Gravamex y SC²⁵ y gerencias estatales²⁶. El propósito fundamental de las acciones propuestas en su generalidad se orientó a procurar la gestión de soluciones, para frenar la creciente problemática hídrica de la región.

Los proyectos estratégicos en la Región XIII²⁷ (Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala), están dirigidos a avanzar en la recuperación del equilibrio entre la oferta y la demanda, así como en la restauración de la calidad del agua, a continuación se describen los principales proyectos: Para el incremento de la oferta de agua potable en zonas urbanas, destacan:

- ◆ Los avances en el Macrocircuito de distribución de agua en el Estado de México.
- ◆ La recuperación de fugas en redes mediante el control de presiones en el Distrito Federal.

La fijación de estándares mínimos de salvaguarda para proteger los recursos naturales y el medio ambiente, en especial agua, aire y suelo, da la opción a que las industrias seleccionen la tecnología óptima para alcanzar el desempeño ambiental deseado, por encima de esas normas.

- ◆ Los programas de inversión en el medio rural, canalizados principalmente a través del Prossapys²⁸, mismos que intensificaron el ritmo de inversión para abatir la falta de servicio de agua potable.

Se reconoce sin embargo, una creciente necesidad de intensificar las acciones no estructurales para mejorar la capacidad de las dependencias responsables del agua, así como de los grupos de usuarios involucrados (CCVM²⁹, Cotas, organismos operadores, asociaciones de usuarios, entre otros).

24. La Gerencia Regional es una entidad desconcentrada normativa de la política hidráulica en la Región Noroeste, con personal altamente calificado y tecnología avanzada, para administrar y preservar el agua, con la participación de la sociedad en la planeación y en la operación del recurso.

25. Por sus siglas en español Gravamex y SC Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Opera y conserva el sistema Cutzamala y demás infraestructura de distribución de agua para el área metropolitana de la Ciudad de México.

26. Son las autoridades del estatales competentes.

27. La Comisión Nacional de agua está dividida en tres áreas que son: 1. oficinas centrales, 2. organismos de cuenca y 3. direcciones locales. En el área 2, son los responsables de administrar y preservar las aguas nacionales en cada una de las trece regiones hidrológico-administrativas en que se ha dividido el país. La Región XIII, pertenece a las Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala.

28. Por sus siglas en español Prossapys Programa Agua Potable y Saneamiento.

29. Por sus siglas en español CCVM Consejo de Cuenca del Valle de México. Organismo técnico administrativo dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, creado en 1972.

En lo referente a acciones relativas a promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico, así como para consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua, se tienen los máximos rezagos.

Entre los retos que se tienen que lograr para frenar el hasta ahora creciente deterioro de la situación hídrica en la Región XIII, destaca el *desarrollo de una conciencia relativa al valor del agua, tanto por parte de los ciudadanos y de aquellos que representan la autoridad*, por lo que para este fin, puede resumirse los siguientes puntos:

- ◆ Contribuir a la protección de la calidad del agua, sin verter contaminantes innecesariamente hacia los cuerpos de agua.
- ◆ Distinguir las zonas geográficas, según su vocación hidrológica: zonas inundables, cuerpos de agua efímeros, vasos de almacenamiento, zonas de recarga del acuífero, zonas deficitarias.
- ◆ Reconocer el carácter de los recursos necesarios para el suministro de agua: energía, mano de obra, infraestructura, personal administrativo, entre otros.
- ◆ Respetar el marco normativo y la Ley de Aguas Nacionales.
- ◆ *Reconocer que los Programas Hídricos que hasta ahora se proponen, constituyen proyectos de inversión, que representan un costo y un impacto menor a los del agotamiento del agua.*
- ◆ *Reconocer que el agua es un recurso que debe protegerse de manera integral, lo que significa que toda la sociedad, instituciones, dependencias y gobiernos, tienen un papel dentro de su cuidado.*
- ◆ *Reconocer la necesidad de imponer el cuidado del agua, como una opción óptima para la sustentabilidad y beneficio común de los habitantes.*

Para el período 2007–2030 se consideran dos escenarios alternativos:

- ◆ La imagen objetivo consiste en lograr una condición de equilibrio y
- ◆ El escenario tendencial refleja el mismo patrón de comportamiento de las variables “de control” de los últimos 10 años.

La demanda de agua para una condición objetivo, va a la baja, igualmente la sobreexplotación; en contraparte, para una condición inercial, ambos parámetros continúan en crecimiento; esto en términos de balance general hidrológico.

En ambos escenarios, se hace una abstracción del comportamiento esperado de las actividades socioeconómicas de la región y las políticas nacionales de ordenamiento del territorio, que establecen condiciones de frontera del sistema hidráulico; es decir, no se considera el impacto del manejo del agua sobre el comportamiento socioeconómico regional ni el efecto de este último sobre el sistema hidráulico, aún cuando sí se proponen algunas acciones en relación con políticas de ordenamiento.

La importación de agua desde cuencas externas, representa hasta ahora una alternativa única comprobada, que podría reducir el desequilibrio hídrico dentro de la región.

Las grandes obras se distinguen por varios aspectos controversiales:

- ◆ Por el momento, representan las únicas acciones que ofrecen la recuperación de un equilibrio hídrico y en la calidad del agua.
- ◆ Sus montos se cuantifican en miles de millones de pesos, de modo que cualquiera de éstas, representa una inversión que podría tener un gran efecto en caso de ejercerse en fines no estructurales u otras necesidades regionales.
- ◆ Presentan una complejidad financiera, técnica, social, legal y política que requiere una capacidad de gestión inalcanzada hasta ahora, más aún porque a diferencia de décadas anteriores, la descentralización y desconcentración administrativa de la nación, confiere

una responsabilidad estatal en las inversiones, por lo pronto restrictiva.

El reemplazo de la actual sobreexplotación, por fuentes sustentables, corresponde a alternativas del siguiente tipo:

- ◆ Importación de agua subterránea tratada desde el Valle de Tula
- ◆ Intensificación del aprovechamiento de agua superficial
- ◆ Modernización del Sistema Cutzamala
- ◆ Recuperación de fugas en redes
- ◆ Recarga artificial de acuíferos

Se deberá lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos que buscará:

- ◆ Modificar sustancialmente el enfoque de satisfacción de las necesidades de agua; que pase de un enfoque basado en el incremento de la oferta a través de obras hidráulicas de gran envergadura a uno que privilegie la reducción de la demanda y que propicie un uso más eficiente del agua, para recuperar pérdidas físicas en la ZMCM y reuso de volúmenes.
- ◆ Consolidar la administración integral de las aguas superficiales y subterráneas, en cantidad y calidad, en todos los usos y en su manejo unitario por cuencas hidrológicas.

Incorporar en la planeación, desarrollo y manejo de los recursos hidráulicos, los criterios necesarios para armonizar los objetivos nacionales de eficiencia y equidad en el uso del agua, mayor bienestar para la población y *preservación del medio ambiente*.

- ◆ Mejorar la regulación en el uso de las aguas nacionales, diseñar los esquemas apropiados según los cuales se permita un intercambio de los volúmenes hacia los sectores que realicen un uso más eficiente del agua, o en su caso a los sectores que de acuerdo con la prioridad nacional o local se encuentren en primera instancia en la prelación de uso.

- ◆ *Inducir a la sociedad en su conjunto a reconocer el valor económico del agua.*

CAPÍTULO 2. RECURSO HIDROLÓGICO

2.1 Ciclo Hidrológico

La Hidrología, según Dingman (1994), es "La ciencia que se enfoca al ciclo hidrológico global y a los procesos involucrados en la parte continental de dicho ciclo, es decir, es la geociencia que describe y predice: *Las variaciones espaciales y temporales del agua en las etapas terrestre, oceánica y atmosférica del sistema hídrico global y; El movimiento del agua sobre y debajo de la superficie terrestre, incluyendo los procesos químicos, físicos y biológicos que tienen lugar a lo largo de su trayectoria*" (Fig.01).



Fig. 01. Esquema del ciclo del agua. Fuente: Departamento del Agua. U.S.

El ciclo hidrológico está compuesto por diferentes variables, las cuales se relacionan entre sí por medio de los procesos hidrológicos. En general, se entiende por proceso a una serie de acciones que producen un cambio o desarrollo en un sistema y para el caso particular de la Hidrología, los procesos están asociados con aquellos fenómenos que intervienen tanto en el movimiento del agua como en los cambios que sufre ésta en sus características físicas, químicas y biológicas al desplazarse por diversos medios. Se puede representar como un sistema, es decir, como una estructura o volumen en el espacio, delimitada por una frontera, cuyos componentes internos interactúan entre sí o con otros sistemas adyacentes; los componentes del sistema serán las variables hidrológicas y los procesos que las relacionan entre sí³⁰; estos sistemas adyacentes serán aquellos que tienen

como límites comunes las capas altas de la atmósfera y los sistemas geológicos profundos. Al considerar una escala a nivel planeta, el ciclo hidrológico se denomina global.

Este sistema global se puede subdividir en tres: en un *subsistema atmosférico*, en un *subsistema de agua superficial* y en un *subsistema de agua subterránea*.

En cada subsistema se presentará una capacidad de retención de volúmenes de agua, en cualquiera de sus fases, durante un determinado intervalo de tiempo. La capacidad de retención en un medio también recibe el nombre de almacenamiento; el intervalo de tiempo que permanece un volumen en un almacenamiento recibe el nombre de tiempo de residencia. A continuación, definiremos estas tres subdivisiones del ciclo hidrológico.

Subsistema atmosférico: Este subsistema se alimenta de la evaporación (fenómeno que se origina por la incidencia de la energía proveniente del Sol y de la atmósfera alta), es decir, de los volúmenes de vapor de agua que llegan a la atmósfera desde la superficie del océano y/o desde la superficie del terreno; en este último caso, si existe una cubierta vegetal, entonces se presenta un efecto combinado que recibe el nombre de evapotranspiración³¹.

El vapor de agua podrá ser desplazado por los procesos de circulación atmosférica a otras regiones geográficas donde, si se presentan las condiciones adecuadas, abandonará el subsistema atmosférico al cambiar de fase a través de la precipitación, es decir, se transformará en lluvia, nieve, hielo, rocío, entre otros. Esta precipitación podrá tener lugar tanto en la superficie del océano como en el continente y en algunas situaciones, el agua precipitada no se incorporará a ningún proceso de los subsistemas de agua superficial y subterránea, regresando

30. Chow et al, 1988.

31. Ver Glosario

a la atmósfera; a esta variable se le da el nombre de intercepción o pérdidas, y queda ejemplificada por aquella porción de agua líquida atrapada en las copas de los árboles, techos de las casa.

Subsistema del agua superficial: Para este subsistema la precipitación se considera como una entrada. Una vez eliminada el agua interceptada, el volumen restante se transformará en escurrimiento sobre la superficie del terreno, el cual a su vez llegará al sistema de drenaje del área de captación para formar el escurrimiento superficial; parte de estos escurrimientos saldrán del subsistema como infiltración al subsistema subterráneo o bien como escurrimiento por medio de los sistemas de drenaje regionales que finalmente llegan al océano.

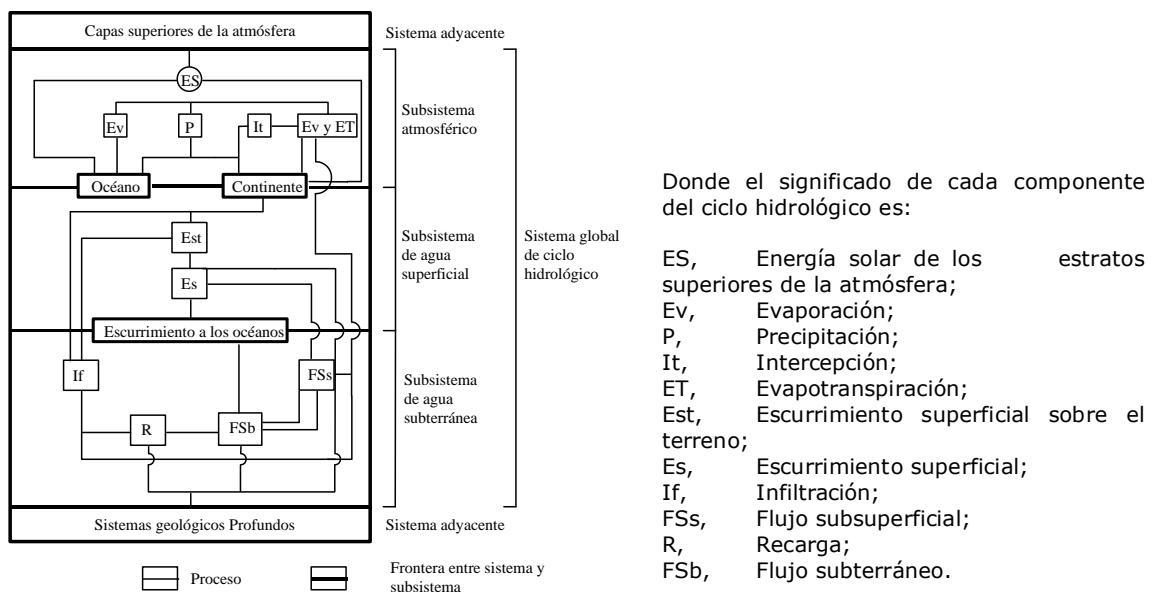
Subsistema del agua subterránea: La entrada a este subsistema proviene

básicamente de la infiltración. Parte del volumen infiltrado al subsuelo percola a mayor profundidad, llegando al almacenamiento del agua subterránea; la otra parte se almacena en la región intermedia entre la superficie del terreno y el almacenamiento de agua subterránea de mayor profundidad.

En las dos zonas mencionadas del subsuelo tiene lugar el desplazamiento del agua: en el primer caso, se trata del flujo subterráneo, y en el segundo caso se trata del flujo subsuperficial. El flujo subterráneo puede abarcar grandes extensiones y actuar como una salida del subsistema al océano o a otros sistemas regionales. Y el flujo subsuperficial es generalmente local y es un proceso importante entre diferentes variables dentro del subsistema; este flujo también se puede convertir en una salida del subsistema por medio de la evapotranspiración³¹.

En el *Esquema 1* se muestra la representación esquemática del sistema del ciclo hidrológico global. Se puede notar que el sistema tiene una relación estrecha con dos sistemas adyacentes:

- Con la parte superior de la atmósfera, a través de la energía que llega del Sol y los estratos superiores y;
- Con los sistemas geológicos profundos como aquellos que están asociados a sistemas geotérmicos que pueden interactuar con los componentes recarga, flujo subterráneo y flujo subsuperficial.



Esquema 1. Representación esquemática del sistema global del ciclo hidrológico.

Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del Agua"; Cuadro elaborado por Dr. Breña Puyol, Agustín.

Las estimaciones del balance hidrológico global anual tanto para el océano como para el continente, se presentan en la Tabla 1.

Componente	Unidades	Océano	Continente
Área	km ²	361 300 000	148 800 000
Precipitación			
- Volumen anual	km ³ /año	458 000	119 000
- Lámina anual	mm/año	1 270	800

Tabla 1. Volúmenes globales estimados de almacenamiento por componente del ciclo hidrológico. Fuente: Chow et al (1988).

Clasificación de disponibilidad del agua.

La metodología (DOF³², 2002) que permite estimar la disponibilidad en regiones administrativas se denomina "Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", comprende dos etapas sucesivas. En la primera etapa, con el apoyo de series de valores medios anuales de las variables hidrológicas que intervienen en la metodología se procede a determinar la disponibilidad media anual de agua superficial y subterránea en las regiones administrativas. Después, al dividir los valores obtenidos en la etapa anterior entre el número de habitantes de una región administrativa, se define la disponibilidad natural media per-cápita³³, magnitud que permite establecer el nivel de disponibilidad. Para delimitar el grado de disponibilidad del agua se puede seleccionar alguno de los criterios que se han desarrollado por diversas instituciones encargadas del estudio de los recursos hídricos.

En general, se puede mencionar varios autores, a partir de la disponibilidad natural media per-cápita³³, han estructurado criterios que permiten medir el grado de disponibilidad o escasez del recurso agua en una cuenca o región hidrológica³⁴. Dentro de los que destacan son los desarrollados por **Falkenmark**³⁵ (1993) y **Shiklomanov y Rodda**³⁶ (2003), ellos han determinado varios niveles diferentes de disponibilidad y escasez del agua, los cuales son por la función de la variación de los valores de la disponibilidad natural media per-cápita³³ que se han obtenido para una zona de estudio. Ambos criterios permiten

determinar si en una región o cuenca hidrológica se presenta un nivel de escasez extrema, escasez crítica, o bien niveles de disponibilidad baja, media o alta.

32. Por sus siglas al español DOR, Diario Oficial de la Federación.

33. Ver Glosario.

34. Ver Glosario.

35. Malin Falkenmark comenzó su carrera como hidrólogo en la rama del hielo del instituto meteorológico e hidrológico sueco en 1953. Ella estudió la hidrología en el instituto real de la tecnología, Estocolmo, y en la universidad de Uppsala, escalando dentro del instituto para ser director departamental en 1971. En 1978, fue secretaria científica en el consejo de investigación natural de la ciencia en Estocolmo y en 1986, el consejo le concedió ser profesor de la hidrología aplicada e internacional. Durante su trabajo para el instituto y el consejo, sirvió en un número de comités nacionales conectados sobre todo con los usos de la ciencia del agua y del ambiente, pero algo trató a la propagación más amplia del conocimiento del agua y de sus problemas. El diario "Ambio" y la conferencia del agua de Estocolmo son dos ejemplos de tales actividades que han beneficiado de su implicación. También ha contribuido a las actividades y los programas de agua dulce de un número de otros cuerpos internacionales tales como la unión internacional para la conservación de la naturaleza y los recursos naturales, el banco mundial, la organización de alimento y de agricultura, la Comunidad Europea y la asociación internacional de los recursos de agua. Fue ponente para la conferencia del agua de la O.N.U en marcha del Plata en 1977 y preparó en común uno de los papeles que fijaron la escena para la conferencia internacional sobre el agua y el ambiente llevado a cabo en Dublín en 1992 como parte de las preparaciones para la conferencia de Naciones Unidas sobre el ambiente y el desarrollo en Río de Janeiro. Es consejero científico a la facilidad global del ambiente y a la sociedad global del agua. Estuvo implicada en la preparación del gravamen comprensivo de los recursos de agua dulce del mundo que fue presentado a los Naciones Unidas en 1997. Fuente: Servicio Meteorológico Mundial, 2007.

En la Tabla 2, esta la clasificación del grado de disponibilidad de Falkenmark (1993) y en la Tabla 3 la de Shiklomanov y Rodda (2003) en función de los valores de la disponibilidad natural media per-cápita.

Grado de disponibilidad	Disponibilidad natural media per-cápita, m ³ /hab/año
Escasez extrema	D < 1,000
Escasez crítica	1,000 < D < 1,700
Disponibilidad baja	1,700 < D < 5,000
Disponibilidad media	5,000 < D < 10,000
Disponibilidad alta	D > 10,000

Tabla 2. Clasificación del grado de disponibilidad del recurso agua por Falkenmark (1993)
Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del Agua"; Proporcionados por Dr. Breña Puyol, Agustín.

Grado de disponibilidad del recurso agua	Disponibilidad natural media per-cápita, m ³ /hab/año
Disponibilidad extremadamente baja	D < 1,000
Disponibilidad muy baja	1,000 < D < 2,000
Disponibilidad baja	2,000 < D < 5,000
Disponibilidad media	5,000 < D < 10,000
Disponibilidad alta	10,000 < D < 20,000
Disponibilidad muy alta	D > 20,000

Tabla 3. Clasificación del grado de disponibilidad del recurso agua por Shiklomanov y Rodda (2003)
Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del Agua"; Proporcionados por Dr. Breña Puyol, Agustín.

2.2 Recurso Hidrológico en México.

En México tenemos una disponibilidad de 4,094 m³ por habitante, encontrándose en el grupo de los países con disponibilidad baja (Tabla 4). En comparativa a nivel mundial en la Tabla 5 se indica el nombre del país y su continente de ubicación, el lugar que ocupo a nivel mundial, la superficie total y la población total, urbana y rural. En este análisis es importante señalar que la selección de los países se realizó en forma aleatoria de manera que estuvieran representados los diferentes grados de disponibilidad. Mientras en la Tabla 6 se señala el nombre del país, la magnitud de la lluvia media anual, el volumen medio anual llovido, la disponibilidad natural media per-cápita, el porcentaje de disponibilidad respecto al total mundial y el grado de disponibilidad de los 10 países seleccionados para realizar la comparación del grado de disponibilidad o escasez.

Las variables que afectan con mayor relevancia que intervienen en la estimación de disponibilidad natural media por habitante de agua en un año son: el volumen de precipitación que ocurre sobre el área de la cuenca o región hidrológica: la magnitud de la evaporación; y la población que habita en su área de captación.

De no existir cambios climáticos significativos, lluvia y evaporación,

ocurren con las variaciones normales propias de su ocurrencia, mientras que la población es la que presenta un crecimiento de gran magnitud y en consecuencia la disponibilidad por habitante depende fundamentalmente del número de habitantes.

36. Profesor Igor A. Shiklomanov nació en la región de Tver, Rusia, el 28 de febrero de 1939, estudiada en el instituto de Leningrad Hydrometeorological, graduado en 1961 como un hidrólogo de la ingeniería y doctor en ciencias geográficas en recursos de la hidrología y de agua en el mismo instituto en 1977. Se hizo profesor de este instituto famoso en 1985 y del miembro correspondiente de la academia rusa de ciencias naturales en recursos de la hidrología y de agua en 1991. Ha sido el director del instituto desde 1981. Sus contribuciones recientes en el gravamen de agua dulce fueron conducidas bajo programa de IHP-IV en 1990-96 y produjeron otra vez informes sobre el "gravamen del impacto de la variabilidad y del cambio del clima en características hidrológicas" y "de los recursos de agua del mundo al principio del siglo XXI". Son los documentos científicos más importantes del hecho que sirven como las bases del planeamiento actual de la política del agua en las agencias de la O.N.U y muchos NGO incluyendo la visión del agua del mundo de WWC. La publicación final basada en esos informes es en prensa de la prensa de la universidad de Cambridge como libro "los recursos de agua del mundo al principio inglés del siglo XXI" corregido por Juan Rodda. Fuente: Servicio Metereológico Mundial.

Número	País	Continente	Población, millones de habitantes Año, 2000	Disponibilidad natural medio per-cápita, m ³ /hab/año
122	México	América	98, 872. 000	4, 624

Tabla 4. Disponibilidad natural media per-cápita, en m³/hab/año; México.

Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del Agua"; proporcionados por Dr. Breña Puyol, Agustín.

País	Continente	Lugar que ocupó a nivel mundial	Superficie total, km ²	Población Año 2000, millones		
				Total	Urbana	Rural
Brasil	Sudamérica	1	8, 547. 400	170. 407	138.506	31.901
China	Asia	5	9, 561. 000	1, 252. 952	388.159	864.793
Congo	África	10	2	50. 948	15.427	35.521
Egipto	África	90	1	67. 885	30.690	37.195
India	Asia	9	3	1, 008. 927	286.939	721.988
México	Norteamérica	26	1	98. 872	73.546	25.326
Rusia	Europa	2	17	145. 491	113.020	32.471
Sudáfrica	África	97	1	43. 309	21.806	21.503
España	Europa	64	505	39. 910	30.979	8.931
USA	Norteamérica	7	9	283. 231	218.678	64.553
Total			55,155,240	3,161.932	1,317.750	1,844.182

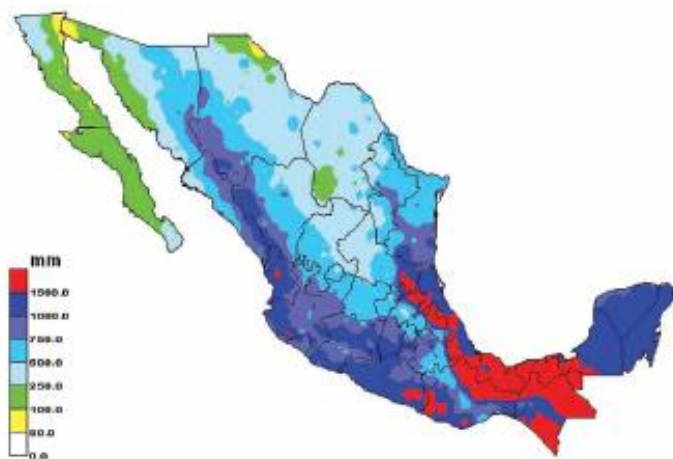
Tabla 5. País, continente, lugar a nivel mundial, superficie y población.

Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del Agua"; Datos proporcionados por Dr. Breña Puyol, Agustín.

País	Lluvia media anual, mm 1961-1990	Volumen medio anual llovido, km ³ /año	Disponibilidad natural media per-cápita, m ³ /hab/año	Disponibilidad respecto a total mundial, %	Grado de disponibilidad
Brasil	1,783	15,240	48,314	14.89	Disponibilidad alta
China	627	5,995	2,258	5.12	Disponibilidad baja
Congo	1,543	3,618	25,183	2.32	Disponibilidad alta
Egipto	51	51	859	0.11	Escasez extrema
India	1,083	3,560	1,880	3.43	Disponibilidad baja
México	752	1,488	4,624	0.83	Disponibilidad baja
Rusia	460	7,855	30,980	8.15	Disponibilidad baja
Sudáfrica	495	604	1,154	0.09	Escasez crítica
España	636	322	2,794	0.20	Disponibilidad baja
USA	736	7,087	7,407	3.75	Disponibilidad media
Total				38. 89	

Tabla 6. País, lluvia media anual, volumen medio anual llovido, disponibilidad natural media per-cápita, porcentaje de disponibilidad respecto al total mundial y grado de disponibilidad.

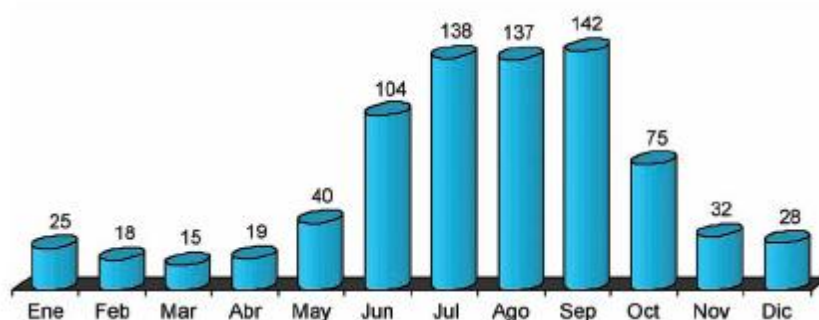
Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del Agua"; Datos proporcionados por Dr. Breña Puyol, Agustín.



La precipitación acumulada ocurrida en la República Mexicana durante el lapso 1° de enero al 31 de diciembre de 2005, alcanzó una lámina de 804.8 mm, 4% por arriba de la media histórica (773.5 mm) (Mapa 1).

Mapa 1. Distribución de la precipitación media mensual histórica de México. 2006.

Fuente: Unidad del Servicio Meteorológico Nacional. SGT. CNA.



Gráfica 1. Precipitación media mensual histórica (1941-2005) (mm).

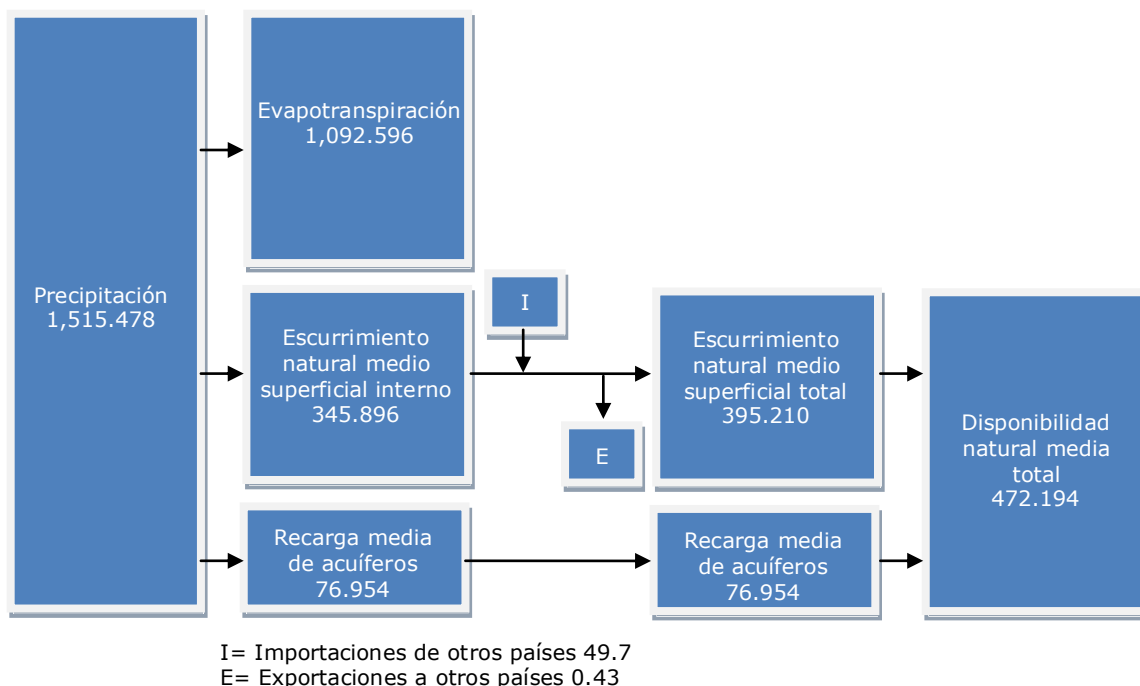
Fuente: Unidad del Servicio Meteorológico Nacional. SGT. CNA.

Región Hidrológico Administrativa	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
I	22.7	19.9	13.8	4.9	1.4	1.0	14.3	35.5	40.4	14.0	11.2	23.4	202.5
II	29.1	24.7	14.5	5.4	3.7	18.4	114.6	110.4	61.4	26.1	18.5	36.0	462.8
III	31.6	17.4	8.6	5.2	9.3	66.4	184.5	181.4	138.7	49.4	24.7	36.9	754.0
IV	13.0	5.7	7.1	17.0	53.2	181.6	192.8	182.9	194.2	80.2	20.1	8.6	959.3
V	12.9	8.0	8.2	17.1	70.9	241.0	238.9	236.3	279.2	123.6	30.8	11.7	1,279.6
VI	14.8	13.1	9.6	17.0	28.4	44.6	71.8	74.1	75.6	37.5	14.8	15.2	416.4
VII	12.2	7.4	5.4	10.4	21.4	54.9	77.2	76.1	72.5	32.7	11.4	12.7	394.3
VIII	17.0	8.2	5.7	4.9	14.5	143.3	190.0	178.4	168.0	91.1	15.6	12.9	849.6
IX	19.5	14.9	19.1	36.2	64.4	126.2	124.6	122.1	164.3	78.8	27.2	18.3	815.6
X	57.7	40.9	41.3	47.5	92.4	271.4	312.1	283.8	338.6	217.7	109.8	76.8	1,889.9
XI	62.6	51.3	54.9	74.1	184.3	347.2	292.6	310.9	394.4	291.0	121.7	80.2	2,265.1
XII	41.6	32.0	31.4	35.6	86.8	172.9	155.8	158.4	198.8	145.1	65.7	47.0	1,171.2
XIII NACIONAL	25.4	18.3	15.3	19.0	49.0	103.8	138.2	136.6	141.7	75.3	31.6	28.2	773.5

Tabla 4. Precipitación media mensual histórica por Región Hidrológica Administrativa (1941-2005) (mm).

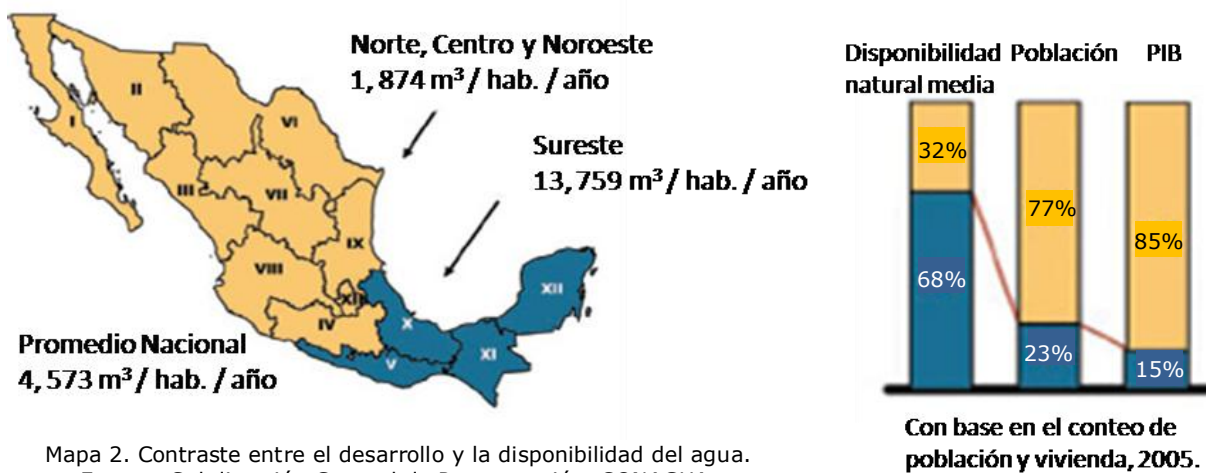
Fuente: Unidad del Servicio Meteorológico Nacional. SGT. CNA.

El 72% del agua que llueve en el país se evapotranspira³⁷ y regresa a la atmósfera, el resto escurre por los ríos o arroyos o se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos (Esquema 2).



Esquema 2. Valores medios anuales de los componentes del Ciclo hidrológico (hm³).
Fuente: Subdirección General técnica CONAGUA.

En el país, debido a su geografía y clima destacan dos grandes zonas de disponibilidad, la primera de ellas que comprende el sur y sureste y la segunda el norte, centro y noroeste del país. La disponibilidad natural media per cápita, en la primera de ellas es 7.3 veces mayor que en el resto del país. Sin embargo, en la zona norte, centro y noroeste se asienta el 77% de la población, se genera el 85% del Producto Interno Bruto (PIB) y sólo se tiene el 32% de la disponibilidad natural media.



Mapa 2. Contraste entre el desarrollo y la disponibilidad del agua.
Fuente: Subdirección General de Programación. CONAGUA.

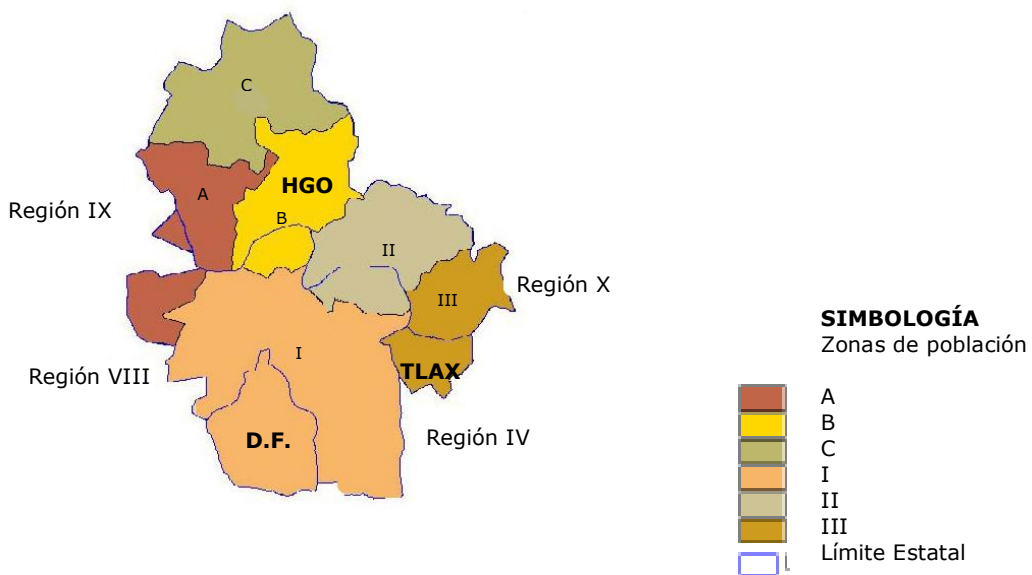
37. Ver Glosario.

Así pues, en el país se dividen por regiones administrativas con un total de XIII. En la zona norte se encuentra la Región administrativa del Valle de México, con el número XIII, que comprende una superficie física de 9,674 km² y está delimitada por las 16 delegaciones del D.F. con una superficie de 1,484 km², 49 municipios del Estado de México con 5,046 km², 15 de Hidalgo con 2,652 km² y cuatro de Tlaxcala con 492 km². En esta cuenca se localiza la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM³⁸) con 4 979 km², donde habita la mayor concentración humana del país, ubicada arriba de los dos mil metros sobre el nivel del mar y su abastecimiento de agua representa un claro ejemplo de la vulnerabilidad del equilibrio ambiental ante la creciente demanda de los servicios, así como un sistema de gran complejidad para desalojar las aguas negras y las pluviales.



Mapa 3. División política.

Fuente: Programa hidráulico 2002-2006, Región XIII, Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala.



Mapa 4. División administrativa.

Fuente: Programa hidráulico 2002-2006, Región XIII, Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala.

38. Por sus siglas al español ZMCM, Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Formada por la ciudad de México y 41 ciudades conurbadas. Fuente: CONAGUA, *Compendio del agua*. Región XIII.

2.3 Precipitación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

La precipitación es considerada como cualquier forma de agua que cae a la superficie de la tierra, como parte importante del ciclo hidrológico, e incluye a la lluvia, nieve, agua nieve y el granizo. La precipitación es producida por las nubes, que cuando alcanzan el punto de saturación, las gotas de agua (o cristales de hielo) crecen hasta caer a La Tierra por efecto de la gravedad.

La medición de la precipitación se efectúa por medio de pluviómetros o pluviógrafos³⁹; estos instrumentos deben estar instalados en localidades apropiadas donde no se produzcan interferencias por edificaciones, árboles u otros obstáculos. La unidad de medida que se emplea para cuantificar la precipitación es el milímetro (mm), la cual equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría al caer un litro de agua sobre una superficie plana e impermeable de un metro cuadrado de superficie. La precipitación puede clasificarse según su origen, en los siguientes tipos:

- ◆ *Precipitación Frontal*⁴⁰
- ◆ *Precipitación Convectiva*⁴¹
- ◆ *Precipitación Orográfica*⁴²

La ZMCM⁴³ presenta un régimen anual definido de precipitación entre los meses de mayo a octubre, debido a la intensidad y frecuencia de fenómenos meteorológicos sinópticos en las costas del Pacífico y Atlántico mexicanos. Los otros meses son de sequía, aunque pueden tener lugar lluvias aisladas, éstas no constituyen un régimen definido. Cabe mencionar que por su gran extensión, la ZMCM⁴³ presenta un esquema de precipitación no uniforme.

Las variaciones topográficas de la Región, zonas de los valles y montañas, propician que se tengan una diversidad de climas; sin embargo, predomina el templado. La precipitación media anual es de 6, 925 mm para la subregión Valle de México y de 536 mm para la del Tula, ligeramente inferiores a la media nacional (772 mm); la variación de este parámetro va de los 400 mm en la zona de Ixmiquilpan, hasta los 1, 200 mm en la parte alta de las

sierras de Monte Alto. La evaporación potencial media anual es de aproximadamente 1 524 mm, que supera los valores de lluvia anual (Mapa 5).

En la ZMCM⁴³ existe una red de estaciones pluviométricas pertenecientes al Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Mapa 6), de la cual se tomaron datos registrados durante el año 2005 para caracterizar la precipitación pluvial.

Para determinar la distribución de la precipitación acumulada mediante líneas de igual valor de precipitación (isoyetas⁴⁴) para los meses significativos de cada época del año, se obtiene una representación estacional con respecto a la lluvia tal que el mes de enero corresponde a lo ocurrido en el invierno; el mes de abril a la primavera; julio para el verano, y octubre para el otoño. Los demás meses del año se representarían también para una mayor comprensión (Ver Anexo A).

39. Ver Glosario

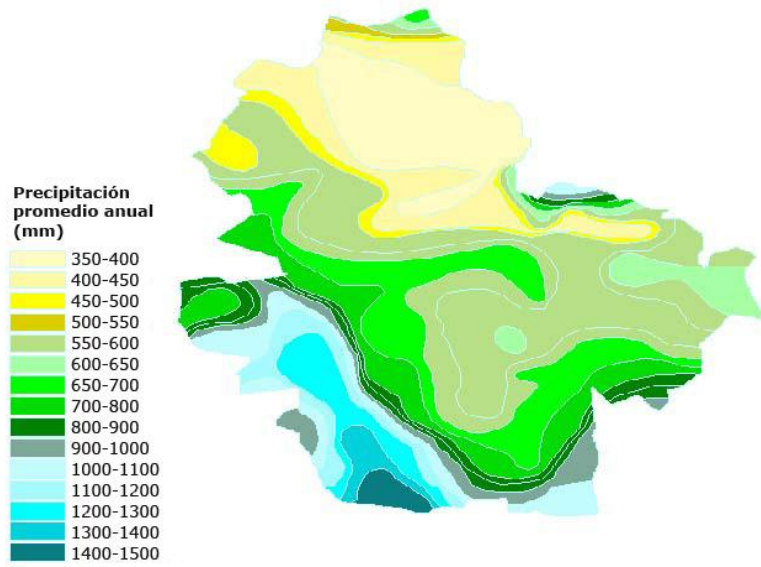
40. Ver Glosario

41. Ver Glosario

42. Ver Glosario

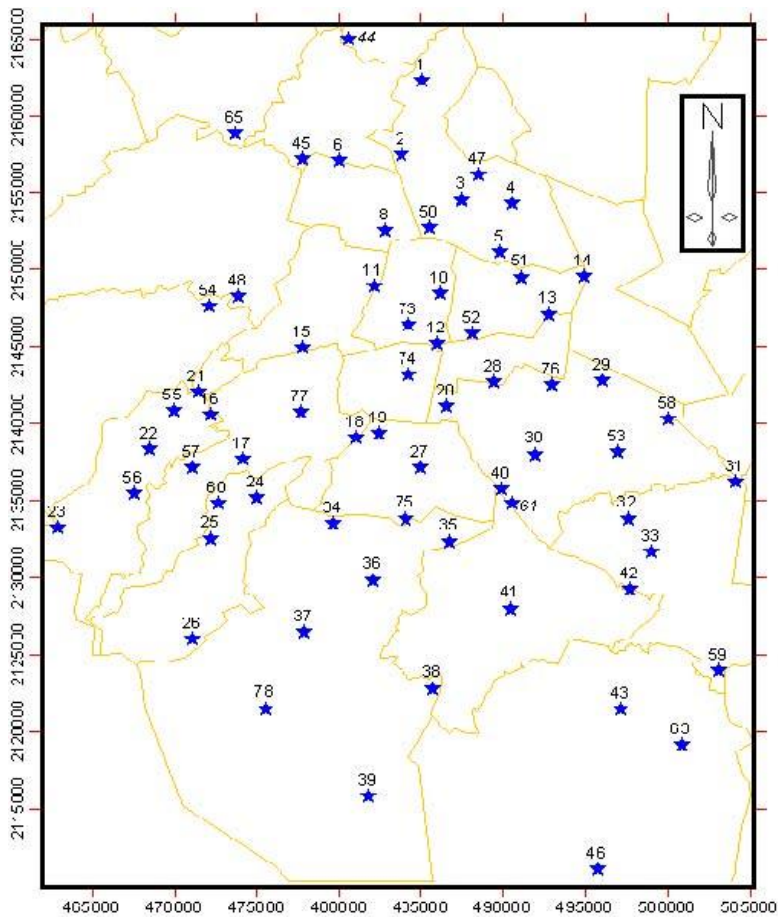
43. Por sus siglas al español, Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

44. Ver Glosario



Mapa 5. Precipitación promedio anual (mm) en la Región XIII.

Fuente: Programa hidráulico 2002-2006, Región XIII, Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala.

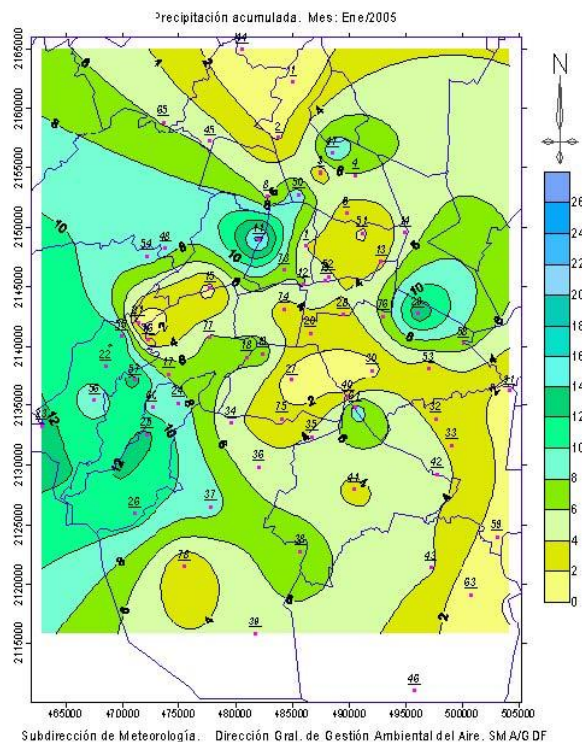


Mapa 6. Localización espacial de la red pluviométrica del Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

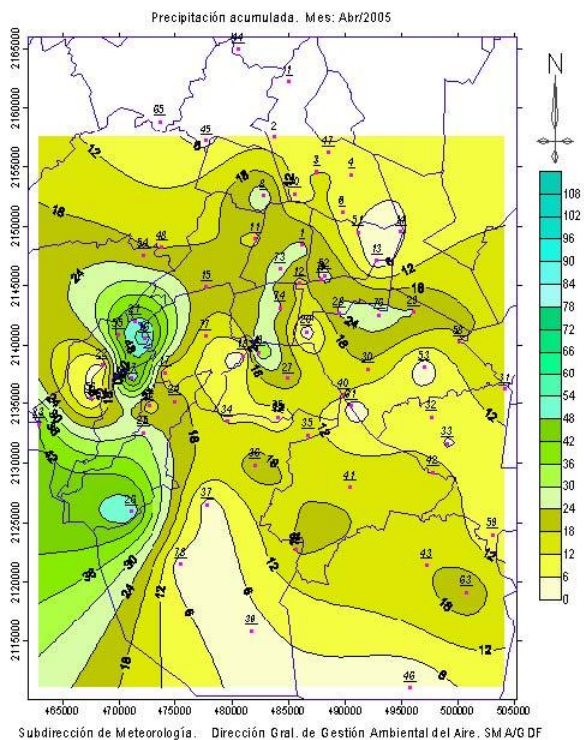
No.	ESTACIÓN	No.	ESTACIÓN	No.	ESTACIÓN
1	Chalmita	28	Aculco	55	Yaqui
2	Remedios	29	Ejercito de oriente	56	Desierto de los leones
3	Lindavista	30	Planta Cerro de la Estrella	57	San Bartolo Ameyalco
4	Coyol	31	Sub. Santa Catarina	58	Cárcel de mujeres
5	Generadora 11	32	Planta Sta. Catarina	59	Tetelco
6	Rosario	33	Tlahuac	60	Huayatlalpa
7	Campamento Mecoaya	34	Bosque de Tlalpan	61	Sierra de Guadalupe
8	Nuava Santa María	35	Villa Coapa	62	Santa Ana Tlalcoyotl
9	San Joaquín	36	San Pedro Martir	63	Chapingo
10	DDF	37	Ajusco	64	P. Madin
11	Tixoc	38	Topilejo	65	Lago de Guadalupe
12	Marcos Carrillo	39	Caseta forestal (Parres)	66	San Luis Chalco
13	López Mateo	40	GAVM Sur	67	La grande
14	Churubusco lago	41	Nativitas	68	S. L. Ameca II
15	Triángulo	42	San Luis Tlaxial Temalco	69	Coatepec
16	Santa Lucía	43	Milpa Alta	70	Km 27 + 25
17	Tanque lienzo	44	Barrientos	71	Puente Colgante
18	Universidad	45	Vaso de Cristo	72	Pta. Chapultepec
19	Radio Comunicación	46	Chiconautla I	73	Del Valle
20	Municipio libre	47	Chiconautla II	74	Estadio Azteca
21	Cartero	48	Palmas	75	El Moral
22	La venta	49	El Venado	76	Tarango
23	Zarco	50	100 metros	77	Cerro Mezotepec
24	San Francisco	51	Peñon	78	Puesto Central
25	Río Magdalena	52	Deportiva		
26	Monte alegre	53	Sta. Cruz Meyehualco		
27	Xotepingo	54	Caída del borracho		

Tabla 8. Listado de las estaciones integrantes de la red pluviométrica del Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



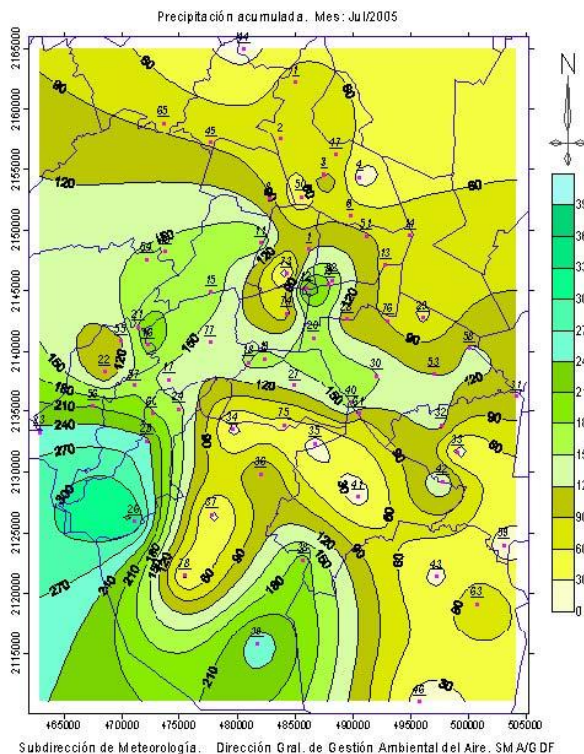
La precipitación acumulada para el mes de enero donde se aprecia que la mayor cantidad de agua precipitada (10 a 14 mm) se concentró en el poniente de la ZMCM, hacia las montañas; mientras que en el resto de la misma se acumularon alrededor de 2 a 6 mm durante todo el mes y determinar lo sucedido en el invierno (Mapa 7).

Mapa 7. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de enero de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



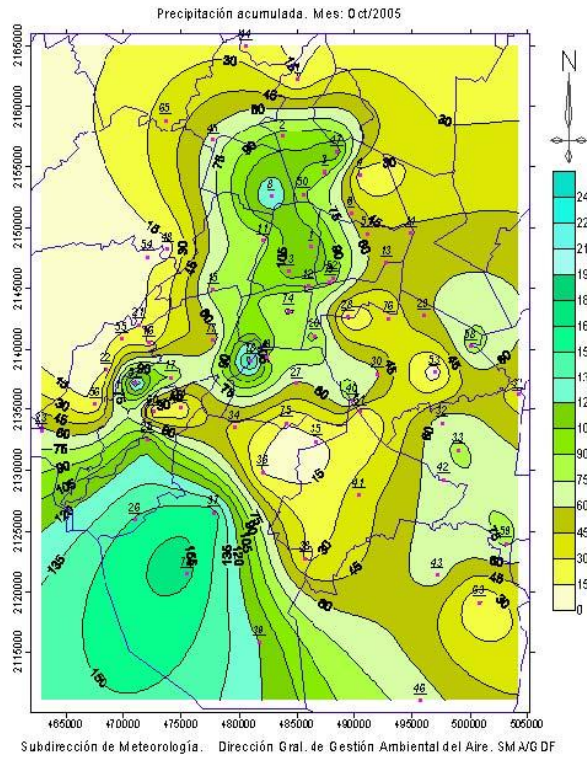
La precipitación acumulada en el mes de abril, donde se muestra que los registros aumentaron en comparación con el mes de enero; tal que se observan dos núcleos de precipitación con rangos de 30 a 60 mm (mayor acumulación) en el occidente de la ZMCM. En el resto de la misma los valores se incrementaron también hasta alcanzar los rangos de 6 a 24 mm, para la primavera (Mapa 8).

Mapa 8. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de abril de 2005.
Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



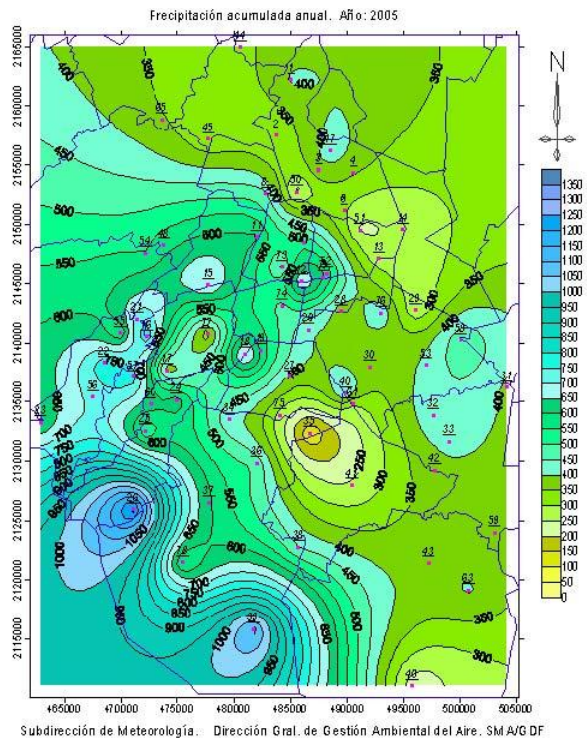
La precipitación acumulada en el mes de julio. En el sur y suroeste de la ZMCM se presentaron las mayores acumulaciones (180 a 300 mm); también se aprecian valores altos (120 a 210 mm) en la región central de la misma. Por otro lado, los valores de precipitación acumulados más bajos (entre 30 y 120 mm) se concentraron tanto en el norte de la ZMCM como en el sureste de la misma (Mapa 9).

Mapa 9. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de julio de 2005.
Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



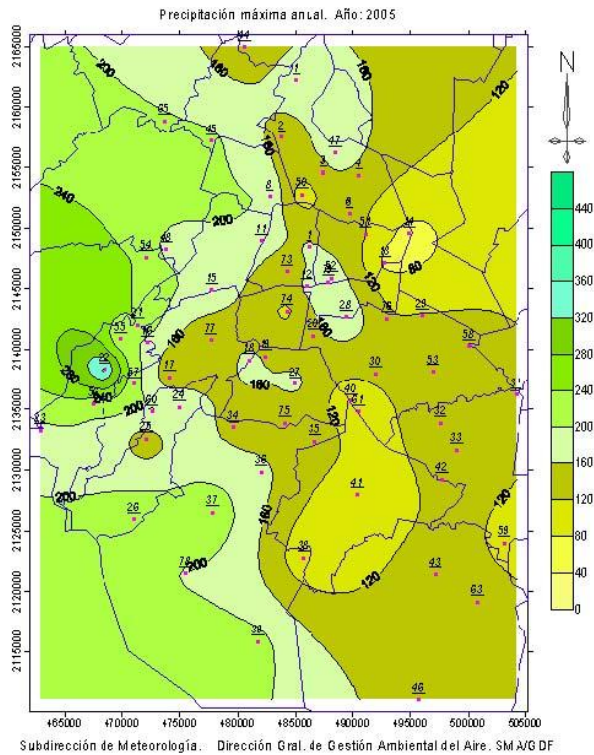
La distribución de la precipitación acumulada durante el mes de octubre. Se muestran dos regiones bien definidas: una se localiza en la porción central cubriendo una extensa área con dos núcleos de precipitación de valores altos (105 a 135 mm); mientras que la otra se distingue en el suroeste con las mayores acumulaciones (135 a 180 mm), resaltadas por varios núcleos (Mapa 10).

Mapa 10. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el año 2005.
Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



La distribución anual de precipitación no uniforme. En la zona sur y poniente se registró durante el 2005 más del doble que en la región oriente, esencialmente debido al efecto orográfico. En la porción centro, el acumulado fue escaso en la medida de que se presentó un núcleo que abarca desde los 50 hasta los 250 mm (Mapa 11).

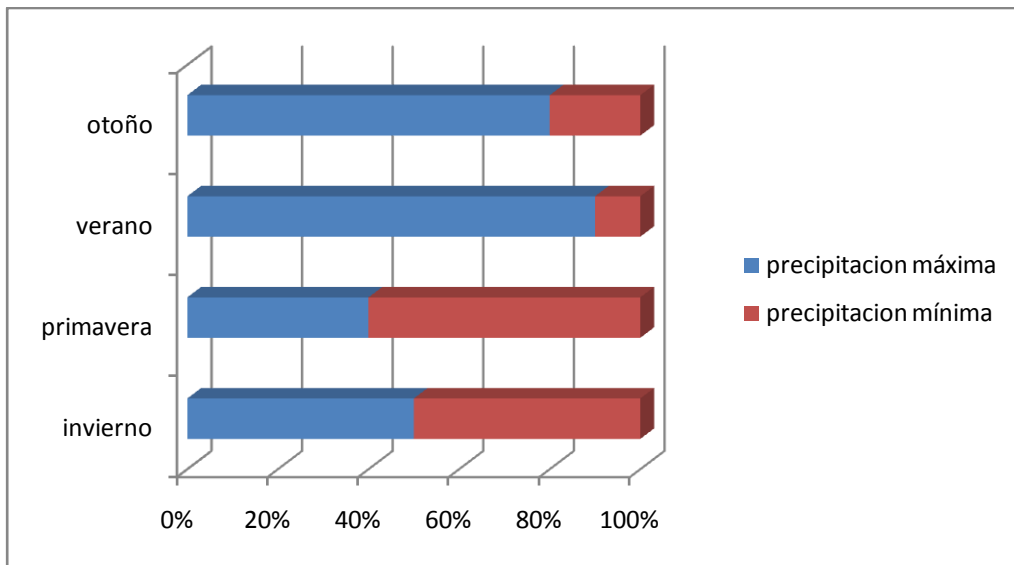
Mapa 11. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el año 2005.
Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



La distribución de la precipitación diaria máxima del año por estación, es decir, la distribución de la mayor cantidad de lluvia registrada en un día durante todo el año. Las cantidades más elevadas (200 a 360 mm) se registraron en el occidente del valle; mientras que los valores más bajos (80 a 180 mm) se agruparon en el oriente del mismo (Mapa 12).

Mapa 12. Distribución de la precipitación máxima diaria, por estación, en la ZMCM, durante el año 2005. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

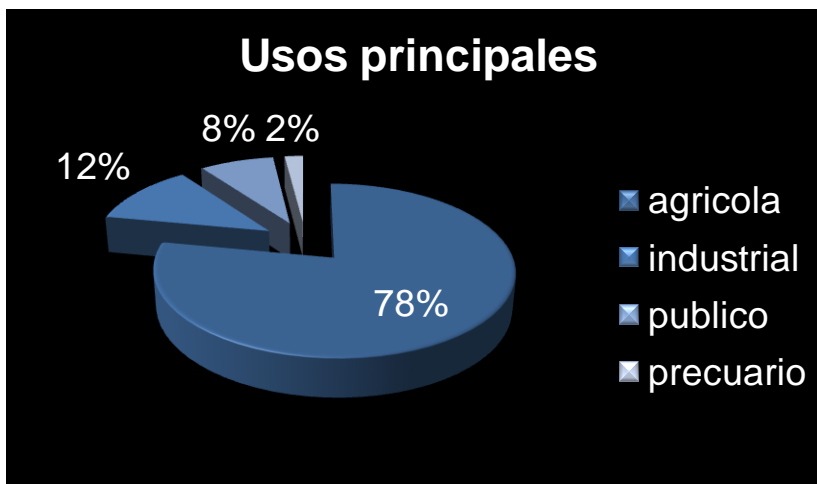
Podemos observar en la Gráfica 2 cómo prevalece la precipitación máxima en la ZMCM, la cual ha sido analizada por estaciones, y concluimos que tanto en verano como en otoño hay una elevada precipitación; donde es más disparada entre cada una de las estaciones; ya que en invierno y primavera vemos su variación como máxima de 60mm en contraste con 300 mm en verano.



Gráfica 2. Precipitación mínima y máxima por estación. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente. GDF.

Mientras tanto observamos que la precipitación mínima en la ZMCM, y volvemos a ver los mismos parámetros, puesto que tanto en verano como en otoño es donde hay más precipitación.

Dentro de los usos principales para el agua en la ciudad de México, tenemos los siguientes:



Gráfica 3. Usos principales. Fuente: Instituto de Estadística Geográfica e Informática

Derivando los consumos en agua en el uso doméstico de la Ciudad de México, vemos que tenemos:

Consumo doméstico Cd. De México	Litros por familia al día	%
Lavado de ropa	140	15
Regadera	280	30
Sanitario	375	40
Otras actividades	142	15
TOTAL	937	100

Tabla 9. Consumo doméstico en la Ciudad de México.
Fuente: Instituto de Estadística Geográfica e Informática

2.4 Problemas de abastecimiento de agua en México

México es un país árido en la mayor parte de su territorio, donde es urgente establecer una distinta y amplia "cultura del agua". Este término desafortunadamente se usa meramente como slogan publicitario, donde los promotores piensan que esa es la manera de lograrla (*meramente publicitando eslóganes*). Pero honestamente el diseñar, conformar y orientar tal cultura no es una tarea sencilla, y está plagada de dile-mas (*a veces falsos*), conflictos y cuestiones morales. Es esencial que los promotores, líderes de opinión, políticos y empleados de servicios de agua, verdaderamente adquieran, antes de quererla divulgar, una mayor y más profunda "cultura del agua " (*sería mejor llamarla "cultura ambiental"*) que el resto de los ciudadanos.

En muchos países y foros se habla de "uso eficiente del agua" y se proponen soluciones ante la "escasez" del recurso, sin embargo hay diversos grados de escasez, y México en general es de los que tienen una carestía severa, así que sus soluciones deberían ser más radicales y urgentes, pero en ocasiones se piensa que lo mismo que hagan otros países servirá acá. El siguiente cuadro intenta resumir cuando, don-de y cómo es que hay una situación de "**escasez de agua severa**":

- ◆ Rápidos crecimientos en la demanda de agua en la ciudad.
- ◆ Alto crecimiento demográfico.
- ◆ Sobreexplotación de acuíferos, con permanentes y continuos descensos del nivel freático (*mayores a 1 metro por año*).
- ◆ Tarifas de agua insuficientes para cubrir los costos del abasto (*y ausencia de tratamiento a aguas residuales*).
- ◆ Fuentes de agua altamente contaminadas o con riesgos de estarlo.
- ◆ Conflictos entre usuarios (dentro de la ciudad, además de con otros usuarios en la cuenca).
- ◆ Producción alimentaria y actividad económica apenas "suficiente", o insuficiente producción y necesidad

de importar "agua virtual" en forma de alimentos. Una sequía puede o está generando serios conflictos regionales o locales.

- ◆ Instituciones débiles o inmaduras.

Cuando no se percibe la gravedad y riesgos de situaciones como las del cuadro, puede pensarse que el "uso eficiente" y los "ahorros", es la panacea para resolver esos obstáculos. Sin embargo es trascendental contrarrestar las erróneas interpretaciones de "eficiencia", siendo preciso mejor no promoverla en casos en que se use como paliativo, sin compromiso por soluciones definitivas, y que conducirán a subsecuentes sacrificios incrementales y descensos en los estándares de vida de los ciudadanos.

Hay que reconocer que mucho del crecimiento explosivo y "desarrollo" de muchas ciudades y distritos de riego, es totalmente insostenible, y que en el pasado fue alentado y soportado mediante sobreexplotación de acuíferos, uso o destrucción de bienes no renovables, y disposición de desechos sin ningún tratamiento o cuidado. Ahora los alarmantes descensos de los manto subterráneos y la fuerte contaminación de ríos y lagos, están motivando a nuestras instituciones federales y locales a proponer programas de conservación y uso eficiente. Pero esos pueden ser demasiado suaves, si no se hacen valoraciones y análisis más serios.

En el siglo XX fue clásico que cuando la demanda de agua comenzaba a superar a la oferta la solución de los políticos e inversionistas era aumentar la oferta mediante la construcción de nuevas obras de extracción y conducción, en parte para salir en las noticias y promover su nombre durante la inauguración. Difícilmente se pensaba en la eficacia y niveles de las cuotas e instituciones que garantizarían su buena operación y mantenimiento. A finales de ese siglo, cuando se observó que no había dinero para obras y el desequilibrio continuaba, se intentaron opciones de "uso

eficiente" (*campañas de motivación, dispositivos ahorradores y algo de control de fugas*), sin embargo ello solamente sirvió para alentar más crecimientos de las ciudades y mayores desbalances de agua. Quizá el nuevo paradigma deba ser una mayor, completa y franca información a la población sobre las limitantes y costos reales, junto con mecanismos de control y regulación de los crecimientos, que atiendan los límites de los recursos regionales y promover reubicaciones hacia regiones donde sí existan suficientes recursos.

CAPITULO 3. NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y URBANA EN MÉXICO

3.1 Panorama normativo en la Ciudad de México

3.1.1 Antecedentes de la gestión ambiental en México

El marco jurídico está constituido por el conjunto de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, convenios y otras figuras jurídicas asociadas. Es el sustento para definir y considerar, entre otras cosas, el esquema de planeación del desarrollo y los instrumentos complementarios, así como una base para la toma de decisiones en sus diferentes ámbitos.

La legislación ambiental en México se inicia en los años setenta; hasta entonces, la materia se había abordado a través de la regulación de los recursos naturales de manera individual. Son antecedentes importantes en materia legislativa con componente ambiental todos los ordenamientos relacionados con las aguas, el uso y tenencia de la tierra, los bosques, la fauna y la pesca, además de los temas sanitarios y de urbanismo, así como los referidos a las costas y a la industria.

El inicio de la planeación y la legislación ambiental en México estuvo motivado en buena medida por una serie de reuniones internacionales en materia ambiental. En la Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, realizada en Estocolmo en julio de 1972, se discutieron por primera vez en el ámbito mundial las relaciones recíprocas entre el medio ambiente y el desarrollo. Se alertó sobre los problemas ambientales a los que se enfrentaban los países subdesarrollados y éstos, a su vez, manifestaron su temor de que los costos que implicaban las medidas de conservación ecológica repercutieran negativamente en su desarrollo económico.

Hasta mediados de los años setenta no existía en México una política de usos del suelo que integrara aspectos ambientales al desarrollo urbano regional, y no fue sino hasta la segunda mitad de esa década que los aspectos ambientales del desarrollo comenzaron a ser incorporados a la planeación del territorio. Con la Ley General de Asentamientos Humanos⁴⁵, aprobada en

mayo de 1976, la creación de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP)⁴⁶ a fines de 1976 y la publicación del Plan Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU)⁴⁷ en 1978, se iniciaron actividades estatales y locales encaminadas a enfrentar el problema del crecimiento urbano y el deterioro ambiental.

En el ámbito federal, la SAHOP asumió la tarea de planificar y normar el desarrollo urbano regional, el uso y conservación de los recursos naturales y la construcción de infraestructura. Para atender estos asuntos, en la Subsecretaría de Asentamientos Humanos se creó la Dirección de Ecología Urbana, destinada a la elaboración de planes ambientales –llamados *ecoplanes*– para las regiones, estados y centros de población del país. Los ecoplanes consistieron en un diagnóstico sobre la problemática ambiental y la relación que guardaban los asentamientos humanos con el comportamiento de los ecosistemas naturales, a través de identificar objetivos y programas prioritarios y hacer recomendaciones para su aplicación. El mayor número de ecoplanes se publicó en el año 1980.

Además de ejercer las funciones de planeación, la SAHOP se encargó de atender asuntos administrativos relacionados con la distribución y tratamiento de agua en centros urbanos, dejando la administración de recursos hidrológicos y forestales del resto del territorio nacional bajo el control de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)⁴⁷.

45. Por sus siglas al español SAHOP, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Actualmente es la Secretaría de Desarrollo Social.

46. Por sus siglas al español PNDU, Plan Nacional de Desarrollo Urbano, Establecer los lineamientos para ordenar territorio y ciudades no siendo antagónico sino que organiza la acción de los diversos agentes sociales y del estado en tiempo y espacio, para promover el desarrollo con equidad. Fuente: Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1995-2000.

El PNDU exigía que cada región, estado y centro de población elaborara un plan de desarrollo urbano con apartados sobre usos del suelo y disponibilidad de recursos naturales e infraestructura, lo que permitiría sentar las bases para el diseño y la puesta en práctica de políticas urbano-ambientales en las diversas regiones del país.

Los antecedentes jurídicos fundamentales del ordenamiento ecológico como tal son la Ley General de Asentamientos Humanos de 1976, ya mencionada, y la Ley de Planeación⁴⁸ de 1983. Como puede observarse, estas leyes aparecieron en épocas distintas; la primera en la década de los setenta, cuando se fortaleció el papel del Estado en la economía, y la segunda siete años después, para dar contenido a la intervención estatal a través del Plan Nacional de Desarrollo. Conforme a su materia, una atiende a la tendencia territorial y, la otra, a la económica en materia de planeación.

Ante el incremento paulatino de la conciencia pública en materia ecológica y la creciente presión social, el 11 de enero de 1982 se publicó la segunda ley nacional en materia ambiental: la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA)⁴⁹, tuvo importantes reformas y adiciones que fueron publicadas en el *Diario Oficial* el 27 de enero de 1984. Por primera vez se incluyó en una ley el término *ordenamiento ecológico*, relacionado con el diagnóstico ambiental del manejo y la conservación de los recursos en el proceso de planeación, para el mejoramiento productivo y de las condiciones de vida de la población.

El artículo 4º de esta ley después de las reformas de 1984 concebía al ordenamiento ecológico como:

"El proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo en el territorio nacional, de acuerdo con sus características potenciales y de aptitud, tomando en cuenta los recursos naturales, las actividades económicas y sociales, y la distribución de la población, en el marco de una política de conservación y protección de los sistemas ecológicos".

Pese a que esta definición cubría de manera general los principales objetivos y orientaciones del ordenamiento, la relativa ambigüedad de su terminología constituía un obstáculo para el logro de los objetivos planteados.

Para la aplicación de la LFPA existían serias inconsistencias ante el endeble fundamento constitucional sobre la conservación de los recursos naturales y la prevención y control de la contaminación. A esto contribuía la falta de reglamentación, pues en tanto no se expedieran los reglamentos previstos en la citada ley, estarían vigentes los derivados de la ley anterior. En relación con su ámbito de competencia, al tratarse de una ley federal se dificultaba responsabilizar e involucrar a las autoridades locales en las funciones previstas, por lo que resultaba clara la necesidad de una mejor regulación.

Durante el sexenio 1982-1988 hubo importantes avances en lo relacionado con la planeación de usos del suelo en los ámbitos federal, estatal y local. Para formular e impulsar el sector ambiental se creó en 1982 la primera dependencia autónoma en la materia: la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)⁵⁰.

47. Por sus siglas al español SARH, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Reforma el diverso por el que se declara de interés público la siembra, el cultivo, la cosecha y la industrialización de la caña de azúcar. Fuente: SARH.

48. Las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevará a cabo la Planeación Nacional del Desarrollo y encauzar, en función de ésta, las actividades de la administración Pública Federal. Fuente: Ley de Planeación, GDF.

49. Por sus siglas al español LFPA, Ley Federal de Protección Ambiental. Destinada a regular los problemas ambientales más complejos y de alcance económico y social involucrados en la generación, evaluación, prevención y control de la contaminación.

50. Por sus siglas al español SEDUE, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Por conducto de sus unidades administrativas, planeará y conducirá sus actividades con base en las políticas, prioridades y restricciones que para el logro de los objetivos y metas del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas a cargo de la Secretaría y de las entidades del sector, establezca el Presidente de la República y el Secretario del Ramo. Fuente: Reglamento Interno de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

Este hecho permitió reforzar el enfoque de planeación integral iniciado por la SAHOP y fortaleció la integración del desarrollo urbano, la obra pública y el manejo de los recursos naturales. El tratamiento de los asuntos del sector de ecología y medio ambiente pasó de ser responsabilidad de una Dirección General (en la SAHOP) al rango de Subsecretaría de Ecología en 1982. En forma paralela, se incrementaron las atribuciones en esta materia y los recursos financieros asignados. De esta manera, la SEDUE asumió la responsabilidad del control del suelo en relación con otras dependencias federales, como la Secretaría de Salubridad y Asistencia y la SARH, sobre todo en lo referente a las áreas naturales protegidas. Se iniciaron dos funciones prácticamente nuevas en materia de planeación en México: la de ordenamiento ecológico y la de evaluación de impacto ambiental.

La conformación de la Subsecretaría de Ecología marcó un hito en el enfoque sobre el medio ambiente en el país, pues en ella se concretaron programas y políticas para afrontar la problemática ambiental. Sin embargo, la planta industrial mostró un alto grado de obsolescencia y se incrementaron los daños a la naturaleza. Se apreció una tardía conciencia y conocimiento de las consecuencias que esto tiene sobre el medio natural.

En 1983 se publicó la Ley de Planeación, que entre sus principales objetivos estableció el desarrollo integral del país en la consecución de alcances políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución. A partir de que entró en vigor esta ley el gobierno federal continuó su labor de planificación ambiental poniendo en marcha proyectos de ordenamiento ecológico del territorio para zonas prioritarias del desarrollo nacional.

En 1987, el informe titulado "Nuestro futuro común", elaborado por la Comisión Brundtland a solicitud de la Asamblea General de Naciones Unidas, se destacó el carácter global y multifacético del problema ecológico en el ámbito mundial y abogó por un crecimiento cuantitativo. La comisión impulsó la propagación del concepto del

desarrollo sustentable como un objetivo necesario que se debería lograr conjuntamente entre los países tanto industrializados como en desarrollo. El nuevo término se aplicó casi de inmediato a la legislación ambiental mexicana. Las experiencias generadas por las leyes y proyectos mencionados constituyeron una base para la creación de la tercera ley ambiental nacional: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)⁵¹, publicada en enero de 1988, como instancia jurídica central en la política ambiental nacional, con atribuciones generales en materia de planificación y coordinación en asuntos ecológicos. Además de recoger los conceptos de los artículos 27 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la LGEEPA estableció las pautas para manejar los conceptos de protección del ambiente, preservación del equilibrio ecológico y desarrollo equilibrado; asimismo, sentó las bases para la descentralización, al definir un mecanismo de concurrencia entre los tres órdenes de gobierno para las cuestiones ambientales. Entre los instrumentos de la política ecológica que contenía esta Ley figuraban la planeación ecológica, el ordenamiento ecológico, la formulación de criterios ecológicos en la promoción del desarrollo y la regulación ecológica de los asentamientos humanos. También en 1988 se editó el primer Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, con la metodología para elaborar proyectos de ordenamiento ecológico, con lo cual se convirtió en documento de referencia para gran número de proyectos de este tipo, tanto en el territorio nacional como en otros países. En la fracción XX de su artículo 3, la LGEEPA definía al ordenamiento ecológico de la siguiente manera:

"El proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente".

51. Por sus siglas al español LGEEPA, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Con el fin de dotar a la LGEEPA de las disposiciones reglamentarias que permitieran su eficaz aplicación, durante 1988 se expidieron los reglamentos relativos a impacto ambiental, prevención y control de la contaminación de la atmósfera, residuos peligrosos, y prevención y control de la contaminación generada por los vehículos en circulación en el Distrito Federal y los municipios de la zona conurbada.

En junio de 1992 se realizó la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro, que emitió la Declaración de Río, firmada por los jefes de Estado de 178 países miembros de las Naciones Unidas, y dio lugar a la formulación de documentos para inducir la adopción de importantes acuerdos. Uno de ellos fue el que se llamaría Agenda 21, compuesto de recomendaciones en todas las áreas de interés (incluyendo instrumentos económicos), destinados a aportar las políticas ambientales y a poner en marcha los procesos socioeconómicos necesarios tendientes a generar el desarrollo sustentable. En el capítulo 10 dentro de la sección II de la Agenda 21 aborda el tema: "Planificación y ordenación de los recursos", que destaca la importancia que tiene la ordenación de las actividades y del uso de los recursos para satisfacer en un futuro las necesidades humanas de manera sostenible. Después de la divulgación de este documento se empezaron a reforzar los programas para el ordenamiento ecológico dentro del territorio mexicano.

La incorporación de la política ambiental en los esquemas de desarrollo nacional se prolongó por varias décadas, sin embargo, a partir de 1989 se logró un avance importante, cuando el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 incorporó el proceso de planeación participativa en la política ecológica nacional al sostener que los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad mexicana, que de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas presentes y futuras del país, que los ecosistemas deben ser aprovechados, asegurando su productividad óptima sostenible, haciéndola compatible con el equilibrio ecológico. La

responsabilidad de la protección de este equilibrio debía ser asumida tanto por las autoridades como por los particulares y comprendería tanto las condiciones presentes como aquellas que determinan la calidad de vida de las generaciones futuras.

El Programa Nacional del Medio Ambiente 1990-1994 conjuntó las acciones ambientales del gobierno federal para el mediano plazo. Ahí se estableció el diagnóstico, los objetivos, las estrategias y las acciones de la comunidad nacional, en forma obligatoria para el sector público, coordinada y concertada entre los sectores y entre los tres niveles de gobierno, así como la inducción que el sector gobierno realiza con los sectores privado y social.

La creación de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)⁵², en 1992, se constituyó un avance más en la política ambiental y de desarrollo social. Para el despacho de asuntos de su competencia, además de contar con unidades administrativas, se le asignaron órganos desconcentrados, dentro de los cuales figuraba el Instituto Nacional de Ecología (INE)⁵³, al que se le dieron, entre otras atribuciones, la de formular, conducir y evaluar la política general de medio ambiente, y la de promover el ordenamiento ecológico general del territorio nacional, en coordinación con las dependencias y entidades de la administración pública federal, con los gobiernos estatales y municipales, y con la participación de los sectores social y privado. De esta manera, el INE se convirtió en la autoridad normativa y reguladora en materia ambiental en México.

52. Por sus siglas al español SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social. Formula y coordina la política social solidaria y subsidiaria del gobierno federal, orientada hacia el bien común y ejecutarla en forma corresponsable con la sociedad. Fuente: Secretaría de Desarrollo social, 2007.

53. Por sus siglas al español INE, Instituto Nacional de Ecología. Su misión es generar, integrar y difundir conocimiento e información a través de investigación científica aplicada y el fortalecimiento de capacidades, para apoyar la formulación de política ambiental y la toma de decisiones que promuevan el desarrollo sustentable. Fuente: Instituto Nacional de Ecología

Como uno de los puntos culminantes dentro de la política ambiental del país, el 28 de diciembre de 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)⁵⁴, como respuesta a la necesidad de articular en una sola institución de orden federal la responsabilidad de formular y vigilar el cumplimiento de las leyes y normas en materia ambiental, así como para inducir el aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables, tanto para su preservación como para su utilización y con miras a la sustentabilidad. De acuerdo con sus atribuciones jurídicas, a la SEMARNAP le corresponde fomentar políticas en materia de agua, recursos pesqueros, zona federal marítimo terrestre, flora y fauna, bosques, suelos, aire y medio ambiente, con el fin de garantizar su aprovechamiento racional y asegurar un mejor futuro para la sociedad mexicana.

Como resultado del trabajo conjunto de los poderes Legislativo y Ejecutivo federales (realizado a través de la Comisión de Ecología y Medio Ambiente de la Cámara de Diputados, y la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Cámara de Senadores, por un lado, y de la SEMARNAP, por el otro) en diciembre de 1996 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la LGEEPA. El propósito de estas modificaciones fue plasmar en la legislación mexicana las orientaciones y los principios de la nueva política ambiental fundada en el principio del desarrollo sustentable. Asimismo, se establecieron las bases para llevar a cabo un proceso de descentralización de los asuntos ambientales en favor de los gobiernos locales y ampliar la participación social en la gestión ambiental, especialmente en la toma de decisiones, el acceso a la información ambiental y el derecho al ejercicio de acciones para impugnar los actos de autoridad.

En concordancia con las estrategias de la SEMARNAP, en abril de 1995 se integraron el Consejo Consultivo Nacional para el Desarrollo Sustentable y cuatro consejos consultivos regionales. Estos últimos

apoyan la estrategia general de la política ambiental, mediante la función de asesorar a la SEMARNAP en el diseño, aplicación y evaluación de las estrategias nacionales en torno al medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales. Estos consejos están integrados por representantes del sector empresarial, social, sector académico y sector gubernamental, a fin de generar una toma de decisiones de carácter democrático.

54. Por sus siglas en español SEMARNAP, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Actualmente es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental "fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable". Fuente: Ley Orgánica de la Administración Pública, Artículo 32 bis reformada en el DOF del 25 de febrero de 2003).

3.1.2 Marco legal actual del ordenamiento ecológico en México

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos constituye la base del marco jurídico, a partir del cual emanan las diferentes leyes y reglamentos particulares y sectoriales. Entre éstos, lo relativo al medio ambiente y la planeación en general.

En el marco de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos destacan algunas incorporaciones y modificaciones que guardan una relación estrecha con la política ambiental nacional y con el ordenamiento ecológico. Entre ellas:

- ◆ El 3 de febrero de 1983 se publicó en el *DOF* la reforma para incluir en el artículo 4 constitucional el derecho a la protección de la salud como una garantía individual. Esta reforma parte del hecho de que para disfrutar de una vida sana es necesario contar con un medio ambiente limpio, lo que implica su preservación. Posteriormente se modificó el artículo 25 constitucional para establecer que el Estado apoyará e impulsará a las empresas del sector social y privado bajo criterios de equidad social y productividad, sujetándolas a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.
- ◆ El 10 de agosto de 1987 se publicó en el *DOF* una reforma al artículo 27 para añadir al aspecto de la conservación –que ya se encontraba en el texto original de ese artículo– la preservación y restauración del equilibrio ecológico del país. El artículo 27 indica en su párrafo tercero que la nación tiene en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público (la nación tiene la propiedad originaria de tierras y

aguas), así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación. En tal virtud, se deberán dictar las medidas necesarias para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

- ◆ El artículo 73 se refiere en su fracción XXIX-G a las facultades del Congreso para establecer la concurrencia del Gobierno Federal, Estados y Municipios en materia de protección, preservación y restauración del medio ambiente.
- ◆ En la fracción V del artículo 115 se establece que los municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas, así como en la zonificación y planeación del desarrollo urbano municipal y el control y vigilancia del suelo y la tenencia de la tierra.
- ◆ Asimismo, la Constitución establece en su artículo 26 las bases fundamentales en materia de planeación del desarrollo del país, al señalar la facultad del ejecutivo federal para definir los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, así como los criterios para la formulación, control, instrumentación y evaluación de programas y planes de desarrollo, con lo que se asienta el fundamento jurídico para la expedición del Plan Nacional de Desarrollo.

Específicamente, la planeación en México está regida por la Ley de Planeación, que en su artículo 2º señala que ésta deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de las responsabilidades

del Estado sobre el desarrollo integral del país.

El Programa del Medio Ambiente 1995-2000, elaborado en el marco de la Ley de Planeación y del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, establece los principios que dan operatividad a los lineamientos de la política ambiental de nuestro país. En este sentido, el programa señala que el ordenamiento general del territorio puede ser un instrumento eficaz para extender las políticas de conservación de ecosistemas y de recursos naturales con una planeación adecuada.

Otro de los instrumentos jurídicos que complementa la reglamentación en materia de planeación es la Ley General de Asentamientos Humanos, que en su artículo 3 determina que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderán a mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural, mediante:

- ◆ La prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población.
- ◆ La conservación y mejoramiento del ambiente en asentamientos humanos.
- ◆ La coordinación y concertación de la inversión pública y privada con la planeación del desarrollo regional y urbano.

El artículo 11 de esta Ley refiere que la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población forman parte del Sistema Nacional de Planeación Democrática, como una política sectorial que contribuye al logro de los objetivos de los planes nacional, sectorial y municipal de desarrollo.

En el marco específico de la normatividad ambiental vigente, los artículos de la LGEEPA que se refieren al ordenamiento ecológico son: 1, 2, 3, 5, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 19 BIS, 20, 20 bis, 20 bis 1, 20 bis 2, 20 bis 3, 20 bis 4, 20 bis 5, 20 bis 6, 20 bis 7 y 23, que pueden consultarse en el

anexo 1. Esta ley es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

Asimismo, en los artículos 1, 2 y 3 de la LGEEPA se definen y establecen las bases para la formulación del ordenamiento ecológico, considerándolo de interés y utilidad pública y social. Los criterios a considerar en la formulación del ordenamiento ecológico se establecen en el artículo 19 de esta ley. A partir de lo anterior, la LGEEPA establece claramente el vínculo jurídico entre el ordenamiento ecológico y la planeación nacional, pues en su artículo 17 indica la obligatoriedad de la observancia de este instrumento en el esquema de planeación nacional del desarrollo.

El ordenamiento ecológico permite orientar el emplazamiento geográfico de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales, lo cual lo convierte en un cimiento de la política ecológica. Además, se trata de un instrumento normativo básico, sobre el cual se encuentran asociados otros instrumentos que no pueden tomar en cuenta impactos o efectos acumulativos. Está regulado por disposiciones dispersas en un gran número de leyes y reglamentos que abarcan aspectos administrativos, civiles, penales, ecológicos, territoriales, económicos, procedimentales e internacionales. Dentro de esta amplia gama de normas, las reformas y adiciones a la LGEEPA (Diciembre de 1996), así como la publicación del Reglamento Interior de la SEMARNAP (1996, y reformado en junio del 2000) han brindado mayor coherencia administrativa y jurídica, aunque subsisten serias dificultades para lograr una visión unitaria.

Si bien el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales están regulados en el ámbito nacional por

leyes y reglamentos particulares y específicos, es necesario contextualizarlos en un marco ambiental más integral (social-natural) mediante estrategias de desarrollos apropiados.

La planeación del territorio en México ha tenido importantes avances, el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 indica que dentro de la política ambiental, la atención deberá centrarse en frenar las tendencias de deterioro ecológico y sentar las bases para transitar a un desarrollo sustentable, por lo que la estrategia nacional de desarrollo busca un equilibrio – global y regional– entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, a fin de inducir el ordenamiento ambiental del territorio nacional.

En atención a las directrices de este Plan y a los principios estratégicos de la SEMARNAP, se formularon los programas sectoriales de Pesca y Acuicultura, Hidráulico, Forestal, de Suelos y del Medio Ambiente para el periodo 1995-2000. Este último involucra los instrumentos de la política ambiental a través de 15 estrategias que se traducen en un conjunto de proyectos y acciones desarrolladas hasta el año 2000. Entre otros instrumentos de la política ambiental, contempla las normas oficiales mexicanas, el ordenamiento ecológico del territorio, la evaluación de impacto ambiental, la regulación ambiental para el desarrollo urbano sustentable y el manejo de áreas naturales protegidas.

Sobre esta base, en el INE se ha elaborado el Ordenamiento Ecológico, con el objetivo principal de obtener los lineamientos para el manejo adecuado de los recursos naturales sobre el territorio nacional, asociados con el incremento en el nivel de vida de la población y el desarrollo de las actividades productivas y sociales; a través de mecanismos que regulen los usos del suelo, en coherencia con un marco legal administrativo y con las políticas institucionales de administración y gestión del territorio. Este instrumento impulsa la coordinación entre los tres órdenes de gobierno y propicia la participación y concertación social. También permite integrar los proyectos territoriales del sector federal para orientar las políticas de uso del

suelo e incorporar la variable ambiental en el diseño de los proyectos.

A partir de estos avances jurídicos y normativos se han registrado logros en el conocimiento científico de las causas y efectos del deterioro de la naturaleza. Han surgido programas, estrategias y políticas en materia ambiental y los instrumentos administrativos y jurídicos para la planeación y la coordinación sectorial e intersectorial de las acciones. Asimismo, se incrementan los organismos no gubernamentales, las asociaciones profesionales, los movimientos y grupos que reúnen a gran diversidad de ciudadanos con anhelos de participar en el análisis y solución de los problemas ambientales y del desarrollo. Esta dinámica social ha generado mayor conciencia ecológica en el país, y motivado en gran medida que las instancias políticas municipales, estatales y federales incorporen con mayor interés a sus respectivas agendas políticas los temas ambientales y de desarrollo. El país adquiere importante presencia en el ámbito internacional, no sólo para tratar temas relacionados con aspectos comerciales y financieros; en la agenda de compromisos, la cuestión ambiental también desempeña un papel muy destacado. Cabe anotar que México ha prestado asesoría técnica e intercambio de experiencias relacionadas con la gestión ambiental con países del Caribe, Centro y Sur América. Además, se han firmado proyectos de convenios para obtener préstamos de diferentes asociaciones internacionales orientadas a la preservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. A la fecha, se tiene gran número de normas ecológicas y de criterios ecológicos, los estados cuentan con leyes ambientales propias, y algunos municipios del país han emitido bandos de policía y buen gobierno que regulan actividades locales con efectos ambientales.

En cada entidad federativa existen delegaciones de SEMARNAP que poseen direcciones generales de ecología y/o comisiones estatales de ecología. A su vez algunos municipios tienen regidurías municipales sobre ecología y medio ambiente, mismas que participan en forma

coordinada en la elaboración de los respectivos ordenamientos ecológicos. Estas estructuras están siendo creadas en la medida en que avanza la estrategia de descentralización y aplicación de la gestión ambiental en los tres ámbitos de gobierno.

La ejecución de la política ambiental continúa teniendo deficiencias, sobre todo a causa de desequilibrios en los sistemas administrativos y políticos, incluida la escasa jerarquía de que goza la política ambiental y el limitado margen de maniobra en este rubro (fondos escasos, atribuciones difusas, pocas posibilidades de sancionar). Existen obstáculos para lograr el manejo integral del territorio; éstos se relacionan con el fortalecimiento de los regímenes sectoriales, la dispersión normativa y la sectorización de esas capacidades, lo que imposibilita al estado efectuar una normativa de interés público sobre el aprovechamiento del territorio como un todo.

En relación con la articulación entre los niveles de gobierno y la distribución de competencias, se presentan tres situaciones:

- ◆ Las contradicciones entre las legislaciones federales y locales en lo relacionado a la distribución de competencias entre estados y municipios.
- ◆ La ampliación del uso de la figura de "facultades concurrentes" en la Constitución. En materia de asentamientos humanos y protección del medio ambiente se asigna a la legislación federal la función de reglamentar la concurrencia de los tres órdenes de gobierno, en "el ámbito de sus respectivas competencias", lo que ha permitido la expedición de leyes que han fortalecen las facultades del gobierno federal a costa de las de los estados y municipios. En su caso, la LGEEPA señala atribuciones federales que no están contenidas en la Constitución.
- ◆ El surgimiento de mecanismos de coordinación entre niveles de gobierno que hacen rígido el esquema de facultades excluyentes que contempla la Constitución.

La falta de efectividad en las leyes anteriores se debe en gran parte al desfase entre las leyes y sus reglamentos, a la incongruencia orgánica administrativa y de criterios y pautas específicas. Es importante señalar también que existen lagunas entre la planeación, la administración pública y las estructuras político-institucionales, por lo que resulta indispensable fomentar una amplia vinculación entre éstos.

La dispersión legislativa ha provocado que la normatividad referente al ordenamiento ecológico no sea uniforme en su jerarquía ni en su aplicación. Es importante señalar que la doctrina jurídica mexicana difiere en materia de jerarquías. Para unos autores las leyes reglamentarias de la Constitución prevalecen sobre todas las demás, en tanto que algunos otros consideran que las leyes generales y federales también son reglamentarias de la Constitución y, por lo tanto, tal clasificación carece de validez. No obstante, la doctrina es coincidente al afirmar que las leyes generales prevalecen sobre las leyes federales, y éstas a su vez sobre las legislaciones estatales. La aplicación de las leyes depende en gran medida de los presupuestos, las prioridades institucionales y las políticas de acción de las autoridades administrativas. Si se añade la complejidad derivada del número elevado de dependencias vinculadas al ordenamiento ecológico, resultan comprensibles los distintos niveles de aplicación de la normatividad en este rubro.

Adicionalmente, existe una falta de actualización de los reglamentos expedidos bajo leyes actualmente derogadas o abrogadas. En el nivel reglamentario la ley adquiere mayor consistencia; sin embargo, en las últimas décadas la dinámica legislativa mexicana ha sido tan rápida que muchas de las leyes promulgadas carecen de reglamentación. Como consecuencia, deben basarse en reglamentos expedidos conforme a leyes ya derogadas o abrogadas, lo cual provoca serias incongruencias administrativas y técnico-jurídicas.

En cuanto al carácter de las leyes, s prevalece la normatividad que fomenta las

actividades sectorizadas productivas. Esto se debe a que la mayor parte de la legislación ambiental mexicana posee un carácter sectorial en el que predomina una visión productivista sobre los recursos naturales y el medio ambiente.

Actualmente coexiste en México una legislación sectorial que posee un amplio

desarrollo histórico (agricultura, recursos hídricos, pesca, uso forestal, cacería, minería, recursos energéticos) con una legislación de carácter integral de incipiente consolidación (LGEEPA), cuyo enfoque aún no llega a ser prevaleciente, pese a que el concepto de desarrollo sustentable fue integrado a la LGEEPA desde 1996.

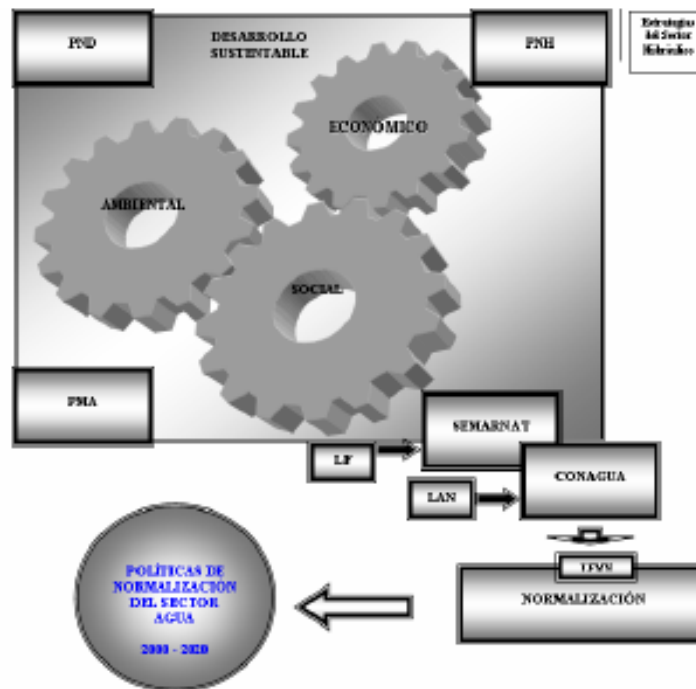
3.1.3 Políticas de normalización del sector agua 2000-2010.

Los antecedentes del que hacer de la Comisión Nacional del Agua se remontan al año 1926, con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI), posteriormente en el año de 1947 desaparece la CNI y se crea la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), con lo que las acciones relativas a los aspectos hidráulicos se manejan con una visión integral, contemplando globalmente los usos urbano, agrícola, industrial y de recreación del agua; en 1976 se crea la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), en 1989 se instaura la Comisión Nacional del Agua (CNA) como órgano desconcentrado de esta Secretaría, el 28 de diciembre de 1994, según Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, de la cual pasa a depender la Comisión Nacional del Agua, finalmente el 28 de noviembre de 2000, según Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, se crea la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de la cual pasa a depender la Comisión Nacional del Agua.

En un escenario de demanda mundial, en un esfuerzo para mantener un desarrollo sustentable, con el cual pueda mantenerse un adecuado equilibrio de intereses económicos, sociales y ambientales, la globalización cada vez en aumento, la formación de grandes bloques económicos, la realización de tratados y convenios internacionales; ha tenido que responder a tales acciones (ver figura 1), para lo cual, ha puesto en marcha diversos planes estratégicos, tales como: el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Nacional Hidráulico del cual se desprenden las estrategias del Sector Hidráulico.

Asimismo, en congruencia con dichas acciones, ha sido necesario actualizar algunas leyes tales como: Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su Reglamento, La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su reglamento entre otras, que respondan a tales necesidades.

En ese sentido, tanto la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), han definido su misión, sus objetivos y sus estrategias. Como resultado de esta acción, la CONAGUA ha determinado estructurar y llevar a cabo el proyecto: *Políticas de Normalización del Sector Agua 2000 - 2020* (Diagrama 1).



- PND Plan Nacional de Desarrollo
- PNH Programa Nacional Hidráulico
- PMA Programa de Medio Ambiente
- LF Ley Forestal
- LAN Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento
- LFMN Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

Diagrama 1. Proceso de Normalización para un aprovechamiento sustentable del recurso agua.
Fuente: XV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales

Entre algunas de esas acciones se encuentran la de formular y emitir NOM que, según se describe en la misma ley, tendrán como finalidad establecer las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando estos puedan constituir un riesgo para la salud de las personas, salud animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de los recursos naturales.

Independientemente de la obligatoriedad con respecto a la LAN y su Reglamento y a la LFMN y su Reglamento, la CNA debe responder también, de manera centralizada, a otras actividades que se encuentran vinculadas con la normalización, tales como:

1. Participar durante la revisión y desarrollo de las normas mexicanas

(NMX) relacionadas con las NOM-CNA que emite;

2. La coordinación para la elaboración de Normas Técnicas relacionadas con la infraestructura del sector agua;
3. La normalización de los productos que la propia CNA consume y que es regida por la Ley de Obra Pública; y
4. Su participación en el desarrollo y cumplimiento de las NOM's de otro sector, por la repercusión que tienen hacia el sector agua, como son: las NOM-ECOL y NOM-SSA.

El considerar la normalización como una poderosa herramienta que contribuya al desarrollo en el aprovechamiento del recurso agua, permitirá crear una cultura de calidad dentro del Sector, al propiciar que los prestadores de servicios, fabricantes de materias primas y de productos, tengan que

elevar la eficiencia de sus procesos, mejorar la capacitación de su personal y sus métodos de control de calidad o, mejor aún, implementar sistemas de gestión de la calidad, al tener que cumplir especificaciones acordes a los requerimientos actuales del país, esto, debido a su amplia participación en tratados y convenios internacionales.

Asimismo, la CNA podrá integrar en un solo sentido y bajo una misma política su función normativa que contribuya a un desarrollo sustentable del Sector, para poder hacer frente al gran reto del nuevo milenio, el cual fundamentalmente representa:

1. Tener que incrementar la disponibilidad y calidad del agua;
2. Ampliar y dar mantenimiento a la infraestructura hidráulica;
3. Promover integralmente el reuso del agua; y
4. Todo esto dentro de un amplísimo contexto de participación ciudadana.

El proceso de normalización se visualiza como un marco de confluencia de diferentes aspectos, políticas e instituciones. Existen algunos ordenamientos legales: la LFMN y su Reglamento, facultan a la CNA a elaborar las normas correspondientes al Sector Agua; la LAN y su Reglamento que también le confiere a la CNA el derecho de realizar las normas oficiales mexicanas (NOM's) y de normalizar los productos, procesos y servicios en el sector.

Este proceso tiene dos vertientes: la normalización, o sea, identificar y establecer las normas que deben cumplirse y establecer los mecanismos por los que se verifica que estas normas se cumplen, es decir, la evaluación de la conformidad.

Evaluación de la conformidad

La emisión de las NOM's no tendría sentido, si no son aplicadas por los responsables de su cumplimiento. En este sentido, la CNA como autoridad responsable de llevar a cabo la evaluación de la conformidad de las NOM's que emite, con el apoyo de Organismos de Certificación (OC), Laboratorios de Prueba (LP) y Unidades de Verificación (UV) acreditados y, en su caso

aprobados por la dependencia, ha dado ya los primeros pasos para dar cumplimiento a la importante actividad de la evaluación de la conformidad.

En el mes de julio de 1999, conforme a lo establecido en el artículo 73 de la LFMN, la CNA emitió a través del Diario Oficial de la Federación (DOF), su procedimiento para llevar a cabo la evaluación de la conformidad de las NOM-CNA. Con respecto a la certificación de los productos referidos en las NOM's, se establecen dos opciones de certificación: una, para proveedores en proceso de desarrollo, para los que se les exige tener en operación cuando menos con un sistema de control de calidad y que el producto cumpla con los requisitos de su norma de referencia, lo que les permite contar con un certificado con una vigencia de 1 año, la segunda opción, establece que el fabricante debe contar con un sistema de aseguramiento de calidad conforme a las normas mexicanas NMX-CC-003/004/005, y que el producto cumpla con los requisitos de su norma de referencia, en este caso, el certificado tendrá una vigencia de tres años, en ambos casos deberá recurrirse a laboratorios de prueba acreditados.

A) Certificación de proveedores

Actualmente, una gran mayoría de los fabricantes de productos relacionados con el sector agua en México, no han desarrollado una cultura de calidad de los productos que comercializan, esto se manifiesta al observar el énfasis que ponen en los niveles de producción (volumen), y no así en mejorar sus equipos y procesos productivos, selección de materias primas de mejor calidad, falta de interés en la capacitación de sus trabajadores, poca atención en la adquisición de equipo de medición y prueba para verificar la calidad en el proceso o como producto terminado, falta de ofrecimiento de productos en campo. En este sentido, la CNA a través de la normativa, contribuye fomentando la cultura de calidad con fabricantes de productos del sector. Un indicador de este avance, lo referencia el incremento constante del número de fabricantes certificados.

B) Laboratorios de prueba

Podemos decir, sin temor a equivocarnos que las actividades de normalización son ya actividades desarrolladas normalmente en el entorno industrial y urbano de México, sin embargo, el interés en el acreditamiento de laboratorios, aún se encuentra en un proceso de maduración, por lo que, sobre todo en el sector agua, existe escasez de laboratorios acreditados.

En este sentido, la CNA ha establecido los procedimientos de apoyo para el desarrollo o establecimiento de laboratorios acreditados en los rubros de interés o relacionados con las NOM-CNA para su aprobación; dichos procedimientos consideran la planificación anticipada sobre los requerimientos a cumplir por los laboratorios.

C) Unidades de verificación

De acuerdo a lo estipulado por la LFMN, los responsables de la obra o servicio en campo deberán demostrar el cumplimiento de las especificaciones de la NOM correspondiente, conforme a los métodos de prueba indicados en la misma, esta actividad debe llevarse a cabo a través de Unidades de Verificación (UV), quienes emitirán un dictamen que determina el cumplimiento o no cumplimiento de la NOM.

Actualmente ya se han emitido oficialmente siete NOM-CNA, sin embargo, aún no se cuenta con la aprobación de UV que efectúen el trabajo de evaluación de la conformidad en campo. Tomando en cuenta que esta actividad en México es relativamente reciente, se desconoce sus proporciones, por lo que, la CNA, dentro de su planeación a corto plazo ha desarrollado la metodología para acreditar y aprobar en un solo acto a las UV, que llevan a cabo la verificación de la normativa del sector; actualmente se están llevando a cabo talleres de inducción y campañas de promoción, que permitan despertar el interés de los posibles candidatos a UV, así como, la preparación del material didáctico

para la instrucción sobre las pruebas específicas establecidas para cada una de las NOM-CNA.

Por otra parte, una vez operando las UV, se está preparando el establecimiento de un sistema computarizado que permita, de manera inmediata, informar y mantener actualizada toda la información relacionada con la evaluación de la conformidad en campo, como lo es el registro de las UV en el país, su desempeño, estado de la verificación en campo por NOM-CNA y por región del país. Así como, contar con un registro estadístico que permita conocer las tendencias sobre el cumplimiento de los requisitos por cada NOM-CNA y por estados de la república.

Por lo anterior, se considera de vital importancia que las políticas relacionadas con la evaluación de la conformidad que incluyen los aspectos antes mencionados, tomen en cuenta que, para una cobertura nacional, la CNA se apoye en las Gerencias Regionales, asignándoles responsabilidades relacionadas con la administración de la evaluación de la conformidad de las NOM-CNA, de aplicación en la zona de su ámbito de competencia, de esta manera se facilitará mantener una cobertura nacional y una comunicación más efectiva.

Como es sabido, cualquier esfuerzo que se haga en pro de una actividad, donde los resultados se medirán en función de la participación de la otra parte, en este caso, la aplicación y cumplimiento de las NOM-CNA, no tendrá los resultados esperados, si no se lleva a la práctica una estrategia de difusión. En este sentido, es importante establecer una política de difusión del sistema integral de normalización, dirigida a todos los niveles relacionados con el Sector Agua, tales como fabricantes de equipos y productos, Organismos Operadores y prestadores de servicio. Actualmente, la CNA realiza, la difusión de sus actividades en torno a la normalización y la evaluación de la conformidad, a través de Talleres Regionales en donde se ha difundido la normativa del sector.

La CNA promueve el cumplimiento de las NOM's del sector, considerando las acciones

relativas a la evaluación de la conformidad para la aprobación de Organismos de Certificación, Laboratorios de Pruebas y Unidades de Verificación que así lo soliciten, asimismo difunde la certificación de la

calidad de los proveedores de bienes y servicios del sector, mediante la emisión de un listado de empresas certificadas con respecto a las NOM's.

Actualmente la CNA tiene vigentes doce Normas Oficiales Mexicanas del sector agua:

CLASIFICACIÓN	TÍTULO
NOM-001-CNA-1995*	Sistema de alcantarillado sanitario. - Especificaciones de hermeticidad.
NOM-002-CNA-1995*	Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable - Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-003-CNA-1996*	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
NOM-004-CNA-1996*	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.
NOM-005-CNA-1996*	Flujómetros - Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-006-CNA-1997	Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-007-CNA-1997	Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua - Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-008-CNA-1998	Regaderas empleadas en el aseo corporal - Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-009-CNA-2001	Inodoros para uso sanitario - Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-010-CNA-2000	Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro - Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-011-CNA-2000	Conservación del recurso agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.
NOM-013-CNA-2000	Redes de distribución de agua potable - Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

La autoridad del agua en el Valle de México se ejerce a través de las diversas representaciones de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), básicamente por conducto de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala y las Gerencias Estatales en los Estados de México, Hidalgo y Tlaxcala. En el marco institucional para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en el Valle de México, constituye un verdadero abanico de opciones en el cual participa la CONAGUA a través de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala; así como las Gerencias Estatales en su ámbito; los gobiernos de los Estados de México (Comisión del Agua del Estado de México; Hidalgo (Comisión de Agua del Estado de

Hidalgo) y Tlaxcala (Secretaría de Ecología Estatal) y el Gobierno del Distrito Federal (Sistema de Aguas de la Ciudad de México).

La discusión de los asuntos relacionados con el manejo del agua se promueve en diversos foros, entre los que destacan:

- El Consejo de Cuenca del Valle de México y sus grupos auxiliares (CCVM).
- La Comisión de Agua y Drenaje del Área Metropolitana (CADAM).
- El Fideicomiso para las Obras de Abastecimiento y Saneamiento del Valle de México y sus grupos de trabajo.
- La Comisión Especial para la Gestión Integral del Agua (Distrito Federal)
- Los Consejos Ciudadanos del Agua Estatales (México e Hidalgo).

La Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, conjuntamente con la Ley Federal de Derechos, las Normas (NOM) Sanitarias y demás ordenamientos, constituyen un marco adecuado, aún cuando perfectible, para el aprovechamiento racional de los recursos hídricos del Valle de México, así como en la prevención y control de la contaminación a que están expuestos. Estas leyes se han enfocado más en las cuestiones de abastecimiento de agua potable sin preocuparse por las diferentes maneras de recolección de agua, como es la del agua pluvial y de igual forma se encuentra la reutilización del agua gris.

Distrito Federal, sólo se tiene contemplado el uso del agua pluvial en los jardines, parques e industrias, pero no se ha contemplado la recolección y reutilización del agua pluvial, el cual puede ser usado para la casa-habitación en los diferentes inmuebles.

En los artículos 90 y 105 (ver Anexo B) hablan sobre las conexiones y disposiciones necesarias para desalojar el agua pluvial, pero nunca de una recolección para su uso interno. Con esto podemos observar que es necesaria una introducción en el campo arquitectónico para su aplicación.

Se observa en los artículos del Reglamento del Servicio del Agua y Drenaje para el

Mientras en el Reglamento de construcciones del Distrito Federal son considerados los siguientes capítulos y sus correspondientes artículos.

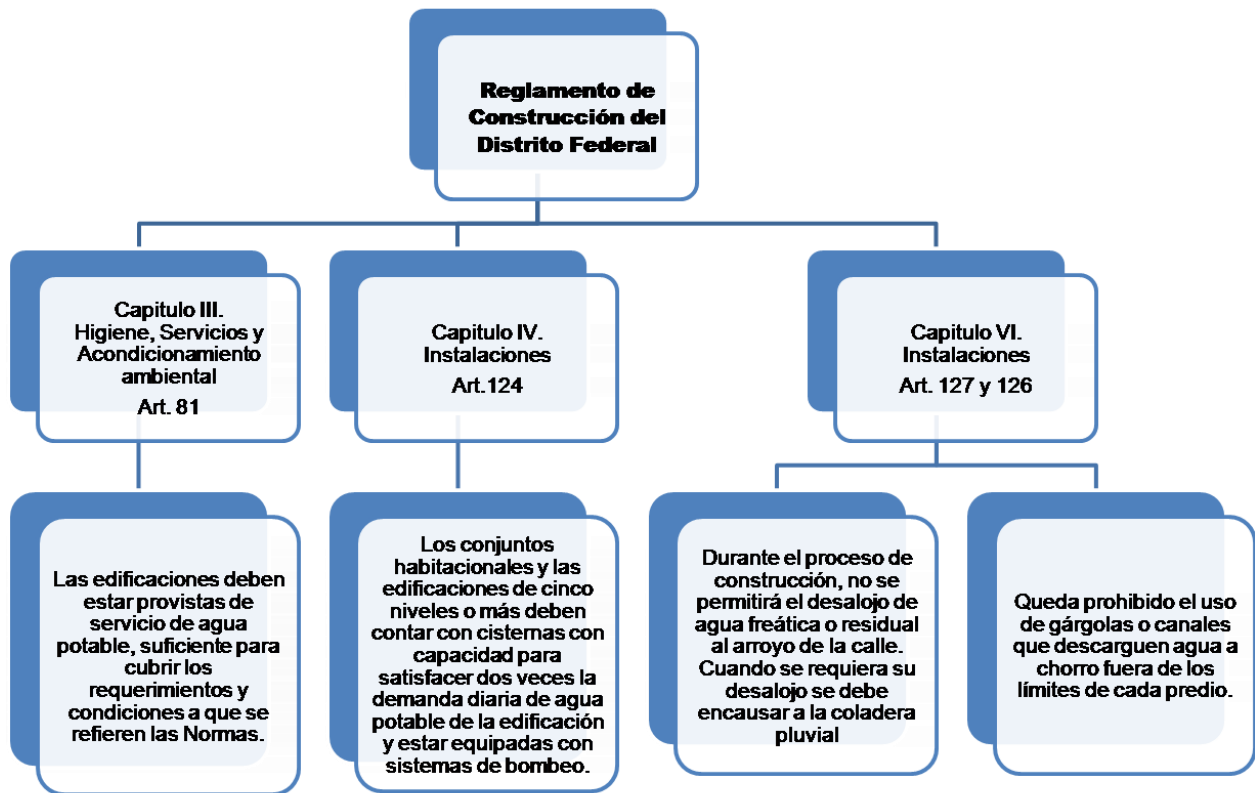


Diagrama 1. Reglamento de construcción del Distrito Federal
Fuente: Reglamento de construcción del Distrito Federal.

En las Normas Técnicas Complementarias los capítulos abordados son los que mencionan características y/o servicios de las aguas pluviales y grises.

Capítulo 3. Higiene, Servicios y Acondicionamiento Ambiental. Provisión mínima de agua potable. Para el uso Habitacional esta especificado una dotación mínima en litros de 150 l/hab./día.

Capítulo 6. Instalaciones; 6.1.2. Instalaciones hidráulicas. Simplemente dotación de agua potable por medio de la Norma Mexicana; 6.1.3. Instalaciones de drenaje pluvial y sanitario. Las edificaciones que requieran un estudio de impacto urbano o ubano ambiental, deben contar con instalaciones independientes para las aguas pluviales y las residuales, las cuales serán canalizadas a sus respectivos albañales. Nos hablan sólo de un alcantarillado de agua pluvial.

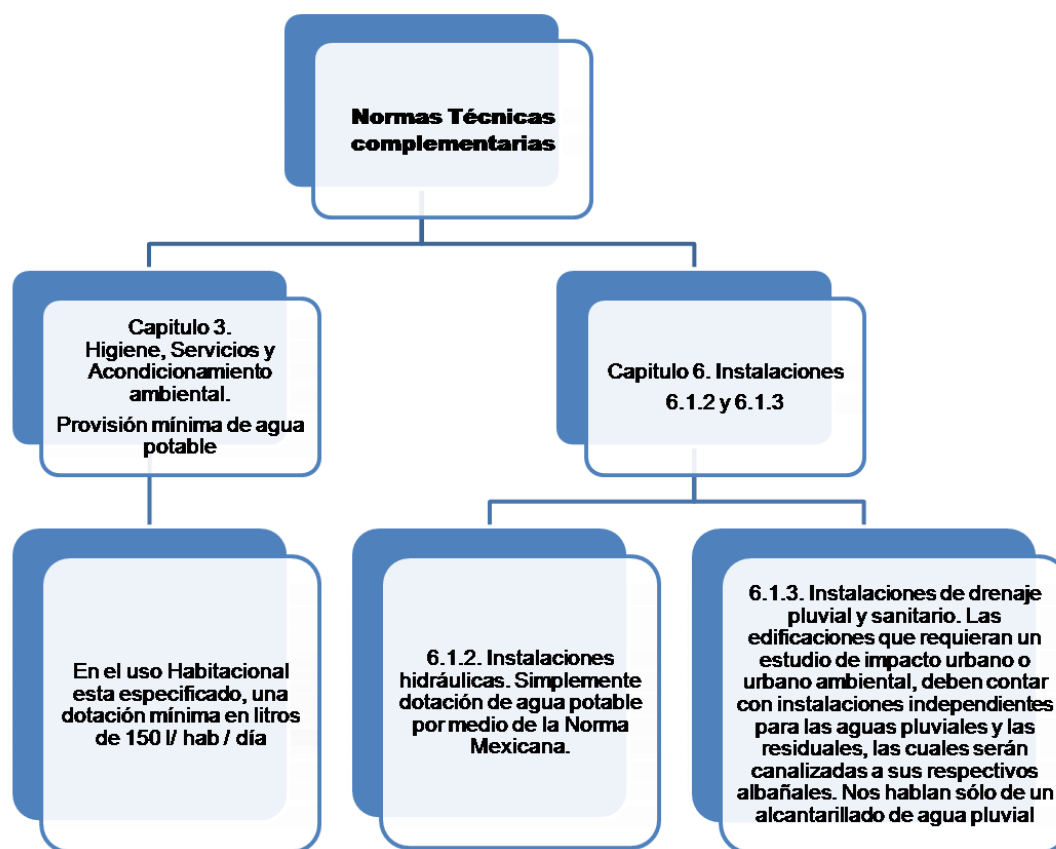


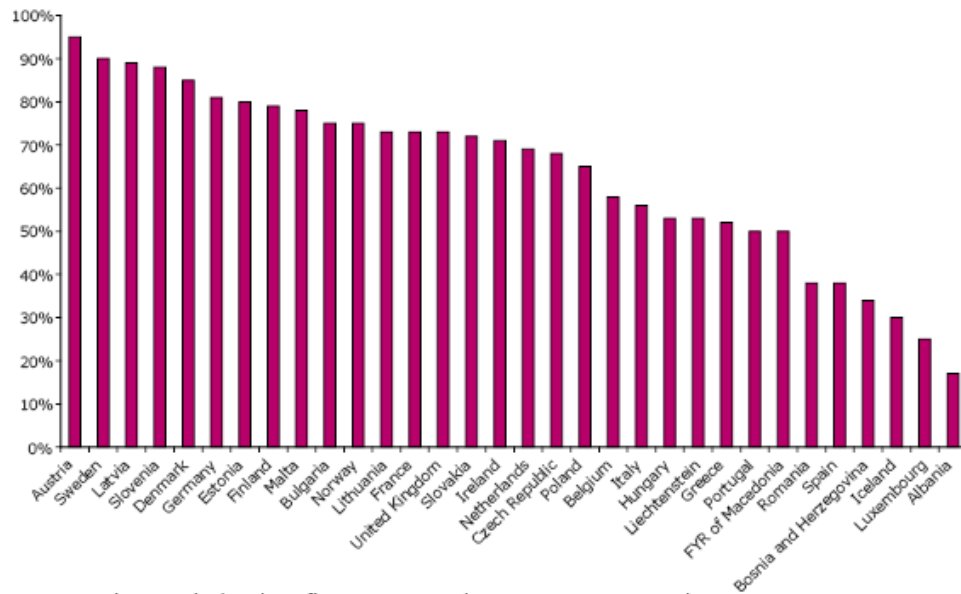
Diagrama 2. Normas Técnicas Complementarias
Fuente: Reglamento de construcción del Distrito Federal.

CAPITULO 4. ANÁLISIS NORMATIVIDAD PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA

4.1 Antecedentes Internacionales

4.1.1 Agua pluvial

Es importante mencionar que en diversos países como son España, Inglaterra, Alemania, Portugal, Irlanda, es decir la Asociación de Estados Europeos (EEA), Canadá, Japón, Estados Unidos (Gráfica.6) se han llevado a la práctica el ahorro energético, captación de agua pluvial, ahorro de agua, en fin un sin número de elementos que nosotros necesitamos y utilizamos cotidianamente, lo cual ha llevado a ventajas económicas y sociales en dichos países donde se realizan estas tecnologías y no sólo han tomado estas medidas en la vivienda sino de igual manera se han abordado en el sector comercial, social, cultural, educativo, ya en diversos géneros arquitectónicos.



Source: Eionet priority data flows — Seventh progress report to the Management Board, EEA, 2004.

Gráfica.6. Datos sobre el porcentaje de cada uno de los países de la EEA, en el 2004, que efectúan la tecnología de la sustentabilidad en diversos sectores.

En España se ha tomado la medida de la reutilización del agua, puesto que es un factor importante dentro de la humanidad. Su propuesta consiste en dotar a la urbe de la mayor capacidad posible de acumulación de agua, mediante la construcción de sistemas separativos modulares para la retención de pluviales, repartidos por la ciudad y con especial profusión en parques y zonas verdes.

Toda esta encaminada al aprovechamiento in situ (en origen) del agua de lluvia, además de contribuir a la reducción del consumo de agua, aporta los siguientes beneficios a la infraestructura de saneamiento existente con la reducción de:

- 1) La carga hidráulica del sistema en tiempo de lluvia
- 2) El volumen de agua contaminada
- 3) Escorrentías⁵⁵ y arrastre de sólidos
- 4) Gastos de transporte y depuración
- 5) Volumen y frecuencia de las DSU (Unidad de Sensor Digital)

El sistema de agua pluvial y gris, se ha llevado a la práctica y tiene como uno de sus objetivos conceptuales es la no generación de flujos; el sistema ha sido concebido para captar, acumular y transportar exclusivamente el exceso de agua en el terreno. De forma general, en situaciones de lluvia (Fig.02).

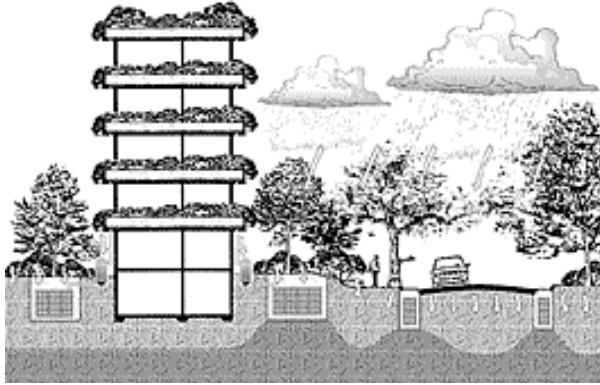


Fig.02. Situación de la captación de lluvia.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Permitiendo posteriormente su progresiva infiltración al terreno. Mediante la combinación de diferentes tipos de geotextiles se consiguen estructuras total o parcialmente permeables⁵⁶. (Fig.03)

- ◆ Elementos para la captación o infiltración.
- ◆ Elementos para el transporte.
- ◆ Elementos para el almacenamiento y reutilización.

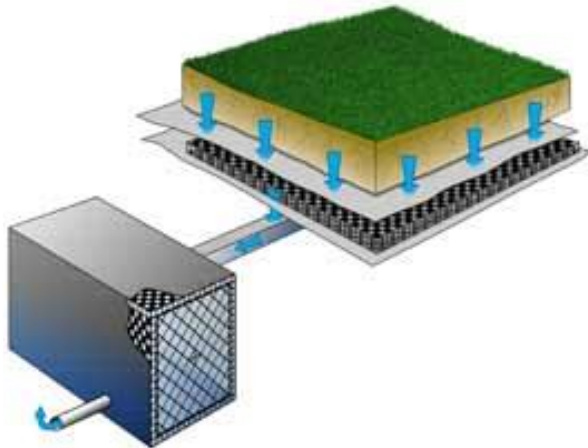


Fig.03. Esquema de elementos de captación de lluvia por medio de geotextiles.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España

La captación del agua se efectúa mediante procesos de infiltración, por tanto utilizan superficies colectoras a base de materiales y elementos altamente permeables tales como arena, gravilla, zonas vegetadas permeables; dependiendo de las necesidades de resistencia a la compresión

y compactación requeridas, se utilizarán o no elementos de protección.

El sistema de agua pluvial y agua gris, emplea dos tipos de elementos de captación:

1. *Colectores No Transitables*: Consiste en zonas vegetadas y extensiones a base de arena o gravilla; este tipo de estructuras es aplicable en jardines, parques, zonas deportivas, azoteas, canales y cunetas⁵⁷. (Fig.04)

Pasto / Gravilla reforzado

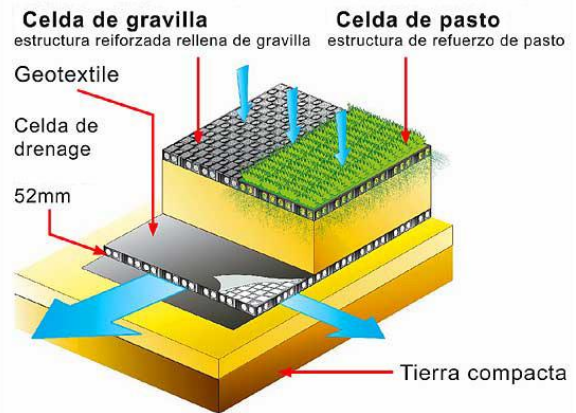


Fig.04. Colectores no transitables.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

2. *Colectores Transitables*: Consiste en los mismos materiales que en el punto anterior, pero reforzados con elementos anti-compactación (adoquín vegetado, adoquín granular, asfaltos permeables, etc.). Este tipo de estructuras conviene particularmente a calles, carreteras, cunetas⁸, zonas de estacionamiento, vías de servicio, zonas peatonales, caminos, senderos. (Fig.05).

55. Ver Glosario

56. Sistema de agua pluvial y gris. Gobierno de España

57. Ver glosario



Fig.05. Colectores transitables.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Una vez filtrada el agua a través del elemento colector, ésta es recogida por una serie de estructuras enterradas y conducida hacia los tanques de acumulación⁵⁶. (Fig.06).

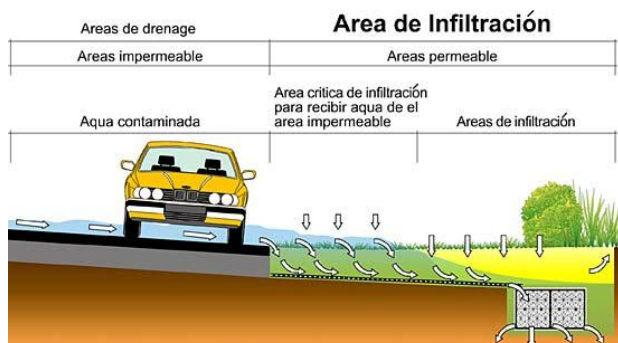


Fig.06. Esquema donde se representa que el agua de lluvia se dirige a los tanques de acumulación para su recolección.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Los elementos para el transporte son celdas, tubería y canal modular; esto permite cualquier tipo de configuración y dimensionamiento.

Una importante característica del sistema es el efecto depurador que ejerce sobre el agua que transporta; la depuración se consigue gracias a la oxidación provocada por la especial estructura de los conductos y por procesos naturales de filtración y biorremediación⁵⁸. La combinación de geotextiles permeables o impermeables en el envoltorio de la estructura permite o evita que el agua abandone el sistema. Así pues, el agua captada es dirigida hacia elementos de acumulación. Su modularidad permite la

construcción de depósitos enterrados de cualquier tamaño y forma, así como la construcción de dos tipos de depósitos, los impermeabilizados (Fig.07) y permeables o de percolación (Fig.08).



Fig.07. Depósitos impermeabilizados: Acumulan y retienen el agua para su posterior reutilización mediante bombeo.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.



Fig.08. Depósitos permeables o de percolación: Acumulan temporalmente el agua permitiendo su progresiva infiltración al terreno para la recarga de acuíferos.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, España.

Los reboses de estos depósitos pueden ser vertidos a otras estructuras permeables: estanques, humedales, cauce natural o red de saneamiento.

Para la aplicación del sistema tanto en parques y jardines como en todas aquellas zonas vegetadas en rotondas⁵⁹, jardineras, alcorques⁶⁰ y zonas de arbolado. El agua recogida con este tipo de aplicaciones es apta para todo tipo de usos, excepto el consumo humano.

58. Ver Glosario

59. Ver Glosario

60. Ver Glosario

El aprovechamiento del agua recogida por el sistema puede llevarse a cabo de forma activa mediante bombeo o de forma pasiva mediante riego subterráneo. Se han retomado diversas maneras para la recolección de agua entre las que destacan:

1. *Viales*: conversión de senderos y caminos en filtros colectores de agua: Los caminos y senderos ubicados dentro de los parques y jardines deberán estar dotados de pavimentos o estructuras permeables, con objeto de filtrar y captar pluviales y agua de riego. Bajo estas estructuras se ubicarán celdas de drenaje para el transporte del agua a los depósitos. (Fig.09). La aplicación podrá realizarse en la totalidad de los caminos o en los márgenes.



Fig.09. Sistemas de recolección viales.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

2. *Praderas y zonas vegetadas*: Dotación de una red de depósitos: El agua recogida por los senderos será acumulada de forma subterránea en depósitos bajo las zonas ajardinadas y cercanas a zonas arboladas. (Fig.10).

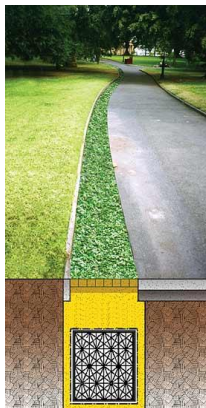


Fig.10. Sistemas de recolección zonas vegetadas.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Para este tipo de recolección hay que construir 2 tipos de depósitos:

- a) *Depósitos de retención*: impermeabilizados en la base y laterales, que retienen agua de forma permanente para su reutilización por bombeo (Fig.11).

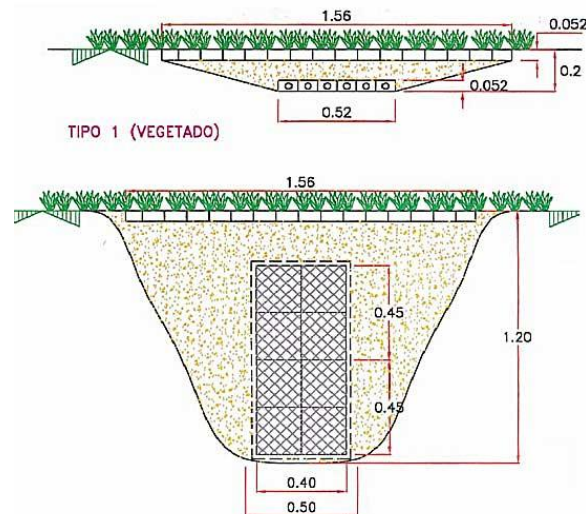


Fig.11. Depósitos de retención.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

- b) *Depósitos de percolación*: totalmente permeables, destinados a recibir los reboses de los depósitos de retención o para acumular temporalmente el agua de los caminos y permitir posteriormente su infiltración al terreno. Estos depósitos son especialmente adecuados para ser ubicados junto a zonas arboladas, con objeto de proporcionar agua a los árboles y favorecer procesos de evapotranspiración⁶¹ (Fig.12).

También proponen la aplicación de sistemas de recuperación de agua en todas aquellas zonas verdes ubicadas en zonas peatonales (Fig.13), aceras (Fig.14), rotondas⁶² y jardineras. Y la ubicación de depósitos de retención en el interior de las jardineras (Fig.15) y de zonas de infiltración perimetralmente⁶³ (Fig.16).

61. Ver Glosario

62. Ver Glosario

63. Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España

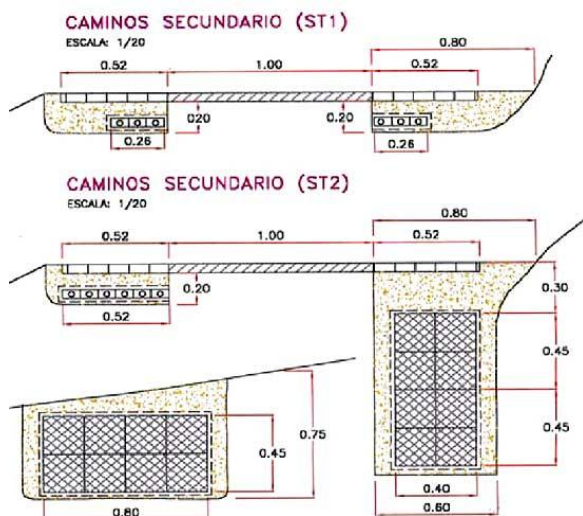


Fig.12. Depósitos de percolación.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.



Fig.13. Propuesta de sistema de recolección en zonas peatonales.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gob de España.



Fig.14. Propuesta de sistemas de recolección en aceras.

Fuente: Sistema de agua pluvia y gris, Gob de España.

Los depósitos cuentan con tuberías de rebose conectadas a la red de alcantarillado y tomas para el bombeo. El agua acumulada en el interior de los depósitos siendo reutilizada periódicamente alternando su uso con el sistema de riego general. Cuando el depósito agotara sus reservas de agua, volvería a utilizarse agua

de la red de riego hasta que el sistema haya recuperado agua suficiente para proceder a su reutilización. El depósito cuenta con un sistema para el control del nivel de agua almacenada (Fig.17).



Fig.15. Propuesta de sistemas de recolección en el interior de las jardineras.

Fuente: Sistema de agua pluvial, España.



Fig.16. Propuesta de sistemas de recolección en zonas de infiltración perimetral.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gob de España.

3.- Algunas configuraciones Zonas colectoras o de alta infiltración:

- No transitables: Compuestas por las propias zonas verdes y zonas terrazas.
- Transitables: Ubicadas perimetralmente a las zonas vegetadas, o las propias zonas vegetadas protegidas con celdas anticompactación (celdas de 52 mm vegetadas).

La aplicación del sistema en las vías públicas con llevaría las siguientes mejoras:

- ◆ Aumento de la capacidad de retención de agua de las zonas verdes.
- ◆ Reducción de los procesos de escorrentía y encharcamiento en viales y zonas peatonales.

- ◆ Reducción del consumo de agua y de las necesidades de riego.
- ◆ Reducción de la cantidad de agua contaminada.
- ◆ Reducción de problemas de colmatación⁸ en rejillas y sumideros.
- ◆ Aumento de superficie transitable para peatones y vehículos.

- ◆ Reducción de accidentes en vía pública por caídas y patinazos.

Por medio de depósitos se ha empezado la elaboración de captación de agua, no sólo de agua pluvial sino de igual manera de las aguas grises.

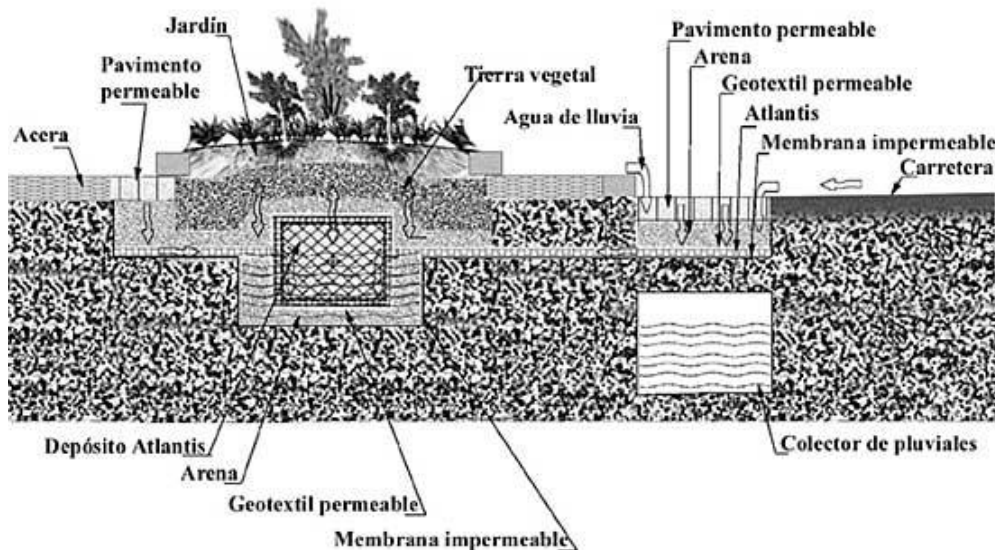


Fig.17. Diagrama de recolección de agua pluvial.
Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

4.1.2 Agua gris

El suministro de agua potable está considerado como una condición indispensable para garantizar una calidad de vida digna, lo cual supone grandes inversiones en infraestructuras para su tratamiento y distribución. Sin embargo, el consumo de agua potable puede reducirse en gran medida para gran parte de los usos diarios por agua no potable proveniente de la lluvia o de las aguas grises.

Uno de los países con más auge es Alemania en cuanto a la tecnología en la reutilización de agua gris. Su tecnología, en primer lugar, las aguas grises se someten a un tratamiento en una columna de burbujas con circulación en bucles por medio de una ventilación biológica específica. A través del efecto gravedad, la unidad de filtración se carga con las aguas grises previamente purificadas.

La unidad de filtración consta de placas con una membrana con un tamaño de poros de 0,00005 mm y garantiza la total retención de gérmenes y bacterias, debido a la filtración estéril (como comparación: tamaño de bacterias 0,001 mm). A través del efecto gravedad se garantiza un flujo de filtrado continuado junto a un tiempo de exposición prolongado, siendo los costes de mantenimiento bajos⁶⁴.

El almacenamiento del agua depurada y la seguridad de funcionamiento del abastecimiento de agua para el inodoro tiene lugar por medio de los componentes acreditados de la tecnología IRM (gestión inteligente de aguas pluviales). Todos los procesos se supervisan micro-electrónicamente de forma centralizada.

El aprovechamiento de aguas grises requiere la evacuación de las aguas residuales de la ducha, bañera y lavabo hacia la instalación. El resto de aguas residuales pueden conducirse al desagüe de la forma habitual (Fig.18).

Esta tecnología únicamente contempla el agua gris, y las demás aguas se van directo al drenaje.

Otro ejemplo, es la Vivienda Unifamiliar en Santa Coloma de Gramenet (Barcelona): Este sistema conduce hacia un depósito-arqueta (bote sifónico), desde donde se

bombea al depósito, de 500 litros, en la buhardilla (Fig.19).



Fig.19. Depósito-arqueta en vivienda unifamiliar y su interior (derecha)
Fuente: Ecoagua, tecnología Española.

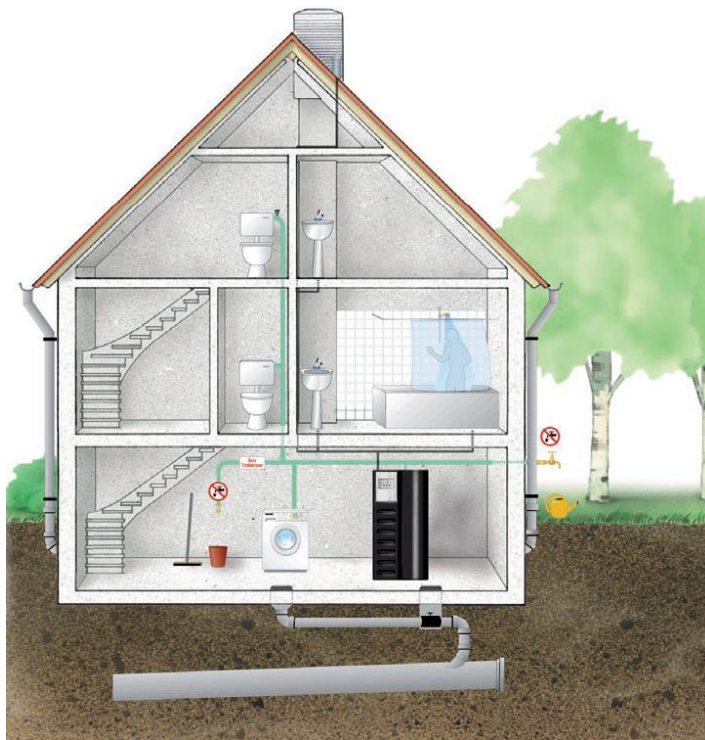


Fig.18. Diagrama del Sistema de aprovechamiento de agua gris.
Fuente: Tecnología Alemana.

También está la Vivienda unifamiliar en Corbera de Llobregat (Barcelona): Se ha instalado una depuradora de aguas grises de 500 litros de capacidad en el sótano de la vivienda (Fig.20 y 21).

Y las Viviendas plurifamiliares de promoción pública en Artá (Mallorca): Entre dos bloques de viviendas, se ha instalado un depósito-depuradora de unos 16 m³ para la recogida, tratamiento y distribución a las cisternas (Fig.22 y 23).



Fig.20. Vivienda unifamiliar con sistema de reutilización de aguas grises.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.

64. Tecnología Alemana, Investigación Alemania.



Fig.21. Depósito instalado en el sótano.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.



Fig.23. Instalación del depósito-depuradora entre.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.



Fig.22. Comunidad de viviendas en Artá, donde se instaló el sistema de reutilización.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.

Siendo algunos de los ejemplos donde se ocupa la reutilización del agua gris en las viviendas tanto particulares como plurifamiliares, es importante que no sólo es a nivel de estrato alto, sino de cualquier nivel socio-económico.

4.1.3 Agua residual

El incremento poblacional en Canarias ha exigido que desde los años 60, se vengán implantando nuevas estrategias de ahorro de agua para hacer frente al déficit hídrico que desde siempre han sufrido las islas.

La reutilización de las aguas residuales tratadas en Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (E.D.A.R.), desde hace algún tiempo, está considerada en Canarias como una fuente muy fiable para potenciar el ahorro de agua y reducir la contaminación ambiental.

En Canarias, sin embargo, la excesiva salinidad de las aguas residuales, hacen impensable por el momento, el aprovechamiento masivo e integral de todas las aguas residuales con el objeto de alcanzar **"un vertido cero"**.

El actual desarrollo de la tecnología del agua permite la reutilización directa para

cualquier actividad que demande agua utilizando efluentes de cualquier procedencia. Existen procedimientos de tratamiento contrastados con los cuales es posible obtener agua de muy buena calidad a partir de cualquier tipo de aguas. Es posible, con esos tratamientos, mineralizar por completo la fracción orgánica presente en las aguas residuales, para a continuación desalar dichas aguas, sin embargo, el dispendio energético que es preciso realizar, para aplicar estas tecnologías tan evolucionadas, suponen una seria limitación a su empleo. No obstante, el empleo de dichas tecnologías se hace imprescindible cuando se trata de resolver el problema del saneamiento en núcleos urbanos tradicionales, donde las infraestructuras sanitarias han sido diseñadas dentro de la concepción Higienista del ciclo continuo del agua, y por lo tanto, en un principio, en su proyección, no se pensó en la necesidad de depurar las aguas residuales.



Fig.24. Sistemas eléctricos para la operación del Sistema de tratamiento.

Fuente: Editorial cda. Canarias.

En la actualidad, por lo expuesto, los equipos de depuración de aguas residuales se tienden a implantar al final de línea, es decir, en el punto de la red de alcantarillado, donde con anterioridad se efectuaba el vertido a cauce natural. En estos puntos, cuando el sistema de alcantarillado es unitario, se ubican un aliviadero de crecida, conectado directamente al cauce receptor, una E.D.A.R., una estación de bombeo, cuando el vertido se efectúa al mar, a baja cota, y un emisario submarino. El planteamiento de practicar el reciclaje de aguas residuales en edificios o conjuntos residenciales, es ciertamente novedoso (Fig.24).

Para plantearse la reutilización de las aguas residuales, habría previamente que realizar una distinción entre aguas negras, aguas grises y aguas pluviales.

En la reutilización edificatoria se emplean pequeños elementos prefabricados para efectuar el tratamiento "in situ" de las aguas residuales. También es necesario recurrir al empleo de redes paralelas o duales de abastecimiento de aguas.

En estos momentos, para la reutilización edificatoria, se están ofertando en mercado elementos de bajo consumo (grifería, inodoros, etc.), con la aparición de estos elementos se intenta reducir el volumen de agua utilizada, y por lo tanto el volumen de agua residual a tratar, con lo cual es posible, emplear dispositivos de depuración de menor formato, que ocupan mucho menor espacio que los utilizados con anterioridad.

La reutilización de aguas residuales, constituye un conjunto de técnicas que se vienen utilizando desde tiempos pretéritos, la civilización Minoica (2000 a. C.), utilizaba las aguas residuales en el regadío. Este uso se encontraba muy extendido en la antigüedad, por ejemplo, en la Jerusalén del Rey David, las aguas residuales eran conducidas a un depósito y tras sufrir un proceso de mineralización anaeróbica y la pertinente sedimentación de gruesos, era destinada al riego de las huertas que rodeaban a esta ciudad.

En España también se ha conocido un uso tradicional del regadío con aguas residuales practicado por los romanos y, sobre todo, por los árabes (Fig.25 y 26).



Fig.25. Deposito de aguas residuales.

Fuente: Tecnología España.



Fig.26. Deposito de aguas residuales.

Fuente: Tecnología España

Con la aparición de las primeras redes modernas de alcantarillado (1900) en Europa y Norteamérica, el uso directo de las aguas residuales sin tratar en el regadío se intensifica, y las aguas de alcantarillas tenían una gran demanda.

Canarias, en la actualidad, los agricultores, manipulan ilegalmente los colectores para usarse estas aguas, basta un breve recorrido por ciertas vegas agrícolas de las islas, permite detectar, el uso de aguas residuales, diluidas con las aguas de lluvias recogidas en depósitos, embalses y presas, en el riego agrícola.

Existen, incluso en nuestro planeta, regiones con un importante déficit hídrico, Israel, Namibia, etc., donde se ha institucionalizado la reutilización directa de las aguas residuales tratadas en el regadío.

La mencionada reutilización directa de aguas residuales tratadas a partir de efluentes municipales se efectúa en Windhoek, capital de Namibia.

Estados Unidos es el país pionero, en la reutilización de las aguas residuales a gran escala, en 1912, en el Golden Gate Park de San Francisco, se comenzó a utilizar aguas residuales tratadas en el riego de las zonas verdes y en el abastecimiento de las masas de aguas ornamentales de dicho parque.

Hacia 1975, el volumen de aguas residuales tratadas reutilizadas en U.S.A. era de unos 985,5 Hm³/año, el grueso de las instalaciones de reutilización de aguas se localizaban en Arizona, California y Texas.

La tecnología para producir agua potable de alta calidad a partir de aguas residuales secundarias municipales se ha ensayado en experiencias pilotos y de demostración también en América, en Denver, Colorado, utilizando la Ósmosis Inversa⁶⁵ (OI). En estas experiencias se ha llegado a la conclusión de que es posible utilizar la OI mientras que se les dé un tratamiento previo adecuado a las aguas residuales.

En Canarias, las aguas residuales con tratamiento terciario (S/C de Tenerife 1.5 Hm³/año, Las Palmas 0.7 Hm³/ año) son utilizadas en la actualidad en el riego de zonas verdes, riego de calles, parques, estanques recreativos, fuentes públicas, jardines urbanos y zonas deportivas (campos de golf), pero el destino preferente de estas aguas es el riego agrícola.

La tecnología de las membranas utiliza procedimientos como:

- ◆ La microfiltración (MF), que
- ◆ La ósmosis inversa (OI).
- ◆ La nanofiltración (NF).
- ◆ La ultrafiltración (UF).

Con anterioridad al uso de membranas en las operaciones de potabilización de las aguas, se empleó la filtración lenta por arena diseñado por el ingeniero inglés Simpson (Londres 1829), dicho ingeniero también desarrolló en 1880 el primer sistema de tratamiento de aguas residuales utilizando filtros percoladores, así mismo, el procedimiento de fangos activados, que en la actualidad se sigue utilizando en la mayoría de E.D.A.R. también fue una idea de este ingeniero.

Dentro de los procedimientos de depuración de aguas residuales que se emplean en la actualidad, destaca el uso de los biorreactores de membrana⁶⁶ (BRM), que funcionan gracias a la combinación de dos procesos básicos:

- ◆ La degradación biológica de la fracción orgánica transportada por las aguas residuales.
- ◆ La separación utilizando membranas UF y MF.

De este modo, el influente entra en el biorreactor, donde se pone en contacto con la biomasa, después la mezcla es bombeada del biorreactor y luego filtrada en la membrana. El agua filtrada es retirada mientras que la biomasa es devuelta al biorreactor. Con el fin de mantener la edad del lodo constante, el lodo excedente también se retira. Se trata por lo tanto de trabajar con lodos activados haciendo que el agua residual depurada no se extraiga por sedimentación de finos en un decantador secundario, sino que dicha agua sea extraída por filtración a través de membranas.

65. Ver Glosario

66. Ver Glosario

Los sistemas de membranas de ultra filtración (UF) para biorreactores están conociendo un gran desarrollo debido a que a las mayores exigencias que se le están imponiendo a los efluentes de aguas residuales depuradas y al incremento de la demanda de reutilización de AR depuradas. El reactor biológico y la membrana pueden estar separados, o pueden estar integrados en un compacto.

El primer biorreactor de membrana se utilizó en 1967 en Connecticut (U.S.A.), dicho biorreactor tenía capacidad para tratar 14 m³/día de aguas residuales de origen industrial.

En 1977 se instaló un biorreactor para el reciclado de aguas de un edificio en Japón. En 1989 y 1990 se instalan biorreactores para el reciclado de aguas residuales en edificios de Estados Unidos, donde en la actualidad la mayoría de los biorreactores instalados tienen ese cometido.

En Japón, la escasez de agua en ciudades como Tokio, está obligando a que se fomente el reciclaje de las aguas residuales en los edificios de más de 15 plantas, mediante el desarrollo de una nueva legislación y el planteamiento de incentivos gubernamentales.

El proceso del biorreactor de membrana se adapta muy bien a las exigencias del reciclaje de aguas residuales en edificios por ofrecer un sistema compacto que produce agua de excelente calidad.

En Europa, para evitar una crisis frente a una mayor demanda de recursos hídrico, la Comisión Europea ha decidido incentivar el desarrollo de nuevos tratamientos que permitan restituir las aguas residuales municipales al ciclo hidrológico sin generar una peligrosa contaminación en los cauces receptores.

Los proyectos trienales AMADEUS y EUROMBRA, financiados con tres millones de euros de los fondos comunitarios, mediante la prioridad de desarrollo sostenible, cambio planetario y ecosistemas del VI Programa Marco (VI PM), se inscriben

dentro del marco de actuaciones que está emprendiendo la Union. Los dos proyectos mencionados se orientan a realizar investigaciones en el campo de la tecnología de los biorreactores de membrana. Los proyectos AMADEUS y EUROMBRA, colaboraran con 25 universidades europeas, una sudafricana y dos australianas, así como a centros de investigación, empresas y operadores de plantas de tecnología de biorreactor de membrana, con el objetivo de reducir los costes económicos y de funcionamiento de esta tecnología, y hacer posible así una mayor participación de las empresas europeas en el mercado de esta tecnología, con relación a otras convencionales.

En Europa, en la actualidad se están utilizando biorreactores de membrana, como el sistema de ultra filtración Huber VRM. En los biorreactores de membrana Huber VRM (Fig.27), las membranas están colocadas en forma de anillo alrededor de un eje giratorio. Dichas membranas son planas y funcionan a baja presión. Cuatro placas de membranas forman un módulo. Una unidad puede tener hasta 60 elementos y disponer de una superficie total de filtración de unos 2.880 m². Los caudales a tratar pueden ser del orden de 75 m³/h por unidad. Cuando se precisa tratar caudales superiores, es posible colocar varias unidades en paralelo. El sistema Huber VRM, está siendo utilizado en Europa en sitios como Knautnaundorf (Alemania), desde el 2001, y en Schwägälp (Suiza), desde el año 2002.



Fig.27. Sistema Huber VRM.
Fuente: Tecnología Europea

Los sistemas de biorreactores de membrana unen a las ventajas de los procesos de lodos activados las ventajas de la filtración con membranas por ello el uso de biorreactores de membranas permite que:

- ◆ El agua producida sea de excelente calidad y cumpla con las exigencias

de la normativa europea. Con el empleo de estos sistemas es posible eliminar las etapas de decantación secundaria, filtración y desinfección utilizando membranas de micro filtración (MF) o ultra filtración sumergidas en el reactor biológico (sistemas compactos) o emplazadas en una cámara de filtración anexa.

- ◆ La producción de lodos sea muy reducida en comparación con el volumen producido por los sistemas convencionales que se está utilizando actualmente.
- ◆ El volumen ocupado por la instalación sea 5 a 10 veces menor que los equipos convencionales. Con el empleo de estos sistemas se obtiene un elevado rendimiento de depuración en un espacio muy reducido ya que es posible disponer de mayor concentración de biomasa, del orden de 16 g/l.
- ◆ La instalación pueda soportar importantes variaciones de caudal y de concentración de residuos.
- ◆ El sistema admita una fácil limpieza de sus membranas. Para evitar la formación de biocapas que reduzcan el flujo del agua, en los sistemas de baja presión se introduce aire por debajo de las membranas a fin que

el flujo turbulento generado con esta operación arrastre el lodo y al mismo tiempo contribuya a repartirlo de un modo uniforme dentro del biorreactor. Los consumos de aire se sitúan entre los 250 y 1.000 l/ m² h.

- ◆ La calidad de permeado sea estable con independencia de los picos de carga.
- ◆ El sistema sea fácilmente ampliable (modularidad).
- ◆ El sistema tenga un mantenimiento mínimo gracias a su alto grado de automatización.
- ◆ El bulking o espumas filamentosas sean fácilmente eliminadas gracias al empleo de tamices especiales.

Los biorreactores de membrana, para operar correctamente requieren el empleo de tamices especiales que tienen un funcionamiento más eficaz de los tamices convencionales de desbaste. La presencia de fibras y de pelos, pueden afectar negativamente el funcionamiento de los sistemas de ultra filtración (UF), formando mallazos en las membranas, por ello se hace necesario utilizar tamices especiales como el Rotamat^R RoMen de varias capas que dispone de un tornillo transportador y una tolva de descarga del residuo extraído del AR.

4.2 Antecedentes Nacionales

4.2.1 Agua Pluvial

La *Sustentabilidad* dentro de la vivienda en la Ciudad de México, en lo que concierne a la recolección de agua pluvial y gris, no se han efectuado en su totalidad porque principalmente no ha habido un interés por parte de las autoridades y muy poca gente ha estado consciente del gasto de agua que se consume diariamente el cual debemos considerar, es decir, retomar los recursos naturales que nos proporciona nuestro medio ambiente pero básicamente y primordialmente que son gratuitos, de esta manera viene por consecuente un ahorro económico que se ve beneficiado por parte de este sector vivienda. Por supuesto, esto tendría que estar influenciado a las generaciones venideras para un bien

común. Lo más importante es en la contribución en el campo de la arquitectura para llevar a cabo la aplicación del manejo integral del agua, dentro del sector vivienda ya construida y la que está por construirse.

En la ciudad de México se han estado realizando investigaciones sobre la Sustentabilidad en los últimos años, pero simplemente se han quedado en fines académicos sin algún interés por medio de las autoridades.

Todos y cada uno tenemos en común el mismo espacio que es la vivienda, lo cual significa una importancia en el consumo sobre las necesidades que tenemos los

seres humanos, pero de mayor importancia es el consumo del agua, más aún porque son medidas higiénicas las que elaboramos mientras nos encontramos en el hogar, dentro de las cuales podemos mencionar la higiene personal, el lavado de diferentes cosas como son: la ropa, trastes, alimentos, el aseo de la casa, muebles y demás accesorios de la casa; lo cual nos lleva a un consumo de agua, electricidad, gas para elaborar dichas actividades, por ello hay que hacer una conciencia dentro de la vivienda en el mismo de la *Sustentabilidad* en Arquitectura.

Se ha hablado mucho al respecto del tema de la *Sustentabilidad* en varios aspectos, pero no se ha enfocado mucho con respecto al sector vivienda y sobretodo no se ha invertido o llevado a la práctica en el país a un nivel más general. Puesto que tenemos ejemplos dentro del país los cuales son el Conjunto Habitacional "Villa de Real" en Morelia y el proyecto de generación de energía eólica en Oaxaca. Dentro de otros ejemplos aplicados en la Ciudad de México se encuentra el Museo de la Zona Arqueológica en Xochicalco el cual es netamente sustentable, siendo el tercer museo a nivel mundial que tiene en su totalidad la aplicación de la *Sustentabilidad*, demostrándose con ello es factiblemente posible la elaboración de proyectos Sustentables en la Ciudad de México. Proyectos con aplicaciones desde hace 10 años de colectores solares se encuentran el Club Hacienda San Javier en Zapopan, Jalisco con 1,596 m² de paneles; Club Entrenna Sport City en Cuernavaca, Morelos; Club Alpha 4 en Puebla con 1,155 m² de paneles; Universidad de Aguascalientes con 1,050 m² de paneles; Hotel Aventura Spa en Puerto Aventuras, Quintana Roo con 100 módulos solares; Villa Internacional de Tenis; Club Atlas en Guadalajara; Parque ISSTTE Cocoder en el Distrito Federal, Fabrica Guetermm Polyroyal en Cuernavaca, Morelos donde se encuentra el primer refrigerador solar.

Los ejemplos más sobresalientes en México, dentro de la planeación para la recolección pluvial se encuentra el Sistema Integral de Manejo de Aguas Pluviales de la Ciudad de Monterrey, 2002; el cual mediante un

Manual de Prácticas del Manejo Pluvial se van considerando varios aspectos para cual es el uso dependiendo de la zona en la que se encuentre.

Primeramente una Práctica de Manejo Pluvial (PMP), es una técnica, una medida o un control estructural que es utilizada para establecer las condiciones necesarias para manejar la cantidad y para mejorar la calidad de las aguas de escurrimiento, todo ellos en la mejor relación costo-eficiencia. Las PMP pueden ser sistemas de ingeniería y construcción que mejoren la calidad y/o controlen la cantidad de escurrimiento, tales como los estanques de Detención o humedales construidos.

Cabe aclarar que ninguna PMP puede por sí sola aplicarse a todos los problemas de aguas pluviales; cada tipo tiene ciertas limitaciones basadas en el área a drenar, jardines disponibles, costo, eficiencia de remoción de contaminantes, como también diversos factores específicos de cada sitio como tipos de suelos, laderas, profundidad del manto freático.

Las PMP en áreas urbanizadas existentes, pueden ser implementadas para ordenar y mitigar los riesgos inherentes a las grandes avenidas y conservar la calidad del agua. Para un nuevo desarrollo urbano, las PMP pueden ser implementadas y diseñadas de manera que los valores de los niveles máximos de descarga, de los volúmenes y de los contaminantes llevados sean los mismos antes y después del desarrollo, llamado como "impacto cero". Para cumplir con estas metas, las PMP pueden determinar cuatro factores principales:

- ◆ Control de Flujo,
- ◆ Remoción de Contaminantes y Reducción de las Fuentes de Contaminación
- ◆ Control de Erosión y
- ◆ Azolve

Debido a que el 60% del área Conurbana de Monterrey son lotes pertenecientes a particulares, es indispensable la aplicación de las PMP desde este nivel para disminuir los efectos negativos de la lluvia en la totalidad del área urbana.

Con la aplicación de las PMP aportará las siguientes ventajas:

- ◆ Recolección de agua pluvial para su futuro uso en el lote
- ◆ Disminución de inundaciones en las calles
- ◆ Disminución de azolves en las calles

Las PMP se pueden dividir en tres tipos: Estructurales, No estructurales y Anti erosión. Las estructurales son obras diseñadas y construidas para controlar el escurrimiento pluvial y para reducir el nivel de contaminación. Estas se seleccionan según el nivel de aplicación (Lote, Fraccionamiento o Urbano). Es indispensable combinar las Estructurales con las No estructurales.

Las No estructurales son aquellas que no son obras físicas y que ayudan a reducir los escurrimientos y el nivel de contaminantes desde el origen de los mismos. Dentro de estas encontramos algunas medidas bastante rentables desde el punto de vista Costo-Beneficio como son:

- ◆ Elaboración de mapas de riesgo de inundación o desbordamiento y su respectiva inclusión a los planes parciales de desarrollo urbano a fin de contar con lineamientos restrictivos especiales en cuanto al uso del suelo y las densidades.
- ◆ Demarcación de todos aquellos escurrimientos que salen de la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), su inscripción en los planes de desarrollo urbano y por supuesto su vigilancia para evitar invasiones
- ◆ Establecimiento de un plan de manejo de agua por cuenca o subcuenca, para que todas las acciones públicas o privadas sean coordinadas y favorables al manejo de aguas.
- ◆ Realización de campaña de educación y difusión para hacer conciencia entre la ciudadanía de las ventajas de acumular el agua de lluvia que cae en las azoteas de sus viviendas, que eviten arrojar escombros o basura en los cauces de los arroyos y sobretodo que no rellenen jamás los arroyos o

escurrimientos que bordean o atraviesan sus propiedades, pues el agua siempre reconoce su camino natural.

- ◆ Establecimiento de un programa permanente de mantenimiento, a fin de evitar el crecimiento de la maleza, la acumulación y solidificación del azolve y el deterioro o reducción de la infraestructura existente.

En el área metropolitana de Monterrey, por sus circunstancias topográficas es muy vulnerable a los efectos negativos de la erosión de los cerros y montañas que la rodean. El primero de estos efectos es que el escurrimiento pluvial en la zona montañosa adquiere, debido a lo pronunciado de las pendientes, altas velocidad y energía, las cuales si no se controlan tienen consecuencias dañinas y hasta fatales.

Teniendo los parámetros necesarios se pasa a la evaluación de qué tipo de sistema es conveniente de acuerdo a las condiciones del lugar. Entre los que se pueden mencionar:

- ◆ Sistemas de control de flujo aguas arriba
- ◆ Sistemas de conservación de suelos
- ◆ Sistemas de detención
- ◆ Sistemas de retención
- ◆ Sistemas de infiltración
- ◆ Sistemas de humedales
- ◆ Sistemas de filtración
- ◆ Sistemas de dispersión
- ◆ Sistemas de drenaje o conducción.

Otro gran ejemplo se encuentra en el Estado de México, el Conjunto "Cañadas del Lago", junto al Lago de Guadalupe. Es un fraccionamiento de casas habitación los cuales tienen el concepto de la "descarga cero", esto es que no desechan ni un solo litro de agua, es decir, tienen un 100% de reutilización de aguas.

En este Conjunto, por medio de sus techos recolecta el agua pluvial (Figs.28, 29,30 y 31), puesto que este lugar cuenta con muy poca agua, refiriéndonos al abastecimiento público. Aunado a ello tampoco cuenta con drenaje.



Fig.28. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.30. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.29. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Por ello, se decidió captar el agua de pluvial como una fuente de abastecimiento de agua, dentro del Conjunto, sin la necesidad de requerir las instalaciones para el abastecimiento público; esta captación es a base de canaletas que conducen el agua a un sistema de depósito el cual va directo al lavadero para su uso.

4.2.2 Agua Gris

El Conjunto "Cañadas del Lago" en el Estado de México es un claro ejemplo para el tratamiento de las aguas grises.

Su tratamiento comprende de cinco fases, esta agua viene directo de una cisterna que sirve de almacenamiento y pre-tratamiento, donde se retienen los primeros sólidos. En su primera fase la consistencia es turbia y de mal olor, puesto que se tienen combinaciones de varios sólidos que se

Este conjunto no requirió tener otro tipo de sistema de instalación hidráulica, ya que con el sistema empleado era más óptimo su funcionamiento.



Fig.31. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

mezclan, además torna en sus paredes consistencia babosa (Fig.32).

En la segunda fase comienza a tomar menos turbia, además de que desaparece la consistencia babosa en las paredes (Fig.33).

Así comenzamos a ver que en la tercera fase ya se comienza a ver clara (Fig.34).



Fig.32. Primera fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.33. Segunda fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.34. Tercera fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.

En su cuarta fase ya no tiene rejilla y cada vez es más clara (Fig.35).

Ya para su quinta fase está totalmente clara y lista para pasar a la cisterna, la cual distribuirá a los diferentes inmuebles de las casas (Fig.36).

Ambos sistemas de tratamiento cuentan con el ozonador que funciona el cual nos sirve de purificador para evitar los malos olores,

los cuales son producidos por las bacterias que se encuentran en ambas aguas (Fig.37).



Fig.35. Cuarta fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.36. Quinta fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.37. Ozonador
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.

Como último elemento se encuentra el pozo de absorción el cual nos permite llevar los excedentes de agua que tengamos, y así evitar un desperdicio del agua, ya que, esta agua se reintegrara al manto acuífero (Fig.38).



Fig.38. Ozonador
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.

4.2.3 Agua Residual

El Conjunto "Cañadas del Lago", también forma parte de ejemplo de tratamiento de agua residual (Fig.39). El problema básico de este lugar es que no hay drenaje y se contaba con muy poco dotación de agua, lo cual debía ser solucionado, por ello se implemento el concepto de descarga cero, el cual primeramente se alimenta de agua de lluvia, durante el temporal, para después dotar a la casa de agua en sus diferentes inmuebles. Después pasa al Sistema de tratamiento el cual se compone de los siguientes elementos:



Fig.39. Sistema de tratamiento del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

- A. Viene agua residual
- 1. Fosa séptica
- 2. Tratamiento de agua residual
- 3. Cisterna para riego
- 4. Ozonador

- B. Viene agua gris
- 5. Pre-tratamiento
- 6. Tratamiento de agua gris
- 7. Cisterna para dotación de agua
- 8. Pozo de absorción

Pasando el agua residual de la fosa séptica, para la remoción de sólidos, pasa al tratamiento de agua residual, el cual consiste en cinco fases para su purificación, (Fig.40).



- 1 Viene agua residual de la Fosa séptica
- 2 Tratamiento de agua residual
 - 2.1 Primera fase
 - 2.2 Segunda fase
 - 2.3 Tercera fase
 - 2.4 Cuarta fase
 - 2.5 Quinta fase
- 3 Cisterna para riego
- 4 Ozonador
- 5 Viene agua gris de Pre-tratamiento
- 6 Tratamiento de agua gris
 - 6.1 Primera fase
 - 6.2 Segunda fase
 - 6.3 Tercera fase
 - 6.4 Cuarta fase
 - 6.5 Quinta fase
- 7 Cisterna para dotación de agua

Fig.40. Sistema de tratamiento del Conjunto "Cañadas del Lago".
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

En su primera fase se tiene una consistencia todavía turbia, puesto que aún salen residuos pequeños (Fig.41).



Fig.41. Primera fase del tratamiento del Agua Residual.
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Ya en la segunda fase se comienza a tornar menos turbia, ambas fase cuentan con rejilla para la retención de sólidos (Fig.42).



Fig.42. Segunda fase del tratamiento del Agua Residual.
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Así comenzamos a ver que en la tercera etapa ya se comienza a ver clara, para que en la cuarta y quinta fase salga clara (Fig.43).



Fig.43. Tercera fase del tratamiento del Agua Residual.
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Como ultimo pasa a la cisterna y de ahí al sistema de riego de las diferentes áreas verdes del Conjunto Habitacional. Ya que este tipo de agua es rica en nutrientes para que el pasto crezca apropiadamente. Cabe mencionar que este tratamiento se hace para que no causar malos olores, ya que si sólo se usa una fosa séptica se tendría malos olores, anexando a ello también es para que no se gaste agua 100% potable, en la ocupación del riego.

4.3 Elementos de diseño

4.3.1 Captación de agua pluvial

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

- Captación;
- Recolección y Conducción;
- Interceptor; y
- Almacenamiento (Fig.43).

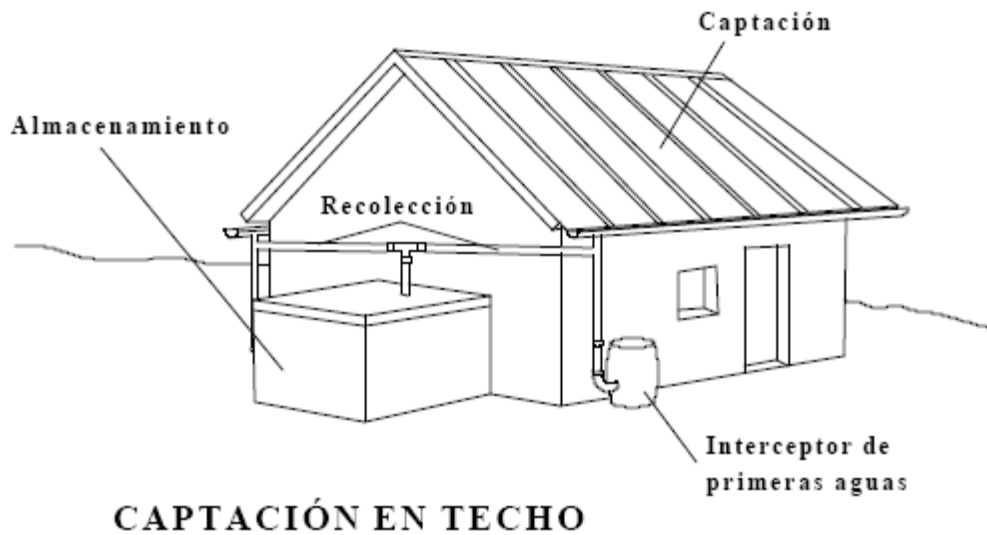


Fig.43. Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos (SCAPT)

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

Captación

La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar solamente la proyección horizontal del techo.

Los materiales empleados en la construcción de techos para la captación de agua de lluvia son la plancha metálica ondulada, tejas de arcilla, paja, entre otros.

La plancha metálica es liviana, fácil de instalar y necesita pocos cuidados, pero puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunos lugares donde se intente proyectar este sistema.

Las tejas de arcilla tienen buena superficie y suelen ser más baratas, pero son pesadas, y para instalarlas se necesita de una buena estructura, además que para su elaboración se necesita de una buena

fuelle de arcilla y combustible para su cocción.

La paja, por ser de origen vegetal, tiene la desventaja que libera lignina y tanino, lo que le da un color amarillento al agua, pero que no tiene mayor impacto en la salud de los consumidores siempre que la intensidad sea baja. En todo caso puede ser destinada para otros fines diferentes al de consumo, como riego, bebida de ganado, lavado de ropa, higiene personal, limpieza de servicios sanitarios.

Recolección y conducción

Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo (Fig.44).



Fig.44. Canaletas para la recolección del Agua Pluvial. Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC. Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo son costosas.

Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas.

Las canaletas se fijan al techo con a) alambre; b) madera; y c) clavos.

Por otra parte, es muy importante que el material utilizado en la unión de los tramos de la canaleta no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos. En el caso de que la canaleta llegue a captar materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves. El sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas.

Interceptor.

Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentran en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente (Fig.45).

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m2 de techo.

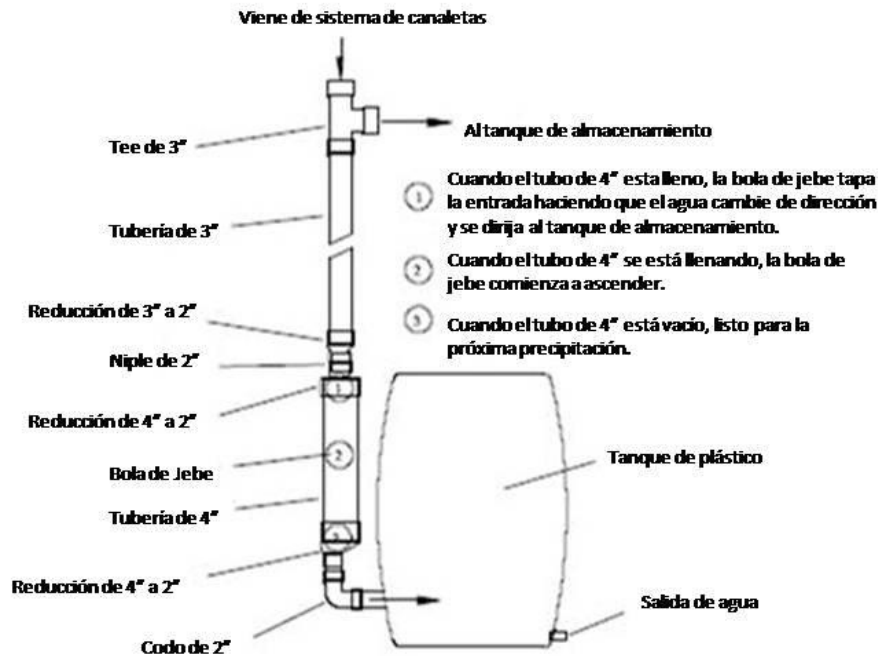


Fig.45. Interceptor de las primeras aguas Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

El volumen de agua resultante del lavado del techo debe ser recolectado en un tanque de plástico. Este tanque debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán emplear recipientes de 40, 60, 80 ó 120 litros, y para áreas mayores de techo se utilizarían combinaciones de estos tanques para captar dicho volumen.

Almacenamiento

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía (Fig.46).

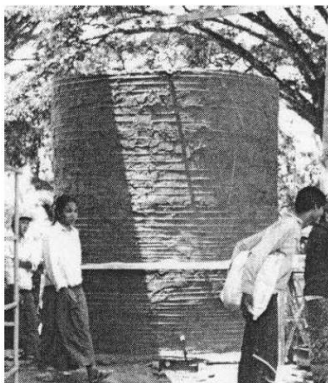


Fig.46. Almacenamiento.

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- ◆ Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- ◆ De no más de 2 metros de altura para minimizar las sobre presiones,
- ◆ Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,
- ◆ Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias,
- ◆ La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- ◆ Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento. En el caso de

tanques enterrados, deberán ser dotados de bombas de mano.

Tratamiento

Es necesaria que el agua retirada y destinada al consumo directo de las personas sea tratada antes de su ingesta. El tratamiento debe estar dirigido a la remoción de las partículas que no fueron retenidas por el dispositivo de intercepción de las primeras aguas, y en segundo lugar al acondicionamiento bacteriológico. El tratamiento puede efectuarse por medio de un filtro de mesa de arena seguido de la desinfección con cloro. En la Hoja Técnica "HT-04 Filtros de Mesa de Arena – Construcción, Operación y Mantenimiento" se detalla el diseño de estos filtros.

Bases de Diseño.

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

- ◆ Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años,
- ◆ Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación,
- ◆ Número de personas beneficiadas, y
- ◆ Demanda de agua.

Criterios de Diseño

Este método conocido como: "Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento" toma como base de datos la precipitación de los 10 ó 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina a) el área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento, o b) el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

Los datos complementarios para el diseño son:

- ◆ Número de usuarios,
- ◆ Coeficiente de escorrentía;
- ◆ calamina metálica 0.9
- ◆ tejas de arcilla 0.8 - 0.9
- ◆ madera 0.8 - 0.9

- ◆ paja 0.6 - 0.7
- ◆ Demanda de agua.

Los pasos a seguir para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son:

- ◆ *Determinación de la precipitación promedio mensual;* a partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 ó 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en términos de milímetros de precipitación por mes, o litros por metro cuadrado y por mes que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo.

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}$$

n: número de años evaluados,
 pi: valor de precipitación mensual del mes "i", (mm)

Ppi: precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados. (mm)

- ◆ *Determinación de la demanda;* a partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua que se necesita para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

Nu: número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd: número de días del mes analizado

Dot: dotación (lt/persona.día)

Di: demanda mensual (m3)

- ◆ *Determinación del volumen del tanque de abastecimiento;* teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

$$A_i = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

Ppi: precipitación promedio mensual (litros/m2)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m2)

Ai: Abastecimiento correspondiente al mes "i" (m3)

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de cada uno de los meses de la oferta y la demanda respectivamente.

Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan por que el área supuesta no es capaz de captar la cantidad de agua demandada por los interesados.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados.

El acumulado de la oferta y la demanda en el mes "i" podrá determinarse por:

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + Nu \times Nd_i \times Dd_i$$

Aai: volumen acumulado al mes "i".

Dai : demanda acumulada al mes "i".

$$V_i(m^3) = A_i(m^3) - D_i(m^3)$$

Vi: volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes "i".

Ai: volumen de agua que se captó en el mes "i".

Di: volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i".

Factor Técnico

Los factores técnicos a tener presente son la producción u oferta y la demanda de agua:

- a) *Producción u "oferta" de agua*; está relacionada directamente con la precipitación durante el año y con las variaciones estacionales de la misma. Por ello, en el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia es altamente recomendable trabajar con datos suministrados por la autoridad competente y normalmente representada por la oficina meteorológica del país o de la región donde se pretende ejecutar el proyecto.
- b) *Demanda de agua*; A su vez, la demanda depende de las necesidades del interesado que puede estar representada por solamente el agua para consumo humano, hasta llegar a disponer de agua para todas sus necesidades básicas como son preparación de alimentos, higiene de personal, lavado de vajillas y de ropa e inclusive riego de jardines.

Factor Económico

Al existir una relación directa entre la oferta y la demanda de agua, las cuales inciden en el área de captación y el volumen de almacenamiento, se encuentra que ambas consideraciones están íntimamente ligadas con el aspecto económico, lo que habitualmente resulta una restricción para la mayor parte de los interesados, lo que imposibilita acceder a un sistema de abastecimiento de esta naturaleza. En la evaluación económica es necesario tener presente que en ningún caso la dotación de agua debe ser menor a 20 litros de agua por familia y por día, la misma que permite satisfacer sus necesidades básicas elementales, debiendo atenderse los aspectos de higiene personal y lavado de ropa por otras fuentes de agua. Así mismo, los costos del sistema propuesto deben ser comparados con los costos de otras alternativas destinadas al mejoramiento del abastecimiento de agua, teniendo presente el impacto que representa la cantidad de

agua en la salud de las personas beneficiadas por el servicio de agua.

Factor Social

En la evaluación de las obras de ingeniería a nivel comunitario, siempre se debe tener presente los factores sociales, representados por los hábitos y costumbres que puedan afectar la Sustentabilidad de la intervención. Al efecto, el profesional responsable del estudio debe discutir con la comunidad las ventajas y desventajas de la manera tradicional de abastecimiento de agua y de la tecnología propuesta, buscando que la propia comunidad seleccione lo que más le conviene emplear. Este análisis debe considerar la conveniencia de adoptar soluciones individuales y colectivas, el tipo de material empleado en la fabricación de sus techos, la existencia de materiales alternativos en el lugar o sus alrededores y el grado de participación de la comunidad en la implementación del proyecto.

Ventajas y desventajas

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, y
- ◆ Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.
- ◆

A su vez las desventajas de este método de abastecimiento de agua son las siguientes:

- ◆ Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos, y
- ◆ La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

La captación de agua de lluvia para uso y consumo humano, lo cual tiene una larga

tradición en muchos países desarrollados, regiones aisladas e islas. Esta técnica es vista como una posibilidad de descentralizar el manejo del agua mediante la interceptación, colección y almacenamiento de la misma en depósitos, para su posterior uso.

La captación de agua pluvial puede llevarse a cabo para uso directo o para recarga de acuíferos. La selección va a depender de los patrones de lluvia y de la hidrogeología de la región. Si la precipitación en la zona es escasa, conviene la recolección y el almacenamiento del agua; si es abundante se tendrá suficiente agua para el consumo y los excedentes pueden infiltrarse cuando las características de permeabilidad del suelo lo permitan. Colectar la lluvia que cae sobre un edificio para usarla en las necesidades del mismo es una práctica que promueve la autosuficiencia y ayuda a alentar el cuidado de este recurso básico para la vida. También implica el ahorro de energía

requerida para operar un sistema diseñado para tratar y bombear agua desde zonas alejadas.

La recolección de lluvia puede llegar a ser un importante suplemento de agua en regiones en donde su disponibilidad superficial o subterránea es insuficiente. La recarga de acuíferos ayuda a aumentar la calidad del agua de éstos a través de la dilución y contribuye a evitar la sobreexplotación de los mismos con vistas a que en el futuro no se agoten. Es importante asegurar que la calidad del agua de lluvia no se encuentre afectada por la contaminación ambiental de la zona y es necesario utilizar el tratamiento adecuado de la misma antes de pensar en el uso directo o en la recarga de acuíferos. El daño ocasionado a los mantos freáticos es irreversible si no se toman las medidas pertinentes.

4.3.2 Reutilización de agua gris

Las aguas grises son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavabos, pilas de la cocina, lavavajillas o lavadoras, y que, con un tratamiento sencillo, pueden ser reutilizadas. El uso más común es en las cisternas de los inodoros, que no requieren aguas de gran calidad, aunque también se emplean para el riego de zonas verdes o en la limpieza de exteriores.

Reutilizando aguas grises para las cisternas se estarían ahorrando en torno a 50 litros por persona y día que, para una familia media de 4 personas, supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, entre un 24 % y un 27 % del consumo diario de la vivienda. Si este sistema se implanta en hoteles o instalaciones deportivas, estaríamos hablando de cifras aún más importantes, en torno al 30% de ahorro.

Captación

Para su uso es solamente necesario disponer de un sistema de tuberías que separe por un lado el agua potable y por otro el agua reciclada.

Interceptor y almacenamiento

Para devolver el agua hacia las cisternas se utilizan bombas de bajo consumo que conducen el agua desde el depósito cuando las cisternas, tras su uso, deben ser llenadas de nuevo.

Para dimensionar el sistema es fundamental el depósito de recogida. En función del número de personas que habitan la vivienda o de los usuarios de las instalaciones, se calcula su tamaño, para llegar a un equilibrio entre el espacio utilizado y la capacidad del mismo (Fig.47).

Para viviendas unifamiliares o plurifamiliares, depósitos de 0,5 ó 1 m³ son los más habituales. Generalmente son de fibra de vidrio, siendo el lugar habitual de ubicación el sótano de la vivienda. Si, por falta de espacio, el depósito se tiene que instalar en la zona alta de la vivienda, las aguas grises irían a un bote sifónico y desde éste, mediante una bomba, se elevaría el agua hasta el depósito, distribuyéndose después por gravedad hasta las cisternas.

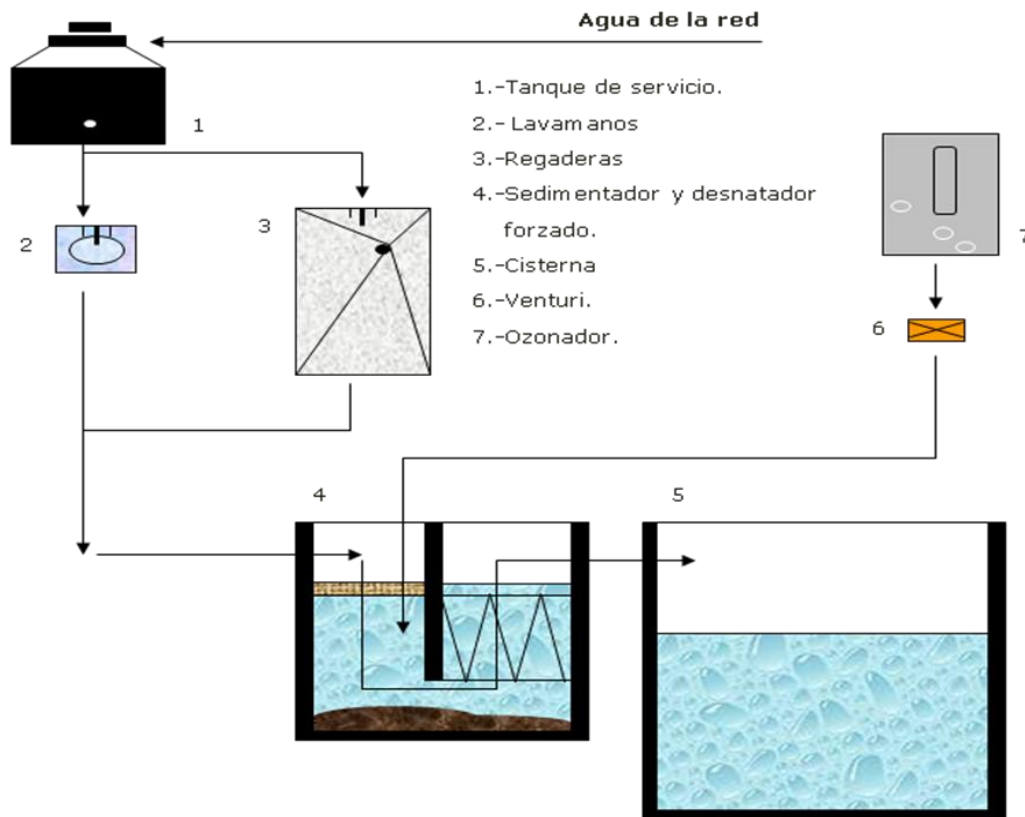


Fig.47. Diagrama de funcionamiento de un sistema de reutilización de agua gris.
Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del agua".

Si por algún motivo no hay aporte de aguas grises o existe un consumo muy alto en los inodoros, el depósito tiene un mecanismo de boyas y válvulas que suple esta carencia tomando agua de la red de abastecimiento general. Si, por el contrario, es muy alta la producción de aguas grises y produce un sobrellenado del depósito, éste dispone de un rebosadero que recoge y lleva el sobrante hasta la red general de desagües.

Bases de diseño

El uso de aguas grises dentro de la casa sería únicamente para hacer funcionar el inodoro y se debe de echar el agua directamente a la taza del inodoro. No se debe conectar el tubo que lleva el agua gris con los tubos o cañerías dentro de la casa. Esto puede causar que se infeste o dañe el agua que usamos para tomar.

El agua gris no se debe de usar en las siembras de vegetales cuya comida es la raíz o en aquellos que crecen pegados al suelo, tales como fresa, rábano, cebolla, lechuga, zanahorias, etc. Se puede usar en plantaciones cuyo fruto o comida no sean

raíces, tales como: frijoles, maíz, tomates etc., siempre y cuando el agua no toque las partes comibles de la planta; también se puede usar para regar el césped, árboles y arbustos. No es recomendable guardar el agua gris por mucho tiempo, ya que puede ocasionar mal olor y atraerá y creará mosquitos. Los recipientes en que se pone el agua gris deben de estar cerrados completamente. Si va a usar recipientes grandes hay que asegurarse que esta fuera del alcance de niños o animales.

Cuando este regando con agua gris, trate que sea sólo la cantidad que necesita para absorberse dentro de la tierra. Debe de evitar que se hagan charcos o que el agua se corra. No hay que usar el agua que ocupo para lavar pañales o la ropa (personal o de la cama) de alguien que está enfermo o con la que se baño un enfermo. Deje que esta agua se vaya en el desagüe o bien la usa únicamente para hacer funcionar el inodoro o letrina.

Factibilidad técnica, económica y social

El mantenimiento de todo el sistema de recogida se limita a una revisión anual de los filtros y del sistema de cloración, que no necesita ser realizada por personal especializado.

Los costes de estas instalaciones dependen de la empresa instaladora y del momento de su instalación. Para viviendas en construcción de carácter unifamiliar los precios están en torno a los \$18, 000.⁰⁰ y para instalaciones deportivas u hoteleras las cifras estarían entre los \$135, 000.⁰⁰ y \$405, 000.00 dependiendo de las dimensiones de la instalación.

En el caso de viviendas o instalaciones ya existentes, el precio se encarece, pues debemos añadir el precio de la obra; por ello se recomienda implantarlos aprovechando reformas del hogar.

Ventajas y desventajas

La ventaja en la aplicación de estos sistemas es obvia en cuanto al ahorro de agua que se genera. Además se evita la potabilización de un volumen de agua que, por el uso a que se destina, como agua de arrastre, no es necesario que sea potable, produciéndose de esta manera un segundo ahorro significativo.

Los beneficios de la reutilización de las aguas grises incluyen un menor uso de las aguas frescas, un menor caudal a las fosas sépticas o plantas de tratamiento, una purificación altamente efectiva, una solución para aquellos lugares en donde no puede utilizarse otro tipo de tratamiento, un menor uso de energía y químicas por bombeo y tratamiento, la posibilidad de sembrar plantas donde no hay otro tipo de agua, o la recuperación de nutrientes que se pierden.

4.3.3 Tratamiento de agua residual

Los elementos que comprenden un sistema descentralizado incluyen:

1) *Pretratamiento de las aguas residuales.*

El objetivo del pretratamiento de las aguas residuales es remover sólidos, grasas y aceites y otros materiales flotantes o sedimentables para que el agua residual pueda ser tratada eficientemente y reutilizada o vertida sin ningún riesgo.

2) *Recolección de las aguas residuales.*

En algunos lugares, el uso de alcantarillados convencionales por gravedad es contraproducente, ya que se incrementa el uso de dispositivos para la conservación del agua. El caudal mínimo requerido para la operación de alcantarillados de flujo por gravedad es un inconveniente en grandes proyectos con lento desarrollo de alcantarillados de flujo por gravedad es un inconveniente en grandes proyectos con lento desarrollo o en zonas donde la conservación del agua reduce significativamente los caudales de agua residual. En muchos casos, el agua requerida para el funcionamiento apropiado de los sistemas convencionales de flujo por

gravedad supera el agua ahorrada mediante medidas de conservación.

3) *Tratamiento de aguas residuales.*

En el pasado, el objetivo del tratamiento era la remoción de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos y patógenos. En la actualidad, toma cada vez más importancia la remoción de nutrientes, de compuestos tóxicos y la reutilización de los efluentes.

4) *Reutilización o vertimiento.*

A medida que el nivel de tratamiento aumenta, la potencialidad de un uso benéfico para las aguas tratadas también aumenta. En los sistemas descentralizados de aguas residuales de zonas rurales, las formas más probables de reutilización serán el riego agrícola y el riego de campos. En zonas húmedas, los tratamientos en el suelo y la recarga de acuíferos serán más usuales.

En áreas urbanas se ha desarrollado un buen número de sistemas para reciclar agua, los cuales toman las aguas residuales de los sanitarios en los edificios, las tratan y

retornan todo el volumen de agua tratada para su uso en descargas de inodoros y orinales. En una ciudad como ésta se involucran tres etapas de tratamiento:

- I. los sólidos de las aguas residuales son recolectados y tratados en sistemas aerobios,
- II. el efluente de la unidad de tratamiento biológico para a una etapa de ultrafiltración donde se remueven compuestos orgánicos residuales, microorganismos y sólidos suspendidos, y
- III. el efluente pasa por una columna de carbón activado para pulirlo.

5) *Manejo de biosólidos y lodos de tanques sépticos.*

Los sólidos removidos de las aguas residuales requieren estabilización antes de ser dispuestos o reutilizados. El material semilíquido bombeado de los tanques sépticos, denominado lodo de tanque séptico (septage) también requiere una estabilización adicional antes de ser dispuesto o reutilizarlo.

Bases de diseño

El proyecto de una planta de tratamiento es uno de los productos más importantes de la ingeniería ambiental. Para seleccionar y analizar los diagramas de flujo de los procesos viables se aplica el conocimiento teórico y la experiencia práctica. Las actividades de la planeación y diseño de una planta de tratamiento se denominan *ingeniería básica* del proyecto. Las actividades más importantes son: preparación de diagramas de flujo de procesos, obtención de los datos básicos de diseño, balances de sólidos, líneas piezométricas e implantación.

Una vez que se ha definido la calidad del efluente requerida, el diseño de la planta se realiza de acuerdo con la siguiente secuencia de actividades:

- I. Síntesis de alternativas de diagramas de flujo
- II. Aforo y muestreo, y pruebas de tratabilidad
- III. Selección de criterios de diseño
- IV. Dimensionamiento de las instalaciones físicas
- V. Preparación de balances de sólido

- VI. Distribución en el terreno de las instalaciones físicas
- VII. Preparación de perfiles hidráulicos
- VIII. Elaboración de los planos especificaciones y estimación de los costos.

Los términos más utilizados son los siguientes:

- ◆ *Diagramas de flujo*⁶⁸
- ◆ *Datos básicos para el diseño de las instalaciones físicas necesarias*⁶⁹
- ◆ *Balance de sólidos*⁷⁰
- ◆ *Línea piezométrica*⁷¹
- ◆ *Implantación*⁷²

Factibilidad técnica, económica y social

Al evaluar un proceso específico para el tratamiento de aguas residuales, es muy importante estimar la relación *costo-beneficio* entre el beneficio que se deriva del tratamiento para obtener agua de una calidad especificada y el costo implícito para lograr este mejoramiento de su calidad (Diagrama 3).

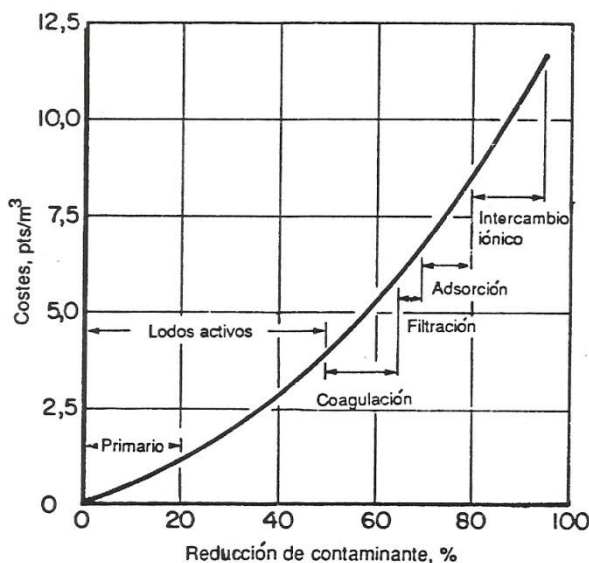


Diagrama 3. Relación entre coste total y tipo de tratamiento.

Fuente: Adaptación de Eckenfelder.

Se ha hablado de la reutilización del agua reciclándola en relación con el control de las aguas residuales que se tienen en la planta entre la planta. La selección de la relación óptima de reciclado para cada aplicación específica implica un balance económico en que se tienen que considerar tres factores a saber:

1. costo del agua cruda utilizada en la planta
2. costo del agua residual de acuerdo con los requerimientos de calidad y mediante un proceso adecuado (en el ejemplo 1, se refiere al costo del tratamiento del agua residual que precede a su recirculación a la planta para su reutilización)
3. costo del tratamiento del agua residual antes de descargarla al agua receptora.

2. Adición de contaminantes (corriente Y del Diagrama 4): 1000 lb/h contaminante;
3. Descarga máxima permitida al agua receptora: 20 lb/h contaminante.

Ventajas y desventajas

Aunque la mayoría de las unidades de tratamiento usadas en los sistemas de manejo descentralizados de aguas residuales requieren muy poco mantenimiento, rara vez reciben alguno. Como resultado, han ocurrido muchas fallas en los sistemas. Con los sistemas *in situ*, la principal falla ha sido la prematura colmatación de los campos de disposición, reduciéndose la capacidad requerida para mantener el caudal diario. En muchos casos en los que se han presentado fallas prematuras, se encuentra que los campos de disposición han sido inadecuadamente diseñados, construidos u operados, y sobrecargados con sólidos provenientes de tanques sépticos mal manejados o por cargas hidráulicas elevadas causadas por filtraciones de los tanques sépticos.

Ejemplo 1, una planta usa 10,000 gal/hora de agua para el proceso con una concentración máxima de contaminantes de una lb por 1000 gal. El suministro de agua cruda tiene una concentración de contaminantes de 0.5 lb/1000 gal. Optimice un sistema de reutilización del agua para esta planta basándose en el costo del agua cruda \$0.20/1000 gal. Utilizando los datos que se dan en el Diagrama 3 para calcular los costos de los dos procesos de tratamiento del agua que se utiliza en la planta. El contaminante no es volátil.

Se aplican las siguientes condiciones:

1. Evaporación y pérdida de producto (corriente E del Diagrama 4): 1000 gal/h de agua;

67. Ver Glosario
68. Ver Glosario
69. Ver Glosario
70. Ver Glosario
71. Ver Glosario

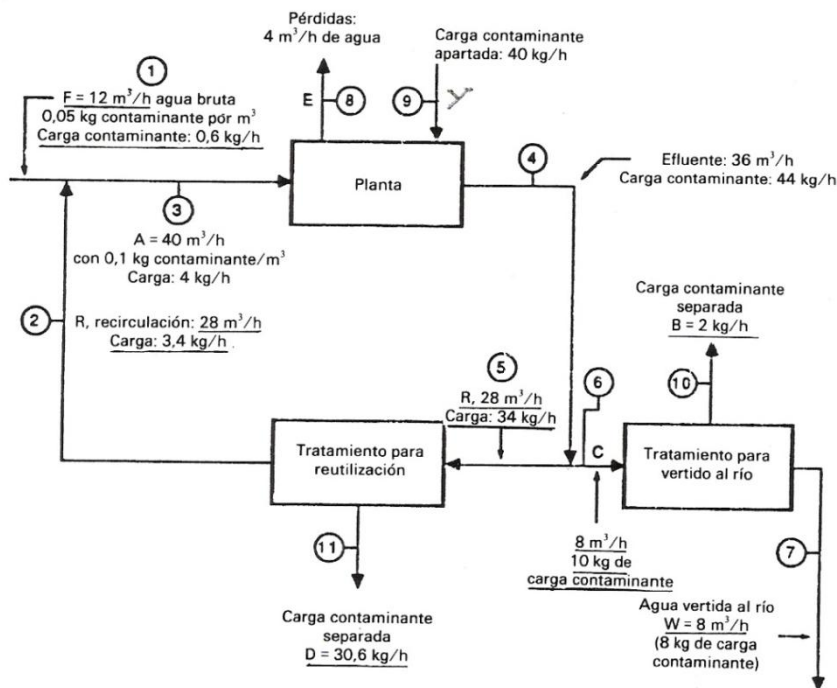


Diagrama 4. Diagrama de flujo para el ejemplo. Corrientes, números en círculos. Fuente: Adaptación de Eckenfelder

Cuando los sistemas locales usan grandes lotes, el fracaso de un sistema individual puede generar un problema ambiental puntual. Sin embargo, en la medida en que aumenta la densidad poblacional el tamaño de los lotes se hace más pequeño, y la falla de uno o varios sistemas locales puede pasar, en algunos casos, de ser una simple molestia a convertirse en un problema de salud pública. Para asegurar que los sistemas individuales descentralizados funcionen de manera apropiada, en especial en áreas densamente desarrolladas, es común organizar un distrito de mantenimiento o contratar con una agencia de operación pública o privada la realización de inspecciones periódicas y el mantenimiento necesario.

Ejemplo: Determinación del área de techo requerida y del volumen del tanque de almacenamiento.

Determinar el área de techo y el volumen del tanque del almacenamiento más económico según las precipitaciones y demanda mensual de agua, teniendo en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- Material de techo: teja de arcilla
- Coefficiente de escorrentía: 0.8
- Personas a ser beneficiadas: 6
- Costo de reservorio por m3: \$ 550.⁰⁰
- Costo de techo por m2: \$ 110.⁰⁰

Para el análisis matemático, se asumirán áreas de techo de 50, 60 y 65 metros cuadrados respectivamente. En las siguientes tablas 10 y 11, se pueden apreciar los resultados de los cálculos efectuados y que se sintetizan como sigue:

Área de techo (m ²)	Diferencias acumulativas (m ³)	
	Máximo valor (volumen de almacenamiento m ³)	Mínimo valor (volumen de reserva m ³)
50	12.10	-2.87
60	15.63	1.47
65	17.39	3.64

Tabla 10. Datos para el cálculo del tanque de almacenamiento.

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

Del análisis del cuadro en donde se sintetizan los resultados, se nota que no debe considerarse en la evaluación final el área de techo de 50 metros cuadrados por haberse obtenido valores negativos durante tres meses, lo que se traduce en que no habría agua para abastecer a los interesados durante los últimos tres meses del año. De este modo, el área idónea que puede atender la demanda deben ser igual o mayor a 60 m².

El volumen de almacenamiento neto debe ser de 14.16 m³ (15.63 – 1.47) para un techo de 60 m² y de 13.75 (17.39-3.64) para un techo de 65 m². Si se considera una reserva mínima de 1.47 m³, los costos que representa cada una de las implementaciones para las dos áreas de techo remanentes, es decir para 60 y 65 m² son:

Área de techo (m ²)	Volumen del tanque (m ³)	Costo (\$)		
		Techo	Tanque	Total
60	15.63	6, 600. ⁰⁰	8, 596. ⁵⁰	15, 196. ⁵⁰
65	15.22	7, 150. ⁰⁰	8, 731. ⁰⁰	15, 521. ⁰⁰

Tabla 11. Datos para el costo del tanque de almacenamiento.

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

El costo de implementación del sistema más económico conformado por un techo de un área de 60m² y un reservorio de 15.63 m³ con una capacidad extra de almacenamiento de 1.47m³ es de \$15, 196.⁵⁰. Aumentaría a \$ 15, 521.⁰⁰ si el techo tuviera un área de 65 m² y el reservorio con su capacidad extra de 1.47 m³ fuera de 15.22m³.

4.4 Recomendaciones básicas

4.4.1. Para las instalaciones

Cobre

- ◆ Ahorro importante en mantenimiento, duración y conducción del flujo.
- ◆ Resistencia a la corrosión: presenta un excelente comportamiento frente a todos los materiales de construcción y de los fluidos a transportar, asegurando así una larga vida útil a la instalación.
- ◆ Facilidad de unión: el sistema de soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las uniones de la tubería.
- ◆ Como desventaja puede mencionarse su alto costo respecto a otros materiales; así como riesgo de fugas en las uniones cuando existen movimientos telúricos o asentamientos diferenciales del suelo.

Polipropileno Copolímero Random (PPCR)

- ◆ Ausencia de corrosión.
- ◆ Resistencia al agua caliente.
- ◆ Menor incidencia en fugas en las uniones por utilizar termofusión.
- ◆ Conserva la temperatura del agua por más tiempo.
- ◆ Excelente resistencia al impacto.
- ◆ Alta resistencia a bajas temperaturas.
- ◆ Como desventaja pueden mencionarse el costo y el hecho de que es necesario un termofusor.

Fierro galvanizado

Se utiliza cuando la tubería y piezas especiales se encuentran expuestas a la intemperie, o bien, al paso de personas, maquinaria en general equipo, que pudieran golpear la red de manera accidental.

- ◆ Es adecuada para instalaciones exteriores.
- ◆ Tiene resistencia a los golpes, proporcionada por su estructura interna.
- ◆ Su materia básica es el hierro principalmente, del cual se hace una fundición maleable para conseguir tubos y piezas especiales, las cuales

se someten posteriormente al proceso de galvanizado.

- ◆ Las tuberías y conexiones de fierro galvanizado están fabricadas para trabajar a presiones máximas (10.5 kg/cm²: cédula 40) y (21.2 kg/cm²: cédula 80).

Como desventajas pueden mencionarse:

- ◆ Su alto costo.
- ◆ Mayor peso que otros materiales.
- ◆ Poca maniobrabilidad.
- ◆ Mayor tiempo de instalación debido a la dificultad en el corte y roscado en tramos cortos.

Policloruro de vinilo (PVC)

Cobre

- ◆ Hermeticidad: por su naturaleza, el PVC impide filtraciones y fugas si los tubos cuentan con una junta hermética. Se recomienda la unión espiga-campana con anillo de hule integrado.
- ◆ Resistencia a la corrosión: inmune a la corrosión química o electroquímica; por tanto, no requiere recubrimientos o protecciones.
- ◆ No se forman incrustaciones ni tuberculizaciones (formaciones de óxido).
- ◆ Resistencia bacteriológica: al no existir materia nutriente, resiste el ataque de algas, hongos y bacterias.
- ◆ Ligereza: es sencillo de transportar, manipular e instalar.
- ◆ Flexibilidad: permite cierta deflexión durante su instalación.

Desventajas:

- ◆ Susceptibilidad a daños durante su manejo. Su resistencia puede ser afectada por raspaduras o golpes.
- ◆ A temperaturas menores a 0 °C, reduce su resistencia al impacto.
- ◆ A temperaturas mayores a 25 °C, reduce su resistencia a la presión interna.
- ◆ La exposición prolongada a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.

Poliétileno de Alta Densidad (PEAD)

Tiene las mismas ventajas que el PVC; además:

- ◆ Termofusión: las uniones se logran aplicando calor con herramientas específicas, pero fáciles de utilizar.
- ◆ Rapidez de instalación: por su presentación en rollos (en diámetros menores a 75 mm) no requiere uniones en tramos largos.
- ◆ Compatibilidad: existen adaptadores especiales para cada tipo de unión y materiales a los que se une.
- ◆ Resistencia a la intemperie: sin mantenimiento alguno resiste 15 años a la intemperie.

Desventaja:

- ◆ Mayor costo que tubería de PVC.
- ◆ Es importante que, al hacer una instalación, se verifique que la tubería que se utilice cumpla con la normatividad correspondiente, así como, una vez instalada toda la red, se deberán realizar pruebas de hermeticidad.

Algunos accesorios ahorradores de agua

Perlizadores

Son elementos dispersores que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica, pero aumentan la pérdida de carga, reduciendo de este modo el consumo de agua.

Obturadores

Estos elementos limitan el flujo de agua en la tubería y permiten la salida de una menor cantidad de líquido (10 l/min), mantienen la temperatura del agua y son fáciles de instalar.

Regadera

Para disminuir el consumo de agua en la regadera se puede cambiar la cebolleta entera. Actualmente existen diversos modelos y marcas de cebolletas ahorradoras que permiten al usuario ahorrar de un 40 hasta un 50% del agua, sin reducir la presión; dependiendo del modelo y la marca que se utilice.

Las cebolletas elaboradas a base de plástico endurecido no se oxidan e inclusive evitan

la acumulación de sarro. En la actualidad existen ya diversos modelos que no presentan atomizaciones ni forman nubes, dirigiendo el chorro directamente al usuario, son de fácil instalación y muchas veces no se requieren herramientas para ello.

Inodoro

En el caso de los inodoros, los modelos antiguos utilizan más agua de la necesaria (16 litros). El criterio ahorrador fija la capacidad máxima del tanque o depósito del inodoro en 6 litros, de acuerdo con la NOM-009-CNA-1998. Además de insistir en el uso de muebles modernos que cumplan con la normatividad oficial mexicana señalada en el párrafo anterior, existen también dispositivos que permiten el ahorro del agua, especialmente porque los inodoros son una fuente importante de fugas. Para ello existen ya en el mercado dispositivos de buena calidad que contribuyen a evitarlas, mediante un buen sellado.

El 'eliminador de fugas', evita pérdidas de agua en la válvula de descarga, está elaborado de acero inoxidable e incluye sellador de silicón, es recomendable para todo tipo de inodoros, permite el sellado perfecto (siempre y cuando la pera o sapo esté en buenas condiciones), y es fácil de instalar.

Una segunda forma de ahorrar agua en el inodoro es mediante los tanques con doble descarga. Para la evacuación de líquidos se utiliza un dispositivo que utiliza aproximadamente 3 litros, mientras que para los sólidos usan seis.

Existen en el mercado gran variedad de modelos y marcas, la gran mayoría elaborados a base de plástico, eliminando problemas derivados de la corrosión. Tienen una válvula de descarga que permite seleccionar la cantidad de litros a usar y en general evita fugas en el tanque, ya que esta válvula, por su diseño y funcionamiento, descarga con mayor peso. Se pueden considerar otros implementos ahorradores como:

- ◆ Inodoros automatizados
- ◆ Mingitorios secos
- ◆ Obturadores para fluxómetros de mingitorio e inodoro

Mezcladora

Esta llave tiene como función regular la temperatura al mezclar el agua fría con la caliente. Para el ahorro del agua es recomendable el uso de mezcladoras monomando que permiten regular la temperatura en menos tiempo y con ello evitan dejar correr el agua innecesariamente.

Calentador de agua

Es un dispositivo que tiene como función calentar el agua de una vivienda. Aunque existen los económicos con depósito, en el cual el agua está en contacto con una superficie calentada mediante combustión, la mejor opción para reducir sustancialmente el desperdicio de agua fría en espera de la caliente es utilizar los calentadores de paso, en donde el agua es calentada al circular a través de un serpentín o alguna otra superficie de transferencia de calor y es distribuida para el suministro.

Existen también calentadores para uso doméstico que funcionan con electricidad o con energía solar. En estos elementos, el ahorro obtenido se refleja más en el consumo de gas y energía que en el de agua.

El material de la tubería está determinado por factores como la resistencia mecánica y a la corrosión, durabilidad, capacidad de conducción, facilidad de manejo y de instalación, así como de mantenimiento y reparación. Algunos de estos materiales son:

Concreto simple con junta hermética (CS). Fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-401-1996-ONNCCE, en la que se detalla la calidad de los materiales. En las juntas deben utilizarse anillos de hule de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-401.

Concreto reforzado con junta hermética (CR). Fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-402-1996-ONNCCE; a diferencia del concreto simple, el núcleo de este tubo contiene acero de refuerzo longitudinal y transversal; se fabrican en cuatro tipos de grados y cada uno de ellos con tres

espesores de pared. En las juntas deben utilizarse anillos de hule de acuerdo con la norma mexicana NMX-C-402.

Fibro cemento (FC). Se fabrica con base en la norma mexicana NMXC-039-1981, en clases B-6, B-7.5, B-9 y B-12.5, y cada una de ellas para dos tipos de anillos de hule (NMX-T-021) en función del diámetro del tubo: de 15 a 90 cm se usan anillos de hule sencillos acoplados a coples sencillos: de 100 a 200 cm se usan anillos de hule roscados con coples roscados.

Policloruro de vinilo (PVC). Fabricada con diámetros de 10 a 60 cm en dos series: métrica, de acuerdo a las normas NMX-E-215/1-1994 (tubos) y NMX-E-215/2-1999 (conexiones) en los tipos 16.5, 20 y 25; 21 inglesa, de acuerdo a las normas NMX-E-211/1-1999 (tubos) y NMXE-211/2-1994 (conexiones) en los tipos 35, 41 y 51.22. Existe también tubería de PVC de pared estructurada con celdas longitudinales que actualmente se fabrica en diámetros de 16 a 31.5 cm, de acuerdo con la norma mexicana NMX-E-222/1-1999.

Polietileno de alta densidad (PEAD). Se fabrica en diámetros de 10 a 90 cm y tramos de 12 m, de acuerdo con la norma mexicana NMXE-216-1994-SCFI. Se clasifican de acuerdo con el espesor de la pared y su resistencia, en: RD-21, RD-26, RD-32.5 y RD-41. El sistema de unión es por termofusión.

A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas que ofrecen estos materiales.

<i>Tubería</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Concreto simple y reforzado	Economía, hermeticidad, diversidad de diámetros mayores, durabilidad, y alta resistencia mecánica.	Fragilidad, menor capacidad de conducción ²³ , corrosión en condiciones ácidas o alcalinas

Fibro cemento	Ligereza, resistencia y durabilidad, hermeticidad, resistencia a los sulfatos, mayor capacidad de conducción.	Mayor costo de adquisición, fragilidad, mayor número de coples
PVC	Hermeticidad, ligereza, durabilidad, resistencia a la corrosión, mayor capacidad de conducción y flexibilidad.	Fragilidad, baja resistencia mecánica, susceptibilidad al ataque de roedores, baja resistencia al intemperismo
PEAD	Economía en excavaciones, resistencia a la corrosión, mayor capacidad de conducción, alta flexibilidad,	Alto costo de adquisición e instalación

	rapidez de instalación, alta resistencia a la intemperie, hermeticidad, ligereza, y durabilidad.	
--	--	--

4.4.2 Para el usuario

Las fugas intradomiciliarias se presentan en:

- ◆ La tubería de conducción interna.
- ◆ Las conexiones entre tuberías y muebles o llaves.
- ◆ Los muebles sanitarios como lavabo, regadera, fregadero y principalmente en los herrajes del excusado.
- ◆ Los tinacos, cisternas, llaves de paso, del lavadero, del lavabo, etc.

La mayoría de las fugas se presentan con goteo y con caudales de 50 a 250 ml/hr; pero en la salida del sifón de descarga del excusado pueden perderse cantidades mayores. Las fugas se presentan como roturas o desgaste de piezas y conexiones; así como en tuberías picadas.

Generalmente se presentan por la mala calidad de los materiales de los elementos instalados, por las deficientes instalaciones de tubería, a través de las conexiones y muebles, así como en los empaques

desgastados o mal colocados, o bien por la antigüedad de las instalaciones, por la falta de mantenimiento o por presiones muy altas en la alimentación.

Estas fugas se pueden reducir a través de las siguientes actividades:

- ◆ Inspección de las instalaciones y elaboración de un diagnóstico general.
- ◆ Realización de reparaciones necesarias en llaves, regadera, excusado, etc.
- ◆ Coordinación de programas ciudadanos para concientizar a los usuarios.

Las fugas internas son los gastadores silenciosos del agua en nuestras casas. Una llave de agua goteando o inodoros donde constantemente está corriendo el agua son los problemas más obvios, pero muchas

fugas están escondidas y pueden desperdiciar cientos de litros al día.

Las fugas pueden detectarse a simple vista a través de goteo de las llaves o tuberías, al observarse humedad en los muros, o bien, por medio del medidor. Las más comunes se encuentran en el inodoro, ya sea en el *sapito*, la válvula, el tubo de contra o el flotador, situación que con un poco de trabajo y disposición se puede solucionar.

Para constatar la correcta instalación de la red, se le aplica presión o se empata a la red de distribución pública para ver que no se presenten fugas de agua, si esto sucede se cierra la válvula o llave de entrada y se hacen las reparaciones que sean pertinentes.

Es común que dentro del hogar se presenten fugas, por ejemplo, más del 60% de los hogares en Hermosillo tienen algún tipo de desperdicio por esta cuestión, y lo preocupante es que a casi un 75% de esas personas no les preocupa repararlas.

Detección de fugas en válvulas

Se detecta cuando el depósito se llena y la válvula no interrumpe el flujo de agua, tirándose por el tubo de contra. Para reparar o cambiar:

- ◆ Cerrar la llave de paso que se encuentra bajo el depósito del inodoro si la tiene, de otra forma cerrar la llave de alimentación general.
- ◆ Quitar el flotador.
- ◆ Revisar el empaque, si está en mal estado, debe ser cambiado.

Recomendaciones generales

- ◆ Utilizar regaderas de bajo consumo, o bien instalar una regadera de 'teléfono'. Esta última permite enjuagar cada parte del cuerpo por separado, por lo que ahorra agua.
- ◆ Colocar el calentador en un lugar próximo a la regadera para que no tarde mucho en llegar el agua caliente. También puede aislarse térmicamente la tubería.
- ◆ Antes de instalar el nuevo empaque, abrir la válvula de retención para limpiar el posible sarro acumulado.
- ◆ Colocar de nuevo el pistón en su base y ajustar el tornillo.

Detección de fugas en el flotador

Si el flotador no sube: Revisar que no esté lleno, ya que se hunde por el peso y evita el correcto funcionamiento de la válvula; posteriormente, desenroscar la válvula para vaciar el agua que esté almacenada en él.

Detección de fugas en el *sapito*

Para identificar esta fuga, vaciar en el depósito un poco de colorante vegetal o anilina sin bajar la palanca. Si el agua del inodoro se empieza a teñir, cambiar el *sapito*. También hay que sustituirlo cuando su base está picada y presenta deformaciones que no permiten su funcionamiento correcto.

Detección de fugas en la manguera

Cuando se encuentra dentro del tubo de la contra descarga (rebosadero o tubo de contra), hay que sacarla porque provoca una fuga constante. Colocarla un centímetro debajo de la parte superior del tubo de contradescarga, procurando que ésta quede a un lado del tubo.

Fugas en las llaves mezcladoras

Si las llaves mezcladoras gotean cuando están cerradas es momento de revisarlas y, en su caso, sustituir los empaques o reemplazarlas.

- el inodoro, en la limpieza de la casa, del auto, o para regar las plantas.
- ◆ Al bañarse, procurar ser breve; cerrar la llave del agua mientras se enjabona, y volverla a abrir para enjuagarse.
 - ◆ Al bañarse en la tina, llenarla sólo hasta la mitad.
 - ◆ Los sanitarios antiguos gastan 13 litros de agua por descarga. Existen sanitarios de bajo consumo que sólo emplean 6 litros. En construcciones nuevas se deben instalar los de bajo consumo. Si tiene de los antiguos, debe cambiarlos. De igual forma, es recomendable instalar sistemas de doble descarga (con doble botón para líquidos y sólidos).
 - ◆ No utilizar el inodoro como basurero.
 - ◆ Lavarse los dientes utilizando un vaso con agua. No afeitarse ni cepillarse los dientes en la regadera.
 - ◆ No dejar la llave del lavabo abierta mientras se rasura o se lava los dientes. Enjuagar y limpiar su máquina de afeitar en un recipiente con agua; no con el flujo directo del grifo.
 - ◆ Instalar algunos de los dispositivos ahorradores de agua que existen en el mercado. Los hay de diferentes tipos: reductores o economizadores de flujo para regaderas, llaves diseñadas para bajar el consumo, mezcladoras para el lavaplatos, accesorios para sanitarios y aditamentos para tubería.
 - ◆ Al realizar la limpieza del baño, utilizar una cubeta de agua para lavar el lavabo, la tina y el inodoro, y lavarlos en ese orden.
 - ◆ Vigilar periódicamente el estado de los accesorios del tanque (flotador, válvula de admisión, válvula de sellado). Ajustar las válvulas para evitar derrames por el rebosadero o por las mismas y, si es necesario, sustituir los accesorios por otros de mejor diseño y calidad.
 - ◆ No usar agua de la llave para arrastrar cáscaras o residuos por los drenajes, puede echarlos en la basura o mejor aún, utilizarlos para fertilizar la tierra del jardín.
 - ◆ Antes de lavar los trastes quitar todo el residuo de comida que quedó en los platos con una espátula, y guardarlo en un bote o bolsa (podrá servir para hacer un magnífico abono para sus plantas). Enseguida llenar la tina del fregadero y meter en ella todos los platos para remojarlos. Enjabonarlos, sacar el agua del fregadero, y enjuagar los trastes rápidamente bajo el chorro del agua.
 - ◆ Para lavar las verduras, llenar un recipiente de agua limpia; tallarlas dentro del mismo. Utilizar esa agua en otros usos. Llenar otro recipiente con agua para desinfectarlas.
 - ◆ Al usar un recipiente para calentar o hervir agua, no llenarlo demasiado. Usar sólo el agua que necesite.
 - ◆ Para hacer cubos de hielo, usar moldes o recipientes de plástico que permitan retirarlos con facilidad, sin tener que ponerlos bajo la llave del agua.
 - ◆ Dejar una botella con agua en el refrigerador permitirá tomar agua fría sin tener que dejar correr el agua hasta que salga fresca.
 - ◆ Al usar alimentos congelados en su casa, descongelar dentro del refrigerador, en las partes bajas del mismo. No utilizar el chorro de agua para hacerlo.
 - ◆ Al lavar en lavadora, meter cargas completas o bien, utilizar el programa adecuado de bajo consumo de agua. Además, usar detergentes y productos biodegradables.
 - ◆ Usar el agua de remojo de la ropa para limpiar los pisos de la casa.
 - ◆ Al lavar en lavadero, no enjuagar la ropa bajo el chorro del agua, llenar el tanque del lavadero, y echar con un botecito el agua limpia a la ropa para enjuagarla.
 - ◆ Al limpiar los pisos, paredes y vidrios de la casa, utilizar una cubeta de agua con jabón para lavar, y una de agua limpia para enjuagar.
 - ◆ Usar el agua jabonosa para limpiar los excusados, y la del enjuague para las plantas o el jardín.
 - ◆ Regar las plantas sólo cuando sea necesario o muy temprano, de

manera que el agua permee hasta las raíces. El regar demasiado ligero se pierde rápidamente. Usar de preferencia una manguera directa con un aditamento especial que actúe como regadera para áreas muy grandes. Para las macetas, usar una regadera. Reducir el uso de agua sembrando árboles y plantas resistentes a sequías. Existen variedades hermosas que crecen y florecen con poca agua.

- ◆ No cortar el pasto muy al ras. La altura conveniente es de 5 a 8 centímetros. Esa altura contribuye a que las raíces se mantengan sanas y permite que el suelo tenga sombra natural y retenga la humedad.
- ◆ Lavar el auto con cubeta, no con manguera.
- ◆ Apoyar los autolavados que reutilizan el agua.
- ◆ Barrer las terrazas, patios y la calle con una escoba, no con la manguera. Si es necesario, humedecer el piso para no levantar polvo; use una cubeta, y con la mano disperse el agua en toda el área antes de barrer.
- ◆ Tomar conciencia de que el precio que se paga por el agua es inferior a su valor real y que llegará el momento en que valdrá mucho más. Es conveniente estar preparado con técnicas y equipos ahorradores.
- ◆ Enseñar a todos los miembros de la familia y al personal doméstico estas medidas de uso eficiente y ahorro del agua.
- ◆ No verter solventes ni químicos.

CAPITULO 5. APLICACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL Y SUSTENTABLE EN LA COLONIA MOCTEZUMA, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA

5.1 Características del lugar

La Delegación Venustiano Carranza se ubica en la zona centro - oriente del Distrito Federal y tiene como referencias geográficas.

Longitud oeste: 99° 02' y 99° 08'

Latitud norte: 19° 24' y 19° 28'

Se encuentra a una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar; tiene un clima semiseco templado, con una temperatura media anual de 16° centígrados y una precipitación pluvial de 600 mm anuales.

Los límites contenidos en el Diario Oficial, consideran los decretos del 15 y 17 de diciembre de 1898, así como el del 27 de julio de 1994, se le delimita a la Delegación Venustiano Carranza de la siguiente manera:

A partir del centro de la mojonera Tlatel de los Barcos, que define uno de los vértices de la línea limítrofe en el Distrito Federal y el Estado de México, se dirige por esta línea limítrofe hacia el sureste y en seguida al suroeste por el eje del Proyecto del Anillo Periférico, adecuado a las inflexiones del límite de la Alameda Oriental, hasta su cruce con la Vía Tapo. De aquí continúa por el eje de la calle 7 hasta el centro de la Majonera de los Barcos, que se localiza en su cruce con el eje de la Avenida Chimalhuacán, de donde se separa de esta línea y sigue con rumbo suroeste, por el eje del cauce desviado del Río Churubusco. Después prosigue por el mismo rumbo al suroeste, cruza la Calzada Ignacio Zaragoza y continúa hasta encontrar el eje de la Avenida Río de la Piedad, siguiendo su trazo hacia el noroeste; entronca con el Viaducto Miguel Alemán, sobre este eje continúa hacia el sureste hasta su intersección con el eje de la Calzada de la Viga, por cuyo eje se dirige al norte. Luego prosigue en la misma dirección por el eje de las Avenidas Anillo de Circunvalación y Vidal Alcocer, hasta la Avenida del Trabajo (Eje 1 Oriente), por cuyo eje se extiende con dirección al

noroeste, hasta llegar a la calle de Boleo, por la cual, sobre su eje continúa al norte.

Enseguida cruza la Avenida Canal del Norte y sigue al Noroeste por eje de la Avenida Ferrocarril Hidalgo, hasta su cruce con la Avenida Río Consulado, por donde se encamina hacia el sureste, siguiendo todas sus inflexiones, hasta su intersección con la Avenida Oceanía. De este punto prosigue hacia el noreste, hasta llegar al eje de la Vía Tapo; de aquí va hacia el sureste hasta su cruce con la calle 602, para continuar de este punto con la misma dirección por la barda que limita el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, hasta su intersección con la línea limítrofe del Distrito Federal con el Estado de México y continúa por esta rumbo al sureste hasta el centro de la mojonera Tlatel de los Barcos, punto de partida.

La Delegación Venustiano Carranza cuenta con una superficie de 3342 hectáreas, las cuales representan el 2.24 % del territorio del Distrito Federal, que tiene 148,936.00 hectáreas.

La superficie Delegacional se conforma por una topografía plana, a excepción del promontorio del Peñón de los Baños. Se considera lacustre según el reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, integrado por depósitos de arcilla, altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenidos diversos de limo o arcilla. Estas capas arenosas son, de consistencia firme a muy dura y de espesor variable, al igual que las cubiertas superficiales conformadas, por suelos aluviales y rellenos artificiales. La excepción de este tipo de suelo está en el Peñón de los Baños que se encuentra constituido por material basáltico.

El Territorio Delegacional comprende 3220 manzanas, distribuidas en 70 colonias, considerándose como tales La Alameda Oriente y el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

No.	Colonia	No.	Colonia	No.	Colonia
1	Primera Sección El Arenal.	24	Artes Gráficas.	47	Miguel Hidalgo.
2	1 de Mayo.	25	Aviación Civil.	48	Moctezuma Primera Sección.
3	10 de Mayo.	26	Azteca.	49	Moctezuma Segunda Sección.
4	Segunda Sección El Arenal.	27	Cuatro Arboles.	50	Morelos.
5	20 de Noviembre.	28	Cuchilla Pantitlán.	51	Nicolás Bravo.
6	24 de Abril.	29	Damián Carmona.	52	Penitenciaría.
7	Tercera Sección El Arenal.	30	El Caracol.	53	Pensador Mexicano.
8	Cuarta Sección El Arenal.	31	El Parque.	54	Peñón de los Baños.
9	Quinto Tramo 20 de Noviembre.	32	Emilio Carranza.	55	Popular Rastro.
10	7 de Julio.	33	Escuela de Tiro.	56	Progresista.
11	Aarón Sáenz.	34	Federal.	57	Puebla.
12	Aeronáutica Militar.	35	Felipe Ángeles.	58	Pueblo Magdalena Mixhuca.
13	Aeropuerto Arenal.	36	Fraccionamiento Industrial Puerto Aéreo.	59	Revolución.
14	Álvaro Obregón.	37	Gómez Farías.	60	Romero Rubio.
15	Ampliación 20 de Noviembre.	38	Jamaica.	61	Santa Cruz Aviación.
16	Ampliación Aviación.	39	Janitzio.	62	Sevilla.
17	Ampliación el Caracol.	40	Jardín Balbuena.	63	Simón Bolívar.
18	Ampliación López Mateos.	41	López Mateos.	64	Tres Mosqueteros.
19	Ampliación Michoacana.	42	Lorenzo Boturini.	65	Valle Gómez.
20	Ampliación Penitenciaría.	43	Madero.	66	Venustiano Carranza.
21	Ampliación Simón Bolívar.	44	Magdalena Mixhuca.	67	Zaragoza.
22	Ampliación Venustiano Carranza.	45	Merced Balbuena.	68	Zona Centro.
23	Aquiles Serdán.	46	Michoacana.		

Tabla 13. Relación de Colonias Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Delegación Venustiano Carranza, 1996.

No.	COLONIA	POBLACIÓN (a)	SUPERFICIE HA (b)	DENSIDAD HAB./HA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (c)			
					ALTURA MÁXIMA	ALTURA PROMEDIO	LOTE TIPO (M2).	ÁREA LIBRE (%)
48	Moctezuma 1a. Sección.	12,328	60.84	205	5	2	180	20
49	Moctezuma 2a. Sección.	49,276	253.58	194	5	2	180	20

Tabla 14. Características físicas por colonia.

Fuente (a): Censo General de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. La población de las colonias, se calculó a partir del porcentaje de AGEBS que pertenecen a la colonia. Con estos porcentajes, se calculó la población por medio de la densidad de cada AGEB.

Fuente (b): Censo General de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. El área de cada colonia, se calculó a partir del porcentaje de área de los AGEBS que pertenecen a la colonia.

Fuente (c): Planos Catastrales de la Delegación Venustiano Carranza; Tesorería del Distrito Federal.

Características de lotificación y altura por colonia.

Bajo estos conceptos se entenderá la altura en las edificaciones, la superficie por lote y el área libre que se encuentra en ellos, que aunados a su ubicación determinarán el valor catastral.

Valor catastral en ejes y corredores.

El valor catastral registrado y aplicado por la Tesorería del Distrito Federal en los Ejes

y Corredores, se sustituyó por índices relativos para comparar entre ellos la importancia que actualmente presentan estos lugares. Se le aplicó el índice 1.00 al más alto, que corresponde a la Calzada Anillo de Circunvalación, entre el tramo Granaditas a Fray Servando Teresa de Mier y de ahí, hacia abajo, hasta llegar al menor coeficiente de 0.37 que pertenece a la Avenida Canal del Norte.

El coeficiente relativo para cada uno de los ejes y corredores se muestran en cuadro anexo, donde se observan las diferencias que existen en el valor catastral.

La Calzada Anillo de Circunvalación por contar con el mayor valor catastral, se les confiere el coeficiente 1.00, sirviendo como referencia para porcentualmente dar los coeficientes en los demás ejes y corredores, como el valor 0.82 registrado en la Avenida Fray Servando Teresa de Mier o el 0.55 en la Calzada Ignacio Zaragoza.

Se refiere que la variación en el valor catastral depende de la actividad económica que se desarrolla en su entorno; la ubicación del predio respecto a la estructura vial, así como el nivel de servicios e infraestructura que sirvan a la zona de ubicación.

En la tabla 15, se muestra el valor catastral por colonia; que en promedio presenta un índice del 0.20, con respecto al valor de referencia en el Distrito Federal que es de 1.00, registrado en la colonia Chapultepec Morales.

ÁREA CATASTRAL	COLONIA	ÍNDICE	Lugar en relación al Distrito Federal	Lugar en relación a la Delegación
A15045	Moctezuma Segunda Sección.	0.21	437	16
A15044	Moctezuma Primera Sección.	0.20	519	36

Tabla 15. Índice de valor catastral por colonia.
Fuente: Tesorería del Departamento del Distrito Federal.

5.2 Infraestructura

Agua Potable

La delegación en el año de 1990 ya disponía de un nivel de cobertura en infraestructura de agua potable del 98.7%.

Su abastecimiento proviene de fuentes externas e internas. Las fuentes externas están integradas por: los tanques Santa Isabel, pertenecientes al Sistema de Aguas del Norte (Chiconautla), que abastecen a la zona norte de la delegación; los tanques Aero - Club, pertenecientes al Sistema de Aguas del Poniente (Lerma), que alimentan a la zona poniente de la jurisdicción. Asimismo forman parte de este sistema el tanque del Cerro de la Estrella perteneciente al Sistema Sur (pozos profundos de Xochimilco), abastece a una pequeña parte de la zona sur y el tanque del Peñón del Marqués, integrado por pozos profundos ubicados en la Delegación Iztapalapa y el Sistema Aguas del Norte completan el abastecimiento para la zona norte, centro y sur. También se cuenta con tanques de almacenamiento, rebombeo, y estaciones medidoras de presión.

La longitud de la red de distribución de agua potable es de 890.00 kilómetros de los cuales 37.00 kilómetros corresponden a la red primaria y 853.00 kilómetros a la red secundaria. En lo que respecta a la problemática en esas redes, las principales deficiencias se deben a la baja presión que se presenta en el caudal y en las interconexiones de la red primaria a la secundaria. Las colonias más afectadas se ubican al sur y al oriente, siendo éstas Jardín Balbuena, Peñón de los Baños, Gómez Farías, Moctezuma, Puebla, Romero Rubio, Pensador Mexicano, Unidad Kennedy, Morelos y 1 de Mayo.

Otro aspecto de la problemática es la presencia de fugas, que se debe a la antigüedad de la tubería, a la construcción de las Líneas del Metro y a los asentamientos diferenciales sufridos por el terreno, debido a la extracción de agua del subsuelo. Este hundimiento causa una pérdida de hasta el 30% del agua suministrada, cuya solución requerirá de grandes inversiones.

Las colonias que presentan mayor incidencia de fugas son: Moctezuma, Peñón de los Baños, Pensador Mexicano, 20 de Noviembre, Morelos, Jardín Balbuena, Ignacio Zaragoza, Federal, Magdalena Mixhuca, Moctezuma Segunda Sección, Puebla, Valle Gómez y Aviación Civil.

Como solución a los problemas señalados anteriormente, existe un proyecto para la prestación del servicio, que consta de una línea de conducción perimetral en el costado norte y oriente de la Delegación, que en la parte norte, se introduce aproximadamente hasta el Eje 1 Norte y Avenida Oceanía y de ahí se desprende una línea hacia el sur que se apoyará en el Tanque Deportiva número 2, antes de continuar hacia la Delegación Iztacalco.

Drenaje

En cuanto a la red de drenaje, la delegación en 1990 contaba con una cobertura del 98.5%.

Este sistema es de tipo combinado y se encuentra constituido por una serie de colectores principales, que presentan un sentido de escurrimiento variado y descargan a los colectores Río de la Piedad, Consulado, Lateral Churubusco y Gran Canal del Desagüe. Por otro lado, se cuenta con plantas de bombeo para ayudar a descargar a todos los colectores que no pueden hacerlo por gravedad.

Dentro de esta jurisdicción se localiza un tramo del Gran Canal del Desagüe con cauce a cielo abierto y que es el principal componente del Sistema General de Desagüe; y dos cauces entubados que tienen la función de captar, conducir y desalojar las descargas de aguas negras generadas en la delegación. La red de drenaje tiene una longitud de 795 kilómetros, de los cuales 95 kilómetros forman parte de la red primaria y 700 kilómetros de la secundaria.

En cuanto al drenaje pluvial, aun cuando existe un nivel de cobertura regular, se presentan problemas de encharcamientos con tirantes considerables, por la antigüedad de la red, azolve de coladeras y

dislocamiento de tubería, debido a la construcción de las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro y los asentamientos diferenciales sufridos por el terreno.

Las colonias con mayor presencia de encharcamientos son: Aviación Civil, Magdalena Mixhuca, Moctezuma Segunda Sección, Merced Balbuena y Jardín Balbuena.

Como una alternativa de solución a los problemas referidos anteriormente, existe un proyecto dentro de la Dirección General de Obras y Servicios, de unir los sistemas de drenaje profundo de las delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero. Se formará a partir del vértice formado entre la Calzada Ignacio Zaragoza y Eje 3 Oriente con la extensión del drenaje profundo de la Avenida Eduardo Molina para el tratamiento de aguas negras. Dicho proyecto contará con el apoyo de una lumbrera y tres plantas de bombeo.

Agua Residual tratada

La delegación no cuenta con plantas de tratamiento, por lo que el caudal, que utiliza para el riego de sus áreas verdes, proviene de las plantas de tratamiento de Ciudad Deportiva (Delegación Iztacalco) y San Juan de Aragón (Delegación Gustavo A. Madero). Este sistema de aguas tratadas de la delegación consta de siete líneas:

- ◆ Norte: Corre por Avenida Oceanía, desde Avenida 602 (Vía Terminal de Autobuses de Pasajeros Oriente), hasta el Eje 1 Norte, conectándose directamente al sistema central.
- ◆ Noroeste: Corre por Eduardo Molina, prosigue por Albañiles y continúa por Iztaccíhuatl, hasta el sistema central.
- ◆ Suroeste: Corre a lo largo del Eje 2 Sur, conectándose directamente a la planta de tratamiento.
- ◆ Sur: Corre por Viaducto Río de la Piedad, en el tramo de Río Churubusco, al Eje 4 Oriente, conectándose directamente con la planta de tratamiento.
- ◆ Sureste: Corren dos líneas paralelas, a lo largo de la Calzada Ignacio Zaragoza y Avenida Ocho, las cuales

se conectan directamente con el sistema central.

- ◆ Central: Este sistema se desarrolló para conectar los sistemas del norte, noroeste y suroeste. Corre por la Avenida Galindo Villa desde la Avenida Iztaccíhuatl, hasta Viaducto Río de la Piedad, donde se conecta directamente con la planta de tratamiento Ciudad Deportiva.

Existen áreas verdes que aun no tienen instalada red de distribución de agua tratada, por lo que se riegan mediante

carros tanque, que se abastecen en las plantas de tratamiento antes mencionadas.

Además, existen zonas habitacionales e industriales que representan usuarios potenciales para usar caudales de agua tratada, en el riego de sus áreas verdes o algunos procesos industriales.

Las zonas que carecen de red de agua tratada son: Jardín Obrero, Plaza Aviación, Parque Fortino Serrano, Plaza África y Deportivo Plutarco Elías Calles; todas al centro y poniente de la delegación.

5.3 Imagen Urbana

La parte poniente de la delegación, particularmente el barrio de la Merced, dentro del Perímetro "B" del Centro Histórico, representa el área más relevante en cuanto a un ámbito urbano, en donde la intensa actividad comercial ha prevalecido como un valor cultural importante para los habitantes de la Ciudad.

A su vez, la traza urbana del barrio de la Magdalena Mixhuca, con una tipología de vivienda característica, es importante por constituir un ámbito de identidad para sus habitantes.

En estos casos no se han instrumentado acciones específicas de mejoramiento y revitalización de la imagen urbana.

Por otra parte, el asentamiento de colonias populares en torno al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México conforma el tipo de vivienda de uno a tres niveles, predominante a las áreas habitacionales de la delegación en donde, para apoyar la economía familiar es común la aparición del comercio dentro de la vivienda.

5.4 Medio Ambiente.

Este aspecto es de vital importancia, y por su trascendencia en la salud y calidad de vida de la población debe ser atendido, por lo que a continuación se exponen las características del medio ambiente.

Contaminación Atmosférica: Este aspecto en la Ciudad de México ha venido aumentando con el crecimiento de la ciudad y con el de su población, los procesos en la industria y los transportes necesarios para el traslado de sus habitantes. Con el fin de reconocer las afectaciones en la población, la Secretaría de Salud ha establecido un proceso de evaluación de la calidad del aire, tomando como parámetro de este análisis las normas publicadas en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 1994 y

definiendo por cada contaminante el tiempo máximo de exposición permisible.

Los elementos contaminantes atmosféricos de mayor impacto para la población se refieren a continuación, mencionando algunas de sus características:

- ◆ Ozono (O₃). Actualmente toda la Zona Metropolitana del Valle de México (Z.M.V.M.) rebasa prácticamente todos los días del año la norma de ozono en toda el área urbana. Esto permite aseverar que el 100% de la población se ve expuesta a concentraciones superiores a la norma establecida (0.11 partes por millón), por una o más horas diariamente, lo que genera

afectaciones graves en las mucosas e individuos asmáticos.

- ◆ Sobre los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), precursores del Ozono, en la delegación se generan, por limpieza de superficies, superficies arquitectónicas, pinturas en tránsito, pinturas automotrices, artes gráficas, operaciones con asfalto y uso comercial de solventes 5,077.31 toneladas al año; ocupando con este volumen el 6o. lugar a nivel Distrito Federal y contribuyendo con un 6.6% del generado a ese mismo nivel.
- ◆ Monóxido de carbono (CO). El origen más importante de debe a la combustión incompleta y al nivel de afinación de los vehículos automotores, agudizándose en la Zona Metropolitana del Valle de México (Z.M.V.M.), por existir un porcentaje menor de oxígeno en la atmósfera (23%), en relación con el presentado a nivel del mar. La exposición a este contaminante es muy severa, aunque no rebase el índice de la norma en los análisis de la calidad del aire, dado que este se presenta en microambientes (calles con intenso tránsito vehicular), generando graves trastornos en angina y enfermos de la arteria coronaria.

En la Delegación Venustiano Carranza este contaminante específicamente comprende a todos los medios de transporte que mediante la combustión interna de sus motores generan los contaminantes antes mencionados. Entre estos se encuentran las Aeronaves que circulan en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; sin embargo, la principal fuente de contaminante atmosférico la generan los vehículos automotores que se han incrementado en un 54% aproximadamente, con respecto a los existentes en 1986. Estos autos crean conflictos viales, especialmente en Circuito Interior, tramo de Eje 1 Norte a Viaducto Río de la Piedad; Circunvalación, tramo de Avenida del Trabajo a Fray Servando Teresa de Mier y entronques con la Avenida Vía TAPO-Avenida 608, Circuito Interior,

Viaducto Río de la Piedad, Circuito Interior-Fray Servando Teresa de Mier, Periférico, Eje vial 4 Oriente, Circuito Interior-Eje 2 Sur, Zaragoza-Eje 4 Oriente, Avenida 8-Viaducto Río de la Piedad, Economía-Zaragoza y Zaragoza-Iztaccíhuatl.

- ◆ Partículas suspendidas (PM10). Pueden tener un origen natural, o bien conformarse por reacciones fotoquímicas en la atmósfera (sulfatos, nitratos o carbón orgánico); asimismo, se originan a partir de la emisión polvos, gases y vapores provenientes de vehículos automotores y fábricas. Tomando en cuenta las condiciones de partículas suspendidas, que se presentan en la Zona Metropolitana del Valle de México (Z.M.V.M.), se puede concluir que más de mitad de la población se ve expuesta a concentraciones superiores de las fijadas por la norma (150 ug/m3), detectándose un incremento del 3% en enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón.
- ◆ Bióxido de azufre (SO₂). Proviene principalmente de la quema de combustibles que contienen azufre, como el combustóleo, diesel y se presenta en mayores índices en áreas de mayor actividad industrial identificadas en el cuadrante noreste y centro de la Ciudad (delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza); disminuyendo gradualmente hacia el sur, pero manteniendo altos índices de afectación en el área urbana del Distrito Federal (0.4 y 0.5 partes por millón).

Dentro del organismo se convierte en un agente irritante y ejerce efectos adversos en asmáticos, personas de la tercera edad y personas con problemas respiratorios crónicos.

La generación de este contaminante lo componen principalmente las 139 industrias en la delegación, de las 30,000 que se consideran a nivel Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.) que emiten sus contaminantes a la atmósfera en el

proceso de transformación de las materias primas. Estos se localizan en la zona industrial de la Col. Moctezuma, Industrial Puerto Aéreo y dispersas en las colonias Valle Gómez, Felipe Ángeles, 20 de Noviembre, Nicolás Bravo, Popular Rastro, Ampliación 20 de Noviembre, Emilio Carranza, Ampliación Michoacana,

Michoacana, Morelos, Tres Mosqueteros, Venustiano Carranza, Centro, Penitenciaría y Progresista.

Esta actividad industrial, además de bióxido de azufre, emite al mes los siguientes contaminantes en toneladas:

CONTAMINANTE	SÍMBOLO QUÍMICO	TONELADAS AL MES
Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros.	PM10	693.80
Óxido de Azufre.	SOx	488.40
Monóxido de Carbono.	CO	51.80
Óxido de Nitrógeno.	NOx	199.40
Hidrocarburos	HC	577.10

Tabla 16. Emisión de contaminante (por tonelada)
Fuente: Secretaría de Medio Ambiente

Estos contaminantes industriales suman 2,010.50 toneladas al mes, que representan el 4.38% del generado en el Distrito Federal, con el cual se ocupa el 7o. lugar en ese nivel.

- ◆ Plomo (Pb). Su principal fuente de emisión son los vehículos automotores, donde aproximadamente el 70% del plomo de la gasolina se emite a la atmósfera. Su concentración en el aire disminuyó notoriamente, como consecuencia a las sucesivas formulaciones en la gasolina; la cual ha variado su contenido de plomo, abatiendo en 1987 su índice a menos del 50% del registrado en 1982 y manteniéndose por debajo de la norma.

Este contaminante guarda su territorialización coincidente con la generación del monóxido de carbono (CO), dado que corresponde a la misma fuente que lo genera.

Según el programa de protección ecológica vigente, aproximadamente el 80% de la contaminación atmosférica proviene de vehículos automotores (fuentes móviles); el 15% se debe a deficiencias en los procesos productivos y/o sin instalaciones de equipos anticontaminantes; el 5% restante lo generan tiraderos a cielo abierto y fecalismo al aire libre.

Como una información complementaria sobre los contaminantes atmosféricos, la Dirección General de Prevención y Control, mediante la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, refiere que en la Delegación Venustiano Carranza, al año se generan entre 100 y 500 toneladas de Óxido de Nitrógeno (NOx), y entre 100 y 200 toneladas de Óxido de Azufre (SOx), haciendo notorio, que la generación de los contaminantes va siendo de un grado de menor, a mayor en medida que se va desplazando de la zona oriente al centro.

Considerando específicamente las instalaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, la Subdirección de inventario de emisiones dependiente de la Dirección General de Prevención de la Contaminación, refiere que en esas instalaciones se realiza anualmente 279,853 operaciones de vuelo, consumiendo 83,159 barriles de gas avión y 5,887,098 barriles de turbosina. Emiten al medio ambiente en ese mismo período de un año 3,919 toneladas de monóxido de carbono, 5,353 toneladas de óxido de nitrógeno y 963 toneladas de hidrocarburos.

5.5 Características de las viviendas en la Delegación Venustiano Carranza

Podemos encontrar varias características en las viviendas de la Delegación Venustiano Carranza, dentro de las cuales pueden destacar las siguientes disponibilidades en cuanto a su servicio público en general.

DISPONIBILIDAD DE DRENAJE	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
No dispone de Drenaje o Desagüe	264
DISPONEN DE DRENAJE O DESAGÜE	
Conectado a la Red pública	112,807
Conectado a Fosa Séptica	85
Con desagüe a barranca o grieta	49
Con desagüe a río, lago o mar	45
No especificado	1,264
TOTAL	114,514

Tabla 17. Disponibilidad de drenaje. Fuente: INEGI, 2005

DISPONIBILIDAD DE AGUA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
No dispone de agua a la Red pública	231
Se abastece de agua de pozo	
Se abastece de agua de río, arroyo, lago u otro	
OTRA FORMA DE ABASTECIMIENTO	
De llave pública o hidrante	194
De otra vivienda	31
De pipa	6
DISPONEN DE AGUA DE LA RED PUBLICA	
Dentro de la vivienda	106,644
Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	6,389
No especificado	1,250
TOTAL	114,976

Tabla 18. Disponibilidad de agua. Fuente: INEGI, 2005

ENERGÍA ELÉCTRICA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
No dispone de energía eléctrica	136
Dispone de energía eléctrica	112,779
No especificado	1,599
TOTAL	114,514

Tabla 19. Disponibilidad de energía. Fuente: INEGI, 2005

DISPONIBILIDAD DE SANITARIO	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
Disponen de servicio sanitario	111,476
No disponen de servicio sanitario	1,802
No especificado	1,236
TOTAL	114,514

Tabla 20. Disponibilidad de sanitario. Fuente: INEGI, 2005

ADMISIÓN DE AGUA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
Sanitario sin admisión de agua	55
Sanitario con admisión de agua	111,327
No especificado, si se le puede echar agua	94
No disponen de servicio sanitario y no especifico, si tienen	3,038
TOTAL	114,514

Tabla 21. Disponibilidad de admisión de agua. Fuente: INEGI, 2005

CONEXIÓN DE AGUA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
Sanitario con conexión de agua	103,587
Sanitario al que se le echa agua con cubeta	7,740
Sanitario al que no se le puede echar agua	55
No especifico, si se le puede echar agua	94
No disponen de sanitario y no especifico, si tienen	3,038
TOTAL	114,514

Tabla 22. Disponibilidad de conexión de agua. Fuente: INEGI, 2005

5.6 Cálculo del Manejo Integral del Agua

Se hizo una propuesta en la colonia Moctezuma 1ra y 2da sección, para que estas viviendas puedan dotarse de agua mediante el Manejo Integral del Agua. Para el mejor aporte del cálculo se dividieron las colonias en cuadrantes y estas a su vez en manzanas.



Fig. 48. Plano catastral de las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Son cuatro cuadrantes, el cuadrante I es el de color rosa, el cuadrante II es de color rojo, el cuadrante III es de color verde y el cuadrante IV es el de color azul.

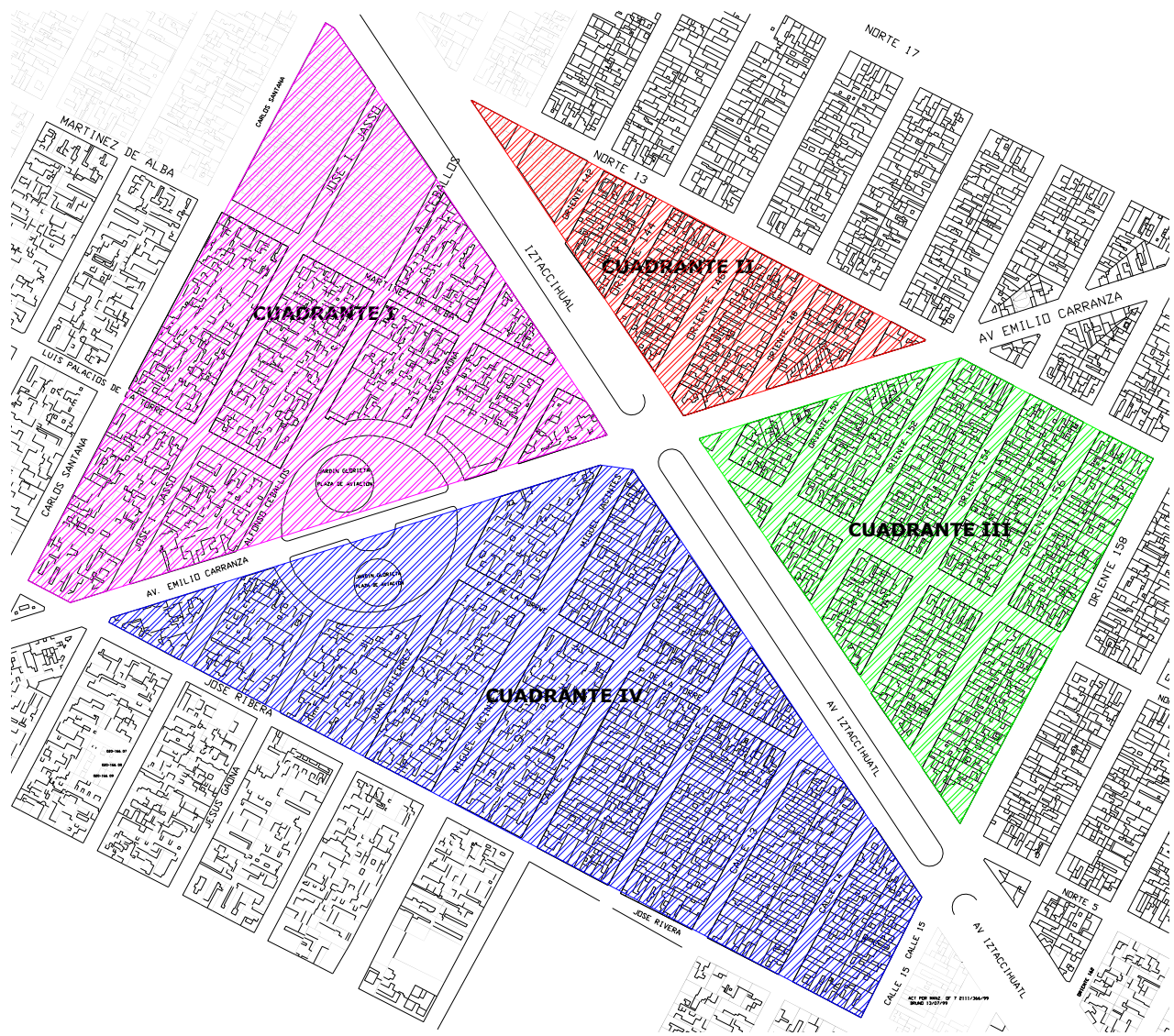


Fig. 49. Plano zonificación en cuadrantes de las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.
© Sandra Pliego Hernández.

El total de habitantes en esta zona es de 12, 285 habitantes en un área de 178, 209 metros cuadrados.

CUADRANTE I

El cuadrante I tiene 9 manzanas las cuales fueron nombradas por letras, (A-I). Este cuadrante cuenta con 2, 850 habitantes en un área de 48, 673 m2.

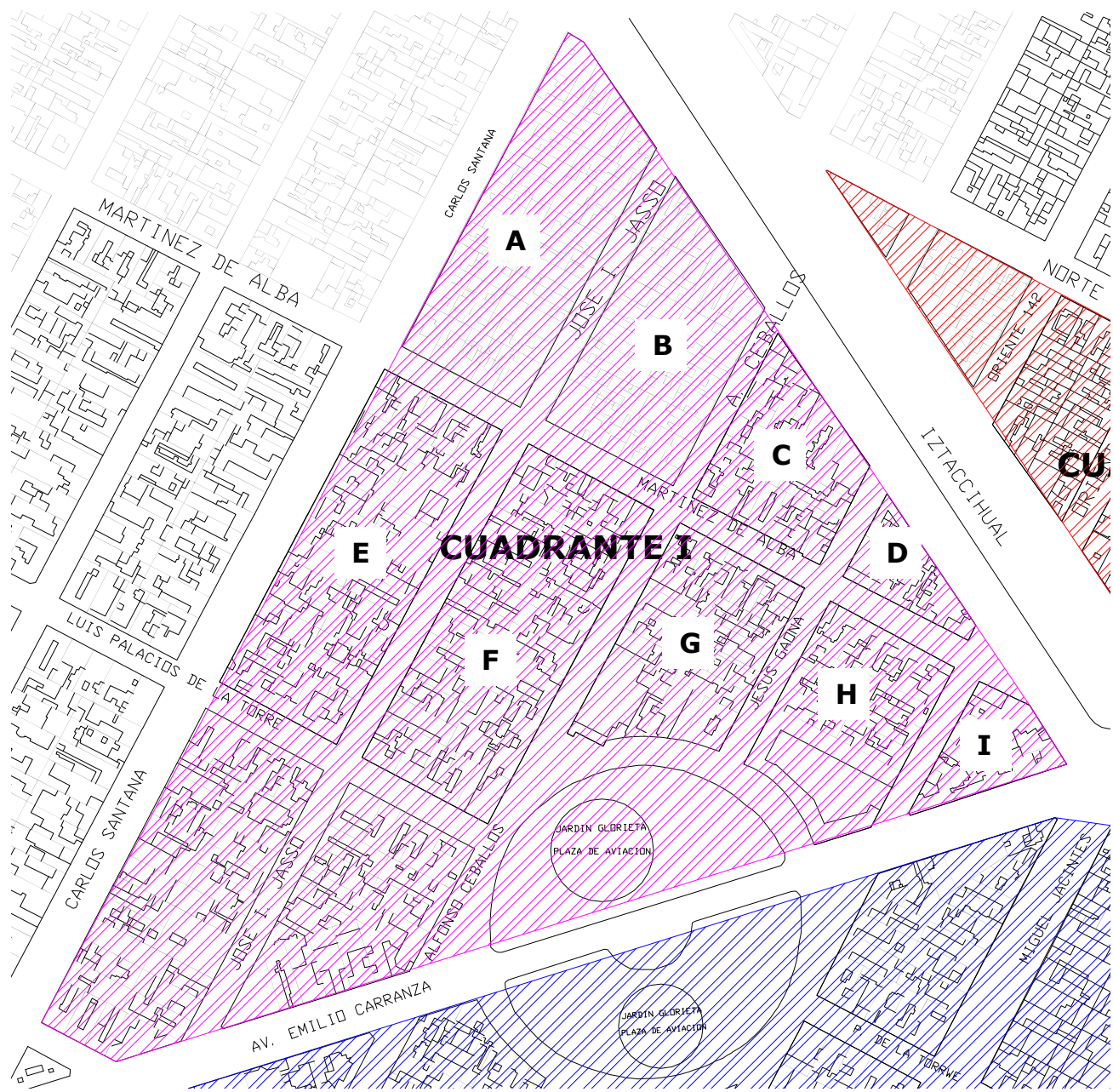


Fig. 50. Plano zonificación Cuadrante I de la colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.
© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 27' 792,489.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 141' 185,844.10 pesos al año.

CUADRANTE I - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
7750	0.714	5533.5

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5533.5	10234.5

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10234.5	365	28.03972603	2803.973

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2703.972603	4934750

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2703.972603	25068530

Tabla 23. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana A en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA B

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
21	15	315

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	dias	TOTAL m3 /mz /año
0.15	315	0.6	365	10347.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6035	0.714	4308.99

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
10347.75	4308.99	6038.76

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
6038.76	365	16.54454795	1654.455

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1554.454795	2836880

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1554.454795	14411350.4

Tabla 24. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana B en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
20	15	300

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	300	0.6	365	9855

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3779	0.714	2698.206

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9855	2698.206	7156.794

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7156.794	365	19.60765479	1960.765

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1860.765479	3395897

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1860.765479	17251156.76

Tabla 25. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana C en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA D

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
9	15	135

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	135	0.6	365	4434.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1386	0.714	989.604

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
4434.75	989.604	3445.146

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
3445.146	365	9.438756164	943.8756

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	843.8756164	1540073

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	843.8756164	7823570.84

Tabla 26. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana D en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA E**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8401	0.714	5998.314

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5998.314	9769.686

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9769.686	365	26.76626301	2676.626

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2576.626301	4702343

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2576.626301	23887902.44

Tabla 27. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana E en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA F**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
9010	0.714	6433.14

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	6433.14	9334.86

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9334.86	365	25.5749589	2557.496

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2457.49589	4484930

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2457.49589	22783444.4

Tabla 28. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana F en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
20	15	300

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	300	0.6	365	9855

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5408	0.714	3861.312

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9855	3861.312	5993.688

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
5993.688	365	16.42106301	1642.106

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1542.106301	2814344

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1542.106301	14296867.52

Tabla 29. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana G en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA H

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
16	15	240

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	240	0.6	365	7884

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5130	0.714	3662.82

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
7884	3662.82	4221.18

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
4221.18	365	11.56487671	1156.488

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1056.487671	1928090

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1056.487671	9794697.2

Tabla 30. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana H en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA I

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
8	15	120

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	120	0.6	365	3942

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1774	0.714	1266.636

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
3942	1266.636	2675.364

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
2675.364	365	7.329764384	732.9764

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	632.9764384	1155182

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	632.9764384	5868324.56

Tabla 31. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana I en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II

El cuadrante II cuenta con 7 manzanas, (nombradas de la A-G), con 1, 665 habitantes en un área de 19, 105 metros cuadrados.

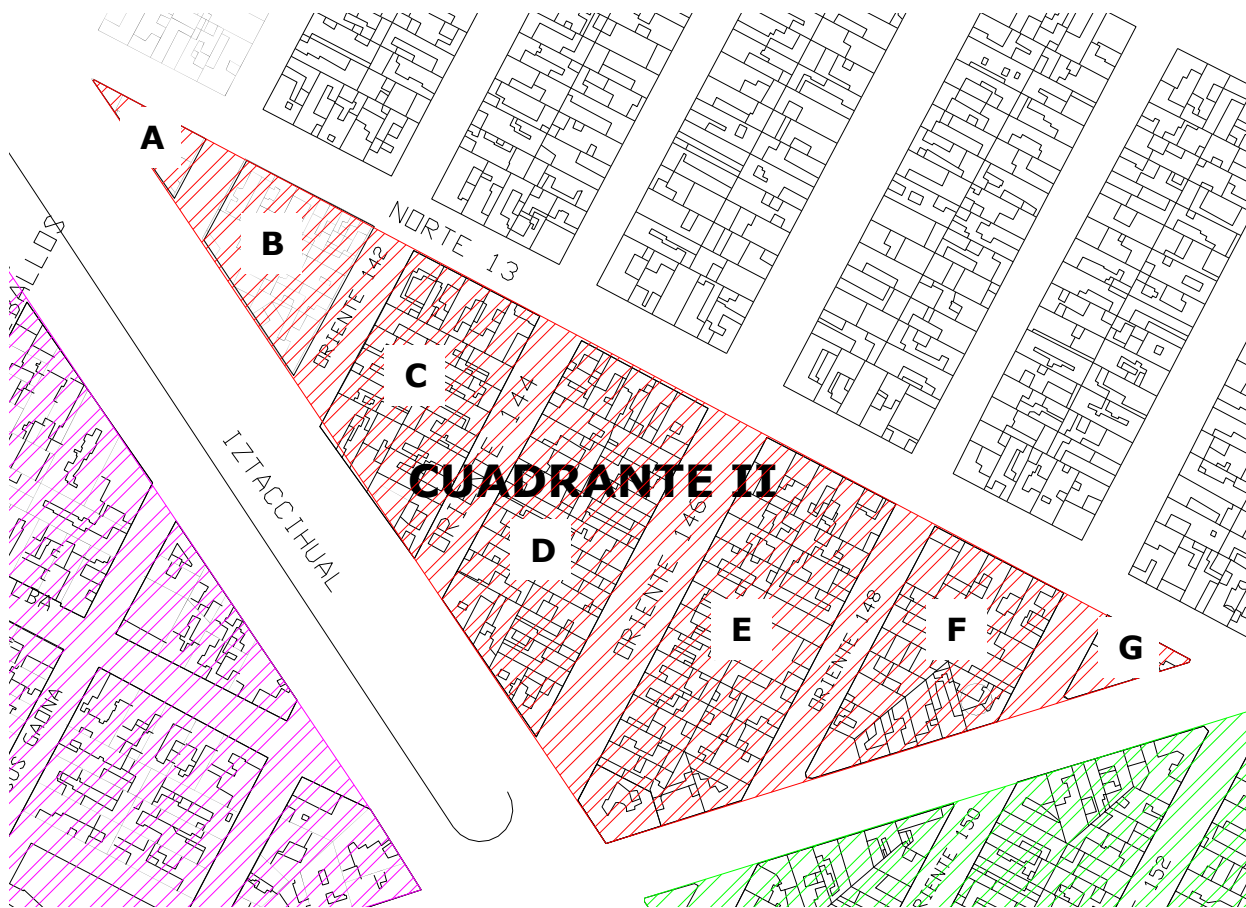


Fig. 50. Plano zonificación Cuadrante II de la colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 19'249, 640.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 97' 788,171.20 pesos al año.

CUADRANTE II - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
3	15	45

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	45	0.6	365	1478.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
416	0.714	297.024

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
1478.25	297.024	1181.226

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
1181.226	365	3.236235616	323.6236

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	223.6235616	408113

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	223.6235616	2073214.04

Tabla 32. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana A en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA B**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
12	15	180

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	180	0.6	365	5913

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1790	0.714	1278.06

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
5913	1278.06	4634.94

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
4634.94	365	12.69846575	1269.847

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1169.846575	2134970

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1169.846575	10845647.6

Tabla 33. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana B en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
19	15	285

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	285	0.6	365	9362.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3255	0.714	2324.07

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9362.25	2324.07	7038.18

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7038.18	365	19.28268493	1928.268

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1828.268493	3336590

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1828.268493	16949877.2

Tabla 34. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana C en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA D

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
26	15	390

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	390	0.6	365	12811.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4644	0.714	3315.816

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
12811.5	3315.816	9495.684

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9495.684	365	26.0155726	2601.557

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2501.55726	4565342

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2501.55726	23191937.36

Tabla 35. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana D en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA E

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
29	15	435

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	435	0.6	365	14289.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5513	0.714	3936.282

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
14289.75	3936.282	10353.468

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10353.468	365	28.36566575	2836.567

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2736.566575	4994234

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2736.566575	25370708.72

Tabla 36. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana E en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA F**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
19	15	285

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	285	0.6	365	9362.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3029	0.714	2162.706

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9362.25	2162.706	7199.544

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7199.544	365	19.72477808	1972.478

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1872.477808	3417272

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1872.477808	17359741.76

Tabla 37. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana F en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
3	15	45

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	45	0.6	365	1478.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
458	0.714	327.012

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
1478.25	327.012	1151.238

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
1151.238	365	3.154076712	315.4077

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	215.4076712	393119

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	215.4076712	1997044.52

Tabla 38. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana G en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III

El cuadrante III cuenta con 11 manzanas, (nombradas de la A-K); con 3, 900 habitantes en un área de 43, 530 metros cuadrados.

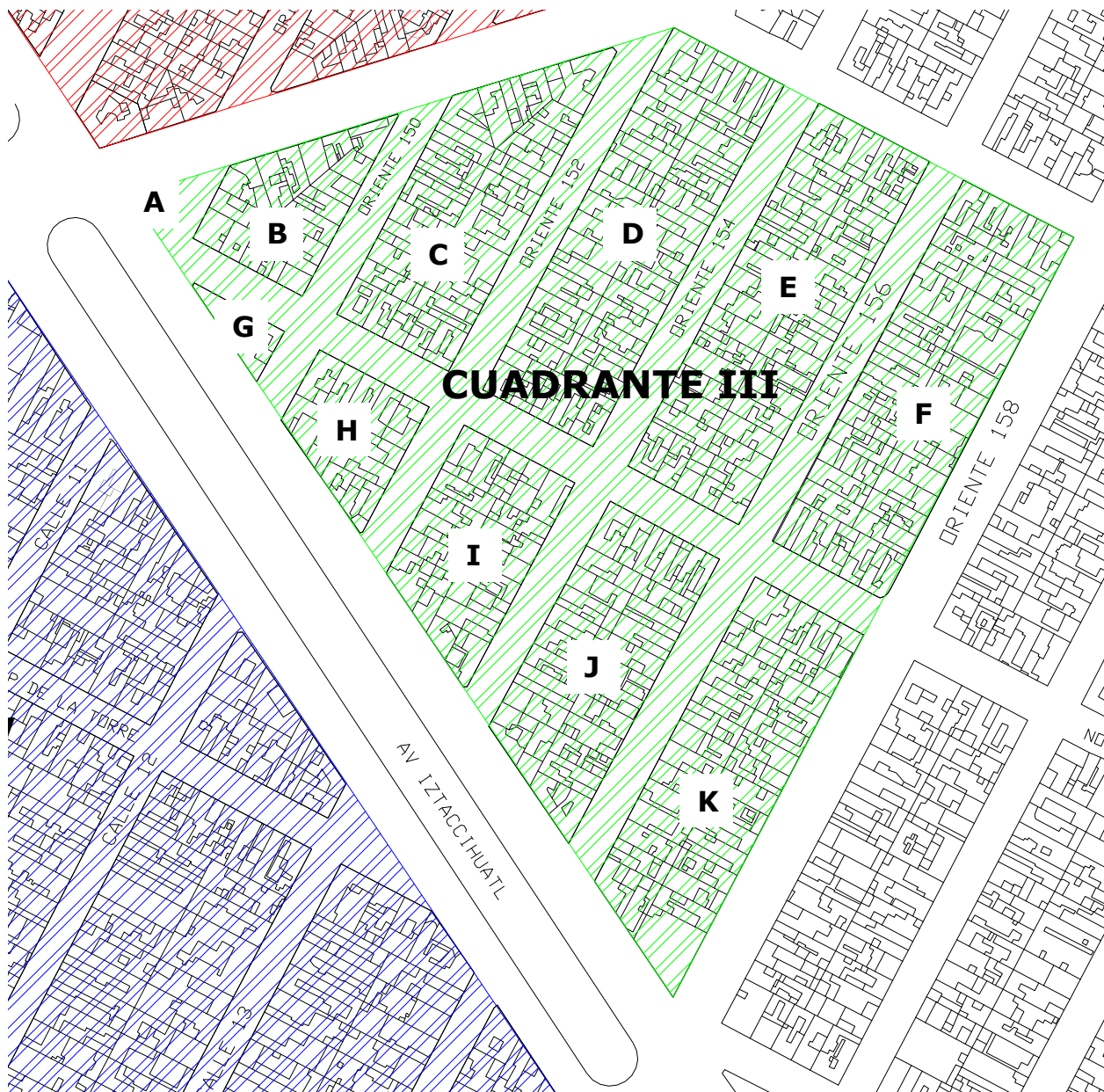


Fig. 51. Plano zonificación Cuadrante III de la colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 46' 509,790.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 236' 269,733.20 pesos al año.

CUADRANTE III - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
1	15	15

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	dias	TOTAL m3 /mz /año
0.15	15	0.6	365	492.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
0	0.714	0

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
492.75	0	492.75

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
492.75	365	1.35	135

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	35	63875

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	35	324485

Tabla 39. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana A en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III- MANZANA B**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
28	15	420

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	420	0.6	365	13797

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
2342	0.714	1672.188

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
13797	1672.188	12124.812

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
12124.812	365	33.21866301	3321.866

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3221.866301	5879906

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3221.866301	29869922.48

Tabla 40. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana B en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
28	15	420

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	420	0.6	365	13797

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5008	0.714	3575.712

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
13797	3575.712	10221.288

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10221.288	365	28.00352877	2800.353

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2700.352877	4928144

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2700.352877	25034971.52

Tabla 41. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana C en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA D

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
37	15	555

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	555	0.6	365	18231.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6614	0.714	4722.396

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
18231.75	4722.396	13509.354

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
13509.354	365	37.01192877	3701.193

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3601.192877	6572177

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3601.192877	33386659.16

Tabla 42. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana D en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA E

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
38	15	570

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	570	0.6	365	18724.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6681	0.714	4770.234

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
18724.5	4770.234	13954.266

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
13954.266	365	38.23086575	3823.087

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3723.086575	6794633

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3723.086575	34516735.64

Tabla 43. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana E en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA F**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
36	15	540

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	540	0.6	365	17739

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6681	0.714	4770.234

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
17739	4770.234	12968.766

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
12968.766	365	35.53086575	3553.087

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3453.086575	6301883

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3453.086575	32013565.64

Tabla 44. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana F en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
3	15	45

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	45	0.6	365	1478.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
408	0.714	291.312

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
1478.25	291.312	1186.938

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
1186.938	365	3.251884932	325.1885

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	225.1884932	410969

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	225.1884932	2087722.52

Tabla 45. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana G en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA H

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
11	15	165

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	165	0.6	365	5420.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1815	0.714	1295.91

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
5420.25	1295.91	4124.34

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
4124.34	365	11.29956164	1129.956

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1029.956164	1879670

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1029.956164	9548723.6

Tabla 46. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana H en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA I**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
19	15	285

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	285	0.6	365	9362.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3258	0.714	2326.212

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9362.25	2326.212	7036.038

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7036.038	365	19.27681644	1927.682

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1827.681644	3335519

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1827.681644	16944436.52

Tabla 47. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana I en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA J

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
28	15	420

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	420	0.6	365	13797

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4681	0.714	3342.234

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
13797	3342.234	10454.766

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10454.766	365	28.64319452	2864.319

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2764.319452	5044883

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2764.319452	25628005.64

Tabla 48. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana J en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA K

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
31	15	465

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	465	0.6	365	15275.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6042	0.714	4313.988

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15275.25	4313.988	10961.262

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10961.262	365	30.03085479	3003.085

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2903.085479	5298131

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2903.085479	26914505.48

Tabla 49. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana K en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV

El cuadrante IV cuenta con 10 manzanas, (nombradas de la A-J); con 3, 870 habitantes en un área de 66, 901 metros cuadrados.

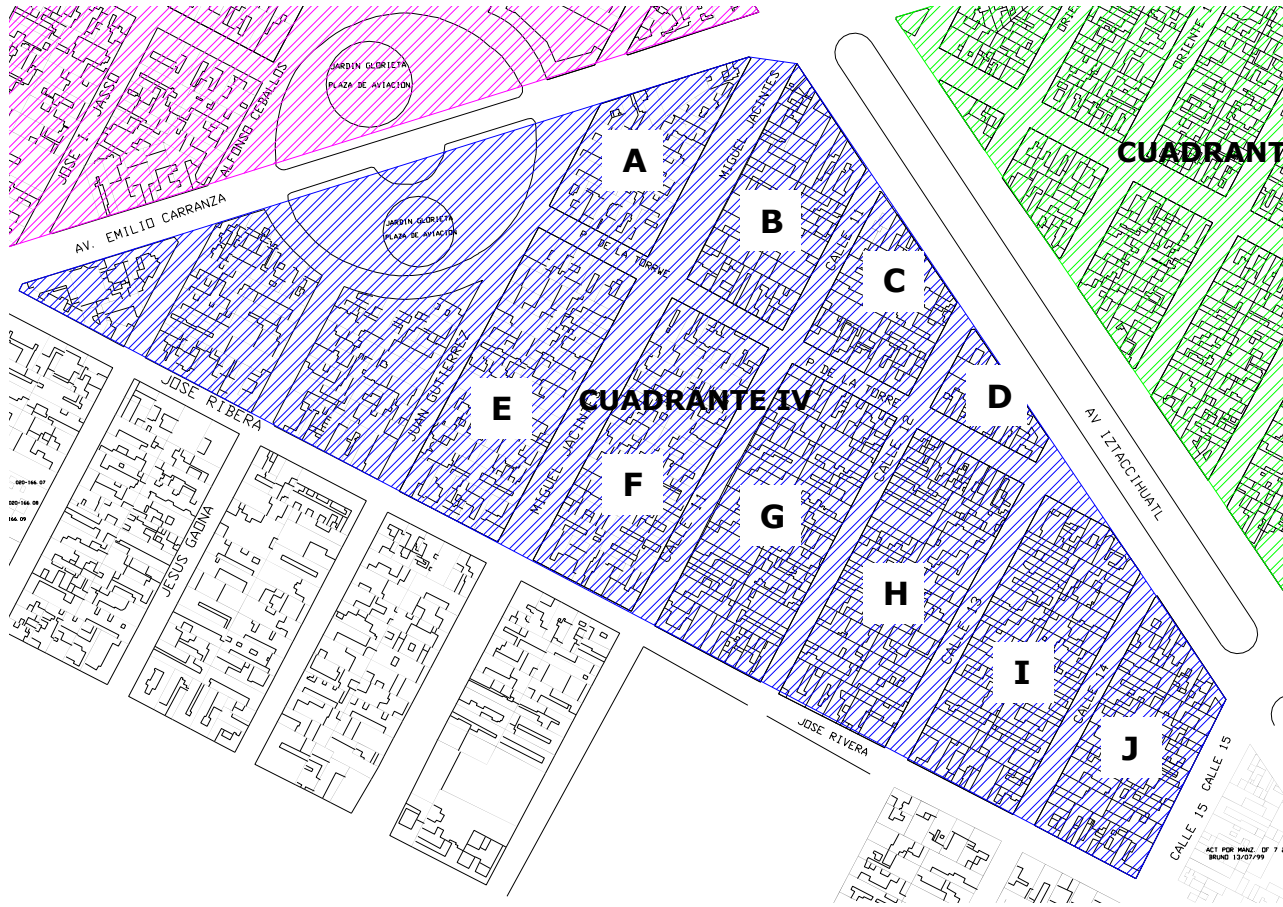


Fig. 52. Plano zonificación Cuadrante IV de la colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 37' 856,093.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 192' 308,952.40 pesos al año.

CUADRANTE IV - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
20	15	300

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	300	0.6	365	9855

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4850	0.714	3462.9

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9855	3462.9	6392.1

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
6392.1	365	17.51260274	1751.26

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1651.260274	3013550

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1651.260274	15308834

Tabla 50. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana A en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV- MANZANA B

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
23	15	345

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	345	0.6	365	11333.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5874	0.714	4194.036

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
11333.25	4194.036	7139.214

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7139.214	365	19.55949041	1955.949

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1855.949041	3387107

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1855.949041	17206503.56

Tabla 51. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana B en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
17	15	255

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	255	0.6	365	8376.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4124	0.714	2944.536

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
8376.75	2944.536	5432.214

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
5432.214	365	14.88277808	1488.278

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1388.277808	2533607

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1388.277808	12870723.56

Tabla 52. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana C en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA D**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
10	15	150

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	150	0.6	365	4927.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1800	0.714	1285.2

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
4927.5	1285.2	3642.3

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
3642.3	365	9.97890411	997.8904

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	897.890411	1638650

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	897.890411	8324342

Tabla 53. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana D en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA E

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8384	0.714	5986.176

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5986.176	9781.824

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9781.824	365	26.79951781	2679.952

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2579.951781	4708412

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2579.951781	23918732.96

Tabla 54. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana E en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA F

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8296	0.714	5923.344

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5923.344	9844.656

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9844.656	365	26.97166027	2697.166

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2597.166027	4739828

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2597.166027	24078326.24

Tabla 55. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana F en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
34	15	510

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	510	0.6	365	16753.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8967	0.714	6402.438

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
16753.5	6402.438	10351.062

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10351.062	365	28.35907397	2835.907

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2735.907397	4993031

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2735.907397	25364597.48

Tabla 56. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana G en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA H

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
9100	0.714	6497.4

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	6497.4	9270.6

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9270.6	365	25.39890411	2539.89

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2439.890411	4452800

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2439.890411	22620224

Tabla 57. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana H en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA I

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8923	0.714	6371.022

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	6371.022	9396.978

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9396.978	365	25.74514521	2574.515

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2474.514521	4515989

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2474.514521	22941224.12

Tabla 58. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana I en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA J

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
26	15	390

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	390	0.6	365	12811.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6583	0.714	4700.262

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
12811.5	4700.262	8111.238

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
8111.238	365	22.22256986	2222.257

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2122.256986	3873119

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2122.256986	19675444.52

Tabla 59. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana J en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

Tenemos un total ahorro para las colonias Moctezuma 1era Y 2da sección, en cuanto a los usuarios de \$131' 408,012.00 pesos al año y para el Estado su ahorro es de \$667' 552,700.90 pesos al año.

En la Figura 53, se observa la ubicación de las plantas en el camellón de Iztaccihuatl que se repartirá a cada uno de los cuadrantes y teniendo una cisterna general de almacenaje de agua para el riego de la zona.



Fig. 53. Plano localización de plantas de las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Para efectos del caso de estudio se hizo un análisis en particular del cuadrante II, en la manzana "E", (ver manzana en rojo, en la

Fig.53) para demostrar la intención de dotación de cada una de las manzanas de las colonias Moctezuma 1ra y 2da sección.

Se pretende en cada una de las manzanas se tenga conexiones de agua que sean externas, es decir sin la necesidad de tenerlas subterráneas, esto se lograra a través de hacer un pequeño zoclo en todas

las fachadas de las casas, toda esta franja rodeara la manzana completamente, así se tendrá un ahorro en cuanto a la aplicación de la instalación y se protegerá por medio de este zoclo.



Fig. 54. Plano de localización manzana "E" en el cuadrante II de las colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

En la Fig.55 se observa cómo está compuesto el camellón Iztaccihuatl vemos el alzado que las alturas no exceden de 3 niveles en general, teniendo un promedio de 10 metros como máximo de altura. En detalle en la Fig.56 vemos el entorno de las fachadas de cada una de las viviendas con

la preparación de las dos tuberías que abastecerían de agua. De esta manera no habría que romper suelo y por lo tanto su costo se abatiría, puesto que desde su instalación sería factible y de igual modo su mantenimiento, como es el caso dentro de las reparaciones que se le tenga que hacer.

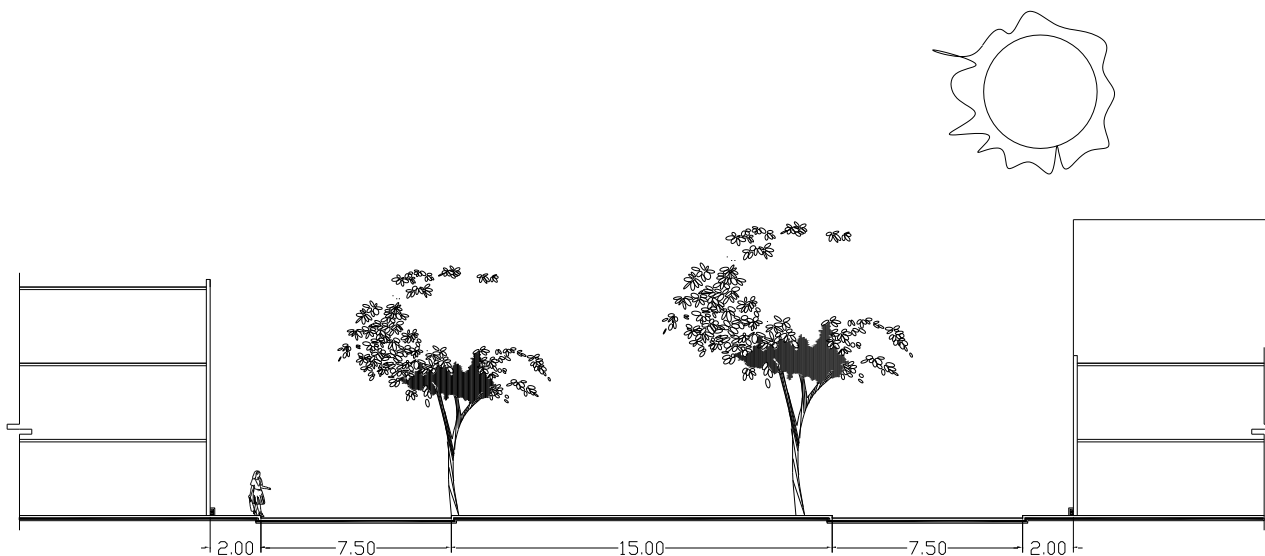


Fig. 55. Alzado del camellón Iztaccihuatl en las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

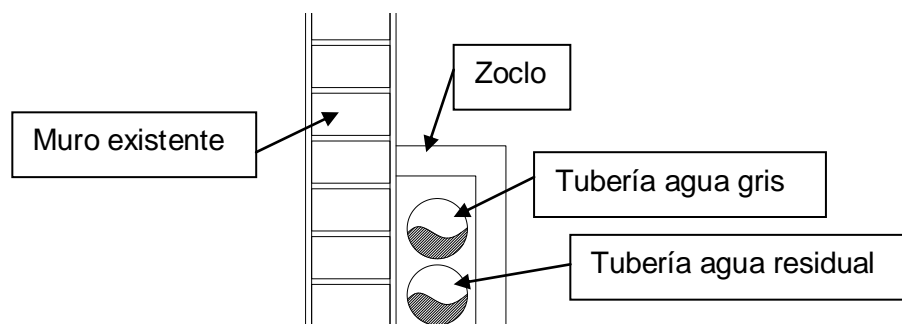


Fig. 56. Detalle de suministro del Manejo Integral del Agua en las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández.

Las tres divisiones que se harán son del agua pluvial, del agua gris y agua residual; primero se explicará el primer esquema que es el del agua pluvial, habiendo hecho el cálculo para el sistema de Manejo Integral del Agua, sabemos cada cuadrante nos proporciona en su capacidad de agua pluvial, se recolecta y de este pasa a un desnatador sedimentador reforzado, al cual

tendrá un proceso venturi inyector de ozono, para purificar el agua, continuamente habrá una bomba que pasa a la cisterna para su almacenamiento y de ahí conectado a la bomba pasa al tinaco de servicio que distribuirá agua en los inmuebles sanitarios del lavabo y la regadera (Ver Fig.57).

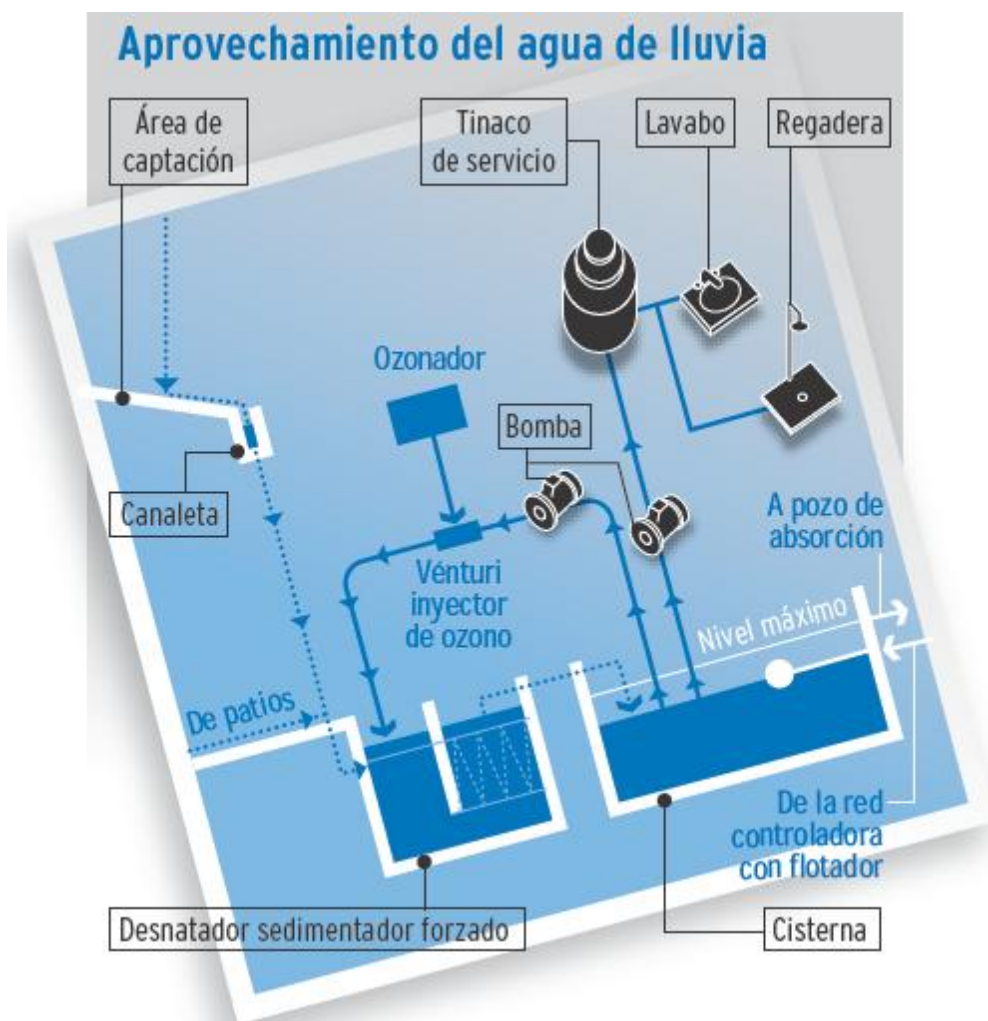


Fig. 57. Esquema de aprovechamiento del Agua Pluvial para el Manejo Integral del Agua.
Fuente: Diplomado "Manejo Sostenible e Integral del Agua", FI, UNAM.

Para la reutilización del agua gris o jabonosa, del agua que sale de nuestros inmuebles del lavabo y la regadera pasa a la descarga de aguas jabonosas posteriormente al desnatador sedimentador reforzado que tiene el mismo mecanismo de

venturi inyector de ozono para purificar, continuamente va a la cisterna de agua de jabón tratada y este tiene un hidroneumático que lo lleva al servicio de limpieza del wc (Ver Fig.58).

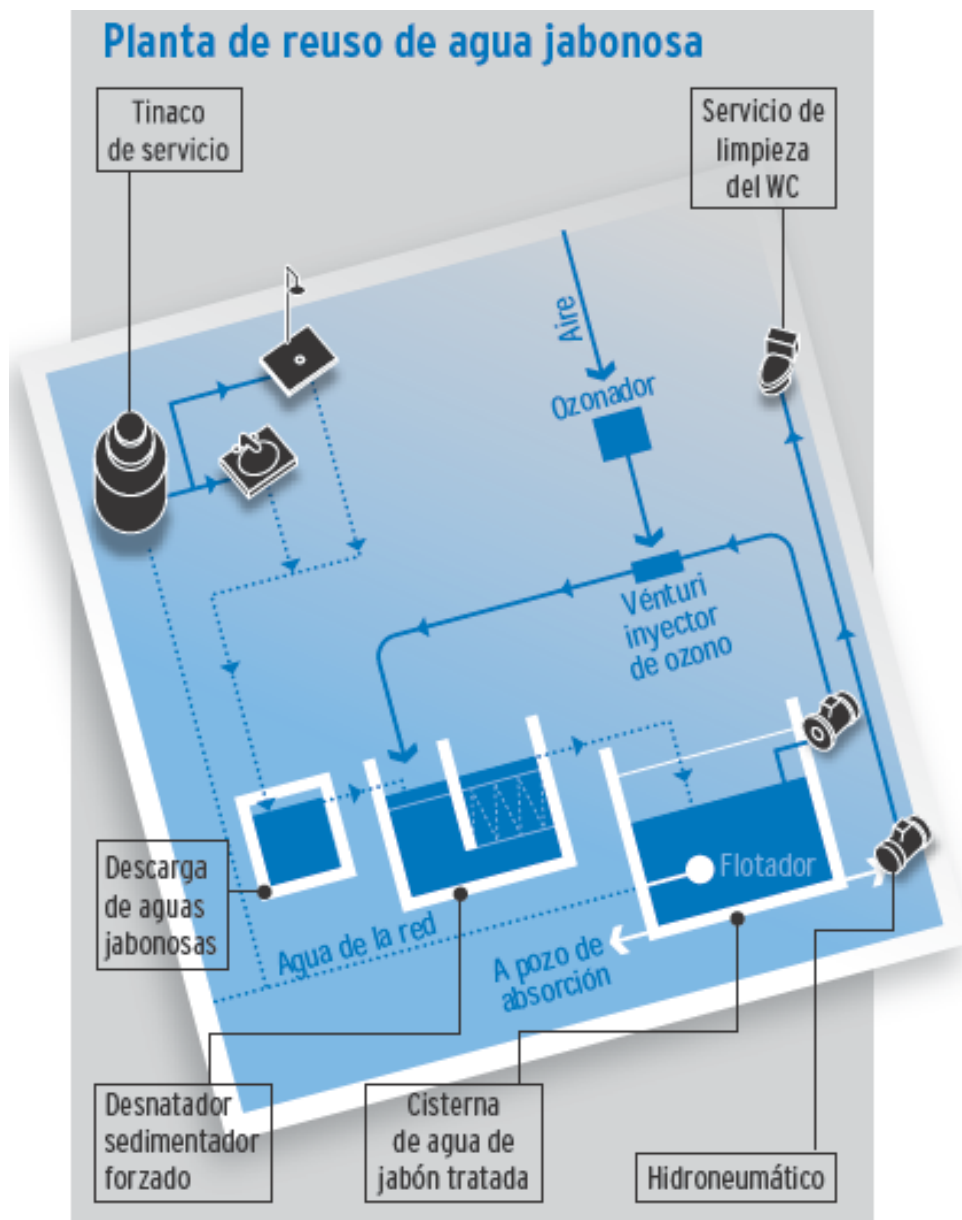


Fig. 58. Esquema reutilización de agua gris del Agua Pluvial para el Manejo Integral del Agua.
Fuente: Diplomado "Manejo Sostenible e Integral del Agua", FI, UNAM.

El reciclaje de agua residual consiste en la siguiente manera, tenemos el servicio del inodoro de aquí pasa a una rejilla separadora de papel para pasar a la fosa séptica que va a un filtro de gravas y de ahí pasa al desnatador sedimentador forzado que vuelve a ocupar el mismo mecanismo de purificación que es venturi inyector de

ozono, de ahí pasa a la cisterna de agua residual tratada para su uso de riego de la zona, además cuando allá excedentes esta agua pasa a un pozo de absorción que va directo a los mantos freáticos, de esta manera se contribuye a mantener el nivel del manto (Ver Fig.59).

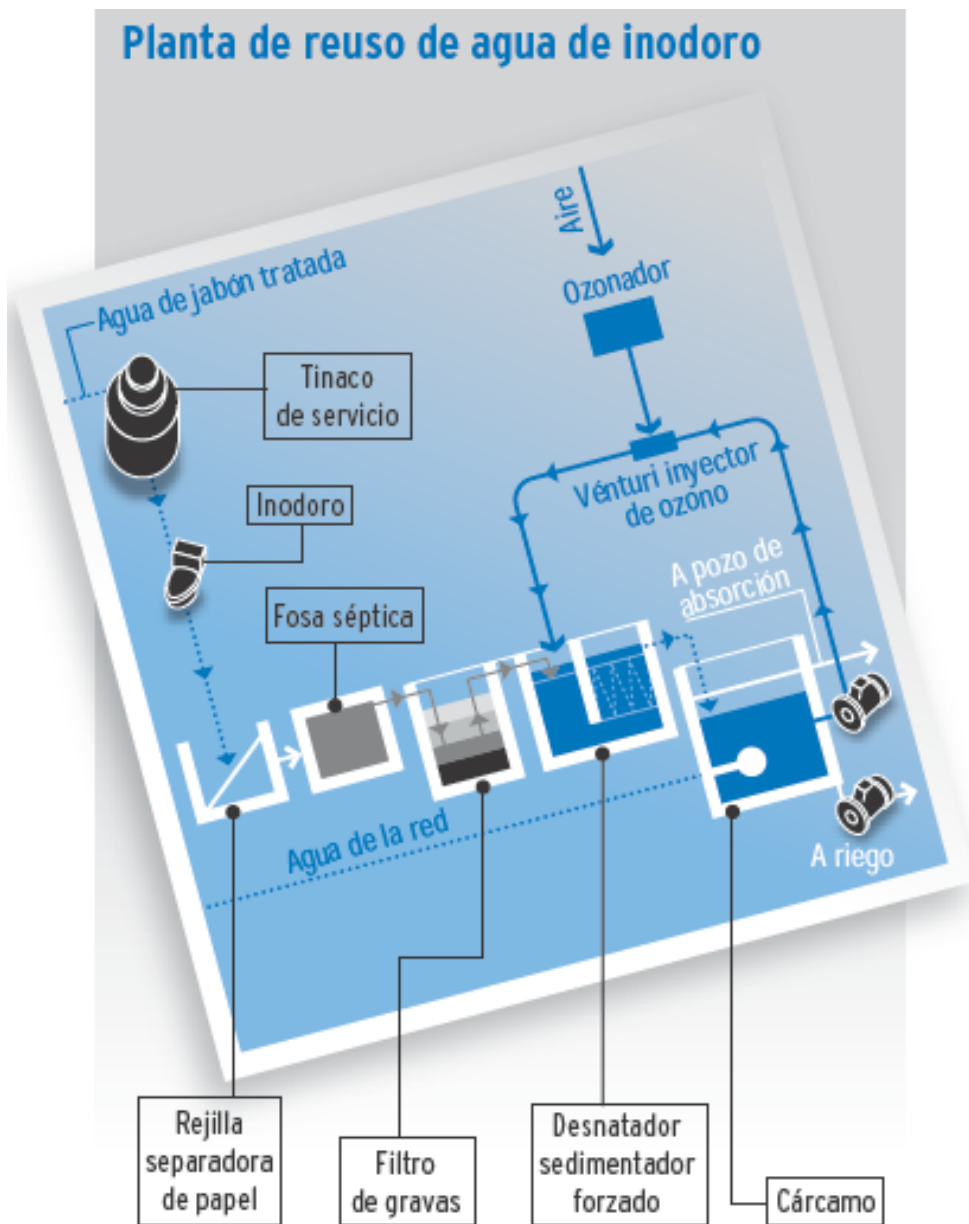


Fig. 59. Esquema tratamiento de agua residual del Agua Pluvial para el Manejo Integral del Agua.
Fuente: Diplomado "Manejo Sostenible e Integral del Agua", FI, UNAM.

Es importante señalar que todo el Manejo Integral del Agua será urbanamente y además al hacer el análisis de la manzana "E" cuadrante II de la colonia Moctezuma 2da sección se obtuvo que de los desechos que salgan de las tuberías se hará una clasificación en un lote baldío que lo expropiara el Gobierno para fines Delegacionales en cuanto a Servicio Público de Salubridad e Higiene.

Esto con la intención primeramente de que a nivel ciudad ya no se tenga la necesidad de tener rellenos sanitarios que hoy en día son un grave problema para la humanidad en general, no solo por salubridad sino de igual manera por disposición de espacio. Por ello se tiene como propuesta hacer pequeños depósitos de desechos orgánicos e inorgánicos, que tengan contenedores para su debido uso.

Como antecedente a este hecho tenemos en la Ciudad de Aspen, Colorado en Estados Unidos de América, en esta ciudad de 5, 914 habitantes tienen confines donde depositan los residuos sólidos que se generan en la casa, estos depósitos son contenedores que están clasificados en desechos de orgánico e inorgánico que son:

vidrio, plástico, cartón, papel y así ellos los depositan en cada uno de los contenedores, estos cuando están llenos llegan las empresas que tienen asociación para el reciclaje de sus productos, y dejan contenedores vacíos para que se vuelvan a llenar, y así se tiene un ciclo en este servicio.



Fig. 60. Contenedores en Aspen para confinamiento de depósitos de residuos.
Fuente: © Dr. Álvaro Sánchez González



Fig. 61. Contenedores en Aspen para confinamiento de depósitos de residuos.
Fuente: © Dr. Álvaro Sánchez González.

En la Fig. 62 vemos la manzana "E" de dicho cuadrante antes mencionado, aquí se localizará en un área verde el confinamiento de los desechos, quienes los propios usuarios podrán ir a ser sus depósitos y

cuando estos contenedores estén llenos el GDF tendrá una asociación con las empresas que les interese el reciclamiento de sus productos.

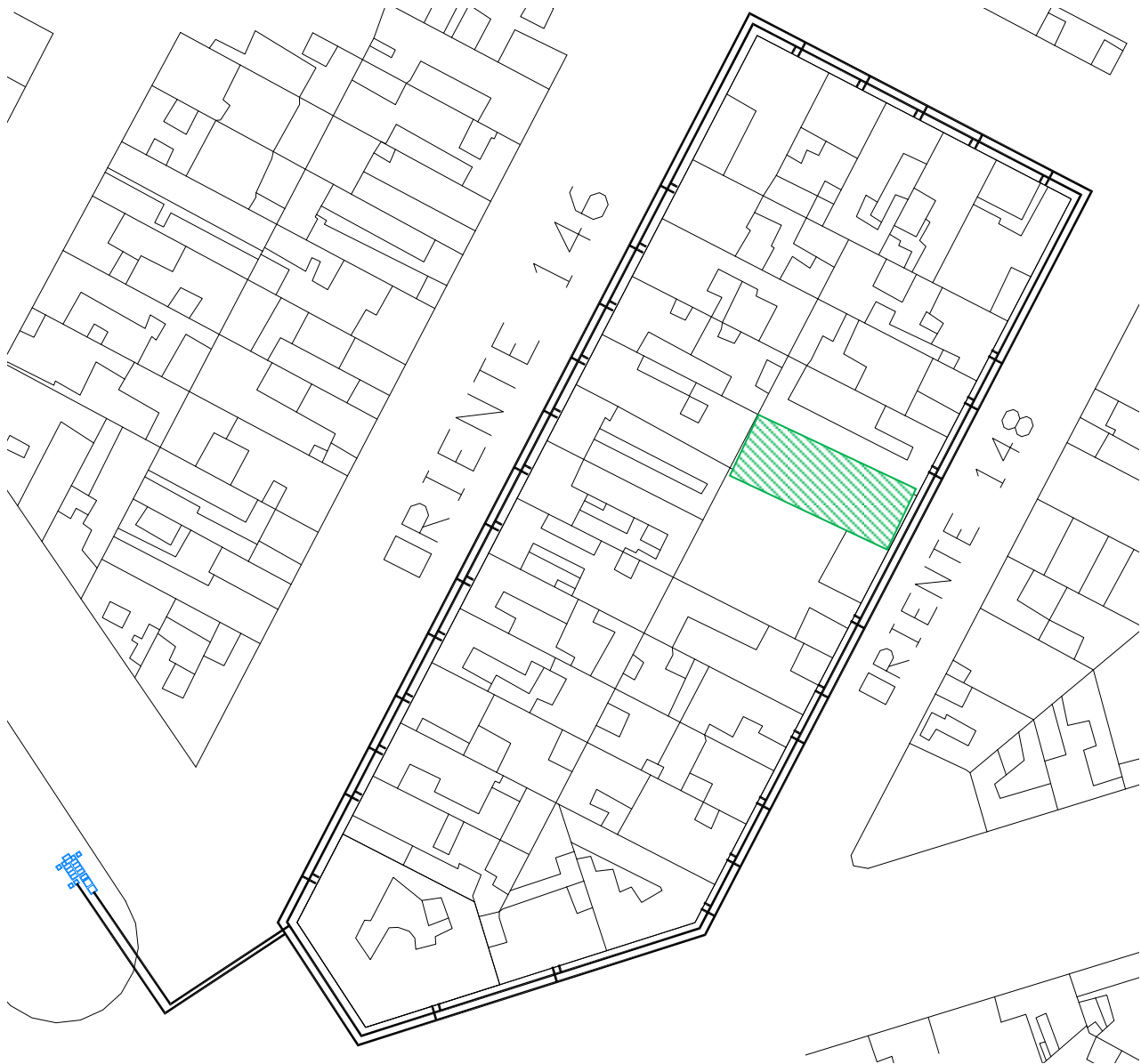


Fig. 62. Plano localización del lote para confinamiento de depósitos de residuos.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

Así cada cuadrante tendrá su depósito dependiendo de las necesidades de cada uno y del espacio disponible de cada uno de ellos, para de esta manera aprovechar los residuos que se generan y abatir un problema ambiental.

CONCLUSIONES

Una vez hecho el análisis de las tecnologías se demuestra que la tecnología más aplicable es la del Manejo Integral del Agua, consistiendo en que se deben manejar los tres tipos de agua, la pluvial, la gris y la residual, pero como sabemos dentro de las viviendas de la Ciudad de México no se cuenta con el espacio suficiente para tener una planta de tratamiento, por cada vivienda, por ello la propuesta consistió en lo urbano, donde en las áreas verdes sirvieran de espacio para disponer las plantas y así almacenar el agua y a su vez dotar a la colonia de agua.

La propuesta demostró que se puede dotar a determinada colonia de agua a través del Manejo Integral del Agua obteniendo como beneficios lo siguiente:

- ◆ Se reduce el ingreso económico tanto para el usuario como para el Estado
- ◆ Las viviendas se independizarán del suministro de agua potable por la cometida

- ◆ El Estado bajara sus ingresos puesto que el usuario ya no dependerá al 100% de su suministro
- ◆ Se hará poco a poco obligatorio la aplicación de dicho sistema en las colonias
- ◆ Una cultura del agua apropiada
- ◆ Habrá una modificación urbana para el depósito de sólidos puesto que se contará con espacios destinados para ello
- ◆ Los rellenos sanitarios irán desapareciendo con forme se vaya aplicando

Primero que nada, el principio fundamental es el Desarrollo Sustentable dentro del campo arquitectónico y en especifico en lo tecnológico. Tomando la relación de que para lograrlo debemos tener en cuenta la integración de tres conceptos fundamentales que son lo Económico, Ambiental y Social, con la suma de estos tres tenemos como resultado el Desarrollo Sustentable.

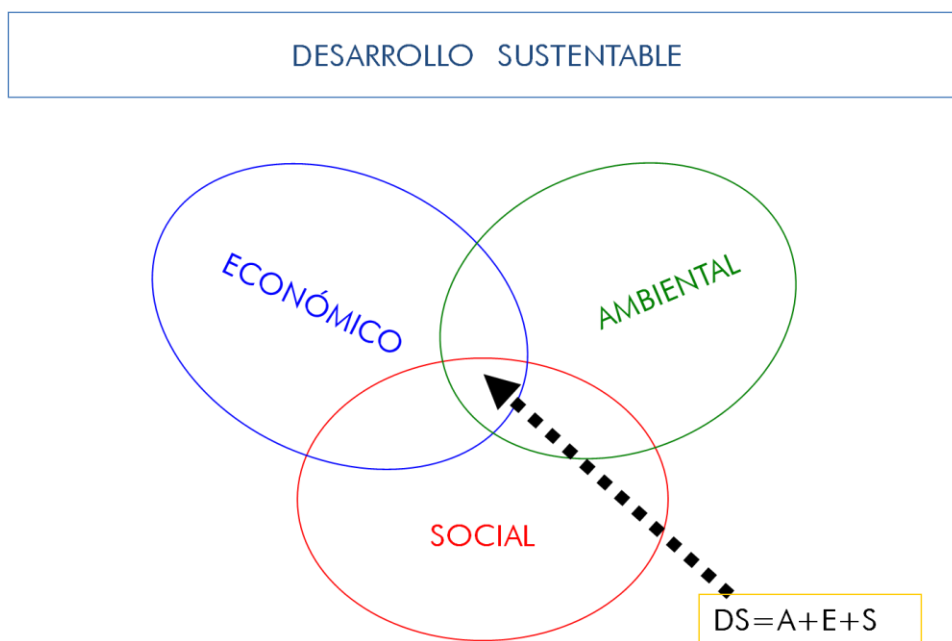


Diagrama 5. Desarrollo Sustentable
Fuente. © Sandra Pliego Hernández

Al aplicar el Manejo Integral del Agua, tiene este principio puesto que pudimos comprobar que mediante el cálculo, se abate en lo **económico**, se hace una integración beneficiosa en lo **social** y por ultimo al tener un aporte integrado en el agua para las necesidades humanas teniendo una tecnología que no daña al **ambiente** y por tanto ayuda a que se mantenga su ciclo natural.

Se hizo una gestión, comprobado con el proceso de administración (con el círculo "virtuoso" de Deming), en donde haciendo la actividad de proceso, que es el Manejo Integral del Agua, se planea en las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, actuamos haciendo el planteamiento en lo urbano para la ubicación de las plantas y después hacemos el cálculo con lo cual verificamos que en verdad sea viable para después de ello hacer la **Gestión**.

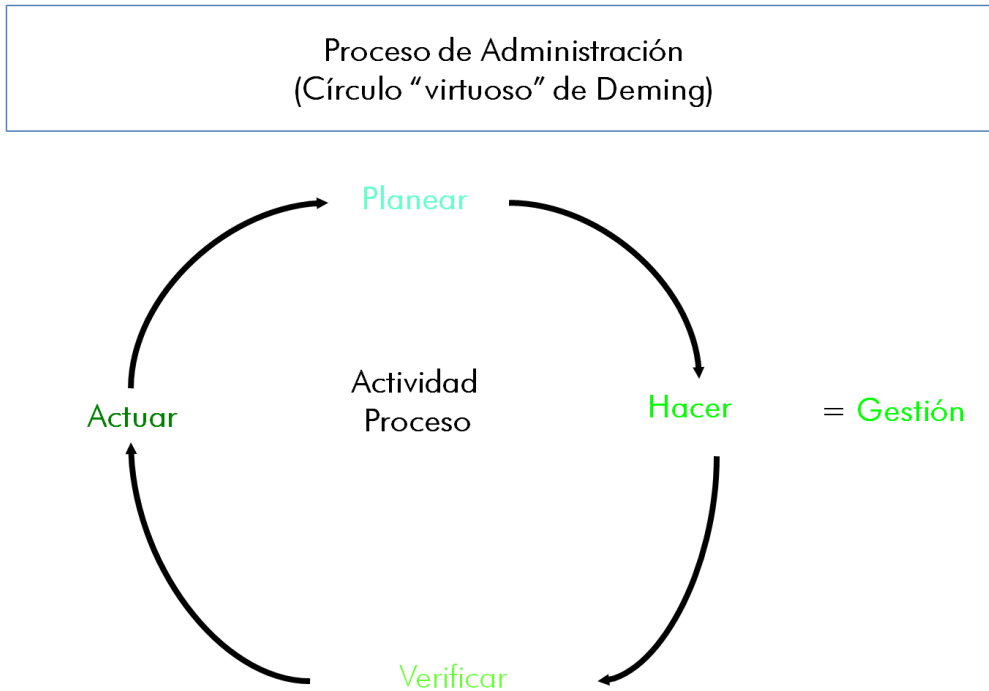


Diagrama 6. Proceso de administración
Fuente. © Sandra Pliego Hernández

También se dedujo que dentro del desarrollo sustentable se tiene una relación hombre ambiente; a partir de subsistemas dentro del humano existen subsistemas económico y poblacional, que estos a su vez consumen recursos naturales los cuales los contaminan; por otro lado en lo ambiental hay componentes ambientales y ecosistemas que sufren de impactos entonces como respuesta se tiene una retroalimentación natural y una por parte de la sociedad como sistema humano, es

decir que a partir del Manejo Integral del Agua nos solo se logra un beneficio Económico, Social y Ambiental, sino que también se integro mas componentes como es el caso de los residuos que van muy ligados con lo ambiental, puesto que se abatirá los rellanos sanitarios para con ello poco a poco vayan desapareciendo y de esta manera se cree la cultura de que la basura no debería de existir en cualquier lugar.

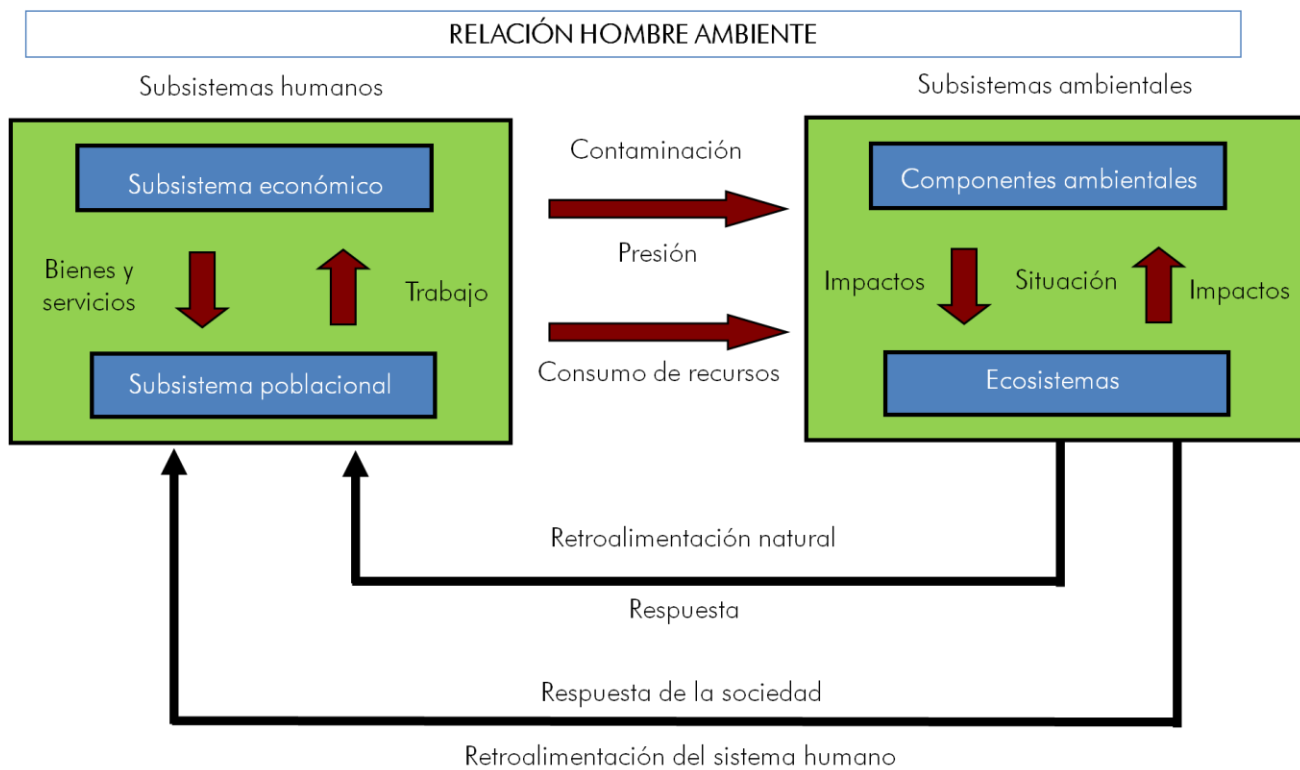


Diagrama 7. Relación hombre ambiente
Fuente. © Sandra Pliego Hernández

FUENTES DE CONSULTA:**BIBLIOGRAFÍA.**

1. BUCH, Tomas, ***El Tecnoscopio.***
2. CAMDESSUS Michel, ***Agua para todos;*** traducción de Leticia Hulsz Picone. México: Fondo de Cultura Económica, 2006.
3. CARABIAS Julia, LANDA Rosalía, ***Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México;*** con la colaboración de Jaime Collado, Polioptro Martínez; presentación de Fernando Tudela. México: UNAM, 2005.
4. CERVER, Asencio, ***Ecological architecture, tendencia bio-climática.***
5. JACOBO VILLA, Marco Antonio, SABORIO FERNÁNDEZ Elsa, coordinadores, ***La Gestión del agua en México: los retos para el desarrollo sustentable.*** México: UAM, Unidad Iztapala: M. A. Porrúa, 2004.
6. LLOYD JONES, David, ***Arquitectura y entorno: diseño de la construcción bioclimática,*** Barcelona Art Blume, España, 2002.
7. MILIÁN ÁVILA, Guadalupe. ***La Sustentabilidad y las Ciudades hacia el siglo XXI,*** Primera ed. México, Ed. Dirección General de Fomento Editorial, 1999, 154 pgs.
8. OLGAY, Victor, ***Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas,*** México, Ed. Gustavo Gili, S.A., 1998, 197 pgs.
9. PERLÓ COHEN Manuel, GONZÁLEZ REYNOSO Arsenio Ernesto, ***¿Guerra por el agua en el Valle de México? : estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México.*** México: UNAM, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad: Fundación Friedrich Ebert 2005.
10. RODRÍGUEZ VIQUEIRA, Manuel, ***Introducción a la arquitectura bioclimática,*** Universidad Autónoma Metropolitana, México, Limusa, 2001.
11. SALAS ESPÍNDOLA, Hermilo, ***Impacto del ser humano en el planeta,*** México, ed. Libro Edamex, Ed. Libros para todos, S.A. de C.V., 2006, 254 pgs.
12. SENOSIAIN, Javier, ***Bio Arquitectura, en busca de un espacio,*** Primera ed. México, Ed. Limusa S.A. de C.V., 1996, 191 pgs.
13. ***Síntesis del IV Foro Mundial del Agua*** / coordinadores, César Herrera Toledo y Daniel Zimmer; editores, Polioptro Martínez Austria y Paul van Hofwegen. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua, 2006.
14. SLESSOR, Catherine, ***Eco-Tech. Sustanble architecture and High Tecnology.***
15. STEIN, Benjamin, ***Mechanical and electrical equipment for buildings,*** Estados Unidos, 2000

16. Varios autores, **Confort y eficiencia energética en la Arquitectura**, Universidad Autónoma Metropolitana, UAM. 368 pgs.
17. Varios autores, **Gestión del agua en el Distrito Federal : retos y propuestas** / María Concepción Martínez Omaña ... [et al.]. México : UNAM, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, 2004
18. Varios autores, **Manual de arquitectura solar**, Primera ed. México, Ed. Trillas S.A. de C.V., 1991, 292 pgs.
19. Varios autores, **Gran Diccionario Enciclopédico**, Ed. Selecciones

ARTÍCULOS.

20. HUITRÓN RIQUELME, Raúl. **La casa bio-climática Águilas**.
21. MCGOWAN, Amy. **Let's do it**. Revista Riba Journal, 113/8, Agosto 2006.

INSTITUCIONES Y/O LEYES - REGLAMENTOS

- Comisión Nacional del Agua
- Gobierno del Distrito Federal
- Instituto Nacional de Ecología
- Ley de aguas del Distrito Federal
- Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal
- Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal

PAGINAS WEB.

- www.eeea.eu.int
- www.brocku.ca
- www.monografias.com
- www.enviropro.com.mx
- www.iisd.org
- www.modulosolar.com

CURSOS Y/O CONFERENCIAS.

- Cuarta arquería del libro: **La Sustentabilidad en el diseño**. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, 2006.
- **Técnicas, talleres y propuestas prácticas para la sostenibilidad en la construcción y habitación**. Fundación El Manantial IAP con apoyo de la División de Educación Continua de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, 2006.

- **2do Congreso Internacional de Arquitectura con Alta Tecnología Bioclimática y Diseño Sustentable**, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Arquitectura, 2006.
- **Diplomado en "Manejo Integral y Sostenible del Agua"**. Facultad de Ingeniería, Centro de Docencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.
- **Diplomado en "Auditoria Ambiental para arquitectos y urbanistas"**. Programa de Posgrado de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, 2007-2008.

GLOSARIO

En la investigación interviene un conjunto de términos cuyas definiciones se mencionan a continuación.

- | | | | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| 1. ALCORQUES: | Hoyo hecho al pie de las plantas para detener el agua de los riegos. | 9. CUENCA HIDROLÓGICA: | El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión del recurso hidráulico. |
| 2. ACUÍFERO: | Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento. | 10. CUENCAS HOMOGÉNEAS: | Son las cuencas hidrológicas en que, por tener características geomorfológicas, climatológicas, geológicas e hidrológicas similares, es válido transferir información hidrológica de una a otra. |
| 3. BALANCE DE SÓLIDOS | El balance de sólidos consiste en la identificación de las cantidades de sólidos que entran y salen de cada operación o proceso unitario. | 11. CUNETAS: | Zanja existe en cada uno de los lados de una carretera o de un camino, destinada a recoger el agua de lluvia. |
| 4. BIORREACTORES DE MEMBRANA | Como una modificación de los procesos convencionales de tratamiento biológico donde los depósitos de sedimentación secundarios son sustituidos por membranas de filtración. | 12. DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS NECESARIAS | Los criterios de cargas de trabajo (o de proyecto) son los criterios básicos utilizados en el dimensionamiento de las operaciones y procesos unitarios. |
| 5. BIORREMEDIACIÓN: | Es el proceso en el que se emplean organismos biológicos para resolver problemas específicos medioambientales, como la contaminación. Se puede emplear para atacar algunos contaminantes específicos, como los pesticidas clorados que son degradados por bacterias, o bien, de forma más general como en el caso de los derrames de petróleo, que se tratan empleando varias técnicas, incluyendo la adición de fertilizantes para facilitar la descomposición del crudo por las bacterias. | 13. DESCARGA NATURAL: | Volumen de agua que descarga una unidad hidrogeológica a través de manantiales, vegetación, ríos y humedales, o subterráneamente a cuerpos de agua (mares, lagos y lagunas). |
| 6. CAUCE PRINCIPAL: | El canal principal que capta y conduce el agua hasta la descarga de una cuenca. | 14. DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA: | Fracción de la descarga natural de una unidad hidrogeológica, que está comprometida como agua superficial para diversos usos o que debe conservarse para prevenir un impacto ambiental negativo a los ecosistemas o la migración de agua de mala calidad a una unidad hidrogeológica. |
| 7. CAUDAL BASE: | Gasto o caudal que proviene del agua subterránea. | | |
| 8. COLMATACIÓN: | Llenar al máximo un lugar hondo de arena o piedras. | | |

15. DIAGRAMA DE FLUJO	Es la representación gráfica de una combinación particular de las operaciones y procesos unitarios utilizados para llevar a cabo los objetivos específicos del tratamiento.	24. EVAPOTRANSPIRACIÓN:	Restitución a la atmósfera de parte del agua contenida en el suelo, gracias a la evaporación y a la transpiración de las plantas.
16. DIVERSOS USOS:	Se refiere a todos los usos definidos en la Ley de Aguas Nacionales, como doméstico, agrícola, acuícola, servicios, industrial, conservación ecológica, pecuario, público urbano, recreativo y otros.	25. EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA:	Volumen de agua que se extrae artificialmente de una unidad hidrogeológica para los diversos usos.
17. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA:	Volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.	26. EXTRACCIÓN DE AGUA SUPERFICIAL:	Volumen de agua que se extrae artificialmente de los cauces y embalses superficiales para los diversos usos.
18. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUPERFICIAL EN UNA CUENCA HIDROLÓGICA:	Valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo.	27. EXPORTACIÓN:	Es el volumen de agua superficial o subterránea que se transfiere de una cuenca hidrológica o unidad hidrogeológica a otra u otras, hacia las que no drena en forma natural.
19. DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA PER CÁPITA:	Volumen total de agua renovable superficial y subterránea que ocurre en forma natural en una región.	28. GRAVAMEN:	Documento legal que hace constar la situación, en la que se encuentra determinada propiedad o derecho, según las inscripciones y documentos existentes en los archivos. Carga de impuestos sobre algún bien. Dícese del impuesto que grava las utilidades o los ingresos, como el impuesto predial que grava los bienes raíces, el impuesto sobre la renta etc. Carga, limitación u obligación que afecta a un bien o persona.
20. ESCORRENTÍAS:	Sistema de desplazamiento de las aguas que se opone al estancamiento, pero también a la arroyada e infiltración.	29. HIPOCLORITO SÓDICO:	Conocido popularmente como lejía, agua lavandina o agua de Javel, es un compuesto químico, además de un fuerte oxidante químico cuya fórmula es NaClO. Contiene el cloro en estado de oxidación +1 y por lo tanto es un oxidante fuerte y económico. Debido a esta característica destruye muchos colorantes por lo que se utiliza como blanqueante. Además se aprovecha sus propiedades desinfectantes. En disolución acuosa sólo es estable a pH básico. Al acidular en presencia de cloruro libera cloro elemental. Por esto debe almacenarse alejado de cualquier ácido.
21. ESCURRIMIENTO DESDE AGUAS ARRIBA:	Es el volumen medio anual de agua que en forma natural proviene de una cuenca hidrológica ubicada aguas arriba de la cuenca o subcuenca en análisis.		
22. ESCURRIMIENTO NATURAL:	Es el volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica.		
23. EVAPORACIÓN:	Proceso por el cual el agua, en la superf de un cuerpo de agua natural o artificial o en la tierra húmeda, adquiere suficiente energía cinética de la radiación solar, y pasa del estado líquido al gaseoso.		

- 30. IMPLANTACIÓN** Es la ordenación especial de las instalaciones físicas de la planta de tratamiento, definida en el diagrama de flujo.
- 31. IMPORTACIÓN:** Es el volumen de agua que se recibe en una cuenca hidrológica o unidad hidrogeológica desde otra u otras, hacia las que no drena en forma natural.
- 32. ISOYETAS** Líneas que unen puntos distintos donde se ha recogido la misma cantidad de precipitación.
- 33. LÍNEA PIEZOMÉTRICA** La línea piezométrica se usa para determinar la cota de la superficie libre del agua residual en su movimiento a través de las diversas unidades del tratamiento.
- 34. MEDIANA:** Es el valor de la variable que deja el mismo número de datos antes y después que él. De acuerdo con esta definición el conjunto de datos menores o iguales que la mediana representarán el 50% de los datos, y los que sean mayores que la mediana representarán el otro 50% del total de datos de la muestra. Un intervalo mediano será el intervalo que contiene dicho dato.
- 35. MICRO FILTRACIÓN** Es la tecnología más antigua. En la microfiltración se suelen utilizar membranas de fibra hueca. Una de las principales aplicaciones que tiene la MF es la eliminación de microorganismos.
- 36. OSMOSIS INVERSA** Consiste en separar un componente de otro en una solución, mediante las fuerzas ejercidas sobre una membrana semi-permeable. Su nombre proviene de "osmosis", el fenómeno natural por el cual se proveen de agua las células vegetales y animales para mantener la vida. El solvente (no el soluto) pasa espontáneamente de una solución menos concentrada a otra más concentrada, a través de una membrana semi-permeable. Entre ambas soluciones existe una diferencia de energía, originada en la diferencia de concentraciones. El solvente pasará en el sentido indicado hasta alcanzar el equilibrio. Si se aplica una presión mayor a la solución más concentrada, el solvente comenzará a fluir en el sentido inverso. Se trata de la *Osmosis Inversa*.
- 37. PARTEAGUAS:** Límite físico de una cuenca o subcuenca hidrológica, representado por la línea imaginaria formada por los puntos de mayor elevación topográfica, que las separa de las vecinas.
- 38. PRECIPITACIÓN CONYECTIVA** Es la generación de lluvia a partir del ascenso de una masa de aire calentada por contacto con la superficie terrestre que ha recibido la radiación del Sol. AL ascender, el aire se enfría y condensa la humedad contenida provocando la precipitación.
- 39. PRECIPITACIÓN FRONTAL** Ocurre cuando se encuentran dos masas de aire, con distintas características de temperatura y presión.
- 40. PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA** Es la que se genera durante el ascenso de una masa de aire con alto contenido de humedad, a través de una pendiente como las laderas de las montañas y cordilleras.
- 41. PLUVIÓMETROS O FLUVIÓGRAFOS** Es un instrumento que mide la cantidad de agua precipitada en un determinado lugar. La unidad de medida es en milímetros (mm). Una precipitación de 5 mm indica que si toda el agua de la lluvia se acumulara en un terreno plano sin escurrir ni evaporarse, la altura de la capa de agua sería de 5 mm. Los milímetros (mm) son equivalentes a los litros por metro cuadrado. Existen dos modelos básicos de pluviómetros: de lectura directa y registradores. Los de lectura directa tienen un

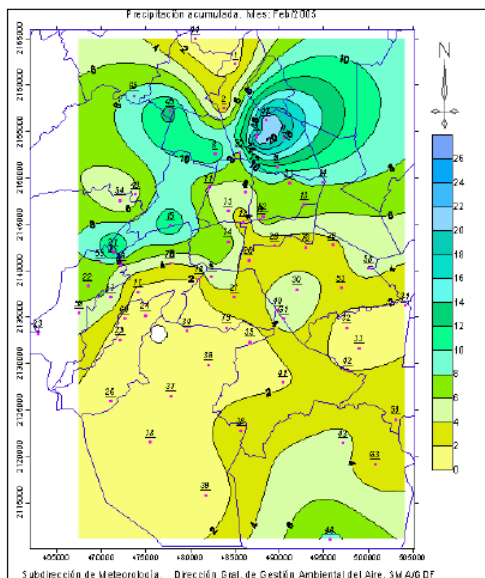
recipiente y un embudo. Cada 12 horas se vacía el recipiente en una probeta graduada con una sección diez veces menor que la de recepción, con lo que es posible establecer una relación entre la altura en la probeta y la precipitación en milímetros por metro cuadrado. Los pluviómetros registradores pueden ser de tres tipos: de pesada, de cuba basculante o de flotador, según el procedimiento que empleen para registrar la medición una vez alcanzado cierto nivel.

- 42. ROTONDAS:** Plaza circular.
- 43. SUBCUENCA:** Fracción de una cuenca hidrológica, que corresponde a la superficie tributaria de un afluente o de un sitio seleccionado.
- 44. TRANSPIRACIÓN:** Es el proceso por el cual la vegetación extrae humedad del suelo y la libera al aire circundante como vapor.
- 45. UNIDAD DE GESTIÓN:** Territorio de la cuenca o subcuenca hidrológica superficial, o del acuífero o las unidades hidrogeológicas contenidas en ella, que se definen como una unidad para la evaluación, manejo y administración de los recursos hídricos.
- 46. UNIDAD HIDROGEOLÓGICA:** Conjunto de estratos geológicos hidráulicamente conectados entre sí, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales subterráneas.

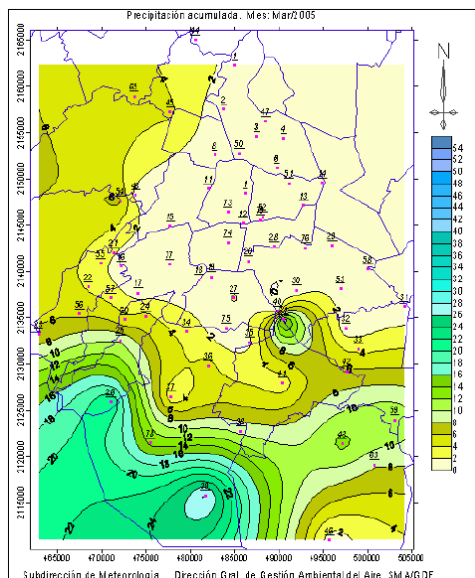
ANEXOS

Anexo A. Mapas de distribución de precipitación acumulada en la ZMCM.

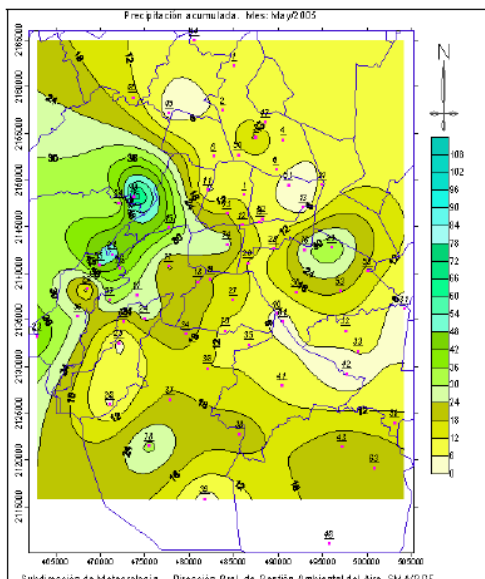
En los siguientes mapas su representación es válida dentro de las cuales se visualizan los datos de precipitación mensual acumulada propia del año 2005. Las figuras se refieren a lo ocurrido para los meses de febrero, marzo, mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre de 2005.



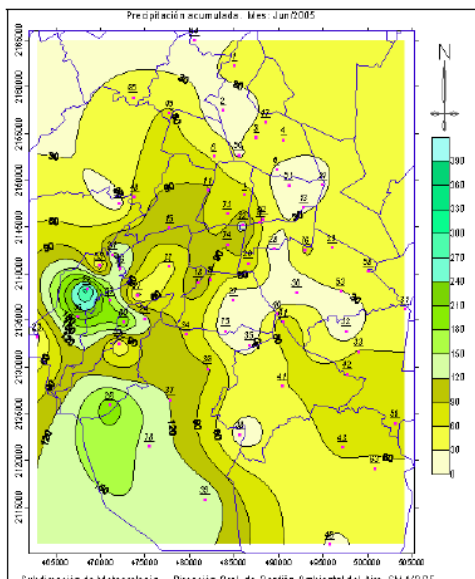
Mapa 12. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de febrero de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



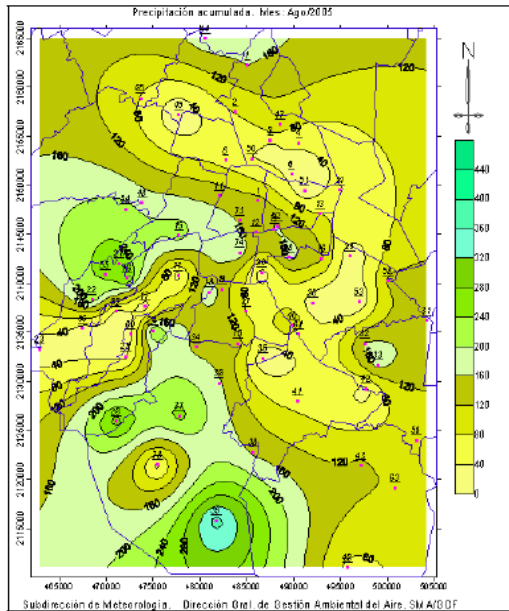
Mapa 13. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de marzo de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



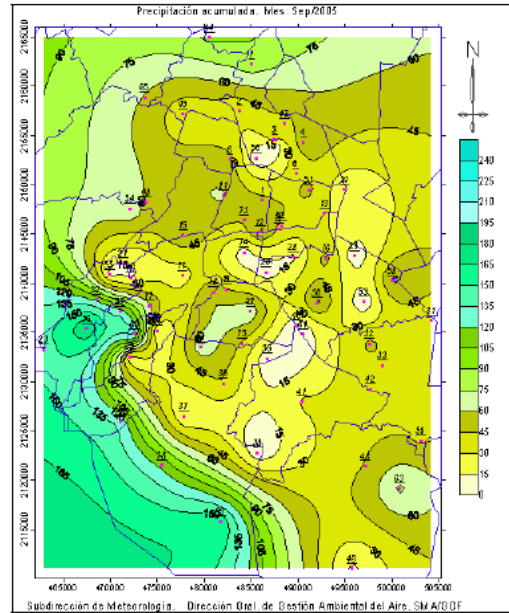
Mapa 14. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de mayo de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



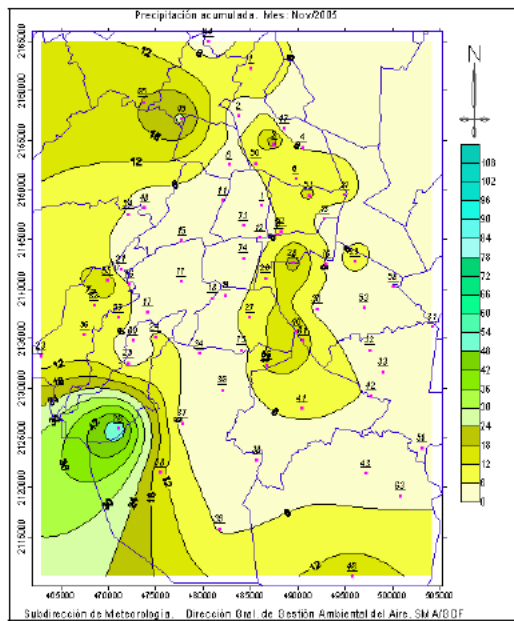
Mapa 15. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de junio de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



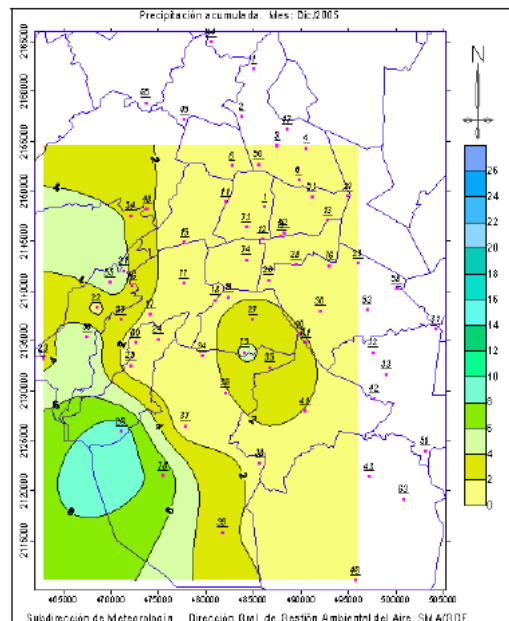
Mapa 16. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de agosto de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



Mapa 17. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de septiembre de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



Mapa 18. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de noviembre de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.



Mapa 19. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de diciembre de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

Anexo B. Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal.

En el presente reglamento citaremos los artículos que nos competen para la investigación.

Artículo 2o.

La prestación de los servicios de agua potable, tratamiento de aguas y drenaje en el Distrito Federal, constituye un servicio público que estará a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal de conformidad con su Ley Orgánica su Reglamento Interior, las normas contenidas en el presente ordenamiento y las demás disposiciones jurídicas aplicables con la salvedad que señala el artículo 80 de este Reglamento.

Artículo 80.

La Secretaría de Obras y Servicios podrá concesionar la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua residual y pluvial captada en el sistema de alcantarillado del Distrito Federal.

Artículo 3o.

Para efectos del presente Reglamento se entenderá por:

III. Agua pluvial, la generada por la precipitación de los condensados de vapor atmosférico;

IV. Agua potable, aquella cuya gestión no cause efectos nocivos a la salud;

XXI. Cisterna, depósito subterráneo para almacenar agua;

XXIII. Coladera pluvial, la estructura con rejilla ya sea de banqueta o de piso, que permite el acceso del agua pluvial al sistema de alcantarillado y drenaje;

XXIV. Colector, conducto principal en donde convergen aguas pluviales y residuales de la red secundaria de drenaje;

XXV. Conductos, las tuberías y canales que permiten el flujo de agua;

XXVI. Cuadro, conjunto de tuberías y piezas que se ubican a la entrada de los predios para el suministro de agua;

XXX. Descarga, las aguas residuales y pluviales que se vierten en el sistema de alcantarillado y drenaje;

LXVIII. Tinaco, recipiente o depósito de diversa forma, tamaño y diferente material para almacenar pequeños volúmenes de agua.

Artículo 4o.

Corresponde a la Secretaría de Obras y Servicios:

I.- Construir, autorizar la construcción y supervisar las obras requeridas por nuestra ciudad para el adecuado y suficiente suministro de agua potable hacia la población, para el tratamiento y distribución del agua residual, la construcción de obras de drenaje y alcantarillado y de los sistemas de capacitación de agua pluvial, así como también para mejorar las tecnologías vinculadas con el tratamiento de agua a fin de garantizar la más alta calidad;

II.- Operar, conservar, mantener, controlar y vigilar el funcionamiento de los sistemas de aprovisionamiento y distribución de agua potable de agua residual tratada, de alcantarillado y drenaje, así como la distribución y uso de las aguas pluviales y de manantiales;

XII.- Concertar con los medios de comunicación masiva y con los sectores social y privado, la realización de campañas para el ahorro del agua. En dichas campañas, podrá participar la Asamblea de Representantes del Distrito Federal;

XIII.- Determinar e imponer las sanciones a que se hagan acreedores los usuarios por el desperdicio; mal uso del agua, de la infraestructura del agua potable, del agua residual tratada y su sistema, del alcantarillado y el drenaje, en los términos del presente Reglamento y;

XIV.- Las demás que en la materia le otorguen otras disposiciones jurídicas aplicables.

Artículo 5o.

Todas las obras y acciones inherentes a la captación, conducción y distribución del agua en el Distrito Federal, se realizarán con sujeción a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Artículo 6o.

El agua de que disponga la Secretaría de Obras y Servicios deberá aprovecharse conforme al siguiente orden de prelación:

- I.-** Usos domésticos y unidades hospitalarias;
- II.-** Servicios públicos urbanos;
- III.-** Industria y comercio;
- IV.-** Agricultura;
- V.-** Acuicultura;
- VI.-** Abrevaderos de ganado;
- VII.-** Usos recreativos y
- VIII.-** Otros.

Artículo 8o.

En caso de uso doméstico, cuando no exista o se suspenda el servicio público de agua potable, la Secretaría de Obras y Servicios considerará las formas posibles de abastecimiento por medio de carros tanque provisionales e hidrantes públicos. Este servicio será gratuito. Al establecerse el servicio público de agua potable en lugares que carezcan de él, se notificará a los interesados por medio de avisos que se colocarán en las calles respectivas;

Artículo 25.

Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios de los predios, casas habitación, giros mercantiles e industrias deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua. Los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto; los mingitorios tendrán una descarga máxima de cuatro litros por servicio. Todos estos muebles deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana y contarán con dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio. Los lavabos y fregaderos tendrán llaves con aditamentos economizadores de agua para que su descarga no sea mayor de diez litros por minuto. Todos los muebles de baño y accesorios sanitarios que se distribuyan o comercialicen en el Distrito Federal,

deberán reunir los requisitos técnicos especificados en este artículo.

Artículo 26.

Respecto de las casas-habitación construidas antes de la entrada en vigor del presente Reglamento las medidas señaladas en el Artículo anterior se llevarán a efecto de acuerdo con las especificaciones del programa de sustitución de muebles o instalación de aditamentos sanitarios que lleve a cabo el Departamento con la participación de la Asamblea de Representantes del Distrito Federal.

Artículo 57.

Con el fin de incrementar los niveles de los mantos freáticos la Secretaría de Obras y Servicios construirá en las Zonas de Reserva Ecológica, parques y jardines del Distrito Federal tinajas ciegas, represas, ollas de agua, lagunas de infiltración, pozos de absorción y otras obras necesarias para la captación de aguas pluviales.

Artículo 59.

Quedan prohibidas las construcciones de cualquier tipo, ajenas al control y aprovechamiento de las aguas pluviales y de manantiales en sus lechos barrancas y cauces naturales.

Artículo 60.

La Secretaría de Obras y Servicios deberá rescatar, sanear, proteger y construir las instalaciones necesarias para aprovechar las aguas de los manantiales y las pluviales que circulan por barrancas y cauces naturales.

Artículo 89.

El sistema de drenaje será de dos tipos: a).- El combinado, para recibir en una misma red de alcantarillado el agua residual y pluvial conjuntamente, y b).- El separado, con una red exclusiva para la descarga residual y otra red para conducir el agua pluvial.

Artículo 90.

Conforme el tipo de sistema de alcantarillado, los usuarios deberán contar con las instalaciones adecuadas en el interior de sus predios antes de solicitar la conexión de la descarga de las aguas residuales y pluviales. Cuando el sistema

sea separado, las instalaciones interiores del predio estarán dispuestos también separadamente, de manera que no se mezclen las aguas residuales con las pluviales y puedan llegar a su respectivo albañal interior.

Artículo 105.

Corresponde a la Secretaría de Obras y Servicios realizar las conexiones de albañales exteriores para descarga de aguas residuales y pluviales de predios unifamiliares, edificios multifamiliares, de departamentos, condominios, conjuntos habitacionales, comerciales e industriales y edificios de servicios administrativos, de reunión, públicos y privados.

Artículo 123.

Con el objeto de que las políticas de distribución de agua se den en un marco de justicia social y de que los procesos de extracción y recarga de acuíferos se realicen preservando el equilibrio ecológico, la ciudadanía podrá participar en la formulación de propuestas alternativas para el mejor uso y aprovechamiento del agua. Las autoridades correspondientes considerarán las propuestas hechas por la población para ser integradas en los programas que ejecuten.

Anexo C. Normas aplicables**Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas****● NOM-001-SEMARNAT-1996**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997 y entró en vigor el día 7 de enero de 1997. Esta norma se complementa con la aclaración publicada en el mismo medio de difusión del día 30 de abril de 1997.

● NOM-002-SEMARNAT-1996

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de junio de 1998 y entró en vigor el día 4 de junio de 1998.

● NOM-003-SEMARNAT-1997

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de septiembre de 1998 y entró en vigor el día 22 de septiembre de 1998.

● NOM-004-SEMARNAT-2002

Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 15 de agosto de 2003 y entró en vigor el día 16 de agosto de 2003.

Normas Oficiales Mexicanas del Sector Agua**● NOM-001-CNA-1995**

Sistemas de alcantarillado sanitario. Especificaciones de hermeticidad. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de octubre de 1996. Entró en vigor el 8 de febrero de

1997. Cumplió su periodo quinquenal el 8 de febrero de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-002-CNA-1995

Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable.

Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de octubre de 1996. Entró en vigor el 12 de abril de 1997. Cumplió su periodo quinquenal el 12 de abril de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-003-CNA-1996

Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de febrero de 1997. Entró en vigor el 4 de mayo de 1997. Cumplió su periodo quinquenal el 4 de mayo de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-004-CNA-1996

Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de agosto de 1997. Entró en vigor el 3 de febrero de 1998. Cumplió su periodo quinquenal el 3 de febrero de 2003. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-005-CNA-1996

Fluxómetros.

Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de julio de 1997. Entró en vigor el 21 de enero de 1998. Cumplió su periodo quinquenal el 21 de enero de 2003. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-006-CNA-1997

Fosas sépticas prefabricadas. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 1999.

Entró en vigor el 30 de enero de 1999. Cumplió su periodo quinquenal el 30 de enero de 2004. Norma vigente, se ratificó.

● **NOM-007-CNA-1997**

Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de febrero de 1999. Entró en vigor el 1 de junio de 1999. Cumplió su periodo quinquenal el 1 de junio de 2004. Norma vigente, se ratificó.

● **NOM-008-CNA-1998**

Regaderas empleadas en el aseo corporal.

Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 2001. Entró en vigor el 22 de diciembre de 2001.

● **NOM-009-CNA-1998**

Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 2001. Entró en vigor el 30 de noviembre de 2001.

● **NOM-010-CNA-1999**

Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de septiembre de 2003. Entró en vigor el 29 de febrero de 2004.

● **NOM-011-CNA-2000**

Conservación del recurso agua. Establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de abril de 2002. Entró en vigor el 17 de junio de 2002.

● **PROY-NOM-012-CNA-2002**

Requisitos generales de seguridad de presas. (Anteproyecto).

● **PROY-NOM-013-CNA-2001**

Redes de distribución de agua potable. Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud

● **NOM-127-SSA1-1994**

(Modificación)

Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de noviembre de 2000 y entró en vigor el día 20 de febrero de 2001.

(Originalmente se publicó el 18 de enero de 1996 y entró en vigor al siguiente día).

● **NOM-179-SSA1-1998**

Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por los sistemas de abastecimiento público; publicada el 24 de septiembre de 2001. Entró en vigor el día 24 de noviembre de 2001.

● **NOM-012-SSA1-1993**

Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, públicos y privados; publicada el 12 de agosto de 1994. Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

● **NOM-013-SSA1-1993**

Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994.

Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

● **NOM-014-SSA1-1993**

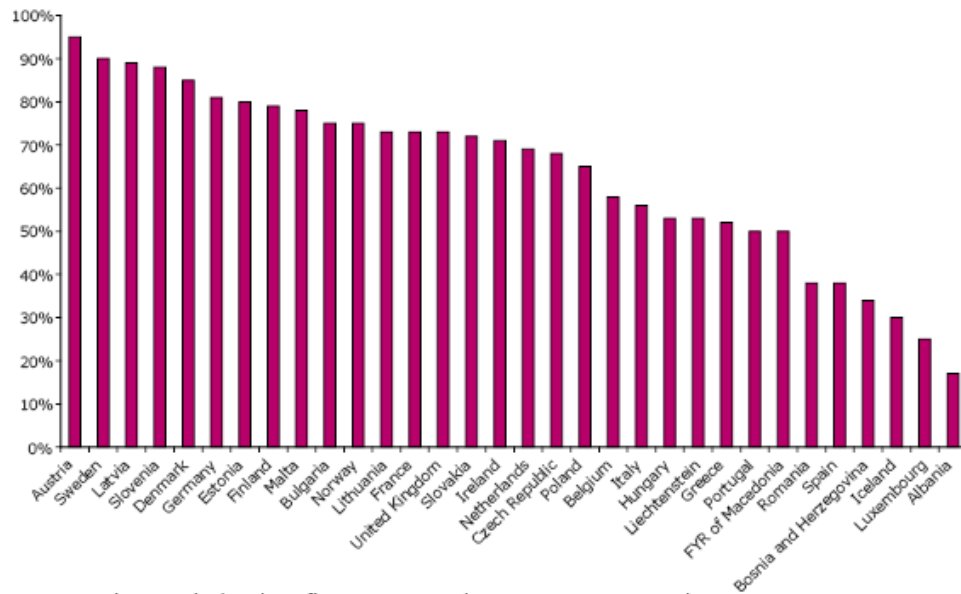
Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento públicos y privados. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994. Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

CAPITULO 4. ANÁLISIS NORMATIVIDAD PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA

4.1 Antecedentes Internacionales

4.1.1 Agua pluvial

Es importante mencionar que en diversos países como son España, Inglaterra, Alemania, Portugal, Irlanda, es decir la Asociación de Estados Europeos (EEA), Canadá, Japón, Estados Unidos (Gráfica.6) se han llevado a la práctica el ahorro energético, captación de agua pluvial, ahorro de agua, en fin un sin número de elementos que nosotros necesitamos y utilizamos cotidianamente, lo cual ha llevado a ventajas económicas y sociales en dichos países donde se realizan estas tecnologías y no sólo han tomado estas medidas en la vivienda sino de igual manera se han abordado en el sector comercial, social, cultural, educativo, ya en diversos géneros arquitectónicos.



Source: Eionet priority data flows — Seventh progress report to the Management Board, EEA, 2004.

Gráfica.6. Datos sobre el porcentaje de cada uno de los países de la EEA, en el 2004, que efectúan la tecnología de la sustentabilidad en diversos sectores.

En España se ha tomado la medida de la reutilización del agua, puesto que es un factor importante dentro de la humanidad. Su propuesta consiste en dotar a la urbe de la mayor capacidad posible de acumulación de agua, mediante la construcción de sistemas separativos modulares para la retención de pluviales, repartidos por la ciudad y con especial profusión en parques y zonas verdes.

Toda esta encaminada al aprovechamiento in situ (en origen) del agua de lluvia, además de contribuir a la reducción del consumo de agua, aporta los siguientes beneficios a la infraestructura de saneamiento existente con la reducción de:

- 1) La carga hidráulica del sistema en tiempo de lluvia
- 2) El volumen de agua contaminada
- 3) Escorrentías⁵⁵ y arrastre de sólidos
- 4) Gastos de transporte y depuración
- 5) Volumen y frecuencia de las DSU (Unidad de Sensor Digital)

El sistema de agua pluvial y gris, se ha llevado a la práctica y tiene como uno de sus objetivos conceptuales es la no generación de flujos; el sistema ha sido concebido para captar, acumular y transportar exclusivamente el exceso de agua en el terreno. De forma general, en situaciones de lluvia (Fig.02).

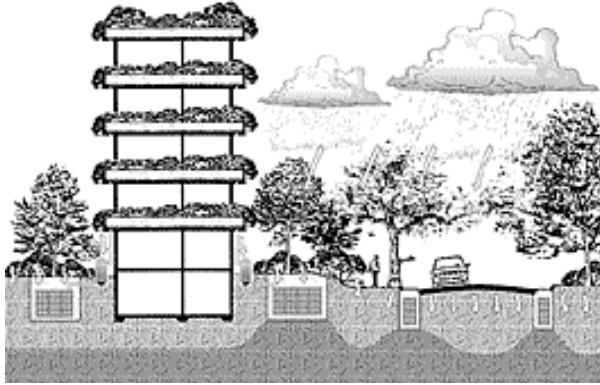


Fig.02. Situación de la captación de lluvia.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Permitiendo posteriormente su progresiva infiltración al terreno. Mediante la combinación de diferentes tipos de geotextiles se consiguen estructuras total o parcialmente permeables⁵⁶. (Fig.03)

- ◆ Elementos para la captación o infiltración.
- ◆ Elementos para el transporte.
- ◆ Elementos para el almacenamiento y reutilización.

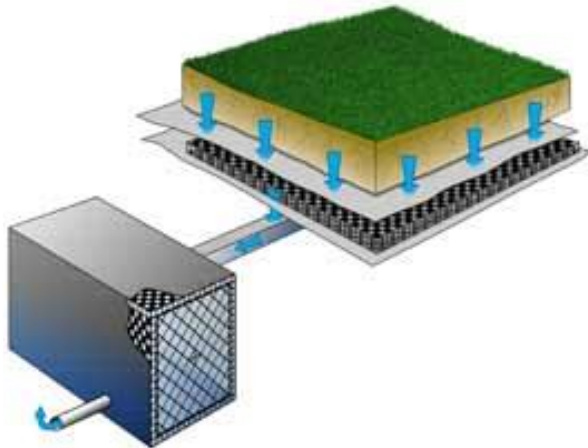


Fig.03. Esquema de elementos de captación de lluvia por medio de geotextiles.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España

La captación del agua se efectúa mediante procesos de infiltración, por tanto utilizan superficies colectoras a base de materiales y elementos altamente permeables tales como arena, gravilla, zonas vegetadas permeables; dependiendo de las necesidades de resistencia a la compresión

y compactación requeridas, se utilizarán o no elementos de protección.

El sistema de agua pluvial y agua gris, emplea dos tipos de elementos de captación:

1. *Colectores No Transitables*: Consiste en zonas vegetadas y extensiones a base de arena o gravilla; este tipo de estructuras es aplicable en jardines, parques, zonas deportivas, azoteas, canales y cunetas⁵⁷. (Fig.04)

Pasto / Gravilla reforzado

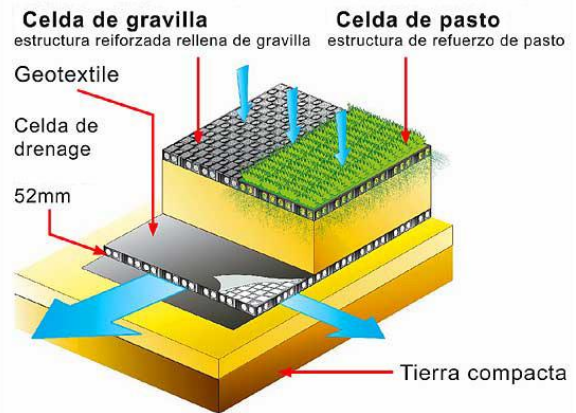


Fig.04. Colectores no transitables.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

2. *Colectores Transitables*: Consiste en los mismos materiales que en el punto anterior, pero reforzados con elementos anti-compactación (adoquín vegetado, adoquín granular, asfaltos permeables, etc.). Este tipo de estructuras conviene particularmente a calles, carreteras, cunetas⁸, zonas de estacionamiento, vías de servicio, zonas peatonales, caminos, senderos. (Fig.05).

55. Ver Glosario

56. Sistema de agua pluvial y gris. Gobierno de España

57. Ver glosario



Fig.05. Colectores transitables.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Una vez filtrada el agua a través del elemento colector, ésta es recogida por una serie de estructuras enterradas y conducida hacia los tanques de acumulación⁵⁶. (Fig.06).

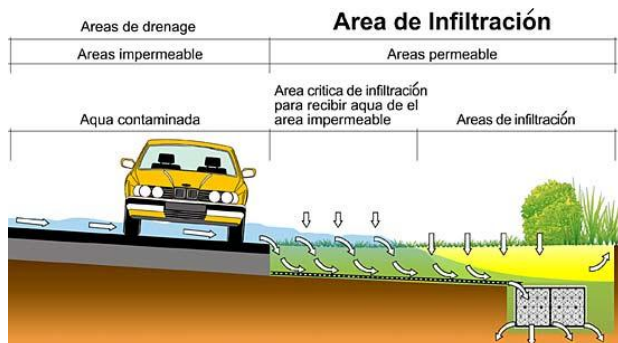


Fig.06. Esquema donde se representa que el agua de lluvia se dirige a los tanques de acumulación para su recolección.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Los elementos para el transporte son celdas, tubería y canal modular; esto permite cualquier tipo de configuración y dimensionamiento.

Una importante característica del sistema es el efecto depurador que ejerce sobre el agua que transporta; la depuración se consigue gracias a la oxidación provocada por la especial estructura de los conductos y por procesos naturales de filtración y biorremediación⁵⁸. La combinación de geotextiles permeables o impermeables en el envoltorio de la estructura permite o evita que el agua abandone el sistema. Así pues, el agua captada es dirigida hacia elementos de acumulación. Su modularidad permite la

construcción de depósitos enterrados de cualquier tamaño y forma, así como la construcción de dos tipos de depósitos, los impermeabilizados (Fig.07) y permeables o de percolación (Fig.08).



Fig.07. Depósitos impermeabilizados: Acumulan y retienen el agua para su posterior reutilización mediante bombeo.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.



Fig.08. Depósitos permeables o de percolación: Acumulan temporalmente el agua permitiendo su progresiva infiltración al terreno para la recarga de acuíferos.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, España.

Los reboses de estos depósitos pueden ser vertidos a otras estructuras permeables: estanques, humedales, cauce natural o red de saneamiento.

Para la aplicación del sistema tanto en parques y jardines como en todas aquellas zonas vegetadas en rotondas⁵⁹, jardineras, alcorques⁶⁰ y zonas de arbolado. El agua recogida con este tipo de aplicaciones es apta para todo tipo de usos, excepto el consumo humano.

58. Ver Glosario

59. Ver Glosario

60. Ver Glosario

El aprovechamiento del agua recogida por el sistema puede llevarse a cabo de forma activa mediante bombeo o de forma pasiva mediante riego subterráneo. Se han retomado diversas maneras para la recolección de agua entre las que destacan:

1. *Viales*: conversión de senderos y caminos en filtros colectores de agua: Los caminos y senderos ubicados dentro de los parques y jardines deberán estar dotados de pavimentos o estructuras permeables, con objeto de filtrar y captar pluviales y agua de riego. Bajo estas estructuras se ubicarán celdas de drenaje para el transporte del agua a los depósitos. (Fig.09). La aplicación podrá realizarse en la totalidad de los caminos o en los márgenes.



Fig.09. Sistemas de recolección viales.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

2. *Praderas y zonas vegetadas*: Dotación de una red de depósitos: El agua recogida por los senderos será acumulada de forma subterránea en depósitos bajo las zonas ajardinadas y cercanas a zonas arboladas. (Fig.10).

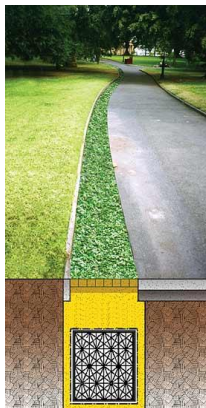


Fig.10. Sistemas de recolección zonas vegetadas.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

Para este tipo de recolección hay que construir 2 tipos de depósitos:

- a) *Depósitos de retención*: impermeabilizados en la base y laterales, que retienen agua de forma permanente para su reutilización por bombeo (Fig.11).

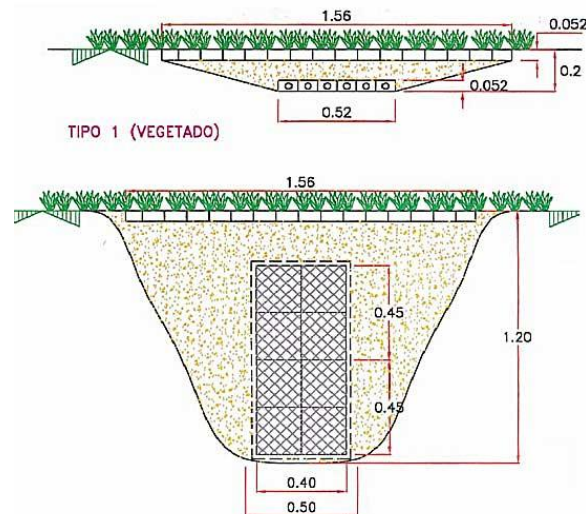


Fig.11. Depósitos de retención.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

- b) *Depósitos de percolación*: totalmente permeables, destinados a recibir los reboses de los depósitos de retención o para acumular temporalmente el agua de los caminos y permitir posteriormente su infiltración al terreno. Estos depósitos son especialmente adecuados para ser ubicados junto a zonas arboladas, con objeto de proporcionar agua a los árboles y favorecer procesos de evapotranspiración⁶¹ (Fig.12).

También proponen la aplicación de sistemas de recuperación de agua en todas aquellas zonas verdes ubicadas en zonas peatonales (Fig.13), aceras (Fig.14), rotondas⁶² y jardineras. Y la ubicación de depósitos de retención en el interior de las jardineras (Fig.15) y de zonas de infiltración perimetralmente⁶³ (Fig.16).

61. Ver Glosario

62. Ver Glosario

63. Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España

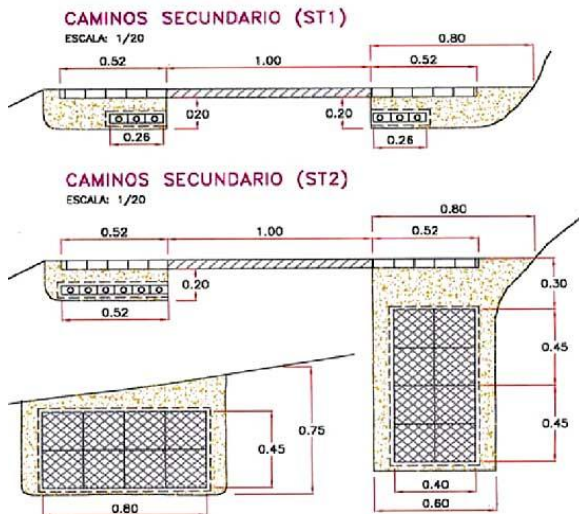


Fig.12. Depósitos de percolación.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.



Fig.13. Propuesta de sistema de recolección en zonas peatonales.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gob de España.



Fig.14. Propuesta de sistemas de recolección en aceras.

Fuente: Sistema de agua pluvia y gris, Gob de España.

Los depósitos cuentan con tuberías de rebose conectadas a la red de alcantarillado y tomas para el bombeo. El agua acumulada en el interior de los depósitos siendo reutilizada periódicamente alternando su uso con el sistema de riego general. Cuando el depósito agotara sus reservas de agua, volvería a utilizarse agua

de la red de riego hasta que el sistema haya recuperado agua suficiente para proceder a su reutilización. El depósito cuenta con un sistema para el control del nivel de agua almacenada (Fig.17).



Fig.15. Propuesta de sistemas de recolección en el interior de las jardineras.

Fuente: Sistema de agua pluvial, España.



Fig.16. Propuesta de sistemas de recolección en zonas de infiltración perimetral.

Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gob de España.

3.- Algunas configuraciones Zonas colectoras o de alta infiltración:

- No transitables: Compuestas por las propias zonas verdes y zonas terrazas.
- Transitables: Ubicadas perimetralmente a las zonas vegetadas, o las propias zonas vegetadas protegidas con celdas anticompactación (celdas de 52 mm vegetadas).

La aplicación del sistema en las vías públicas con llevaría las siguientes mejoras:

- ◆ Aumento de la capacidad de retención de agua de las zonas verdes.
- ◆ Reducción de los procesos de escorrentía y encharcamiento en viales y zonas peatonales.

- ◆ Reducción del consumo de agua y de las necesidades de riego.
- ◆ Reducción de la cantidad de agua contaminada.
- ◆ Reducción de problemas de colmatación⁸ en rejillas y sumideros.
- ◆ Aumento de superficie transitable para peatones y vehículos.

- ◆ Reducción de accidentes en vía pública por caídas y patinazos.

Por medio de depósitos se ha empezado la elaboración de captación de agua, no sólo de agua pluvial sino de igual manera de las aguas grises.

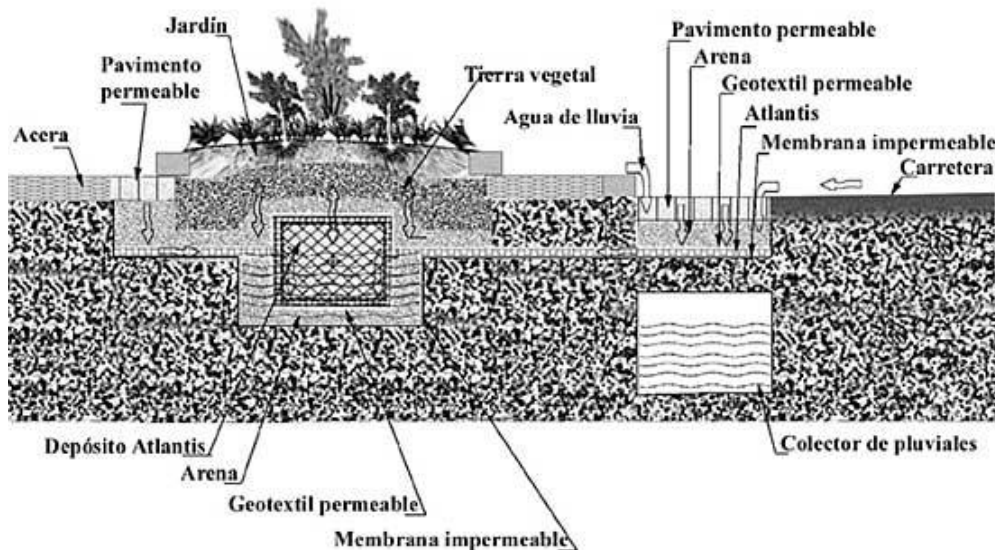


Fig.17. Diagrama de recolección de agua pluvial.
Fuente: Sistema de agua pluvial y gris, Gobierno de España.

4.1.2 Agua gris

El suministro de agua potable está considerado como una condición indispensable para garantizar una calidad de vida digna, lo cual supone grandes inversiones en infraestructuras para su tratamiento y distribución. Sin embargo, el consumo de agua potable puede reducirse en gran medida para gran parte de los usos diarios por agua no potable proveniente de la lluvia o de las aguas grises.

Uno de los países con más auge es Alemania en cuanto a la tecnología en la reutilización de agua gris. Su tecnología, en primer lugar, las aguas grises se someten a un tratamiento en una columna de burbujas con circulación en bucles por medio de una ventilación biológica específica. A través del efecto gravedad, la unidad de filtración se carga con las aguas grises previamente purificadas.

La unidad de filtración consta de placas con una membrana con un tamaño de poros de 0,00005 mm y garantiza la total retención de gérmenes y bacterias, debido a la filtración estéril (como comparación: tamaño de bacterias 0,001 mm). A través del efecto gravedad se garantiza un flujo de filtrado continuado junto a un tiempo de exposición prolongado, siendo los costes de mantenimiento bajos⁶⁴.

El almacenamiento del agua depurada y la seguridad de funcionamiento del abastecimiento de agua para el inodoro tiene lugar por medio de los componentes acreditados de la tecnología IRM (gestión inteligente de aguas pluviales). Todos los procesos se supervisan micro-electrónicamente de forma centralizada.

El aprovechamiento de aguas grises requiere la evacuación de las aguas residuales de la ducha, bañera y lavabo hacia la instalación. El resto de aguas residuales pueden conducirse al desagüe de la forma habitual (Fig.18).

Esta tecnología únicamente contempla el agua gris, y las demás aguas se van directo al drenaje.

Otro ejemplo, es la Vivienda Unifamiliar en Santa Coloma de Gramenet (Barcelona): Este sistema conduce hacia un depósito-arqueta (bote sifónico), desde donde se

bombea al depósito, de 500 litros, en la buhardilla (Fig.19).

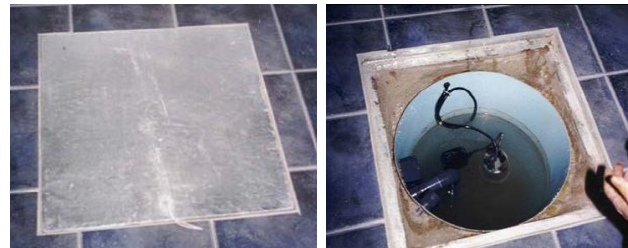


Fig.19. Depósito-arqueta en vivienda unifamiliar y su interior (derecha)
Fuente: Ecoagua, tecnología Española.

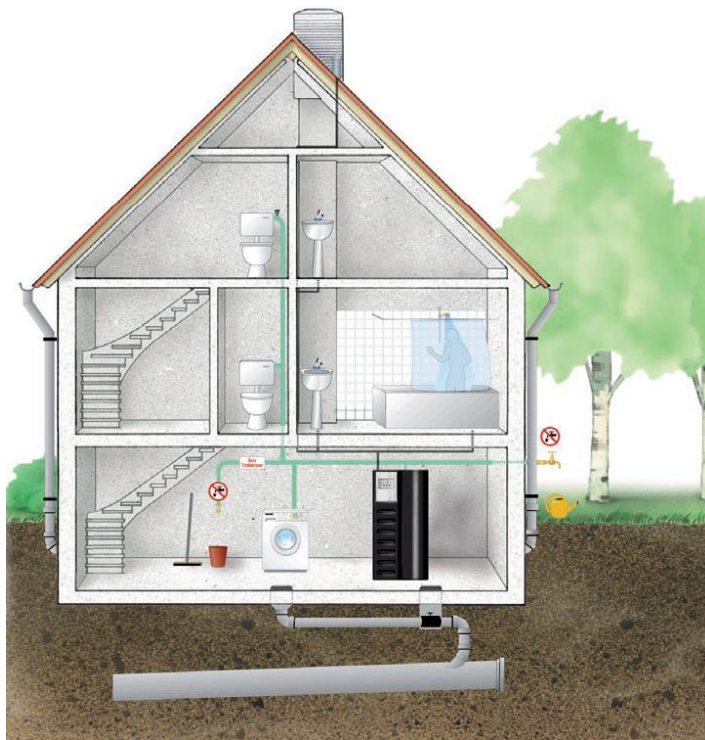


Fig.18. Diagrama del Sistema de aprovechamiento de agua gris.
Fuente: Tecnología Alemana.

También está la Vivienda unifamiliar en Corbera de Llobregat (Barcelona): Se ha instalado una depuradora de aguas grises de 500 litros de capacidad en el sótano de la vivienda (Fig.20 y 21).

Y las Viviendas plurifamiliares de promoción pública en Artá (Mallorca): Entre dos bloques de viviendas, se ha instalado un depósito-depuradora de unos 16 m³ para la recogida, tratamiento y distribución a las cisternas (Fig.22 y 23).



Fig.20. Vivienda unifamiliar con sistema de reutilización de aguas grises.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.

64. Tecnología Alemana, Investigación Alemania.



Fig.21. Depósito instalado en el sótano.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.



Fig.23. Instalación del depósito-depuradora entre.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.

Siendo algunos de los ejemplos donde se ocupa la reutilización del agua gris en las viviendas tanto particulares como plurifamiliares, es importante que no sólo es a nivel de estrato alto, sino de cualquier nivel socio-económico.



Fig.22. Comunidad de viviendas en Artá, donde se instaló el sistema de reutilización.
Fuente: Ecoagua, Tecnología Española.

4.1.3 Agua residual

El incremento poblacional en Canarias ha exigido que desde los años 60, se vengán implantando nuevas estrategias de ahorro de agua para hacer frente al déficit hídrico que desde siempre han sufrido las islas.

La reutilización de las aguas residuales tratadas en Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (E.D.A.R.), desde hace algún tiempo, está considerada en Canarias como una fuente muy fiable para potenciar el ahorro de agua y reducir la contaminación ambiental.

En Canarias, sin embargo, la excesiva salinidad de las aguas residuales, hacen impensable por el momento, el aprovechamiento masivo e integral de todas las aguas residuales con el objeto de alcanzar **"un vertido cero"**.

El actual desarrollo de la tecnología del agua permite la reutilización directa para

cualquier actividad que demande agua utilizando efluentes de cualquier procedencia. Existen procedimientos de tratamiento contrastados con los cuales es posible obtener agua de muy buena calidad a partir de cualquier tipo de aguas. Es posible, con esos tratamientos, mineralizar por completo la fracción orgánica presente en las aguas residuales, para a continuación desalar dichas aguas, sin embargo, el dispendio energético que es preciso realizar, para aplicar estas tecnologías tan evolucionadas, suponen una seria limitación a su empleo. No obstante, el empleo de dichas tecnologías se hace imprescindible cuando se trata de resolver el problema del saneamiento en núcleos urbanos tradicionales, donde las infraestructuras sanitarias han sido diseñadas dentro de la concepción Higienista del ciclo continuo del agua, y por lo tanto, en un principio, en su proyección, no se pensó en la necesidad de depurar las aguas residuales.



Fig.24. Sistemas eléctricos para la operación del Sistema de tratamiento.

Fuente: Editorial cda. Canarias.

En la actualidad, por lo expuesto, los equipos de depuración de aguas residuales se tienden a implantar al final de línea, es decir, en el punto de la red de alcantarillado, donde con anterioridad se efectuaba el vertido a cauce natural. En estos puntos, cuando el sistema de alcantarillado es unitario, se ubican un aliviadero de crecida, conectado directamente al cauce receptor, una E.D.A.R., una estación de bombeo, cuando el vertido se efectúa al mar, a baja cota, y un emisario submarino. El planteamiento de practicar el reciclaje de aguas residuales en edificios o conjuntos residenciales, es ciertamente novedoso (Fig.24).

Para plantearse la reutilización de las aguas residuales, habría previamente que realizar una distinción entre aguas negras, aguas grises y aguas pluviales.

En la reutilización edificatoria se emplean pequeños elementos prefabricados para efectuar el tratamiento "in situ" de las aguas residuales. También es necesario recurrir al empleo de redes paralelas o duales de abastecimiento de aguas.

En estos momentos, para la reutilización edificatoria, se están ofertando en mercado elementos de bajo consumo (grifería, inodoros, etc.), con la aparición de estos elementos se intenta reducir el volumen de agua utilizada, y por lo tanto el volumen de agua residual a tratar, con lo cual es posible, emplear dispositivos de depuración de menor formato, que ocupan mucho menor espacio que los utilizados con anterioridad.

La reutilización de aguas residuales, constituye un conjunto de técnicas que se vienen utilizando desde tiempos pretéritos, la civilización Minoica (2000 a. C.), utilizaba las aguas residuales en el regadío. Este uso se encontraba muy extendido en la antigüedad, por ejemplo, en la Jerusalén del Rey David, las aguas residuales eran conducidas a un depósito y tras sufrir un proceso de mineralización anaeróbica y la pertinente sedimentación de gruesos, era destinada al riego de las huertas que rodeaban a esta ciudad.

En España también se ha conocido un uso tradicional del regadío con aguas residuales practicado por los romanos y, sobre todo, por los árabes (Fig.25 y 26).



Fig.25. Deposito de aguas residuales.

Fuente: Tecnología España.



Fig.26. Deposito de aguas residuales.

Fuente: Tecnología España

Con la aparición de las primeras redes modernas de alcantarillado (1900) en Europa y Norteamérica, el uso directo de las aguas residuales sin tratar en el regadío se intensifica, y las aguas de alcantarillas tenían una gran demanda.

Canarias, en la actualidad, los agricultores, manipulan ilegalmente los colectores para usarse estas aguas, basta un breve recorrido por ciertas vegas agrícolas de las islas, permite detectar, el uso de aguas residuales, diluidas con las aguas de lluvias recogidas en depósitos, embalses y presas, en el riego agrícola.

Existen, incluso en nuestro planeta, regiones con un importante déficit hídrico, Israel, Namibia, etc., donde se ha institucionalizado la reutilización directa de las aguas residuales tratadas en el regadío.

La mencionada reutilización directa de aguas residuales tratadas a partir de efluentes municipales se efectúa en Windhoek, capital de Namibia.

Estados Unidos es el país pionero, en la reutilización de las aguas residuales a gran escala, en 1912, en el Golden Gate Park de San Francisco, se comenzó a utilizar aguas residuales tratadas en el riego de las zonas verdes y en el abastecimiento de las masas de aguas ornamentales de dicho parque.

Hacia 1975, el volumen de aguas residuales tratadas reutilizadas en U.S.A. era de unos 985,5 Hm³/año, el grueso de las instalaciones de reutilización de aguas se localizaban en Arizona, California y Texas.

La tecnología para producir agua potable de alta calidad a partir de aguas residuales secundarias municipales se ha ensayado en experiencias pilotos y de demostración también en América, en Denver, Colorado, utilizando la Ósmosis Inversa⁶⁵ (OI). En estas experiencias se ha llegado a la conclusión de que es posible utilizar la OI mientras que se les dé un tratamiento previo adecuado a las aguas residuales.

En Canarias, las aguas residuales con tratamiento terciario (S/C de Tenerife 1.5 Hm³/año, Las Palmas 0.7 Hm³/ año) son utilizadas en la actualidad en el riego de zonas verdes, riego de calles, parques, estanques recreativos, fuentes públicas, jardines urbanos y zonas deportivas (campos de golf), pero el destino preferente de estas aguas es el riego agrícola.

La tecnología de las membranas utiliza procedimientos como:

- ◆ La microfiltración (MF), que
- ◆ La ósmosis inversa (OI).
- ◆ La nanofiltración (NF).
- ◆ La ultrafiltración (UF).

Con anterioridad al uso de membranas en las operaciones de potabilización de las aguas, se empleó la filtración lenta por arena diseñado por el ingeniero inglés Simpson (Londres 1829), dicho ingeniero también desarrolló en 1880 el primer sistema de tratamiento de aguas residuales utilizando filtros percoladores, así mismo, el procedimiento de fangos activados, que en la actualidad se sigue utilizando en la mayoría de E.D.A.R. también fue una idea de este ingeniero.

Dentro de los procedimientos de depuración de aguas residuales que se emplean en la actualidad, destaca el uso de los biorreactores de membrana⁶⁶ (BRM), que funcionan gracias a la combinación de dos procesos básicos:

- ◆ La degradación biológica de la fracción orgánica transportada por las aguas residuales.
- ◆ La separación utilizando membranas UF y MF.

De este modo, el influente entra en el biorreactor, donde se pone en contacto con la biomasa, después la mezcla es bombeada del biorreactor y luego filtrada en la membrana. El agua filtrada es retirada mientras que la biomasa es devuelta al biorreactor. Con el fin de mantener la edad del lodo constante, el lodo excedente también se retira. Se trata por lo tanto de trabajar con lodos activados haciendo que el agua residual depurada no se extraiga por sedimentación de finos en un decantador secundario, sino que dicha agua sea extraída por filtración a través de membranas.

65. Ver Glosario

66. Ver Glosario

Los sistemas de membranas de ultra filtración (UF) para biorreactores están conociendo un gran desarrollo debido a que a las mayores exigencias que se le están imponiendo a los efluentes de aguas residuales depuradas y al incremento de la demanda de reutilización de AR depuradas. El reactor biológico y la membrana pueden estar separados, o pueden estar integrados en un compacto.

El primer biorreactor de membrana se utilizó en 1967 en Connecticut (U.S.A.), dicho biorreactor tenía capacidad para tratar 14 m³/día de aguas residuales de origen industrial.

En 1977 se instaló un biorreactor para el reciclado de aguas de un edificio en Japón. En 1989 y 1990 se instalan biorreactores para el reciclado de aguas residuales en edificios de Estados Unidos, donde en la actualidad la mayoría de los biorreactores instalados tienen ese cometido.

En Japón, la escasez de agua en ciudades como Tokio, está obligando a que se fomente el reciclaje de las aguas residuales en los edificios de más de 15 plantas, mediante el desarrollo de una nueva legislación y el planteamiento de incentivos gubernamentales.

El proceso del biorreactor de membrana se adapta muy bien a las exigencias del reciclaje de aguas residuales en edificios por ofrecer un sistema compacto que produce agua de excelente calidad.

En Europa, para evitar una crisis frente a una mayor demanda de recursos hídrico, la Comisión Europea ha decidido incentivar el desarrollo de nuevos tratamientos que permitan restituir las aguas residuales municipales al ciclo hidrológico sin generar una peligrosa contaminación en los cauces receptores.

Los proyectos trienales AMADEUS y EUROMBRA, financiados con tres millones de euros de los fondos comunitarios, mediante la prioridad de desarrollo sostenible, cambio planetario y ecosistemas del VI Programa Marco (VI PM), se inscriben

dentro del marco de actuaciones que está emprendiendo la Union. Los dos proyectos mencionados se orientan a realizar investigaciones en el campo de la tecnología de los biorreactores de membrana. Los proyectos AMADEUS y EUROMBRA, colaboraran con 25 universidades europeas, una sudafricana y dos australianas, así como a centros de investigación, empresas y operadores de plantas de tecnología de biorreactor de membrana, con el objetivo de reducir los costes económicos y de funcionamiento de esta tecnología, y hacer posible así una mayor participación de las empresas europeas en el mercado de esta tecnología, con relación a otras convencionales.

En Europa, en la actualidad se están utilizando biorreactores de membrana, como el sistema de ultra filtración Huber VRM. En los biorreactores de membrana Huber VRM (Fig.27), las membranas están colocadas en forma de anillo alrededor de un eje giratorio. Dichas membranas son planas y funcionan a baja presión. Cuatro placas de membranas forman un módulo. Una unidad puede tener hasta 60 elementos y disponer de una superficie total de filtración de unos 2.880 m². Los caudales a tratar pueden ser del orden de 75 m³/h por unidad. Cuando se precisa tratar caudales superiores, es posible colocar varias unidades en paralelo. El sistema Huber VRM, está siendo utilizado en Europa en sitios como Knautnaundorf (Alemania), desde el 2001, y en Schwägälp (Suiza), desde el año 2002.



Fig.27. Sistema Huber VRM.
Fuente: Tecnología Europea

Los sistemas de biorreactores de membrana unen a las ventajas de los procesos de lodos activados las ventajas de la filtración con membranas por ello el uso de biorreactores de membranas permite que:

- ◆ El agua producida sea de excelente calidad y cumpla con las exigencias

de la normativa europea. Con el empleo de estos sistemas es posible eliminar las etapas de decantación secundaria, filtración y desinfección utilizando membranas de micro filtración (MF) o ultra filtración sumergidas en el reactor biológico (sistemas compactos) o emplazadas en una cámara de filtración anexa.

- ◆ La producción de lodos sea muy reducida en comparación con el volumen producido por los sistemas convencionales que se está utilizando actualmente.
- ◆ El volumen ocupado por la instalación sea 5 a 10 veces menor que los equipos convencionales. Con el empleo de estos sistemas se obtiene un elevado rendimiento de depuración en un espacio muy reducido ya que es posible disponer de mayor concentración de biomasa, del orden de 16 g/l.
- ◆ La instalación pueda soportar importantes variaciones de caudal y de concentración de residuos.
- ◆ El sistema admita una fácil limpieza de sus membranas. Para evitar la formación de biocapas que reduzcan el flujo del agua, en los sistemas de baja presión se introduce aire por debajo de las membranas a fin que

el flujo turbulento generado con esta operación arrastre el lodo y al mismo tiempo contribuya a repartirlo de un modo uniforme dentro del biorreactor. Los consumos de aire se sitúan entre los 250 y 1.000 l/ m² h.

- ◆ La calidad de permeado sea estable con independencia de los picos de carga.
- ◆ El sistema sea fácilmente ampliable (modularidad).
- ◆ El sistema tenga un mantenimiento mínimo gracias a su alto grado de automatización.
- ◆ El bulking o espumas filamentosas sean fácilmente eliminadas gracias al empleo de tamices especiales.

Los biorreactores de membrana, para operar correctamente requieren el empleo de tamices especiales que tienen un funcionamiento más eficaz de los tamices convencionales de desbaste. La presencia de fibras y de pelos, pueden afectar negativamente el funcionamiento de los sistemas de ultra filtración (UF), formando mallazos en las membranas, por ello se hace necesario utilizar tamices especiales como el Rotamat[®] RoMen de varias capas que dispone de un tornillo transportador y una tolva de descarga del residuo extraído del AR.

4.2 Antecedentes Nacionales

4.2.1 Agua Pluvial

La *Sustentabilidad* dentro de la vivienda en la Ciudad de México, en lo que concierne a la recolección de agua pluvial y gris, no se han efectuado en su totalidad porque principalmente no ha habido un interés por parte de las autoridades y muy poca gente ha estado consciente del gasto de agua que se consume diariamente el cual debemos considerar, es decir, retomar los recursos naturales que nos proporciona nuestro medio ambiente pero básicamente y primordialmente que son gratuitos, de esta manera viene por consecuente un ahorro económico que se ve beneficiado por parte de este sector vivienda. Por supuesto, esto tendría que estar influenciado a las generaciones venideras para un bien

común. Lo más importante es en la contribución en el campo de la arquitectura para llevar a cabo la aplicación del manejo integral del agua, dentro del sector vivienda ya construida y la que está por construirse.

En la ciudad de México se han estado realizando investigaciones sobre la Sustentabilidad en los últimos años, pero simplemente se han quedado en fines académicos sin algún interés por medio de las autoridades.

Todos y cada uno tenemos en común el mismo espacio que es la vivienda, lo cual significa una importancia en el consumo sobre las necesidades que tenemos los

seres humanos, pero de mayor importancia es el consumo del agua, más aún porque son medidas higiénicas las que elaboramos mientras nos encontramos en el hogar, dentro de las cuales podemos mencionar la higiene personal, el lavado de diferentes cosas como son: la ropa, trastes, alimentos, el aseo de la casa, muebles y demás accesorios de la casa; lo cual nos lleva a un consumo de agua, electricidad, gas para elaborar dichas actividades, por ello hay que hacer una conciencia dentro de la vivienda en el mismo de la *Sustentabilidad* en Arquitectura.

Se ha hablado mucho al respecto del tema de la *Sustentabilidad* en varios aspectos, pero no se ha enfocado mucho con respecto al sector vivienda y sobretodo no se ha invertido o llevado a la práctica en el país a un nivel más general. Puesto que tenemos ejemplos dentro del país los cuales son el Conjunto Habitacional "Villa de Real" en Morelia y el proyecto de generación de energía eólica en Oaxaca. Dentro de otros ejemplos aplicados en la Ciudad de México se encuentra el Museo de la Zona Arqueológica en Xochicalco el cual es netamente sustentable, siendo el tercer museo a nivel mundial que tiene en su totalidad la aplicación de la *Sustentabilidad*, demostrándose con ello es factiblemente posible la elaboración de proyectos Sustentables en la Ciudad de México. Proyectos con aplicaciones desde hace 10 años de colectores solares se encuentran el Club Hacienda San Javier en Zapopan, Jalisco con 1,596 m² de paneles; Club Entrenna Sport City en Cuernavaca, Morelos; Club Alpha 4 en Puebla con 1,155 m² de paneles; Universidad de Aguascalientes con 1,050 m² de paneles; Hotel Aventura Spa en Puerto Aventuras, Quintana Roo con 100 módulos solares; Villa Internacional de Tenis; Club Atlas en Guadalajara; Parque ISSTTE Cocoder en el Distrito Federal, Fabrica Guetermm Polyroyal en Cuernavaca, Morelos donde se encuentra el primer refrigerador solar.

Los ejemplos más sobresalientes en México, dentro de la planeación para la recolección pluvial se encuentra el Sistema Integral de Manejo de Aguas Pluviales de la Ciudad de Monterrey, 2002; el cual mediante un

Manual de Prácticas del Manejo Pluvial se van considerando varios aspectos para cual es el uso dependiendo de la zona en la que se encuentre.

Primeramente una Práctica de Manejo Pluvial (PMP), es una técnica, una medida o un control estructural que es utilizada para establecer las condiciones necesarias para manejar la cantidad y para mejorar la calidad de las aguas de escurrimiento, todo ellos en la mejor relación costo-eficiencia. Las PMP pueden ser sistemas de ingeniería y construcción que mejoren la calidad y/o controlen la cantidad de escurrimiento, tales como los estanques de Detención o humedales construidos.

Cabe aclarar que ninguna PMP puede por sí sola aplicarse a todos los problemas de aguas pluviales; cada tipo tiene ciertas limitaciones basadas en el área a drenar, jardines disponibles, costo, eficiencia de remoción de contaminantes, como también diversos factores específicos de cada sitio como tipos de suelos, laderas, profundidad del manto freático.

Las PMP en áreas urbanizadas existentes, pueden ser implementadas para ordenar y mitigar los riesgos inherentes a las grandes avenidas y conservar la calidad del agua. Para un nuevo desarrollo urbano, las PMP pueden ser implementadas y diseñadas de manera que los valores de los niveles máximos de descarga, de los volúmenes y de los contaminantes llevados sean los mismos antes y después del desarrollo, llamado como "impacto cero". Para cumplir con estas metas, las PMP pueden determinar cuatro factores principales:

- ◆ Control de Flujo,
- ◆ Remoción de Contaminantes y Reducción de las Fuentes de Contaminación
- ◆ Control de Erosión y
- ◆ Azolve

Debido a que el 60% del área Conurbana de Monterrey son lotes pertenecientes a particulares, es indispensable la aplicación de las PMP desde este nivel para disminuir los efectos negativos de la lluvia en la totalidad del área urbana.

Con la aplicación de las PMP aportará las siguientes ventajas:

- ◆ Recolección de agua pluvial para su futuro uso en el lote
- ◆ Disminución de inundaciones en las calles
- ◆ Disminución de azolves en las calles

Las PMP se pueden dividir en tres tipos: Estructurales, No estructurales y Anti erosión. Las estructurales son obras diseñadas y construidas para controlar el escurrimiento pluvial y para reducir el nivel de contaminación. Estas se seleccionan según el nivel de aplicación (Lote, Fraccionamiento o Urbano). Es indispensable combinar las Estructurales con las No estructurales.

Las No estructurales son aquellas que no son obras físicas y que ayudan a reducir los escurrimientos y el nivel de contaminantes desde el origen de los mismos. Dentro de estas encontramos algunas medidas bastante rentables desde el punto de vista Costo-Beneficio como son:

- ◆ Elaboración de mapas de riesgo de inundación o desbordamiento y su respectiva inclusión a los planes parciales de desarrollo urbano a fin de contar con lineamientos restrictivos especiales en cuanto al uso del suelo y las densidades.
- ◆ Demarcación de todos aquellos escurrimientos que salen de la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), su inscripción en los planes de desarrollo urbano y por supuesto su vigilancia para evitar invasiones
- ◆ Establecimiento de un plan de manejo de agua por cuenca o subcuenca, para que todas las acciones públicas o privadas sean coordinadas y favorables al manejo de aguas.
- ◆ Realización de campaña de educación y difusión para hacer conciencia entre la ciudadanía de las ventajas de acumular el agua de lluvia que cae en las azoteas de sus viviendas, que eviten arrojar escombros o basura en los cauces de los arroyos y sobretodo que no rellenen jamás los arroyos o

escurrimientos que bordean o atraviesan sus propiedades, pues el agua siempre reconoce su camino natural.

- ◆ Establecimiento de un programa permanente de mantenimiento, a fin de evitar el crecimiento de la maleza, la acumulación y solidificación del azolve y el deterioro o reducción de la infraestructura existente.

En el área metropolitana de Monterrey, por sus circunstancias topográficas es muy vulnerable a los efectos negativos de la erosión de los cerros y montañas que la rodean. El primero de estos efectos es que el escurrimiento pluvial en la zona montañosa adquiere, debido a lo pronunciado de las pendientes, altas velocidad y energía, las cuales si no se controlan tienen consecuencias dañinas y hasta fatales.

Teniendo los parámetros necesarios se pasa a la evaluación de qué tipo de sistema es conveniente de acuerdo a las condiciones del lugar. Entre los que se pueden mencionar:

- ◆ Sistemas de control de flujo aguas arriba
- ◆ Sistemas de conservación de suelos
- ◆ Sistemas de detención
- ◆ Sistemas de retención
- ◆ Sistemas de infiltración
- ◆ Sistemas de humedales
- ◆ Sistemas de filtración
- ◆ Sistemas de dispersión
- ◆ Sistemas de drenaje o conducción.

Otro gran ejemplo se encuentra en el Estado de México, el Conjunto "Cañadas del Lago", junto al Lago de Guadalupe. Es un fraccionamiento de casas habitación los cuales tienen el concepto de la "descarga cero", esto es que no desechan ni un solo litro de agua, es decir, tienen un 100% de reutilización de aguas.

En este Conjunto, por medio de sus techos recolecta el agua pluvial (Figs.28, 29,30 y 31), puesto que este lugar cuenta con muy poca agua, refiriéndonos al abastecimiento público. Aunado a ello tampoco cuenta con drenaje.



Fig.28. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.30. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.29. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Por ello, se decidió captar el agua de pluvial como una fuente de abastecimiento de agua, dentro del Conjunto, sin la necesidad de requerir las instalaciones para el abastecimiento público; esta captación es a base de canaletas que conducen el agua a un sistema de depósito el cual va directo al lavadero para su uso.

4.2.2 Agua Gris

El Conjunto "Cañadas del Lago" en el Estado de México es un claro ejemplo para el tratamiento de las aguas grises.

Su tratamiento comprende de cinco fases, esta agua viene directo de una cisterna que sirve de almacenamiento y pre-tratamiento, donde se retienen los primeros sólidos. En su primera fase la consistencia es turbia y de mal olor, puesto que se tienen combinaciones de varios sólidos que se

Este conjunto no requirió tener otro tipo de sistema de instalación hidráulica, ya que con el sistema empleado era más óptimo su funcionamiento.



Fig.31. Vista exterior del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

mezclan, además torna en sus paredes consistencia babosa (Fig.32).

En la segunda fase comienza a tomar menos turbia, además de que desaparece la consistencia babosa en las paredes (Fig.33).

Así comenzamos a ver que en la tercera fase ya se comienza a ver clara (Fig.34).



Fig.32. Primera fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.33. Segunda fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.34. Tercera fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.

En su cuarta fase ya no tiene rejilla y cada vez es más clara (Fig.35).

Ya para su quinta fase está totalmente clara y lista para pasar a la cisterna, la cual distribuirá a los diferentes inmuebles de las casas (Fig.36).

Ambos sistemas de tratamiento cuentan con el ozonador que funciona el cual nos sirve de purificador para evitar los malos olores,

los cuales son producidos por las bacterias que se encuentran en ambas aguas (Fig.37).



Fig.35. Cuarta fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.36. Quinta fase del tratamiento del Agua Gris.
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.



Fig.37. Ozonador
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.

Como último elemento se encuentra el pozo de absorción el cual nos permite llevar los excedentes de agua que tengamos, y así evitar un desperdicio del agua, ya que, esta agua se reintegrara al manto acuífero (Fig.38).



Fig.38. Ozonador
Fuente. ©Sandra Pliego Hdz.

4.2.3 Agua Residual

El Conjunto "Cañadas del Lago", también forma parte de ejemplo de tratamiento de agua residual (Fig.39). El problema básico de este lugar es que no hay drenaje y se contaba con muy poco dotación de agua, lo cual debía ser solucionado, por ello se implemento el concepto de descarga cero, el cual primeramente se alimenta de agua de lluvia, durante el temporal, para después dotar a la casa de agua en sus diferentes inmuebles. Después pasa al Sistema de tratamiento el cual se compone de los siguientes elementos:



Fig.39. Sistema de tratamiento del Conjunto "Cañadas del Lago"
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

- A. Viene agua residual
- 1. Fosa séptica
- 2. Tratamiento de agua residual
- 3. Cisterna para riego
- 4. Ozonador

- B. Viene agua gris
- 5. Pre-tratamiento
- 6. Tratamiento de agua gris
- 7. Cisterna para dotación de agua
- 8. Pozo de absorción

Pasando el agua residual de la fosa séptica, para la remoción de sólidos, pasa al tratamiento de agua residual, el cual consiste en cinco fases para su purificación, (Fig.40).



Fig.40. Sistema de tratamiento del Conjunto "Cañadas del Lago".
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

En su primera fase se tiene una consistencia todavía turbia, puesto que aún salen residuos pequeños (Fig.41).



Fig.41. Primera fase del tratamiento del Agua Residual.
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Ya en la segunda fase se comienza a tornar menos turbia, ambas fase cuentan con rejilla para la retención de sólidos (Fig.42).



Fig.42. Segunda fase del tratamiento del Agua Residual.
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Así comenzamos a ver que en la tercera etapa ya se comienza a ver clara, para que en la cuarta y quinta fase salga clara (Fig.43).



Fig.43. Tercera fase del tratamiento del Agua Residual.
Fuente: ©Sandra Pliego Hdz.

Como ultimo pasa a la cisterna y de ahí al sistema de riego de las diferentes áreas verdes del Conjunto Habitacional. Ya que este tipo de agua es rica en nutrientes para que el pasto crezca apropiadamente. Cabe mencionar que este tratamiento se hace para que no causar malos olores, ya que si sólo se usa una fosa séptica se tendría malos olores, anexando a ello también es para que no se gaste agua 100% potable, en la ocupación del riego.

4.3 Elementos de diseño

4.3.1 Captación de agua pluvial

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

- Captación;
- Recolección y Conducción;
- Interceptor; y
- Almacenamiento (Fig.43).

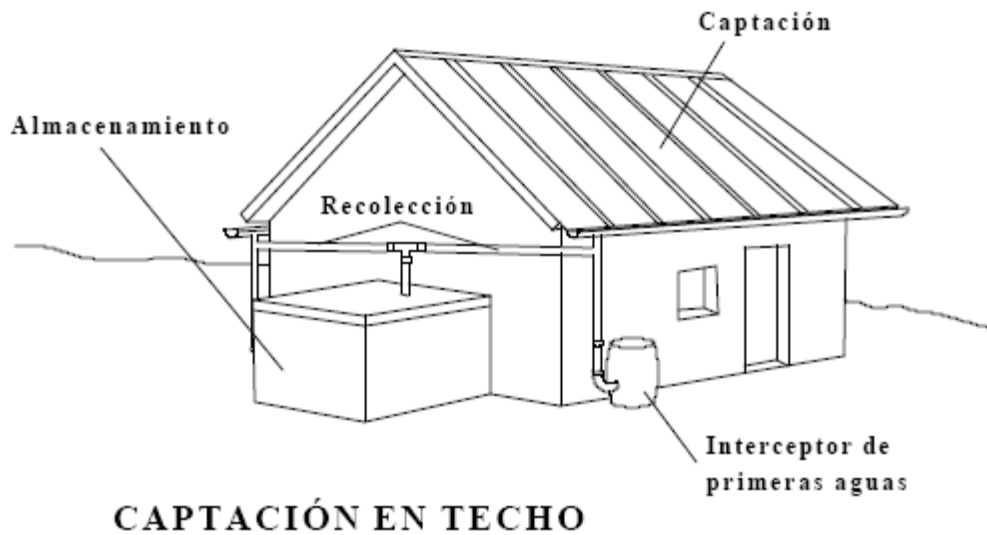


Fig.43. Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos (SCAPT)

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

Captación

La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar solamente la proyección horizontal del techo.

Los materiales empleados en la construcción de techos para la captación de agua de lluvia son la plancha metálica ondulada, tejas de arcilla, paja, entre otros.

La plancha metálica es liviana, fácil de instalar y necesita pocos cuidados, pero puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunos lugares donde se intente proyectar este sistema.

Las tejas de arcilla tienen buena superficie y suelen ser más baratas, pero son pesadas, y para instalarlas se necesita de una buena estructura, además que para su elaboración se necesita de una buena

fuelle de arcilla y combustible para su cocción.

La paja, por ser de origen vegetal, tiene la desventaja que libera lignina y tanino, lo que le da un color amarillento al agua, pero que no tiene mayor impacto en la salud de los consumidores siempre que la intensidad sea baja. En todo caso puede ser destinada para otros fines diferentes al de consumo, como riego, bebida de ganado, lavado de ropa, higiene personal, limpieza de servicios sanitarios.

Recolección y conducción

Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo (Fig.44).



Fig.44. Canaletas para la recolección del Agua Pluvial. Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC. Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo son costosas.

Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas.

Las canaletas se fijan al techo con a) alambre; b) madera; y c) clavos.

Por otra parte, es muy importante que el material utilizado en la unión de los tramos de la canaleta no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos. En el caso de que la canaleta llegue a captar materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves. El sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas.

Interceptor.

Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentran en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente (Fig.45).

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m2 de techo.

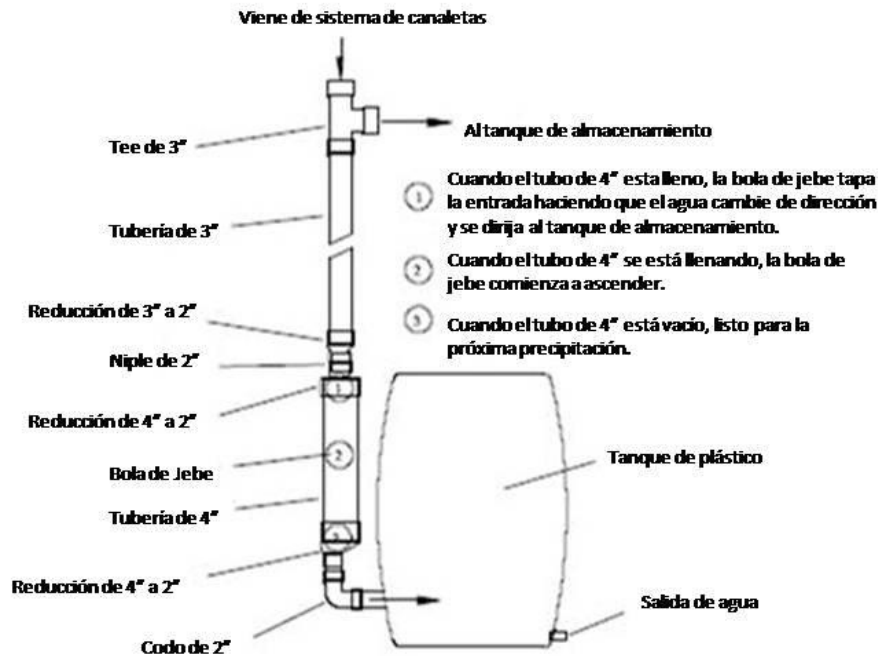


Fig.45. Interceptor de las primeras aguas Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

El volumen de agua resultante del lavado del techo debe ser recolectado en un tanque de plástico. Este tanque debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán emplear recipientes de 40, 60, 80 ó 120 litros, y para áreas mayores de techo se utilizarían combinaciones de estos tanques para captar dicho volumen.

Almacenamiento

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía (Fig.46).



Fig.46. Almacenamiento.

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- ◆ Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- ◆ De no más de 2 metros de altura para minimizar las sobre presiones,
- ◆ Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,
- ◆ Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias,
- ◆ La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- ◆ Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento. En el caso de

tanques enterrados, deberán ser dotados de bombas de mano.

Tratamiento

Es necesaria que el agua retirada y destinada al consumo directo de las personas sea tratada antes de su ingesta. El tratamiento debe estar dirigido a la remoción de las partículas que no fueron retenidas por el dispositivo de intercepción de las primeras aguas, y en segundo lugar al acondicionamiento bacteriológico. El tratamiento puede efectuarse por medio de un filtro de mesa de arena seguido de la desinfección con cloro. En la Hoja Técnica "HT-04 Filtros de Mesa de Arena – Construcción, Operación y Mantenimiento" se detalla el diseño de estos filtros.

Bases de Diseño.

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

- ◆ Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años,
- ◆ Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación,
- ◆ Número de personas beneficiadas, y
- ◆ Demanda de agua.

Criterios de Diseño

Este método conocido como: "Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento" toma como base de datos la precipitación de los 10 ó 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina a) el área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento, o b) el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

Los datos complementarios para el diseño son:

- ◆ Número de usuarios,
- ◆ Coeficiente de escorrentía;
- ◆ calamina metálica 0.9
- ◆ tejas de arcilla 0.8 - 0.9
- ◆ madera 0.8 - 0.9

- ◆ paja 0.6 - 0.7
- ◆ Demanda de agua.

Los pasos a seguir para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son:

- ◆ *Determinación de la precipitación promedio mensual;* a partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 ó 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en términos de milímetros de precipitación por mes, o litros por metro cuadrado y por mes que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo.

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}$$

n: número de años evaluados,
 pi: valor de precipitación mensual del mes "i", (mm)
 Ppi: precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados. (mm)

- ◆ *Determinación de la demanda;* a partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua que se necesita para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

Nu: número de usuarios que se benefician del sistema.
 Nd: número de días del mes analizado
 Dot: dotación (lt/persona.día)
 Di: demanda mensual (m3)

- ◆ *Determinación del volumen del tanque de abastecimiento;* teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

$$A_i = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

Ppi: precipitación promedio mensual (litros/m2)
 Ce: coeficiente de escorrentía
 Ac: área de captación (m2)
 Ai: Abastecimiento correspondiente al mes "i" (m3)

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de cada uno de los meses de la oferta y la demanda respectivamente.

Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan por que el área supuesta no es capaz de captar la cantidad de agua demandada por los interesados.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados.

El acumulado de la oferta y la demanda en el mes "i" podrá determinarse por:

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + Nu \times Nd_i \times Dd_i$$

Aai: volumen acumulado al mes "i".
 Dai : demanda acumulada al mes "i".

$$V_i(m^3) = A_i(m^3) - D_i(m^3)$$

Vi: volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes "i".
 Ai: volumen de agua que se captó en el mes "i".
 Di: volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i".

Factor Técnico

Los factores técnicos a tener presente son la producción u oferta y la demanda de agua:

- a) *Producción u "oferta" de agua*; está relacionada directamente con la precipitación durante el año y con las variaciones estacionales de la misma. Por ello, en el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia es altamente recomendable trabajar con datos suministrados por la autoridad competente y normalmente representada por la oficina meteorológica del país o de la región donde se pretende ejecutar el proyecto.
- b) *Demanda de agua*; A su vez, la demanda depende de las necesidades del interesado que puede estar representada por solamente el agua para consumo humano, hasta llegar a disponer de agua para todas sus necesidades básicas como son preparación de alimentos, higiene de personal, lavado de vajillas y de ropa e inclusive riego de jardines.

Factor Económico

Al existir una relación directa entre la oferta y la demanda de agua, las cuales inciden en el área de captación y el volumen de almacenamiento, se encuentra que ambas consideraciones están íntimamente ligadas con el aspecto económico, lo que habitualmente resulta una restricción para la mayor parte de los interesados, lo que imposibilita acceder a un sistema de abastecimiento de esta naturaleza. En la evaluación económica es necesario tener presente que en ningún caso la dotación de agua debe ser menor a 20 litros de agua por familia y por día, la misma que permite satisfacer sus necesidades básicas elementales, debiendo atenderse los aspectos de higiene personal y lavado de ropa por otras fuentes de agua. Así mismo, los costos del sistema propuesto deben ser comparados con los costos de otras alternativas destinadas al mejoramiento del abastecimiento de agua, teniendo presente el impacto que representa la cantidad de

agua en la salud de las personas beneficiadas por el servicio de agua.

Factor Social

En la evaluación de las obras de ingeniería a nivel comunitario, siempre se debe tener presente los factores sociales, representados por los hábitos y costumbres que puedan afectar la Sustentabilidad de la intervención. Al efecto, el profesional responsable del estudio debe discutir con la comunidad las ventajas y desventajas de la manera tradicional de abastecimiento de agua y de la tecnología propuesta, buscando que la propia comunidad seleccione lo que más le conviene emplear. Este análisis debe considerar la conveniencia de adoptar soluciones individuales y colectivas, el tipo de material empleado en la fabricación de sus techos, la existencia de materiales alternativos en el lugar o sus alrededores y el grado de participación de la comunidad en la implementación del proyecto.

Ventajas y desventajas

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, y
- ◆ Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.
- ◆

A su vez las desventajas de este método de abastecimiento de agua son las siguientes:

- ◆ Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos, y
- ◆ La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

La captación de agua de lluvia para uso y consumo humano, lo cual tiene una larga

tradición en muchos países desarrollados, regiones aisladas e islas. Esta técnica es vista como una posibilidad de descentralizar el manejo del agua mediante la interceptación, colección y almacenamiento de la misma en depósitos, para su posterior uso.

La captación de agua pluvial puede llevarse a cabo para uso directo o para recarga de acuíferos. La selección va a depender de los patrones de lluvia y de la hidrogeología de la región. Si la precipitación en la zona es escasa, conviene la recolección y el almacenamiento del agua; si es abundante se tendrá suficiente agua para el consumo y los excedentes pueden infiltrarse cuando las características de permeabilidad del suelo lo permitan. Colectar la lluvia que cae sobre un edificio para usarla en las necesidades del mismo es una práctica que promueve la autosuficiencia y ayuda a alentar el cuidado de este recurso básico para la vida. También implica el ahorro de energía

requerida para operar un sistema diseñado para tratar y bombear agua desde zonas alejadas.

La recolección de lluvia puede llegar a ser un importante suplemento de agua en regiones en donde su disponibilidad superficial o subterránea es insuficiente. La recarga de acuíferos ayuda a aumentar la calidad del agua de éstos a través de la dilución y contribuye a evitar la sobreexplotación de los mismos con vistas a que en el futuro no se agoten. Es importante asegurar que la calidad del agua de lluvia no se encuentre afectada por la contaminación ambiental de la zona y es necesario utilizar el tratamiento adecuado de la misma antes de pensar en el uso directo o en la recarga de acuíferos. El daño ocasionado a los mantos freáticos es irreversible si no se toman las medidas pertinentes.

4.3.2 Reutilización de agua gris

Las aguas grises son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavabos, pilas de la cocina, lavavajillas o lavadoras, y que, con un tratamiento sencillo, pueden ser reutilizadas. El uso más común es en las cisternas de los inodoros, que no requieren aguas de gran calidad, aunque también se emplean para el riego de zonas verdes o en la limpieza de exteriores.

Reutilizando aguas grises para las cisternas se estarían ahorrando en torno a 50 litros por persona y día que, para una familia media de 4 personas, supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, entre un 24 % y un 27 % del consumo diario de la vivienda. Si este sistema se implanta en hoteles o instalaciones deportivas, estaríamos hablando de cifras aún más importantes, en torno al 30% de ahorro.

Captación

Para su uso es solamente necesario disponer de un sistema de tuberías que separe por un lado el agua potable y por otro el agua reciclada.

Interceptor y almacenamiento

Para devolver el agua hacia las cisternas se utilizan bombas de bajo consumo que conducen el agua desde el depósito cuando las cisternas, tras su uso, deben ser llenadas de nuevo.

Para dimensionar el sistema es fundamental el depósito de recogida. En función del número de personas que habitan la vivienda o de los usuarios de las instalaciones, se calcula su tamaño, para llegar a un equilibrio entre el espacio utilizado y la capacidad del mismo (Fig.47).

Para viviendas unifamiliares o plurifamiliares, depósitos de 0,5 ó 1 m³ son los más habituales. Generalmente son de fibra de vidrio, siendo el lugar habitual de ubicación el sótano de la vivienda. Si, por falta de espacio, el depósito se tiene que instalar en la zona alta de la vivienda, las aguas grises irían a un bote sifónico y desde éste, mediante una bomba, se elevaría el agua hasta el depósito, distribuyéndose después por gravedad hasta las cisternas.

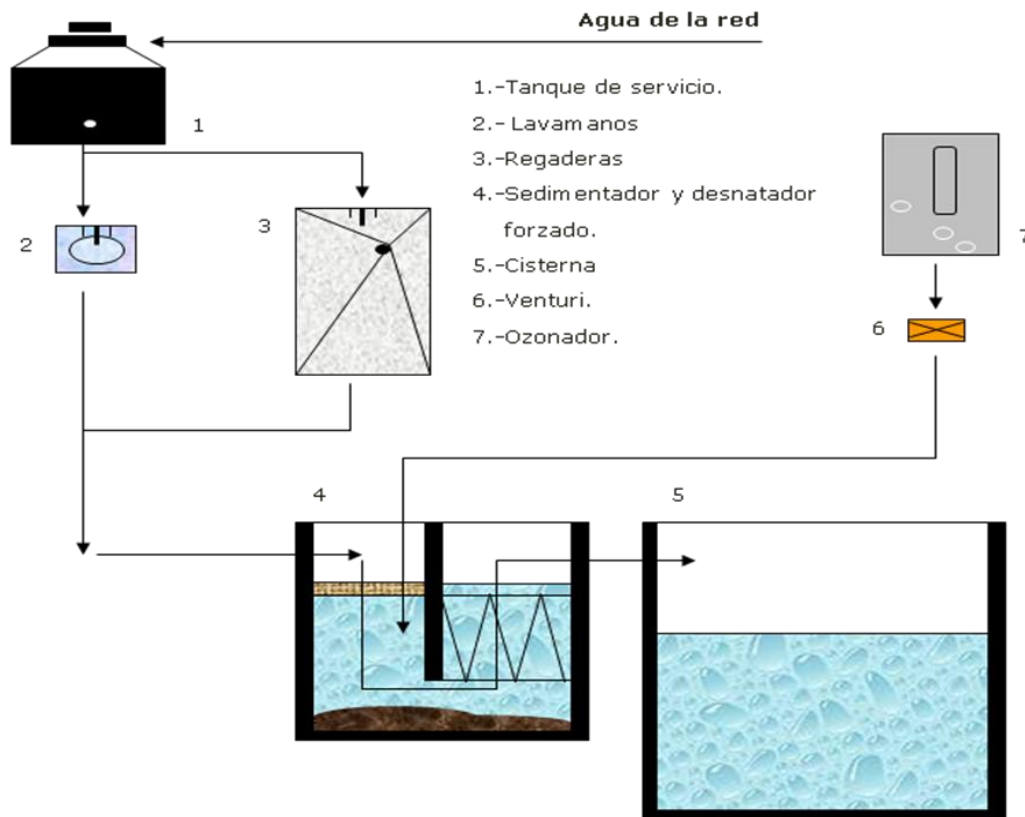


Fig.47. Diagrama de funcionamiento de un sistema de reutilización de agua gris.
Fuente: Diplomado "Manejo Integral y Sostenible del agua".

Si por algún motivo no hay aporte de aguas grises o existe un consumo muy alto en los inodoros, el depósito tiene un mecanismo de boyas y válvulas que suple esta carencia tomando agua de la red de abastecimiento general. Si, por el contrario, es muy alta la producción de aguas grises y produce un sobrellenado del depósito, éste dispone de un rebosadero que recoge y lleva el sobrante hasta la red general de desagües.

Bases de diseño

El uso de aguas grises dentro de la casa sería únicamente para hacer funcionar el inodoro y se debe de echar el agua directamente a la taza del inodoro. No se debe conectar el tubo que lleva el agua gris con los tubos o cañerías dentro de la casa. Esto puede causar que se infeste o dañe el agua que usamos para tomar.

El agua gris no se debe de usar en las siembras de vegetales cuya comida es la raíz o en aquellos que crecen pegados al suelo, tales como fresa, rábano, cebolla, lechuga, zanahorias, etc. Se puede usar en plantaciones cuyo fruto o comida no sean

raíces, tales como: frijoles, maíz, tomates etc., siempre y cuando el agua no toque las partes comibles de la planta; también se puede usar para regar el césped, árboles y arbustos. No es recomendable guardar el agua gris por mucho tiempo, ya que puede ocasionar mal olor y atraerá y creará mosquitos. Los recipientes en que se pone el agua gris deben de estar cerrados completamente. Si va a usar recipientes grandes hay que asegurarse que esta fuera del alcance de niños o animales.

Cuando este regando con agua gris, trate que sea sólo la cantidad que necesita para absorberse dentro de la tierra. Debe de evitar que se hagan charcos o que el agua se corra. No hay que usar el agua que ocupo para lavar pañales o la ropa (personal o de la cama) de alguien que está enfermo o con la que se baño un enfermo. Deje que esta agua se vaya en el desagüe o bien la usa únicamente para hacer funcionar el inodoro o letrina.

Factibilidad técnica, económica y social

El mantenimiento de todo el sistema de recogida se limita a una revisión anual de los filtros y del sistema de cloración, que no necesita ser realizada por personal especializado.

Los costes de estas instalaciones dependen de la empresa instaladora y del momento de su instalación. Para viviendas en construcción de carácter unifamiliar los precios están en torno a los \$18, 000.⁰⁰ y para instalaciones deportivas u hoteleras las cifras estarían entre los \$135, 000.⁰⁰ y \$405, 000.00 dependiendo de las dimensiones de la instalación.

En el caso de viviendas o instalaciones ya existentes, el precio se encarece, pues debemos añadir el precio de la obra; por ello se recomienda implantarlos aprovechando reformas del hogar.

Ventajas y desventajas

La ventaja en la aplicación de estos sistemas es obvia en cuanto al ahorro de agua que se genera. Además se evita la potabilización de un volumen de agua que, por el uso a que se destina, como agua de arrastre, no es necesario que sea potable, produciéndose de esta manera un segundo ahorro significativo.

Los beneficios de la reutilización de las aguas grises incluyen un menor uso de las aguas frescas, un menor caudal a las fosas sépticas o plantas de tratamiento, una purificación altamente efectiva, una solución para aquellos lugares en donde no puede utilizarse otro tipo de tratamiento, un menor uso de energía y químicas por bombeo y tratamiento, la posibilidad de sembrar plantas donde no hay otro tipo de agua, o la recuperación de nutrientes que se pierden.

4.3.3 Tratamiento de agua residual

Los elementos que comprenden un sistema descentralizado incluyen:

1) *Pretratamiento de las aguas residuales.*

El objetivo del pretratamiento de las aguas residuales es remover sólidos, grasas y aceites y otros materiales flotantes o sedimentables para que el agua residual pueda ser tratada eficientemente y reutilizada o vertida sin ningún riesgo.

2) *Recolección de las aguas residuales.*

En algunos lugares, el uso de alcantarillados convencionales por gravedad es contraproducente, ya que se incrementa el uso de dispositivos para la conservación del agua. El caudal mínimo requerido para la operación de alcantarillados de flujo por gravedad es un inconveniente en grandes proyectos con lento desarrollo de alcantarillados de flujo por gravedad es un inconveniente en grandes proyectos con lento desarrollo o en zonas donde la conservación del agua reduce significativamente los caudales de agua residual. En muchos casos, el agua requerida para el funcionamiento apropiado de los sistemas convencionales de flujo por

gravedad supera el agua ahorrada mediante medidas de conservación.

3) *Tratamiento de aguas residuales.*

En el pasado, el objetivo del tratamiento era la remoción de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos y patógenos. En la actualidad, toma cada vez más importancia la remoción de nutrientes, de compuestos tóxicos y la reutilización de los efluentes.

4) *Reutilización o vertimiento.*

A medida que el nivel de tratamiento aumenta, la potencialidad de un uso benéfico para las aguas tratadas también aumenta. En los sistemas descentralizados de aguas residuales de zonas rurales, las formas más probables de reutilización serán el riego agrícola y el riego de campos. En zonas húmedas, los tratamientos en el suelo y la recarga de acuíferos serán más usuales.

En áreas urbanas se ha desarrollado un buen número de sistemas para reciclar agua, los cuales toman las aguas residuales de los sanitarios en los edificios, las tratan y

retornan todo el volumen de agua tratada para su uso en descargas de inodoros y orinales. En una ciudad como ésta se involucran tres etapas de tratamiento:

- I. los sólidos de las aguas residuales son recolectados y tratados en sistemas aerobios,
- II. el efluente de la unidad de tratamiento biológico para a una etapa de ultrafiltración donde se remueven compuestos orgánicos residuales, microorganismos y sólidos suspendidos, y
- III. el efluente pasa por una columna de carbón activado para pulirlo.

5) *Manejo de biosólidos y lodos de tanques sépticos.*

Los sólidos removidos de las aguas residuales requieren estabilización antes de ser dispuestos o reutilizados. El material semilíquido bombeado de los tanques sépticos, denominado lodo de tanque séptico (septage) también requiere una estabilización adicional antes de ser dispuesto o reutilizarlo.

Bases de diseño

El proyecto de una planta de tratamiento es uno de los productos más importantes de la ingeniería ambiental. Para seleccionar y analizar los diagramas de flujo de los procesos viables se aplica el conocimiento teórico y la experiencia práctica. Las actividades de la planeación y diseño de una planta de tratamiento se denominan *ingeniería básica* del proyecto. Las actividades más importantes son: preparación de diagramas de flujo de procesos, obtención de los datos básicos de diseño, balances de sólidos, líneas piezométricas e implantación.

Una vez que se ha definido la calidad del efluente requerida, el diseño de la planta se realiza de acuerdo con la siguiente secuencia de actividades:

- I. Síntesis de alternativas de diagramas de flujo
- II. Aforo y muestreo, y pruebas de tratabilidad
- III. Selección de criterios de diseño
- IV. Dimensionamiento de las instalaciones físicas
- V. Preparación de balances de sólido

- VI. Distribución en el terreno de las instalaciones físicas
- VII. Preparación de perfiles hidráulicos
- VIII. Elaboración de los planos especificaciones y estimación de los costos.

Los términos más utilizados son los siguientes:

- ◆ *Diagramas de flujo*⁶⁸
- ◆ *Datos básicos para el diseño de las instalaciones físicas necesarias*⁶⁹
- ◆ *Balance de sólidos*⁷⁰
- ◆ *Línea piezométrica*⁷¹
- ◆ *Implantación*⁷²

Factibilidad técnica, económica y social

Al evaluar un proceso específico para el tratamiento de aguas residuales, es muy importante estimar la relación *costo-beneficio* entre el beneficio que se deriva del tratamiento para obtener agua de una calidad especificada y el costo implícito para lograr este mejoramiento de su calidad (Diagrama 3).

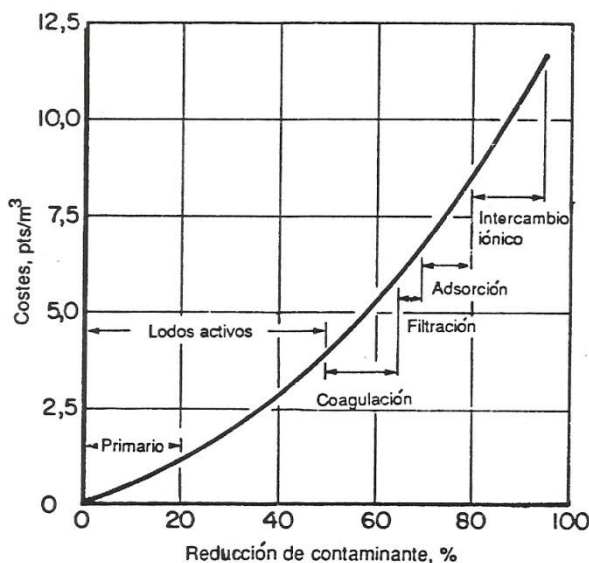


Diagrama 3. Relación entre coste total y tipo de tratamiento.

Fuente: Adaptación de Eckenfelder.

Se ha hablado de la reutilización del agua reciclándola en relación con el control de las aguas residuales que se tienen en la planta entre la planta. La selección de la relación óptima de reciclado para cada aplicación específica implica un balance económico en que se tienen que considerar tres factores a saber:

1. costo del agua cruda utilizada en la planta
2. costo del agua residual de acuerdo con los requerimientos de calidad y mediante un proceso adecuado (en el ejemplo 1, se refiere al costo del tratamiento del agua residual que precede a su recirculación a la planta para su reutilización)
3. costo del tratamiento del agua residual antes de descargarla al agua receptora.

2. Adición de contaminantes (corriente Y del Diagrama 4): 1000 lb/h contaminante;
3. Descarga máxima permitida al agua receptora: 20 lb/h contaminante.

Ventajas y desventajas

Aunque la mayoría de las unidades de tratamiento usadas en los sistemas de manejo descentralizados de aguas residuales requieren muy poco mantenimiento, rara vez reciben alguno. Como resultado, han ocurrido muchas fallas en los sistemas. Con los sistemas *in situ*, la principal falla ha sido la prematura colmatación de los campos de disposición, reduciéndose la capacidad requerida para mantener el caudal diario. En muchos casos en los que se han presentado fallas prematuras, se encuentra que los campos de disposición han sido inadecuadamente diseñados, construidos u operados, y sobrecargados con sólidos provenientes de tanques sépticos mal manejados o por cargas hidráulicas elevadas causadas por filtraciones de los tanques sépticos.

Ejemplo 1, una planta usa 10,000 gal/hora de agua para el proceso con una concentración máxima de contaminantes de una lb por 1000 gal. El suministro de agua cruda tiene una concentración de contaminantes de 0.5 lb/1000 gal. Optimice un sistema de reutilización del agua para esta planta basándose en el costo del agua cruda \$0.20/1000 gal. Utilizando los datos que se dan en el Diagrama 3 para calcular los costos de los dos procesos de tratamiento del agua que se utiliza en la planta. El contaminante no es volátil.

Se aplican las siguientes condiciones:

1. Evaporación y pérdida de producto (corriente E del Diagrama 4): 1000 gal/h de agua;

67. Ver Glosario
68. Ver Glosario
69. Ver Glosario
70. Ver Glosario
71. Ver Glosario

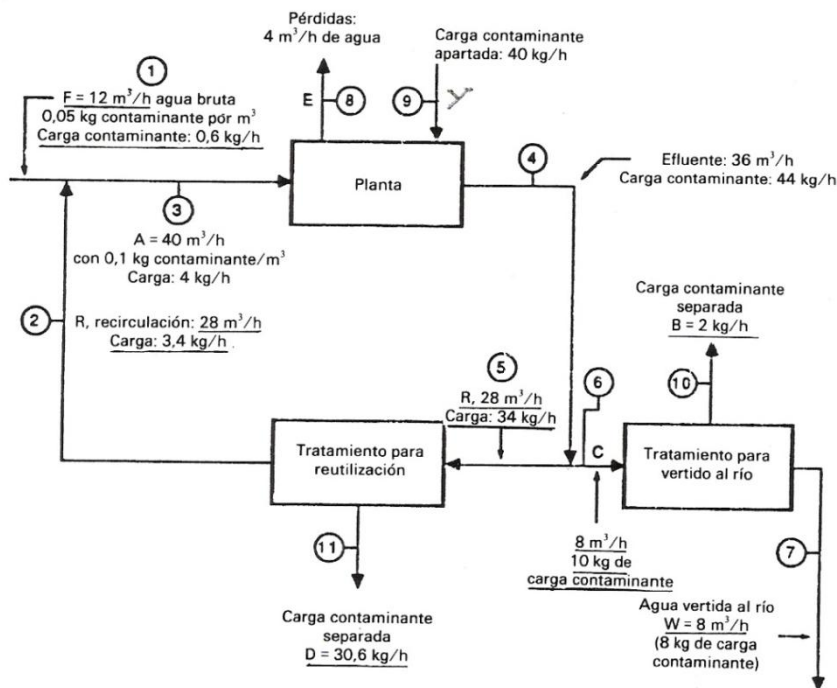


Diagrama 4. Diagrama de flujo para el ejemplo. Corrientes, números en círculos. Fuente: Adaptación de Eckenfelder

Cuando los sistemas locales usan grandes lotes, el fracaso de un sistema individual puede generar un problema ambiental puntual. Sin embargo, en la medida en que aumenta la densidad poblacional el tamaño de los lotes se hace más pequeño, y la falla de uno o varios sistemas locales puede pasar, en algunos casos, de ser una simple molestia a convertirse en un problema de salud pública. Para asegurar que los sistemas individuales descentralizados funcionen de manera apropiada, en especial en áreas densamente desarrolladas, es común organizar un distrito de mantenimiento o contratar con una agencia de operación pública o privada la realización de inspecciones periódicas y el mantenimiento necesario.

Ejemplo: Determinación del área de techo requerida y del volumen del tanque de almacenamiento.

Determinar el área de techo y el volumen del tanque del almacenamiento más económico según las precipitaciones y demanda mensual de agua, teniendo en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- Material de techo: teja de arcilla
- Coefficiente de escorrentía: 0.8
- Personas a ser beneficiadas: 6
- Costo de reservorio por m3: \$ 550.⁰⁰
- Costo de techo por m2: \$ 110.⁰⁰

Para el análisis matemático, se asumirán áreas de techo de 50, 60 y 65 metros cuadrados respectivamente. En las siguientes tablas 10 y 11, se pueden apreciar los resultados de los cálculos efectuados y que se sintetizan como sigue:

Área de techo (m ²)	Diferencias acumulativas (m ³)	
	Máximo valor (volumen de almacenamiento m ³)	Mínimo valor (volumen de reserva m ³)
50	12.10	-2.87
60	15.63	1.47
65	17.39	3.64

Tabla 10. Datos para el cálculo del tanque de almacenamiento.

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

Del análisis del cuadro en donde se sintetizan los resultados, se nota que no debe considerarse en la evaluación final el área de techo de 50 metros cuadrados por haberse obtenido valores negativos durante tres meses, lo que se traduce en que no habría agua para abastecer a los interesados durante los últimos tres meses del año. De este modo, el área idónea que puede atender la demanda deben ser igual o mayor a 60 m².

El volumen de almacenamiento neto debe ser de 14.16 m³ (15.63 – 1.47) para un techo de 60 m² y de 13.75 (17.39-3.64) para un techo de 65 m². Si se considera una reserva mínima de 1.47 m³, los costos que representa cada una de las implementaciones para las dos áreas de techo remanentes, es decir para 60 y 65 m² son:

Área de techo (m ²)	Volumen del tanque (m ³)	Costo (\$)		
		Techo	Tanque	Total
60	15.63	6, 600. ⁰⁰	8, 596. ⁵⁰	15, 196. ⁵⁰
65	15.22	7, 150. ⁰⁰	8, 731. ⁰⁰	15, 521. ⁰⁰

Tabla 11. Datos para el costo del tanque de almacenamiento.

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia; Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural.

El costo de implementación del sistema más económico conformado por un techo de un área de 60m² y un reservorio de 15.63 m³ con una capacidad extra de almacenamiento de 1.47m³ es de \$15, 196.⁵⁰. Aumentaría a \$ 15, 521.⁰⁰ si el techo tuviera un área de 65 m² y el reservorio con su capacidad extra de 1.47 m³ fuera de 15.22m³.

4.4 Recomendaciones básicas

4.4.1. Para las instalaciones

Cobre

- ◆ Ahorro importante en mantenimiento, duración y conducción del flujo.
- ◆ Resistencia a la corrosión: presenta un excelente comportamiento frente a todos los materiales de construcción y de los fluidos a transportar, asegurando así una larga vida útil a la instalación.
- ◆ Facilidad de unión: el sistema de soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las uniones de la tubería.
- ◆ Como desventaja puede mencionarse su alto costo respecto a otros materiales; así como riesgo de fugas en las uniones cuando existen movimientos telúricos o asentamientos diferenciales del suelo.

Polipropileno Copolímero Random (PPCR)

- ◆ Ausencia de corrosión.
- ◆ Resistencia al agua caliente.
- ◆ Menor incidencia en fugas en las uniones por utilizar termofusión.
- ◆ Conserva la temperatura del agua por más tiempo.
- ◆ Excelente resistencia al impacto.
- ◆ Alta resistencia a bajas temperaturas.
- ◆ Como desventaja pueden mencionarse el costo y el hecho de que es necesario un termofusor.

Fierro galvanizado

Se utiliza cuando la tubería y piezas especiales se encuentran expuestas a la intemperie, o bien, al paso de personas, maquinaria en general equipo, que pudieran golpear la red de manera accidental.

- ◆ Es adecuada para instalaciones exteriores.
- ◆ Tiene resistencia a los golpes, proporcionada por su estructura interna.
- ◆ Su materia básica es el hierro principalmente, del cual se hace una fundición maleable para conseguir tubos y piezas especiales, las cuales

se someten posteriormente al proceso de galvanizado.

- ◆ Las tuberías y conexiones de fierro galvanizado están fabricadas para trabajar a presiones máximas (10.5 kg/cm²: cédula 40) y (21.2 kg/cm²: cédula 80).

Como desventajas pueden mencionarse:

- ◆ Su alto costo.
- ◆ Mayor peso que otros materiales.
- ◆ Poca maniobrabilidad.
- ◆ Mayor tiempo de instalación debido a la dificultad en el corte y roscado en tramos cortos.

Policloruro de vinilo (PVC)

Cobre

- ◆ Hermeticidad: por su naturaleza, el PVC impide filtraciones y fugas si los tubos cuentan con una junta hermética. Se recomienda la unión espiga-campana con anillo de hule integrado.
- ◆ Resistencia a la corrosión: inmune a la corrosión química o electroquímica; por tanto, no requiere recubrimientos o protecciones.
- ◆ No se forman incrustaciones ni tuberculizaciones (formaciones de óxido).
- ◆ Resistencia bacteriológica: al no existir materia nutriente, resiste el ataque de algas, hongos y bacterias.
- ◆ Ligereza: es sencillo de transportar, manipular e instalar.
- ◆ Flexibilidad: permite cierta deflexión durante su instalación.

Desventajas:

- ◆ Susceptibilidad a daños durante su manejo. Su resistencia puede ser afectada por raspaduras o golpes.
- ◆ A temperaturas menores a 0 °C, reduce su resistencia al impacto.
- ◆ A temperaturas mayores a 25 °C, reduce su resistencia a la presión interna.
- ◆ La exposición prolongada a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.

Poliétileno de Alta Densidad (PEAD)

Tiene las mismas ventajas que el PVC; además:

- ◆ Termofusión: las uniones se logran aplicando calor con herramientas específicas, pero fáciles de utilizar.
- ◆ Rapidez de instalación: por su presentación en rollos (en diámetros menores a 75 mm) no requiere uniones en tramos largos.
- ◆ Compatibilidad: existen adaptadores especiales para cada tipo de unión y materiales a los que se une.
- ◆ Resistencia a la intemperie: sin mantenimiento alguno resiste 15 años a la intemperie.

Desventaja:

- ◆ Mayor costo que tubería de PVC.
- ◆ Es importante que, al hacer una instalación, se verifique que la tubería que se utilice cumpla con la normatividad correspondiente, así como, una vez instalada toda la red, se deberán realizar pruebas de hermeticidad.

Algunos accesorios ahorradores de agua

Perlizadores

Son elementos dispersores que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica, pero aumentan la pérdida de carga, reduciendo de este modo el consumo de agua.

Obturadores

Estos elementos limitan el flujo de agua en la tubería y permiten la salida de una menor cantidad de líquido (10 l/min), mantienen la temperatura del agua y son fáciles de instalar.

Regadera

Para disminuir el consumo de agua en la regadera se puede cambiar la cebolleta entera. Actualmente existen diversos modelos y marcas de cebolletas ahorradoras que permiten al usuario ahorrar de un 40 hasta un 50% del agua, sin reducir la presión; dependiendo del modelo y la marca que se utilice.

Las cebolletas elaboradas a base de plástico endurecido no se oxidan e inclusive evitan

la acumulación de sarro. En la actualidad existen ya diversos modelos que no presentan atomizaciones ni forman nubes, dirigiendo el chorro directamente al usuario, son de fácil instalación y muchas veces no se requieren herramientas para ello.

Inodoro

En el caso de los inodoros, los modelos antiguos utilizan más agua de la necesaria (16 litros). El criterio ahorrador fija la capacidad máxima del tanque o depósito del inodoro en 6 litros, de acuerdo con la NOM-009-CNA-1998. Además de insistir en el uso de muebles modernos que cumplan con la normatividad oficial mexicana señalada en el párrafo anterior, existen también dispositivos que permiten el ahorro del agua, especialmente porque los inodoros son una fuente importante de fugas. Para ello existen ya en el mercado dispositivos de buena calidad que contribuyen a evitarlas, mediante un buen sellado.

El 'eliminador de fugas', evita pérdidas de agua en la válvula de descarga, está elaborado de acero inoxidable e incluye sellador de silicón, es recomendable para todo tipo de inodoros, permite el sellado perfecto (siempre y cuando la pera o sapo esté en buenas condiciones), y es fácil de instalar.

Una segunda forma de ahorrar agua en el inodoro es mediante los tanques con doble descarga. Para la evacuación de líquidos se utiliza un dispositivo que utiliza aproximadamente 3 litros, mientras que para los sólidos usan seis.

Existen en el mercado gran variedad de modelos y marcas, la gran mayoría elaborados a base de plástico, eliminando problemas derivados de la corrosión. Tienen una válvula de descarga que permite seleccionar la cantidad de litros a usar y en general evita fugas en el tanque, ya que esta válvula, por su diseño y funcionamiento, descarga con mayor peso. Se pueden considerar otros implementos ahorradores como:

- ◆ Inodoros automatizados
- ◆ Mingitorios secos
- ◆ Obturadores para fluxómetros de mingitorio e inodoro

Mezcladora

Esta llave tiene como función regular la temperatura al mezclar el agua fría con la caliente. Para el ahorro del agua es recomendable el uso de mezcladoras monomando que permiten regular la temperatura en menos tiempo y con ello evitan dejar correr el agua innecesariamente.

Calentador de agua

Es un dispositivo que tiene como función calentar el agua de una vivienda. Aunque existen los económicos con depósito, en el cual el agua está en contacto con una superficie calentada mediante combustión, la mejor opción para reducir sustancialmente el desperdicio de agua fría en espera de la caliente es utilizar los calentadores de paso, en donde el agua es calentada al circular a través de un serpentín o alguna otra superficie de transferencia de calor y es distribuida para el suministro.

Existen también calentadores para uso doméstico que funcionan con electricidad o con energía solar. En estos elementos, el ahorro obtenido se refleja más en el consumo de gas y energía que en el de agua.

El material de la tubería está determinado por factores como la resistencia mecánica y a la corrosión, durabilidad, capacidad de conducción, facilidad de manejo y de instalación, así como de mantenimiento y reparación. Algunos de estos materiales son:

Concreto simple con junta hermética (CS). Fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-401-1996-ONNCCE, en la que se detalla la calidad de los materiales. En las juntas deben utilizarse anillos de hule de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-401.

Concreto reforzado con junta hermética (CR). Fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-402-1996-ONNCCE; a diferencia del concreto simple, el núcleo de este tubo contiene acero de refuerzo longitudinal y transversal; se fabrican en cuatro tipos de grados y cada uno de ellos con tres

espesores de pared. En las juntas deben utilizarse anillos de hule de acuerdo con la norma mexicana NMX-C-402.

Fibrocemento (FC). Se fabrica con base en la norma mexicana NMXC-039-1981, en clases B-6, B-7.5, B-9 y B-12.5, y cada una de ellas para dos tipos de anillos de hule (NMX-T-021) en función del diámetro del tubo: de 15 a 90 cm se usan anillos de hule sencillos acoplados a coples sencillos: de 100 a 200 cm se usan anillos de hule roscados con coples roscados.

Policloruro de vinilo (PVC). Fabricada con diámetros de 10 a 60 cm en dos series: métrica, de acuerdo a las normas NMX-E-215/1-1994 (tubos) y NMX-E-215/2-1999 (conexiones) en los tipos 16.5, 20 y 25; 21 inglesa, de acuerdo a las normas NMX-E-211/1-1999 (tubos) y NMXE-211/2-1994 (conexiones) en los tipos 35, 41 y 51.22. Existe también tubería de PVC de pared estructurada con celdas longitudinales que actualmente se fabrica en diámetros de 16 a 31.5 cm, de acuerdo con la norma mexicana NMX-E-222/1-1999.

Polietileno de alta densidad (PEAD). Se fabrica en diámetros de 10 a 90 cm y tramos de 12 m, de acuerdo con la norma mexicana NMXE-216-1994-SCFI. Se clasifican de acuerdo con el espesor de la pared y su resistencia, en: RD-21, RD-26, RD-32.5 y RD-41. El sistema de unión es por termofusión.

A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas que ofrecen estos materiales.

<i>Tubería</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Concreto simple y reforzado	Economía, hermeticidad, diversidad de diámetros mayores, durabilidad, y alta resistencia mecánica.	Fragilidad, menor capacidad de conducción ²³ , corrosión en condiciones ácidas o alcalinas

Fibro cemento	Ligereza, resistencia y durabilidad, hermeticidad, resistencia a los sulfatos, mayor capacidad de conducción.	Mayor costo de adquisición, fragilidad, mayor número de coples
PVC	Hermeticidad, ligereza, durabilidad, resistencia a la corrosión, mayor capacidad de conducción y flexibilidad.	Fragilidad, baja resistencia mecánica, susceptibilidad al ataque de roedores, baja resistencia al intemperismo
PEAD	Economía en excavaciones, resistencia a la corrosión, mayor capacidad de conducción, alta flexibilidad,	Alto costo de adquisición e instalación

	rapidez de instalación, alta resistencia a la intemperie, hermeticidad, ligereza, y durabilidad.	
--	--	--

4.4.2 Para el usuario

Las fugas intradomiciliarias se presentan en:

- ◆ La tubería de conducción interna.
- ◆ Las conexiones entre tuberías y muebles o llaves.
- ◆ Los muebles sanitarios como lavabo, regadera, fregadero y principalmente en los herrajes del excusado.
- ◆ Los tinacos, cisternas, llaves de paso, del lavadero, del lavabo, etc.

La mayoría de las fugas se presentan con goteo y con caudales de 50 a 250 ml/hr; pero en la salida del sifón de descarga del excusado pueden perderse cantidades mayores. Las fugas se presentan como roturas o desgaste de piezas y conexiones; así como en tuberías picadas.

Generalmente se presentan por la mala calidad de los materiales de los elementos instalados, por las deficientes instalaciones de tubería, a través de las conexiones y muebles, así como en los empaques

desgastados o mal colocados, o bien por la antigüedad de las instalaciones, por la falta de mantenimiento o por presiones muy altas en la alimentación.

Estas fugas se pueden reducir a través de las siguientes actividades:

- ◆ Inspección de las instalaciones y elaboración de un diagnóstico general.
- ◆ Realización de reparaciones necesarias en llaves, regadera, excusado, etc.
- ◆ Coordinación de programas ciudadanos para concientizar a los usuarios.

Las fugas internas son los gastadores silenciosos del agua en nuestras casas. Una llave de agua goteando o inodoros donde constantemente está corriendo el agua son los problemas más obvios, pero muchas

fugas están escondidas y pueden desperdiciar cientos de litros al día.

Las fugas pueden detectarse a simple vista a través de goteo de las llaves o tuberías, al observarse humedad en los muros, o bien, por medio del medidor. Las más comunes se encuentran en el inodoro, ya sea en el *sapito*, la válvula, el tubo de contra o el flotador, situación que con un poco de trabajo y disposición se puede solucionar.

Para constatar la correcta instalación de la red, se le aplica presión o se empata a la red de distribución pública para ver que no se presenten fugas de agua, si esto sucede se cierra la válvula o llave de entrada y se hacen las reparaciones que sean pertinentes.

Es común que dentro del hogar se presenten fugas, por ejemplo, más del 60% de los hogares en Hermosillo tienen algún tipo de desperdicio por esta cuestión, y lo preocupante es que a casi un 75% de esas personas no les preocupa repararlas.

Detección de fugas en válvulas

Se detecta cuando el depósito se llena y la válvula no interrumpe el flujo de agua, tirándose por el tubo de contra. Para reparar o cambiar:

- ◆ Cerrar la llave de paso que se encuentra bajo el depósito del inodoro si la tiene, de otra forma cerrar la llave de alimentación general.
- ◆ Quitar el flotador.
- ◆ Revisar el empaque, si está en mal estado, debe ser cambiado.

Recomendaciones generales

- ◆ Utilizar regaderas de bajo consumo, o bien instalar una regadera de 'teléfono'. Esta última permite enjuagar cada parte del cuerpo por separado, por lo que ahorra agua.
- ◆ Colocar el calentador en un lugar próximo a la regadera para que no tarde mucho en llegar el agua caliente. También puede aislarse térmicamente la tubería.
- ◆ Para evitar desperdicios mientras se espera a que el agua se caliente, se recomienda utilizar un calentador de paso, el cual permite que el agua salga caliente en el momento que abra la llave.
- ◆ Si esto no es posible, colocar una cubeta para recoger el agua que cae de la regadera mientras se calienta. Esta agua puede usarse después en

- ◆ Antes de instalar el nuevo empaque, abrir la válvula de retención para limpiar el posible sarro acumulado.
- ◆ Colocar de nuevo el pistón en su base y ajustar el tornillo.

Detección de fugas en el flotador

Si el flotador no sube: Revisar que no esté lleno, ya que se hunde por el peso y evita el correcto funcionamiento de la válvula; posteriormente, desenroscar la válvula para vaciar el agua que esté almacenada en él.

Detección de fugas en el *sapito*

Para identificar esta fuga, vaciar en el depósito un poco de colorante vegetal o anilina sin bajar la palanca. Si el agua del inodoro se empieza a teñir, cambiar el *sapito*. También hay que sustituirlo cuando su base está picada y presenta deformaciones que no permiten su funcionamiento correcto.

Detección de fugas en la manguera

Cuando se encuentra dentro del tubo de la contra descarga (rebosadero o tubo de contra), hay que sacarla porque provoca una fuga constante. Colocarla un centímetro debajo de la parte superior del tubo de contradescarga, procurando que ésta quede a un lado del tubo.

Fugas en las llaves mezcladoras

Si las llaves mezcladoras gotean cuando están cerradas es momento de revisarlas y, en su caso, sustituir los empaques o reemplazarlas.

- el inodoro, en la limpieza de la casa, del auto, o para regar las plantas.
- ◆ Al bañarse, procurar ser breve; cerrar la llave del agua mientras se enjabona, y volverla a abrir para enjuagarse.
 - ◆ Al bañarse en la tina, llenarla sólo hasta la mitad.
 - ◆ Los sanitarios antiguos gastan 13 litros de agua por descarga. Existen sanitarios de bajo consumo que sólo emplean 6 litros. En construcciones nuevas se deben instalar los de bajo consumo. Si tiene de los antiguos, debe cambiarlos. De igual forma, es recomendable instalar sistemas de doble descarga (con doble botón para líquidos y sólidos).
 - ◆ No utilizar el inodoro como basurero.
 - ◆ Lavarse los dientes utilizando un vaso con agua. No afeitarse ni cepillarse los dientes en la regadera.
 - ◆ No dejar la llave del lavabo abierta mientras se rasura o se lava los dientes. Enjuagar y limpiar su máquina de afeitar en un recipiente con agua; no con el flujo directo del grifo.
 - ◆ Instalar algunos de los dispositivos ahorradores de agua que existen en el mercado. Los hay de diferentes tipos: reductores o economizadores de flujo para regaderas, llaves diseñadas para bajar el consumo, mezcladoras para el lavaplatos, accesorios para sanitarios y aditamentos para tubería.
 - ◆ Al realizar la limpieza del baño, utilizar una cubeta de agua para lavar el lavabo, la tina y el inodoro, y lavarlos en ese orden.
 - ◆ Vigilar periódicamente el estado de los accesorios del tanque (flotador, válvula de admisión, válvula de sellado). Ajustar las válvulas para evitar derrames por el rebosadero o por las mismas y, si es necesario, sustituir los accesorios por otros de mejor diseño y calidad.
 - ◆ No usar agua de la llave para arrastrar cáscaras o residuos por los drenajes, puede echarlos en la basura o mejor aún, utilizarlos para fertilizar la tierra del jardín.
 - ◆ Antes de lavar los trastes quitar todo el residuo de comida que quedó en los platos con una espátula, y guardarlo en un bote o bolsa (podrá servir para hacer un magnífico abono para sus plantas). Enseguida llenar la tina del fregadero y meter en ella todos los platos para remojarlos. Enjabonarlos, sacar el agua del fregadero, y enjuagar los trastes rápidamente bajo el chorro del agua.
 - ◆ Para lavar las verduras, llenar un recipiente de agua limpia; tallarlas dentro del mismo. Utilizar esa agua en otros usos. Llenar otro recipiente con agua para desinfectarlas.
 - ◆ Al usar un recipiente para calentar o hervir agua, no llenarlo demasiado. Usar sólo el agua que necesite.
 - ◆ Para hacer cubos de hielo, usar moldes o recipientes de plástico que permitan retirarlos con facilidad, sin tener que ponerlos bajo la llave del agua.
 - ◆ Dejar una botella con agua en el refrigerador permitirá tomar agua fría sin tener que dejar correr el agua hasta que salga fresca.
 - ◆ Al usar alimentos congelados en su casa, descongelar dentro del refrigerador, en las partes bajas del mismo. No utilizar el chorro de agua para hacerlo.
 - ◆ Al lavar en lavadora, meter cargas completas o bien, utilizar el programa adecuado de bajo consumo de agua. Además, usar detergentes y productos biodegradables.
 - ◆ Usar el agua de remojo de la ropa para limpiar los pisos de la casa.
 - ◆ Al lavar en lavadero, no enjuagar la ropa bajo el chorro del agua, llenar el tanque del lavadero, y echar con un botecito el agua limpia a la ropa para enjuagarla.
 - ◆ Al limpiar los pisos, paredes y vidrios de la casa, utilizar una cubeta de agua con jabón para lavar, y una de agua limpia para enjuagar.
 - ◆ Usar el agua jabonosa para limpiar los excusados, y la del enjuague para las plantas o el jardín.
 - ◆ Regar las plantas sólo cuando sea necesario o muy temprano, de

manera que el agua permee hasta las raíces. El regar demasiado ligero se pierde rápidamente. Usar de preferencia una manguera directa con un aditamento especial que actúe como regadera para áreas muy grandes. Para las macetas, usar una regadera. Reducir el uso de agua sembrando árboles y plantas resistentes a sequías. Existen variedades hermosas que crecen y florecen con poca agua.

- ◆ No cortar el pasto muy al ras. La altura conveniente es de 5 a 8 centímetros. Esa altura contribuye a que las raíces se mantengan sanas y permite que el suelo tenga sombra natural y retenga la humedad.
- ◆ Lavar el auto con cubeta, no con manguera.
- ◆ Apoyar los autolavados que reutilizan el agua.
- ◆ Barrer las terrazas, patios y la calle con una escoba, no con la manguera. Si es necesario, humedecer el piso para no levantar polvo; use una cubeta, y con la mano disperse el agua en toda el área antes de barrer.
- ◆ Tomar conciencia de que el precio que se paga por el agua es inferior a su valor real y que llegará el momento en que valdrá mucho más. Es conveniente estar preparado con técnicas y equipos ahorradores.
- ◆ Enseñar a todos los miembros de la familia y al personal doméstico estas medidas de uso eficiente y ahorro del agua.
- ◆ No verter solventes ni químicos.

CAPITULO 5. APLICACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL Y SUSTENTABLE EN LA COLONIA MOCTEZUMA, DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA

5.1 Características del lugar

La Delegación Venustiano Carranza se ubica en la zona centro - oriente del Distrito Federal y tiene como referencias geográficas.

Longitud oeste: 99° 02' y 99° 08'

Latitud norte: 19° 24' y 19° 28'

Se encuentra a una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar; tiene un clima semiseco templado, con una temperatura media anual de 16° centígrados y una precipitación pluvial de 600 mm anuales.

Los límites contenidos en el Diario Oficial, consideran los decretos del 15 y 17 de diciembre de 1898, así como el del 27 de julio de 1994, se le delimita a la Delegación Venustiano Carranza de la siguiente manera:

A partir del centro de la mojonera Tlatel de los Barcos, que define uno de los vértices de la línea limítrofe en el Distrito Federal y el Estado de México, se dirige por esta línea limítrofe hacia el sureste y en seguida al suroeste por el eje del Proyecto del Anillo Periférico, adecuado a las inflexiones del límite de la Alameda Oriental, hasta su cruce con la Vía Tapo. De aquí continúa por el eje de la calle 7 hasta el centro de la Majonera de los Barcos, que se localiza en su cruce con el eje de la Avenida Chimalhuacán, de donde se separa de esta línea y sigue con rumbo suroeste, por el eje del cauce desviado del Río Churubusco. Después prosigue por el mismo rumbo al suroeste, cruza la Calzada Ignacio Zaragoza y continúa hasta encontrar el eje de la Avenida Río de la Piedad, siguiendo su trazo hacia el noroeste; entronca con el Viaducto Miguel Alemán, sobre este eje continúa hacia el sureste hasta su intersección con el eje de la Calzada de la Viga, por cuyo eje se dirige al norte. Luego prosigue en la misma dirección por el eje de las Avenidas Anillo de Circunvalación y Vidal Alcocer, hasta la Avenida del Trabajo (Eje 1 Oriente), por cuyo eje se extiende con dirección al

noroeste, hasta llegar a la calle de Boleo, por la cual, sobre su eje continúa al norte.

Enseguida cruza la Avenida Canal del Norte y sigue al Noroeste por eje de la Avenida Ferrocarril Hidalgo, hasta su cruce con la Avenida Río Consulado, por donde se encamina hacia el sureste, siguiendo todas sus inflexiones, hasta su intersección con la Avenida Oceanía. De este punto prosigue hacia el noreste, hasta llegar al eje de la Vía Tapo; de aquí va hacia el sureste hasta su cruce con la calle 602, para continuar de este punto con la misma dirección por la barda que limita el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, hasta su intersección con la línea limítrofe del Distrito Federal con el Estado de México y continúa por esta rumbo al sureste hasta el centro de la mojonera Tlatel de los Barcos, punto de partida.

La Delegación Venustiano Carranza cuenta con una superficie de 3342 hectáreas, las cuales representan el 2.24 % del territorio del Distrito Federal, que tiene 148,936.00 hectáreas.

La superficie Delegacional se conforma por una topografía plana, a excepción del promontorio del Peñón de los Baños. Se considera lacustre según el reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, integrado por depósitos de arcilla, altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenidos diversos de limo o arcilla. Estas capas arenosas son, de consistencia firme a muy dura y de espesor variable, al igual que las cubiertas superficiales conformadas, por suelos aluviales y rellenos artificiales. La excepción de este tipo de suelo está en el Peñón de los Baños que se encuentra constituido por material basáltico.

El Territorio Delegacional comprende 3220 manzanas, distribuidas en 70 colonias, considerándose como tales La Alameda Oriente y el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

No.	Colonia	No.	Colonia	No.	Colonia
1	Primera Sección El Arenal.	24	Artes Gráficas.	47	Miguel Hidalgo.
2	1 de Mayo.	25	Aviación Civil.	48	Moctezuma Primera Sección.
3	10 de Mayo.	26	Azteca.	49	Moctezuma Segunda Sección.
4	Segunda Sección El Arenal.	27	Cuatro Arboles.	50	Morelos.
5	20 de Noviembre.	28	Cuchilla Pantitlán.	51	Nicolás Bravo.
6	24 de Abril.	29	Damián Carmona.	52	Penitenciaría.
7	Tercera Sección El Arenal.	30	El Caracol.	53	Pensador Mexicano.
8	Cuarta Sección El Arenal.	31	El Parque.	54	Peñón de los Baños.
9	Quinto Tramo 20 de Noviembre.	32	Emilio Carranza.	55	Popular Rastro.
10	7 de Julio.	33	Escuela de Tiro.	56	Progresista.
11	Aarón Sáenz.	34	Federal.	57	Puebla.
12	Aeronáutica Militar.	35	Felipe Ángeles.	58	Pueblo Magdalena Mixhuca.
13	Aeropuerto Arenal.	36	Fraccionamiento Industrial Puerto Aéreo.	59	Revolución.
14	Álvaro Obregón.	37	Gómez Farías.	60	Romero Rubio.
15	Ampliación 20 de Noviembre.	38	Jamaica.	61	Santa Cruz Aviación.
16	Ampliación Aviación.	39	Janitzio.	62	Sevilla.
17	Ampliación el Caracol.	40	Jardín Balbuena.	63	Simón Bolívar.
18	Ampliación López Mateos.	41	López Mateos.	64	Tres Mosqueteros.
19	Ampliación Michoacana.	42	Lorenzo Boturini.	65	Valle Gómez.
20	Ampliación Penitenciaría.	43	Madero.	66	Venustiano Carranza.
21	Ampliación Simón Bolívar.	44	Magdalena Mixhuca.	67	Zaragoza.
22	Ampliación Venustiano Carranza.	45	Merced Balbuena.	68	Zona Centro.
23	Aquiles Serdán.	46	Michoacana.		

Tabla 13. Relación de Colonias Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Delegación Venustiano Carranza, 1996.

No.	COLONIA	POBLACIÓN (a)	SUPERFICIE HA (b)	DENSIDAD HAB./HA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (c)			
					ALTURA MÁXIMA	ALTURA PROMEDIO	LOTE TIPO (M2).	ÁREA LIBRE (%)
48	Moctezuma 1a. Sección.	12,328	60.84	205	5	2	180	20
49	Moctezuma 2a. Sección.	49,276	253.58	194	5	2	180	20

Tabla 14. Características físicas por colonia.

Fuente (a): Censo General de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. La población de las colonias, se calculó a partir del porcentaje de AGEBS que pertenecen a la colonia. Con estos porcentajes, se calculó la población por medio de la densidad de cada AGEB.

Fuente (b): Censo General de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. El área de cada colonia, se calculó a partir del porcentaje de área de los AGEBS que pertenecen a la colonia.

Fuente (c): Planos Catastrales de la Delegación Venustiano Carranza; Tesorería del Distrito Federal.

Características de lotificación y altura por colonia.

Bajo estos conceptos se entenderá la altura en las edificaciones, la superficie por lote y el área libre que se encuentra en ellos, que aunados a su ubicación determinarán el valor catastral.

Valor catastral en ejes y corredores.

El valor catastral registrado y aplicado por la Tesorería del Distrito Federal en los Ejes

y Corredores, se sustituyó por índices relativos para comparar entre ellos la importancia que actualmente presentan estos lugares. Se le aplicó el índice 1.00 al más alto, que corresponde a la Calzada Anillo de Circunvalación, entre el tramo Granaditas a Fray Servando Teresa de Mier y de ahí, hacia abajo, hasta llegar al menor coeficiente de 0.37 que pertenece a la Avenida Canal del Norte.

El coeficiente relativo para cada uno de los ejes y corredores se muestran en cuadro anexo, donde se observan las diferencias que existen en el valor catastral.

La Calzada Anillo de Circunvalación por contar con el mayor valor catastral, se les confiere el coeficiente 1.00, sirviendo como referencia para porcentualmente dar los coeficientes en los demás ejes y corredores, como el valor 0.82 registrado en la Avenida Fray Servando Teresa de Mier o el 0.55 en la Calzada Ignacio Zaragoza.

Se refiere que la variación en el valor catastral depende de la actividad económica que se desarrolla en su entorno; la ubicación del predio respecto a la estructura vial, así como el nivel de servicios e infraestructura que sirvan a la zona de ubicación.

En la tabla 15, se muestra el valor catastral por colonia; que en promedio presenta un índice del 0.20, con respecto al valor de referencia en el Distrito Federal que es de 1.00, registrado en la colonia Chapultepec Morales.

ÁREA CATASTRAL	COLONIA	ÍNDICE	Lugar en relación al Distrito Federal	Lugar en relación a la Delegación
A15045	Moctezuma Segunda Sección.	0.21	437	16
A15044	Moctezuma Primera Sección.	0.20	519	36

Tabla 15. Índice de valor catastral por colonia.
Fuente: Tesorería del Departamento del Distrito Federal.

5.2 Infraestructura

Agua Potable

La delegación en el año de 1990 ya disponía de un nivel de cobertura en infraestructura de agua potable del 98.7%.

Su abastecimiento proviene de fuentes externas e internas. Las fuentes externas están integradas por: los tanques Santa Isabel, pertenecientes al Sistema de Aguas del Norte (Chiconautla), que abastecen a la zona norte de la delegación; los tanques Aero - Club, pertenecientes al Sistema de Aguas del Poniente (Lerma), que alimentan a la zona poniente de la jurisdicción. Asimismo forman parte de este sistema el tanque del Cerro de la Estrella perteneciente al Sistema Sur (pozos profundos de Xochimilco), abastece a una pequeña parte de la zona sur y el tanque del Peñón del Marqués, integrado por pozos profundos ubicados en la Delegación Iztapalapa y el Sistema Aguas del Norte completan el abastecimiento para la zona norte, centro y sur. También se cuenta con tanques de almacenamiento, rebombeo, y estaciones medidoras de presión.

La longitud de la red de distribución de agua potable es de 890.00 kilómetros de los cuales 37.00 kilómetros corresponden a la red primaria y 853.00 kilómetros a la red secundaria. En lo que respecta a la problemática en esas redes, las principales deficiencias se deben a la baja presión que se presenta en el caudal y en las interconexiones de la red primaria a la secundaria. Las colonias más afectadas se ubican al sur y al oriente, siendo éstas Jardín Balbuena, Peñón de los Baños, Gómez Farías, Moctezuma, Puebla, Romero Rubio, Pensador Mexicano, Unidad Kennedy, Morelos y 1 de Mayo.

Otro aspecto de la problemática es la presencia de fugas, que se debe a la antigüedad de la tubería, a la construcción de las Líneas del Metro y a los asentamientos diferenciales sufridos por el terreno, debido a la extracción de agua del subsuelo. Este hundimiento causa una pérdida de hasta el 30% del agua suministrada, cuya solución requerirá de grandes inversiones.

Las colonias que presentan mayor incidencia de fugas son: Moctezuma, Peñón de los Baños, Pensador Mexicano, 20 de Noviembre, Morelos, Jardín Balbuena, Ignacio Zaragoza, Federal, Magdalena Mixhuca, Moctezuma Segunda Sección, Puebla, Valle Gómez y Aviación Civil.

Como solución a los problemas señalados anteriormente, existe un proyecto para la prestación del servicio, que consta de una línea de conducción perimetral en el costado norte y oriente de la Delegación, que en la parte norte, se introduce aproximadamente hasta el Eje 1 Norte y Avenida Oceanía y de ahí se desprende una línea hacia el sur que se apoyará en el Tanque Deportiva número 2, antes de continuar hacia la Delegación Iztacalco.

Drenaje

En cuanto a la red de drenaje, la delegación en 1990 contaba con una cobertura del 98.5%.

Este sistema es de tipo combinado y se encuentra constituido por una serie de colectores principales, que presentan un sentido de escurrimiento variado y descargan a los colectores Río de la Piedad, Consulado, Lateral Churubusco y Gran Canal del Desagüe. Por otro lado, se cuenta con plantas de bombeo para ayudar a descargar a todos los colectores que no pueden hacerlo por gravedad.

Dentro de esta jurisdicción se localiza un tramo del Gran Canal del Desagüe con cauce a cielo abierto y que es el principal componente del Sistema General de Desagüe; y dos cauces entubados que tienen la función de captar, conducir y desalojar las descargas de aguas negras generadas en la delegación. La red de drenaje tiene una longitud de 795 kilómetros, de los cuales 95 kilómetros forman parte de la red primaria y 700 kilómetros de la secundaria.

En cuanto al drenaje pluvial, aun cuando existe un nivel de cobertura regular, se presentan problemas de encharcamientos con tirantes considerables, por la antigüedad de la red, azolve de coladeras y

dislocamiento de tubería, debido a la construcción de las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro y los asentamientos diferenciales sufridos por el terreno.

Las colonias con mayor presencia de encharcamientos son: Aviación Civil, Magdalena Mixhuca, Moctezuma Segunda Sección, Merced Balbuena y Jardín Balbuena.

Como una alternativa de solución a los problemas referidos anteriormente, existe un proyecto dentro de la Dirección General de Obras y Servicios, de unir los sistemas de drenaje profundo de las delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero. Se formará a partir del vértice formado entre la Calzada Ignacio Zaragoza y Eje 3 Oriente con la extensión del drenaje profundo de la Avenida Eduardo Molina para el tratamiento de aguas negras. Dicho proyecto contará con el apoyo de una lumbrera y tres plantas de bombeo.

Agua Residual tratada

La delegación no cuenta con plantas de tratamiento, por lo que el caudal, que utiliza para el riego de sus áreas verdes, proviene de las plantas de tratamiento de Ciudad Deportiva (Delegación Iztacalco) y San Juan de Aragón (Delegación Gustavo A. Madero). Este sistema de aguas tratadas de la delegación consta de siete líneas:

- ◆ Norte: Corre por Avenida Oceanía, desde Avenida 602 (Vía Terminal de Autobuses de Pasajeros Oriente), hasta el Eje 1 Norte, conectándose directamente al sistema central.
- ◆ Noroeste: Corre por Eduardo Molina, prosigue por Albañiles y continúa por Iztaccíhuatl, hasta el sistema central.
- ◆ Suroeste: Corre a lo largo del Eje 2 Sur, conectándose directamente a la planta de tratamiento.
- ◆ Sur: Corre por Viaducto Río de la Piedad, en el tramo de Río Churubusco, al Eje 4 Oriente, conectándose directamente con la planta de tratamiento.
- ◆ Sureste: Corren dos líneas paralelas, a lo largo de la Calzada Ignacio Zaragoza y Avenida Ocho, las cuales

se conectan directamente con el sistema central.

- ◆ Central: Este sistema se desarrolló para conectar los sistemas del norte, noroeste y suroeste. Corre por la Avenida Galindo Villa desde la Avenida Iztaccíhuatl, hasta Viaducto Río de la Piedad, donde se conecta directamente con la planta de tratamiento Ciudad Deportiva.

Existen áreas verdes que aun no tienen instalada red de distribución de agua tratada, por lo que se riegan mediante

carros tanque, que se abastecen en las plantas de tratamiento antes mencionadas.

Además, existen zonas habitacionales e industriales que representan usuarios potenciales para usar caudales de agua tratada, en el riego de sus áreas verdes o algunos procesos industriales.

Las zonas que carecen de red de agua tratada son: Jardín Obrero, Plaza Aviación, Parque Fortino Serrano, Plaza África y Deportivo Plutarco Elías Calles; todas al centro y poniente de la delegación.

5.3 Imagen Urbana

La parte poniente de la delegación, particularmente el barrio de la Merced, dentro del Perímetro "B" del Centro Histórico, representa el área más relevante en cuanto a un ámbito urbano, en donde la intensa actividad comercial ha prevalecido como un valor cultural importante para los habitantes de la Ciudad.

A su vez, la traza urbana del barrio de la Magdalena Mixhuca, con una tipología de vivienda característica, es importante por constituir un ámbito de identidad para sus habitantes.

En estos casos no se han instrumentado acciones específicas de mejoramiento y revitalización de la imagen urbana.

Por otra parte, el asentamiento de colonias populares en torno al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México conforma el tipo de vivienda de uno a tres niveles, predominante a las áreas habitacionales de la delegación en donde, para apoyar la economía familiar es común la aparición del comercio dentro de la vivienda.

5.4 Medio Ambiente.

Este aspecto es de vital importancia, y por su trascendencia en la salud y calidad de vida de la población debe ser atendido, por lo que a continuación se exponen las características del medio ambiente.

Contaminación Atmosférica: Este aspecto en la Ciudad de México ha venido aumentando con el crecimiento de la ciudad y con el de su población, los procesos en la industria y los transportes necesarios para el traslado de sus habitantes. Con el fin de reconocer las afectaciones en la población, la Secretaría de Salud ha establecido un proceso de evaluación de la calidad del aire, tomando como parámetro de este análisis las normas publicadas en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 1994 y

definiendo por cada contaminante el tiempo máximo de exposición permisible.

Los elementos contaminantes atmosféricos de mayor impacto para la población se refieren a continuación, mencionando algunas de sus características:

- ◆ Ozono (O₃). Actualmente toda la Zona Metropolitana del Valle de México (Z.M.V.M.) rebasa prácticamente todos los días del año la norma de ozono en toda el área urbana. Esto permite aseverar que el 100% de la población se ve expuesta a concentraciones superiores a la norma establecida (0.11 partes por millón), por una o más horas diariamente, lo que genera

afectaciones graves en las mucosas e individuos asmáticos.

- ◆ Sobre los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), precursores del Ozono, en la delegación se generan, por limpieza de superficies, superficies arquitectónicas, pinturas en tránsito, pinturas automotrices, artes gráficas, operaciones con asfalto y uso comercial de solventes 5,077.31 toneladas al año; ocupando con este volumen el 6o. lugar a nivel Distrito Federal y contribuyendo con un 6.6% del generado a ese mismo nivel.
- ◆ Monóxido de carbono (CO). El origen más importante de debe a la combustión incompleta y al nivel de afinación de los vehículos automotores, agudizándose en la Zona Metropolitana del Valle de México (Z.M.V.M.), por existir un porcentaje menor de oxígeno en la atmósfera (23%), en relación con el presentado a nivel del mar. La exposición a este contaminante es muy severa, aunque no rebase el índice de la norma en los análisis de la calidad del aire, dado que este se presenta en microambientes (calles con intenso tránsito vehicular), generando graves trastornos en angina y enfermos de la arteria coronaria.

En la Delegación Venustiano Carranza este contaminante específicamente comprende a todos los medios de transporte que mediante la combustión interna de sus motores generan los contaminantes antes mencionados. Entre estos se encuentran las Aeronaves que circulan en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; sin embargo, la principal fuente de contaminante atmosférico la generan los vehículos automotores que se han incrementado en un 54% aproximadamente, con respecto a los existentes en 1986. Estos autos crean conflictos viales, especialmente en Circuito Interior, tramo de Eje 1 Norte a Viaducto Río de la Piedad; Circunvalación, tramo de Avenida del Trabajo a Fray Servando Teresa de Mier y entronques con la Avenida Vía TAPO-Avenida 608, Circuito Interior,

Viaducto Río de la Piedad, Circuito Interior-Fray Servando Teresa de Mier, Periférico, Eje vial 4 Oriente, Circuito Interior-Eje 2 Sur, Zaragoza-Eje 4 Oriente, Avenida 8-Viaducto Río de la Piedad, Economía-Zaragoza y Zaragoza-Iztaccíhuatl.

- ◆ Partículas suspendidas (PM10). Pueden tener un origen natural, o bien conformarse por reacciones fotoquímicas en la atmósfera (sulfatos, nitratos o carbón orgánico); asimismo, se originan a partir de la emisión polvos, gases y vapores provenientes de vehículos automotores y fábricas. Tomando en cuenta las condiciones de partículas suspendidas, que se presentan en la Zona Metropolitana del Valle de México (Z.M.V.M.), se puede concluir que más de mitad de la población se ve expuesta a concentraciones superiores de las fijadas por la norma (150 ug/m³), detectándose un incremento del 3% en enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón.
- ◆ Bióxido de azufre (SO₂). Proviene principalmente de la quema de combustibles que contienen azufre, como el combustóleo, diesel y se presenta en mayores índices en áreas de mayor actividad industrial identificadas en el cuadrante noreste y centro de la Ciudad (delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza); disminuyendo gradualmente hacia el sur, pero manteniendo altos índices de afectación en el área urbana del Distrito Federal (0.4 y 0.5 partes por millón).

Dentro del organismo se convierte en un agente irritante y ejerce efectos adversos en asmáticos, personas de la tercera edad y personas con problemas respiratorios crónicos.

La generación de este contaminante lo componen principalmente las 139 industrias en la delegación, de las 30,000 que se consideran a nivel Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.) que emiten sus contaminantes a la atmósfera en el

proceso de transformación de las materias primas. Estos se localizan en la zona industrial de la Col. Moctezuma, Industrial Puerto Aéreo y dispersas en las colonias Valle Gómez, Felipe Ángeles, 20 de Noviembre, Nicolás Bravo, Popular Rastro, Ampliación 20 de Noviembre, Emilio Carranza, Ampliación Michoacana,

Michoacana, Morelos, Tres Mosqueteros, Venustiano Carranza, Centro, Penitenciaría y Progresista.

Esta actividad industrial, además de bióxido de azufre, emite al mes los siguientes contaminantes en toneladas:

CONTAMINANTE	SÍMBOLO QUÍMICO	TONELADAS AL MES
Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros.	PM10	693.80
Óxido de Azufre.	SOx	488.40
Monóxido de Carbono.	CO	51.80
Óxido de Nitrógeno.	NOx	199.40
Hidrocarburos	HC	577.10

Tabla 16. Emisión de contaminante (por tonelada)
Fuente: Secretaría de Medio Ambiente

Estos contaminantes industriales suman 2,010.50 toneladas al mes, que representan el 4.38% del generado en el Distrito Federal, con el cual se ocupa el 7o. lugar en ese nivel.

- ◆ Plomo (Pb). Su principal fuente de emisión son los vehículos automotores, donde aproximadamente el 70% del plomo de la gasolina se emite a la atmósfera. Su concentración en el aire disminuyó notoriamente, como consecuencia a las sucesivas formulaciones en la gasolina; la cual ha variado su contenido de plomo, abatiendo en 1987 su índice a menos del 50% del registrado en 1982 y manteniéndose por debajo de la norma.

Este contaminante guarda su territorialización coincidente con la generación del monóxido de carbono (CO), dado que corresponde a la misma fuente que lo genera.

Según el programa de protección ecológica vigente, aproximadamente el 80% de la contaminación atmosférica proviene de vehículos automotores (fuentes móviles); el 15% se debe a deficiencias en los procesos productivos y/o sin instalaciones de equipos anticontaminantes; el 5% restante lo generan tiraderos a cielo abierto y fecalismo al aire libre.

Como una información complementaria sobre los contaminantes atmosféricos, la Dirección General de Prevención y Control, mediante la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, refiere que en la Delegación Venustiano Carranza, al año se generan entre 100 y 500 toneladas de Óxido de Nitrógeno (NOx), y entre 100 y 200 toneladas de Óxido de Azufre (SOx), haciendo notorio, que la generación de los contaminantes va siendo de un grado de menor, a mayor en medida que se va desplazando de la zona oriente al centro.

Considerando específicamente las instalaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, la Subdirección de inventario de emisiones dependiente de la Dirección General de Prevención de la Contaminación, refiere que en esas instalaciones se realiza anualmente 279,853 operaciones de vuelo, consumiendo 83,159 barriles de gas avión y 5,887,098 barriles de turbosina. Emiten al medio ambiente en ese mismo período de un año 3,919 toneladas de monóxido de carbono, 5,353 toneladas de óxido de nitrógeno y 963 toneladas de hidrocarburos.

5.5 Características de las viviendas en la Delegación Venustiano Carranza

Podemos encontrar varias características en las viviendas de la Delegación Venustiano Carranza, dentro de las cuales pueden destacar las siguientes disponibilidades en cuanto a su servicio público en general.

DISPONIBILIDAD DE DRENAJE	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
No dispone de Drenaje o Desagüe	264
DISPONEN DE DRENAJE O DESAGÜE	
Conectado a la Red pública	112,807
Conectado a Fosa Séptica	85
Con desagüe a barranca o grieta	49
Con desagüe a río, lago o mar	45
No especificado	1,264
TOTAL	114,514

Tabla 17. Disponibilidad de drenaje. Fuente: INEGI, 2005

DISPONIBILIDAD DE AGUA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
No dispone de agua a la Red pública	231
Se abastece de agua de pozo	
Se abastece de agua de río, arroyo, lago u otro	
OTRA FORMA DE ABASTECIMIENTO	
De llave pública o hidrante	194
De otra vivienda	31
De pipa	6
DISPONEN DE AGUA DE LA RED PUBLICA	
Dentro de la vivienda	106,644
Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	6,389
No especificado	1,250
TOTAL	114,976

Tabla 18. Disponibilidad de agua. Fuente: INEGI, 2005

ENERGÍA ELÉCTRICA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
No dispone de energía eléctrica	136
Dispone de energía eléctrica	112,779
No especificado	1,599
TOTAL	114,514

Tabla 19. Disponibilidad de energía. Fuente: INEGI, 2005

DISPONIBILIDAD DE SANITARIO	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
Disponen de servicio sanitario	111,476
No disponen de servicio sanitario	1,802
No especificado	1,236
TOTAL	114,514

Tabla 20. Disponibilidad de sanitario. Fuente: INEGI, 2005

ADMISIÓN DE AGUA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
Sanitario sin admisión de agua	55
Sanitario con admisión de agua	111,327
No especificado, si se le puede echar agua	94
No disponen de servicio sanitario y no especifico, si tienen	3,038
TOTAL	114,514

Tabla 21. Disponibilidad de admisión de agua. Fuente: INEGI, 2005

CONEXIÓN DE AGUA	
DISPONIBILIDAD	PERSONAS
Sanitario con conexión de agua	103,587
Sanitario al que se le echa agua con cubeta	7,740
Sanitario al que no se le puede echar agua	55
No especifico, si se le puede echar agua	94
No disponen de sanitario y no especifico, si tienen	3,038
TOTAL	114,514

Tabla 22. Disponibilidad de conexión de agua. Fuente: INEGI, 2005

5.6 Cálculo del Manejo Integral del Agua

Se hizo una propuesta en la colonia Moctezuma 1ra y 2da sección, para que estas viviendas puedan dotarse de agua mediante el Manejo Integral del Agua. Para el mejor aporte del cálculo se dividieron las colonias en cuadrantes y estas a su vez en manzanas.



Fig. 48. Plano catastral de las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Son cuatro cuadrantes, el cuadrante I es el de color rosa, el cuadrante II es de color rojo, el cuadrante III es de color verde y el cuadrante IV es el de color azul.

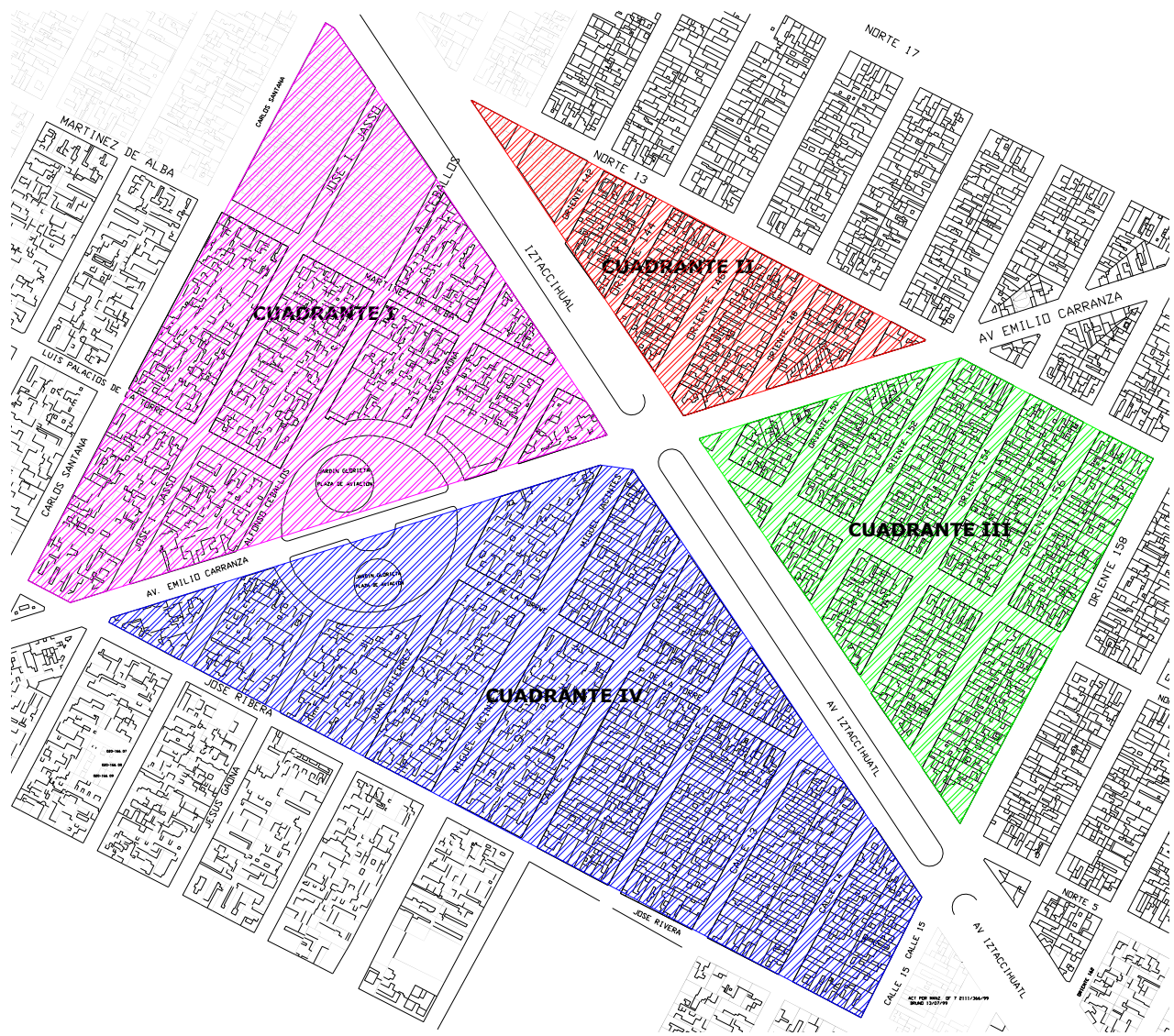


Fig. 49. Plano zonificación en cuadrantes de las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.
© Sandra Pliego Hernández.

El total de habitantes en esta zona es de 12, 285 habitantes en un área de 178, 209 metros cuadrados.

CUADRANTE I

El cuadrante I tiene 9 manzanas las cuales fueron nombradas por letras, (A-I). Este cuadrante cuenta con 2, 850 habitantes en un área de 48, 673 m2.

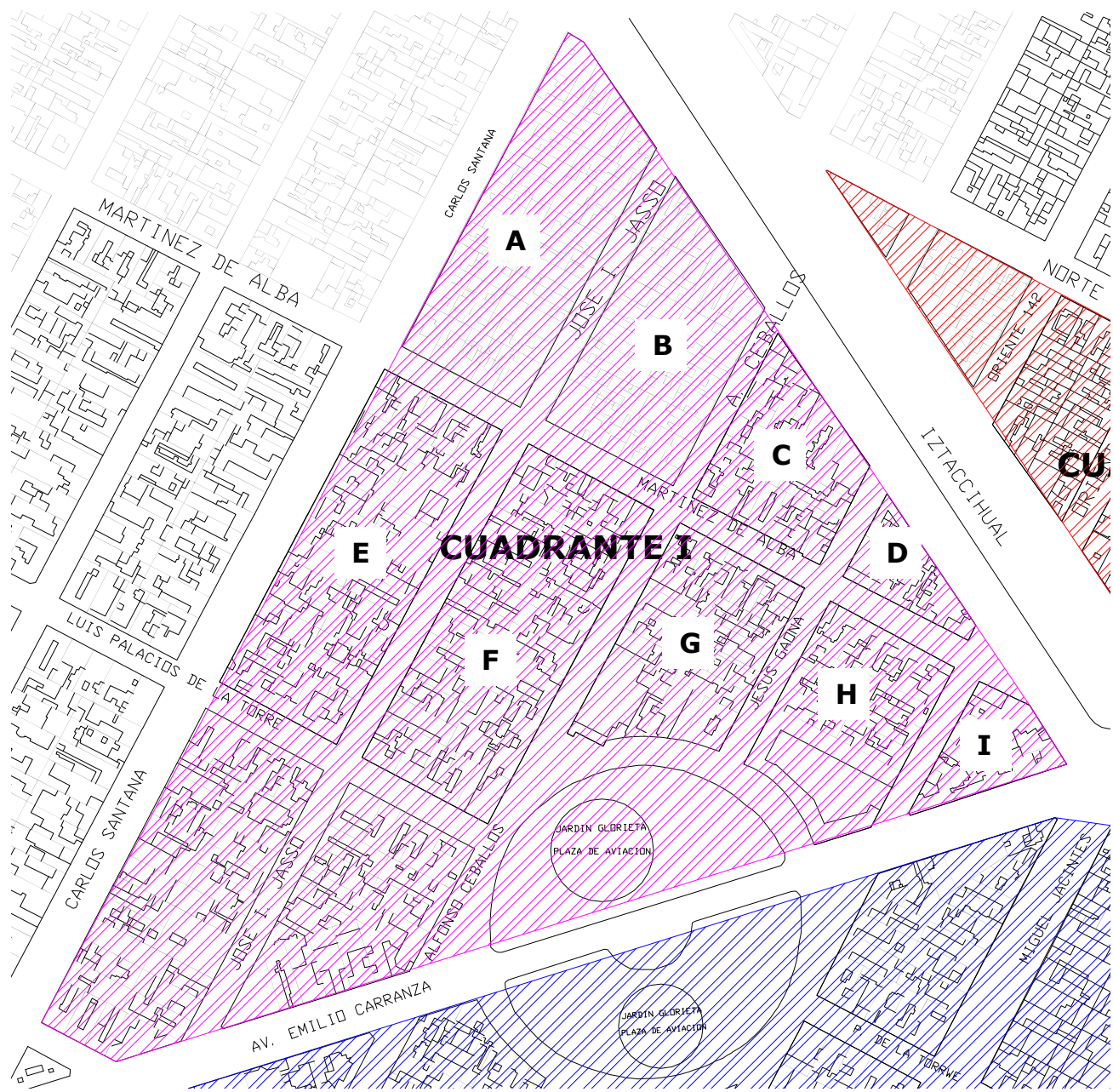


Fig. 50. Plano zonificación Cuadrante I de la colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.
© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 27' 792,489.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 141' 185,844.10 pesos al año.

CUADRANTE I - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
7750	0.714	5533.5

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5533.5	10234.5

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10234.5	365	28.03972603	2803.973

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2703.972603	4934750

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2703.972603	25068530

Tabla 23. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana A en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA B

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
21	15	315

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	dias	TOTAL m3 /mz /año
0.15	315	0.6	365	10347.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6035	0.714	4308.99

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
10347.75	4308.99	6038.76

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
6038.76	365	16.54454795	1654.455

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1554.454795	2836880

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1554.454795	14411350.4

Tabla 24. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana B en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
20	15	300

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	300	0.6	365	9855

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3779	0.714	2698.206

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9855	2698.206	7156.794

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7156.794	365	19.60765479	1960.765

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1860.765479	3395897

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1860.765479	17251156.76

Tabla 25. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana C en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA D

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
9	15	135

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	135	0.6	365	4434.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1386	0.714	989.604

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
4434.75	989.604	3445.146

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
3445.146	365	9.438756164	943.8756

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	843.8756164	1540073

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	843.8756164	7823570.84

Tabla 26. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana D en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA E

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8401	0.714	5998.314

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5998.314	9769.686

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9769.686	365	26.76626301	2676.626

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2576.626301	4702343

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2576.626301	23887902.44

Tabla 27. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana E en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA F

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
9010	0.714	6433.14

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	6433.14	9334.86

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9334.86	365	25.5749589	2557.496

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2457.49589	4484930

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2457.49589	22783444.4

Tabla 28. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana F en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
20	15	300

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	300	0.6	365	9855

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5408	0.714	3861.312

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9855	3861.312	5993.688

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
5993.688	365	16.42106301	1642.106

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1542.106301	2814344

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1542.106301	14296867.52

Tabla 29. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana G en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA H**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
16	15	240

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	240	0.6	365	7884

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5130	0.714	3662.82

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
7884	3662.82	4221.18

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
4221.18	365	11.56487671	1156.488

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1056.487671	1928090

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1056.487671	9794697.2

Tabla 30. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana H en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE I - MANZANA I

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
8	15	120

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	120	0.6	365	3942

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1774	0.714	1266.636

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
3942	1266.636	2675.364

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
2675.364	365	7.329764384	732.9764

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	632.9764384	1155182

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	632.9764384	5868324.56

Tabla 31. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante I, Manzana I en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II

El cuadrante II cuenta con 7 manzanas, (nombradas de la A-G), con 1, 665 habitantes en un área de 19, 105 metros cuadrados.

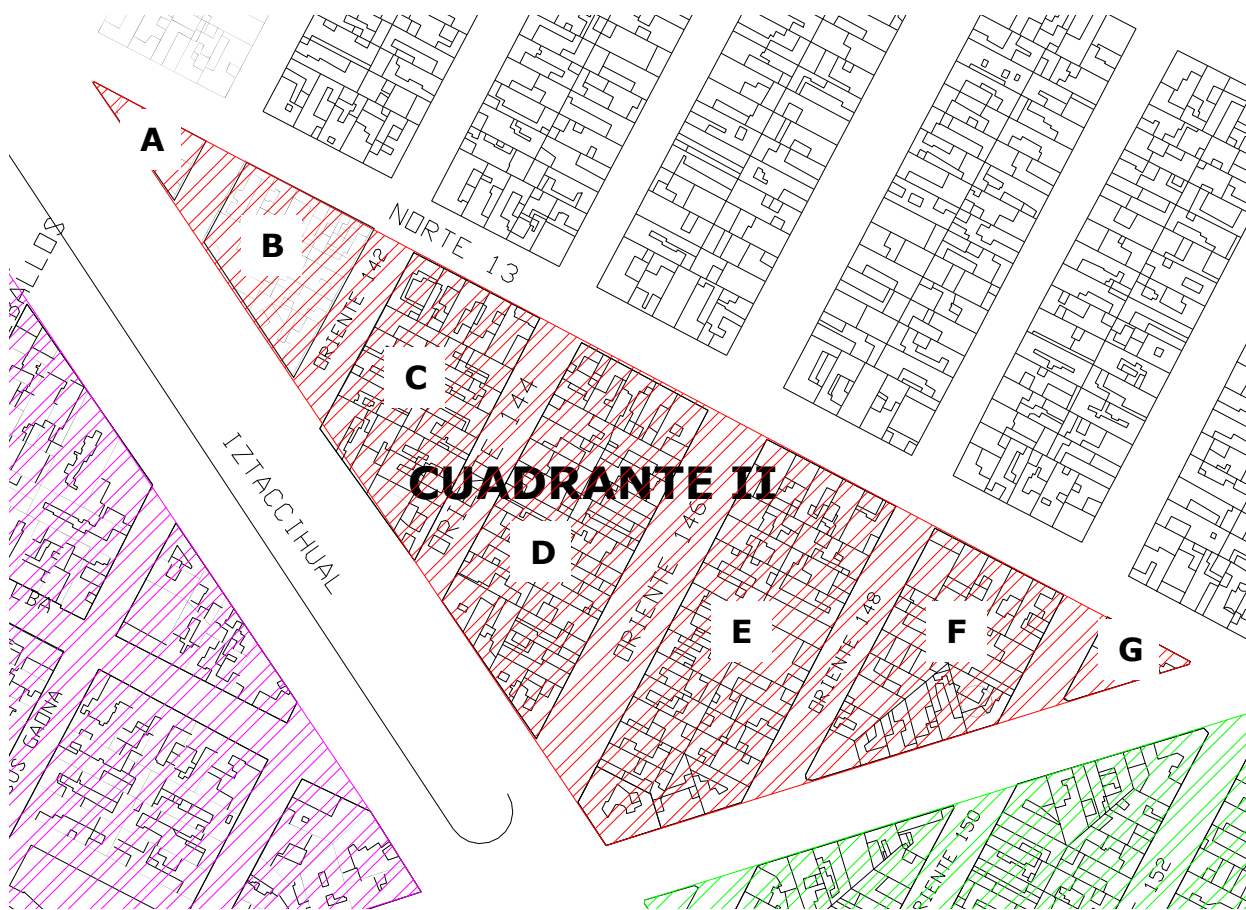


Fig. 50. Plano zonificación Cuadrante II de la colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 19'249, 640.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 97' 788,171.20 pesos al año.

CUADRANTE II - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
3	15	45

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	45	0.6	365	1478.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
416	0.714	297.024

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
1478.25	297.024	1181.226

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
1181.226	365	3.236235616	323.6236

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	223.6235616	408113

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	223.6235616	2073214.04

Tabla 32. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana A en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA B**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
12	15	180

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	180	0.6	365	5913

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1790	0.714	1278.06

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
5913	1278.06	4634.94

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
4634.94	365	12.69846575	1269.847

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1169.846575	2134970

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1169.846575	10845647.6

Tabla 33. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana B en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
19	15	285

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	285	0.6	365	9362.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3255	0.714	2324.07

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9362.25	2324.07	7038.18

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7038.18	365	19.28268493	1928.268

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1828.268493	3336590

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1828.268493	16949877.2

Tabla 34. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana C en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA D

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
26	15	390

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	390	0.6	365	12811.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4644	0.714	3315.816

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
12811.5	3315.816	9495.684

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9495.684	365	26.0155726	2601.557

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2501.55726	4565342

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2501.55726	23191937.36

Tabla 35. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana D en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA E

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
29	15	435

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	435	0.6	365	14289.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5513	0.714	3936.282

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
14289.75	3936.282	10353.468

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10353.468	365	28.36566575	2836.567

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2736.566575	4994234

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2736.566575	25370708.72

Tabla 36. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana E en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA F**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
19	15	285

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	285	0.6	365	9362.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3029	0.714	2162.706

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9362.25	2162.706	7199.544

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7199.544	365	19.72477808	1972.478

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1872.477808	3417272

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1872.477808	17359741.76

Tabla 37. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana F en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE II - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
3	15	45

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	45	0.6	365	1478.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
458	0.714	327.012

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
1478.25	327.012	1151.238

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
1151.238	365	3.154076712	315.4077

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	215.4076712	393119

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	215.4076712	1997044.52

Tabla 38. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante II, Manzana G en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III

El cuadrante III cuenta con 11 manzanas, (nombradas de la A-K); con 3, 900 habitantes en un área de 43, 530 metros cuadrados.

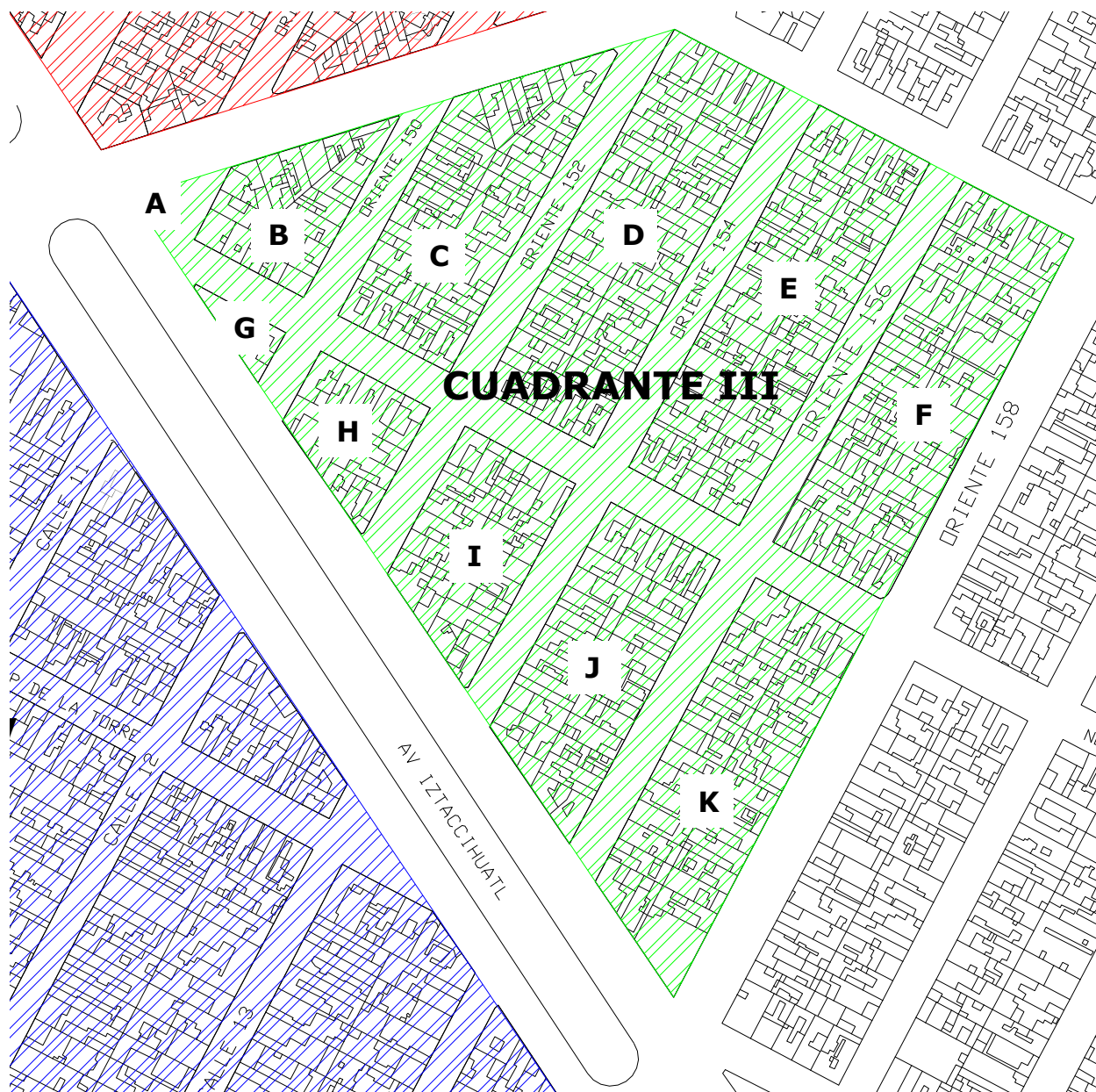


Fig. 51. Plano zonificación Cuadrante III de la colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 46' 509,790.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 236' 269,733.20 pesos al año.

CUADRANTE III - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
1	15	15

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	dias	TOTAL m3 /mz /año
0.15	15	0.6	365	492.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
0	0.714	0

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
492.75	0	492.75

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
492.75	365	1.35	135

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	35	63875

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	35	324485

Tabla 39. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana A en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III- MANZANA B

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
28	15	420

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	420	0.6	365	13797

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
2342	0.714	1672.188

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
13797	1672.188	12124.812

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
12124.812	365	33.21866301	3321.866

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3221.866301	5879906

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3221.866301	29869922.48

Tabla 40. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana B en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
28	15	420

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	420	0.6	365	13797

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5008	0.714	3575.712

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
13797	3575.712	10221.288

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10221.288	365	28.00352877	2800.353

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2700.352877	4928144

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2700.352877	25034971.52

Tabla 41. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana C en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA D

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
37	15	555

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	555	0.6	365	18231.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6614	0.714	4722.396

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
18231.75	4722.396	13509.354

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
13509.354	365	37.01192877	3701.193

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3601.192877	6572177

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3601.192877	33386659.16

Tabla 42. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana D en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA E

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
38	15	570

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	570	0.6	365	18724.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6681	0.714	4770.234

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
18724.5	4770.234	13954.266

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
13954.266	365	38.23086575	3823.087

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3723.086575	6794633

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3723.086575	34516735.64

Tabla 43. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana E en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA F**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
36	15	540

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	540	0.6	365	17739

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6681	0.714	4770.234

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
17739	4770.234	12968.766

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
12968.766	365	35.53086575	3553.087

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	3453.086575	6301883

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	3453.086575	32013565.64

Tabla 44. Cálculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana F en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
3	15	45

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	45	0.6	365	1478.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
408	0.714	291.312

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
1478.25	291.312	1186.938

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
1186.938	365	3.251884932	325.1885

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	225.1884932	410969

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	225.1884932	2087722.52

Tabla 45. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana G en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA H

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
11	15	165

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	165	0.6	365	5420.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1815	0.714	1295.91

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
5420.25	1295.91	4124.34

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
4124.34	365	11.29956164	1129.956

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1029.956164	1879670

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1029.956164	9548723.6

Tabla 46. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana H en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA I

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
19	15	285

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	285	0.6	365	9362.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
3258	0.714	2326.212

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9362.25	2326.212	7036.038

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7036.038	365	19.27681644	1927.682

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1827.681644	3335519

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1827.681644	16944436.52

Tabla 47. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana I en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA J

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
28	15	420

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	420	0.6	365	13797

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4681	0.714	3342.234

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
13797	3342.234	10454.766

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10454.766	365	28.64319452	2864.319

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2764.319452	5044883

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2764.319452	25628005.64

Tabla 48. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana J en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE III - MANZANA K

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
31	15	465

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	465	0.6	365	15275.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6042	0.714	4313.988

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15275.25	4313.988	10961.262

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10961.262	365	30.03085479	3003.085

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2903.085479	5298131

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2903.085479	26914505.48

Tabla 49. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante III, Manzana K en la Colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV

El cuadrante IV cuenta con 10 manzanas, (nombradas de la A-J); con 3, 870 habitantes en un área de 66, 901 metros cuadrados.

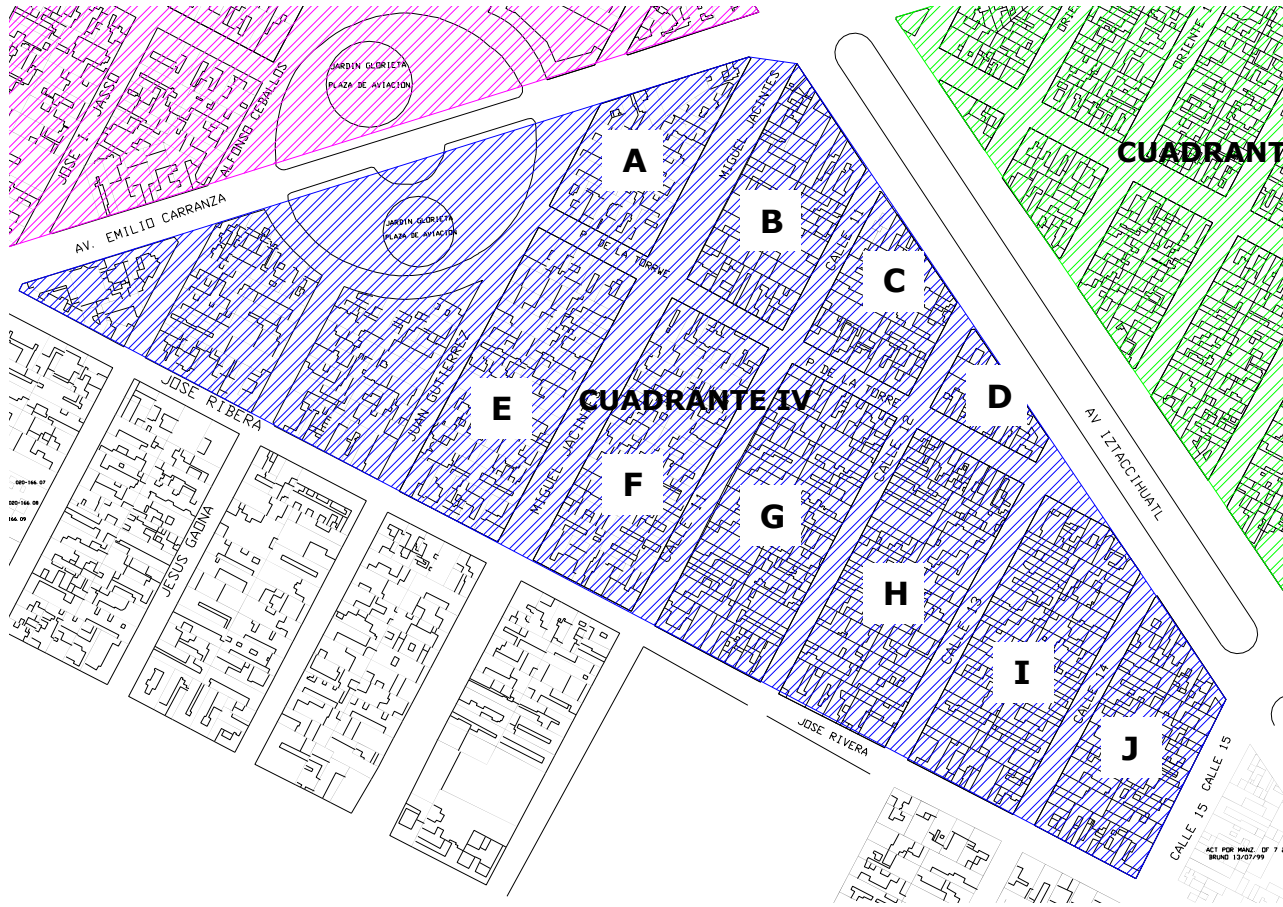


Fig. 52. Plano zonificación Cuadrante IV de la colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

Teniendo un total de ahorro por usuario de \$ 37' 856,093.00 pesos al año y para el Estado significa un ahorro de \$ 192' 308,952.40 pesos al año.

CUADRANTE IV - MANZANA A

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
20	15	300

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	300	0.6	365	9855

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4850	0.714	3462.9

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
9855	3462.9	6392.1

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
6392.1	365	17.51260274	1751.26

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1651.260274	3013550

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1651.260274	15308834

Tabla 50. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana A en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV- MANZANA B

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
23	15	345

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	345	0.6	365	11333.25

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
5874	0.714	4194.036

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
11333.25	4194.036	7139.214

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
7139.214	365	19.55949041	1955.949

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1855.949041	3387107

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1855.949041	17206503.56

Tabla 51. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana B en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA C

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
17	15	255

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	255	0.6	365	8376.75

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
4124	0.714	2944.536

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
8376.75	2944.536	5432.214

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
5432.214	365	14.88277808	1488.278

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	1388.277808	2533607

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	1388.277808	12870723.56

Tabla 52. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana C en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA D**RELACIÓN HAB / MZ**

mz	hab	TOTAL hab / mz
10	15	150

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	150	0.6	365	4927.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
1800	0.714	1285.2

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
4927.5	1285.2	3642.3

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
3642.3	365	9.97890411	997.8904

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	897.890411	1638650

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	897.890411	8324342

Tabla 53. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana D en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA E

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8384	0.714	5986.176

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5986.176	9781.824

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9781.824	365	26.79951781	2679.952

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2579.951781	4708412

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2579.951781	23918732.96

Tabla 54. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana E en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA F

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8296	0.714	5923.344

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	5923.344	9844.656

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9844.656	365	26.97166027	2697.166

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2597.166027	4739828

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2597.166027	24078326.24

Tabla 55. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana F en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA G

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
34	15	510

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	510	0.6	365	16753.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8967	0.714	6402.438

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
16753.5	6402.438	10351.062

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
10351.062	365	28.35907397	2835.907

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2735.907397	4993031

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2735.907397	25364597.48

Tabla 56. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana G en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA H

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
9100	0.714	6497.4

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	6497.4	9270.6

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9270.6	365	25.39890411	2539.89

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2439.890411	4452800

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2439.890411	22620224

Tabla 57. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana H en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA I

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
32	15	480

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	480	0.6	365	15768

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
8923	0.714	6371.022

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
15768	6371.022	9396.978

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
9396.978	365	25.74514521	2574.515

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2474.514521	4515989

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2474.514521	22941224.12

Tabla 58. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana I en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: © Sandra Pliego Hernández

CUADRANTE IV - MANZANA J

RELACIÓN HAB / MZ

mz	hab	TOTAL hab / mz
26	15	390

PATRON DE CONSUMO SIASA-0

m3 / hab / día	hab / mz	factor de ahorro	días	TOTAL m3 /mz /año
0.15	390	0.6	365	12811.5

PRECIPITACIÓN ANUAL QUE ESCURRE EN EL TECHO DE LA VIVIENDA

m3 de techo / mz	m3 / m2 año	TOTAL m3 / año
6583	0.714	4700.262

CONSUMO ANUAL PROMEDIO APLICANDO SIASA-0

m3 / año	m3 / año	TOTAL m3 / año
12811.5	4700.262	8111.238

REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO TRADICIONAL EN PORCENTAJE

m3 / año	m3 / año	%	TOTAL %
8111.238	365	22.22256986	2222.257

AHORRO PARA EL USUARIO POR MANZANA

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
1825	2122.256986	3873119

AHORRO PARA EL ESTADO

\$ / año	%	TOTAL \$ / año
9271	2122.256986	19675444.52

Tabla 59. Calculo para el Manejo Integral del Agua en el Cuadrante IV, Manzana J en la Colonia Moctezuma 1era sección, Delegación Venustiano Carranza.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

Se pretende en cada una de las manzanas se tenga conexiones de agua que sean externas, es decir sin la necesidad de tenerlas subterráneas, esto se lograra a través de hacer un pequeño zoclo en todas

las fachadas de las casas, toda esta franja rodeara la manzana completamente, así se tendrá un ahorro en cuanto a la aplicación de la instalación y se protegerá por medio de este zoclo.



Fig. 54. Plano de localización manzana "E" en el cuadrante II de las colonia Moctezuma 2da sección, Delegación Venustiano Carranza.

Fuente: Plano catastral Delegación Venustiano Carranza, GDF. 2007.

© Sandra Pliego Hernández.

En la Fig.55 se observa cómo está compuesto el camellón Iztaccihuatl vemos el alzado que las alturas no exceden de 3 niveles en general, teniendo un promedio de 10 metros como máximo de altura. En detalle en la Fig.56 vemos el entorno de las fachadas de cada una de las viviendas con

la preparación de las dos tuberías que abastecerían de agua. De esta manera no habría que romper suelo y por lo tanto su costo se abatiría, puesto que desde su instalación sería factible y de igual modo su mantenimiento, como es el caso dentro de las reparaciones que se le tenga que hacer.

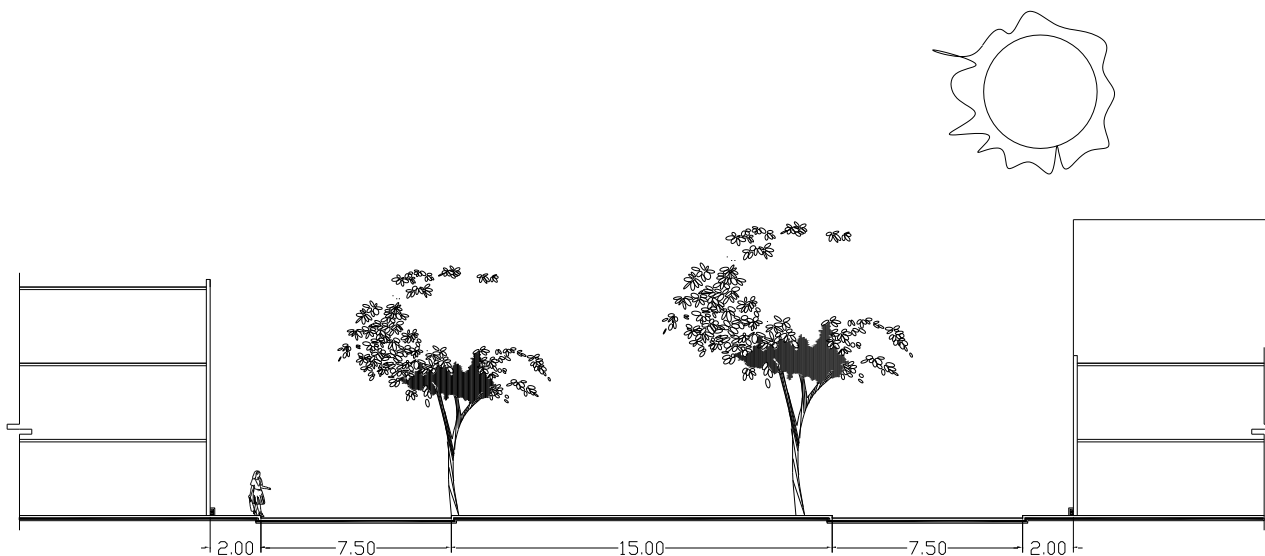


Fig. 55. Alzado del camellón Iztaccihuatl en las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza. Fuente: © Sandra Pliego Hernández

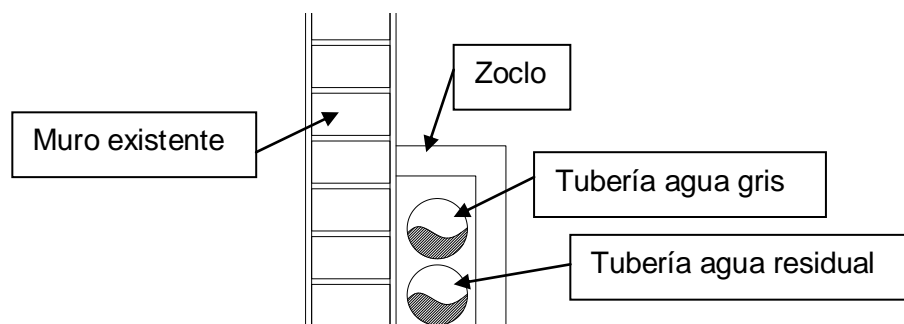


Fig. 56. Detalle de suministro del Manejo Integral del Agua en las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, Delegación Venustiano Carranza. Fuente: © Sandra Pliego Hernández.

Las tres divisiones que se harán son del agua pluvial, del agua gris y agua residual; primero se explicará el primer esquema que es el del agua pluvial, habiendo hecho el cálculo para el sistema de Manejo Integral del Agua, sabemos cada cuadrante nos proporciona en su capacidad de agua pluvial, se recolecta y de este pasa a un desnatador sedimentador reforzado, al cual

tendrá un proceso venturi inyector de ozono, para purificar el agua, continuamente habrá una bomba que pasa a la cisterna para su almacenamiento y de ahí conectado a la bomba pasa al tinaco de servicio que distribuirá agua en los inmuebles sanitarios del lavabo y la regadera (Ver Fig.57).

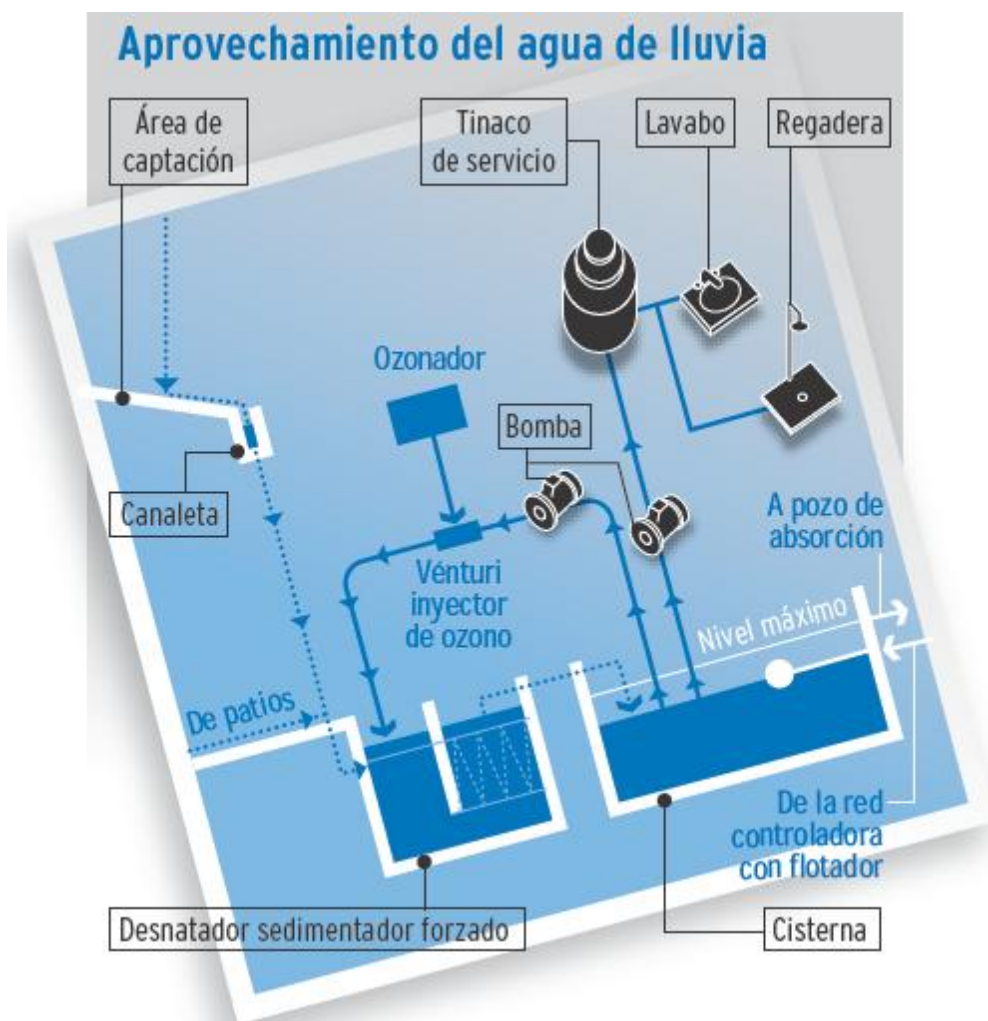


Fig. 57. Esquema de aprovechamiento del Agua Pluvial para el Manejo Integral del Agua.
Fuente: Diplomado "Manejo Sostenible e Integral del Agua", FI, UNAM.

Para la reutilización del agua gris o jabonosa, del agua que sale de nuestros inmuebles del lavabo y la regadera pasa a la descarga de aguas jabonosas posteriormente al desnatador sedimentador reforzado que tiene el mismo mecanismo de

venturi inyector de ozono para purificar, continuamente va a la cisterna de agua de jabón tratada y este tiene un hidroneumático que lo lleva al servicio de limpieza del wc (Ver Fig.58).

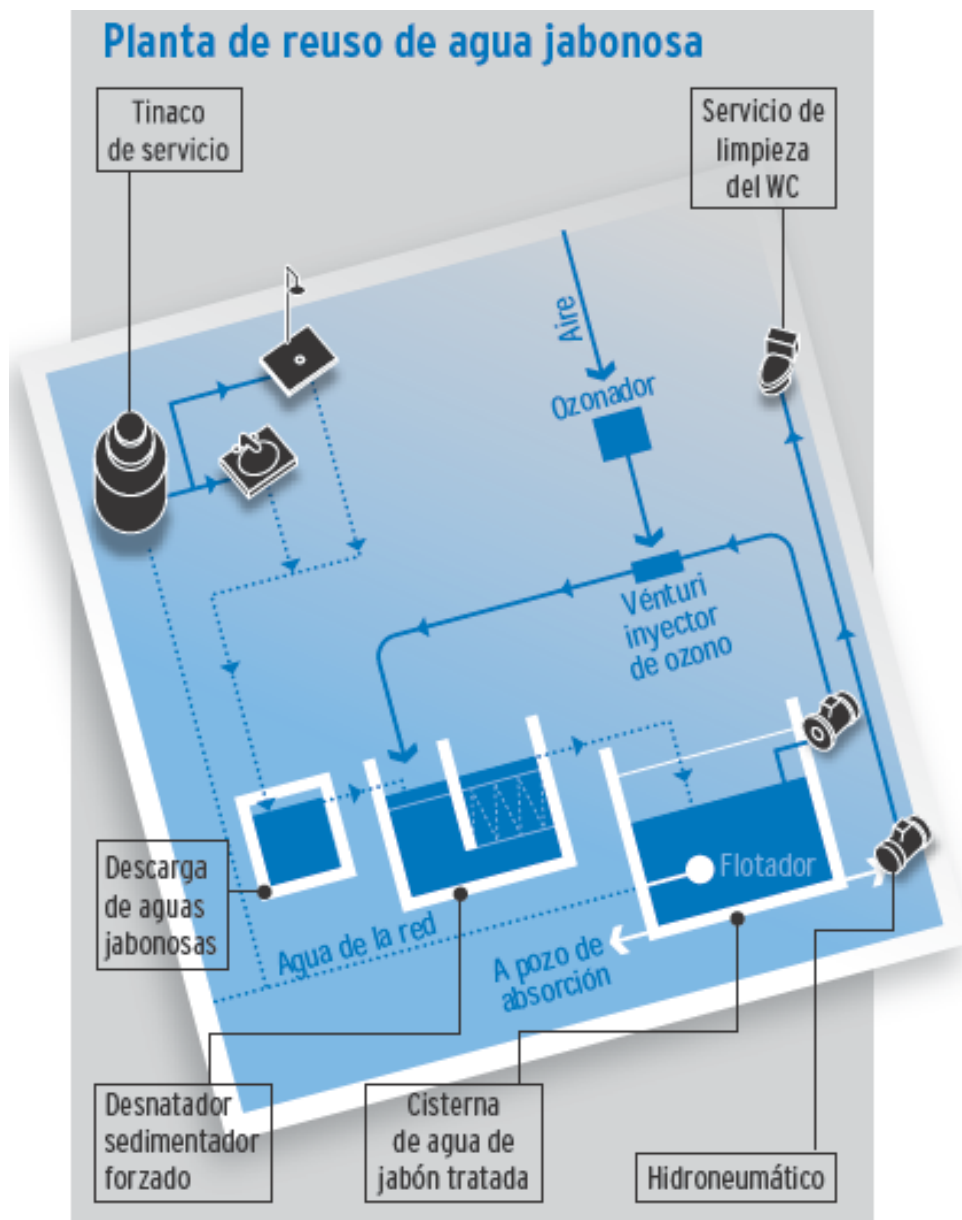


Fig. 58. Esquema reutilización de agua gris del Agua Pluvial para el Manejo Integral del Agua.
Fuente: Diplomado "Manejo Sostenible e Integral del Agua", FI, UNAM.

El reciclaje de agua residual consiste en la siguiente manera, tenemos el servicio del inodoro de aquí pasa a una rejilla separadora de papel para pasar a la fosa séptica que va a un filtro de gravas y de ahí pasa al desnatador sedimentador forzado que vuelve a ocupar el mismo mecanismo de purificación que es venturi inyector de

ozono, de ahí pasa a la cisterna de agua residual tratada para su uso de riego de la zona, además cuando allá excedentes esta agua pasa a un pozo de absorción que va directo a los mantos freáticos, de esta manera se contribuye a mantener el nivel del manto (Ver Fig.59).

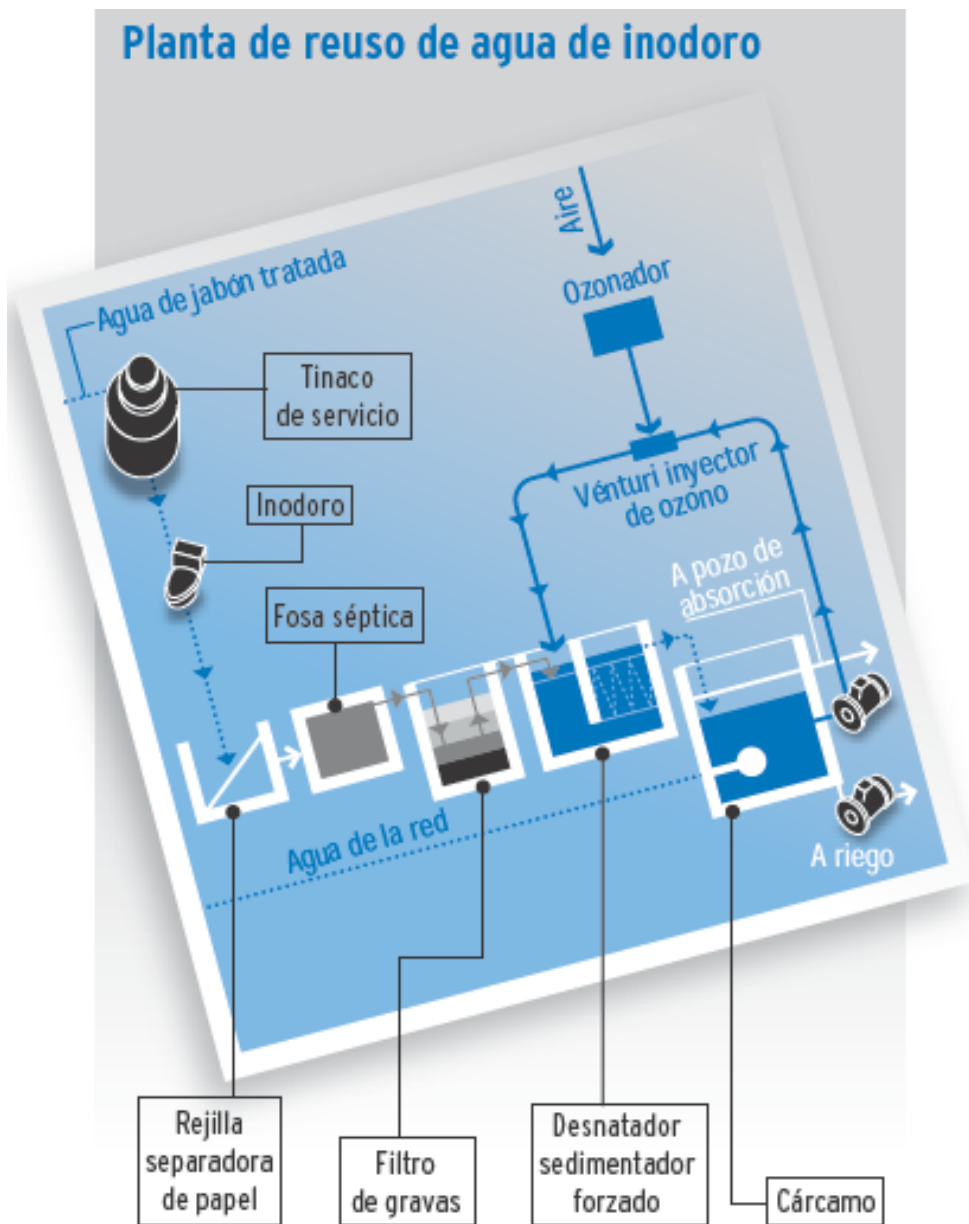


Fig. 59. Esquema tratamiento de agua residual del Agua Pluvial para el Manejo Integral del Agua.
Fuente: Diplomado "Manejo Sostenible e Integral del Agua", FI, UNAM.

Es importante señalar que todo el Manejo Integral del Agua será urbanamente y además al hacer el análisis de la manzana "E" cuadrante II de la colonia Moctezuma 2da sección se obtuvo que de los desechos que salgan de las tuberías se hará una clasificación en un lote baldío que lo expropiara el Gobierno para fines Delegacionales en cuanto a Servicio Público de Salubridad e Higiene.

Esto con la intención primeramente de que a nivel ciudad ya no se tenga la necesidad de tener rellenos sanitarios que hoy en día son un grave problema para la humanidad en general, no solo por salubridad sino de igual manera por disposición de espacio. Por ello se tiene como propuesta hacer pequeños depósitos de desechos orgánicos e inorgánicos, que tengan contenedores para su debido uso.

Como antecedente a este hecho tenemos en la Ciudad de Aspen, Colorado en Estados Unidos de América, en esta ciudad de 5, 914 habitantes tienen confines donde depositan los residuos sólidos que se generan en la casa, estos depósitos son contenedores que están clasificados en desechos de orgánico e inorgánico que son:

vidrio, plástico, cartón, papel y así ellos los depositan en cada uno de los contenedores, estos cuando están llenos llegan las empresas que tienen asociación para el reciclaje de sus productos, y dejan contenedores vacíos para que se vuelvan a llenar, y así se tiene un ciclo en este servicio.



Fig. 60. Contenedores en Aspen para confinamiento de depósitos de residuos.
Fuente: © Dr. Álvaro Sánchez González



Fig. 61. Contenedores en Aspen para confinamiento de depósitos de residuos.
Fuente: © Dr. Álvaro Sánchez González.

En la Fig. 62 vemos la manzana "E" de dicho cuadrante antes mencionado, aquí se localizará en un área verde el confinamiento de los desechos, quienes los propios usuarios podrán ir a ser sus depósitos y

cuando estos contenedores estén llenos el GDF tendrá una asociación con las empresas que les interese el reciclamiento de sus productos.

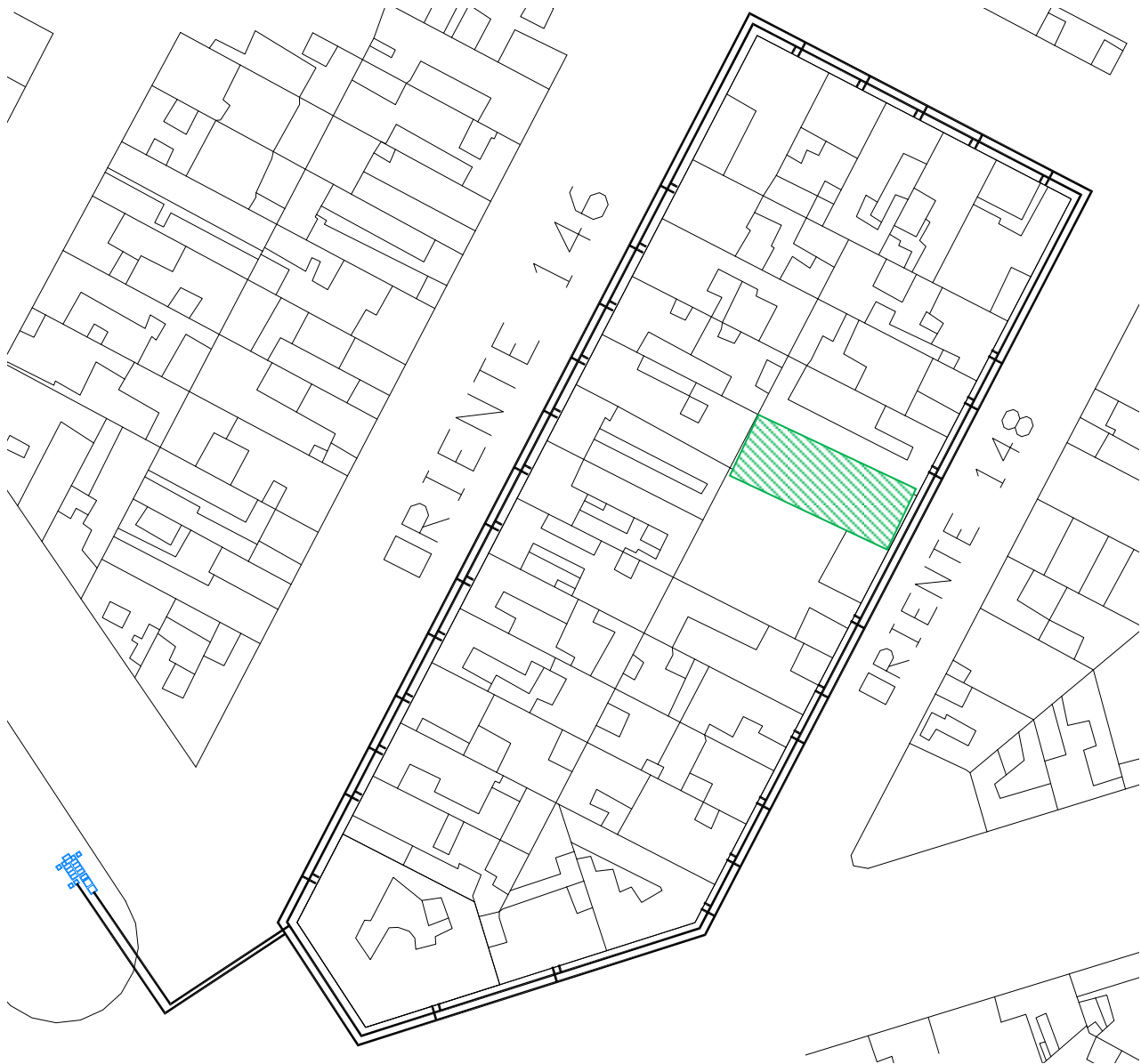


Fig. 62. Plano localización del lote para confinamiento de depósitos de residuos.
Fuente: © Sandra Pliego Hernández

Así cada cuadrante tendrá su depósito dependiendo de las necesidades de cada uno y del espacio disponible de cada uno de ellos, para de esta manera aprovechar los residuos que se generan y abatir un problema ambiental.

CONCLUSIONES

Una vez hecho el análisis de las tecnologías se demuestra que la tecnología más aplicable es la del Manejo Integral del Agua, consistiendo en que se deben manejar los tres tipos de agua, la pluvial, la gris y la residual, pero como sabemos dentro de las viviendas de la Ciudad de México no se cuenta con el espacio suficiente para tener una planta de tratamiento, por cada vivienda, por ello la propuesta consistió en lo urbano, donde en las áreas verdes sirvieran de espacio para disponer las plantas y así almacenar el agua y a su vez dotar a la colonia de agua.

La propuesta demostró que se puede dotar a determinada colonia de agua a través del Manejo Integral del Agua obteniendo como beneficios lo siguiente:

- ◆ Se reduce el ingreso económico tanto para el usuario como para el Estado
- ◆ Las viviendas se independizarán del suministro de agua potable por la cometida

- ◆ El Estado bajara sus ingresos puesto que el usuario ya no dependerá al 100% de su suministro
- ◆ Se hará poco a poco obligatorio la aplicación de dicho sistema en las colonias
- ◆ Una cultura del agua apropiada
- ◆ Habrá una modificación urbana para el depósito de sólidos puesto que se contará con espacios destinados para ello
- ◆ Los rellenos sanitarios irán desapareciendo con forme se vaya aplicando

Primero que nada, el principio fundamental es el Desarrollo Sustentable dentro del campo arquitectónico y en específico en lo tecnológico. Tomando la relación de que para lograrlo debemos tener en cuenta la integración de tres conceptos fundamentales que son lo Económico, Ambiental y Social, con la suma de estos tres tenemos como resultado el Desarrollo Sustentable.

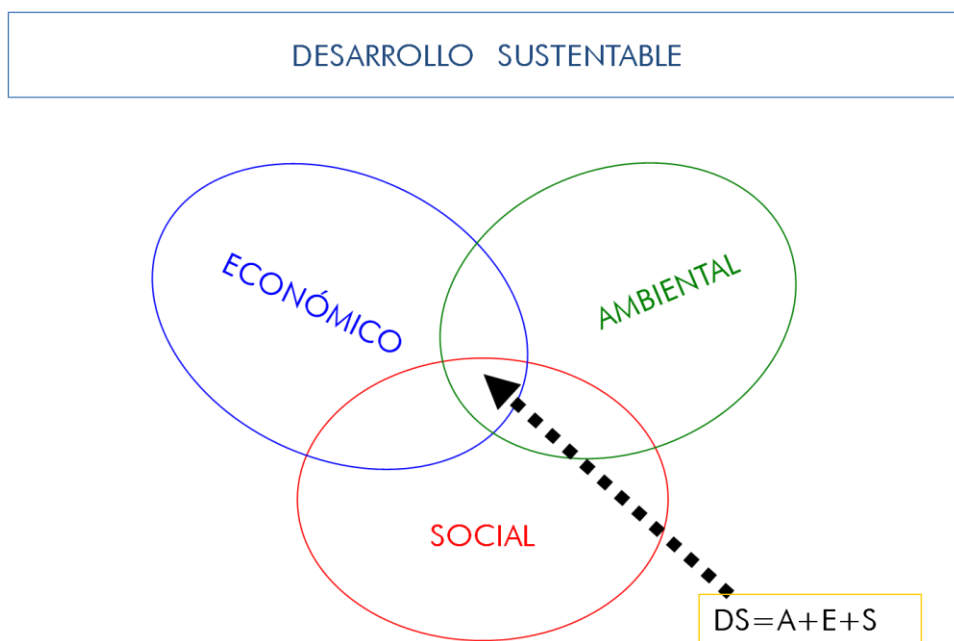


Diagrama 5. Desarrollo Sustentable
Fuente. © Sandra Pliego Hernández

Al aplicar el Manejo Integral del Agua, tiene este principio puesto que pudimos comprobar que mediante el cálculo, se abate en lo **económico**, se hace una integración beneficiosa en lo **social** y por ultimo al tener un aporte integrado en el agua para las necesidades humanas teniendo una tecnología que no daña al **ambiente** y por tanto ayuda a que se mantenga su ciclo natural.

Se hizo una gestión, comprobado con el proceso de administración (con el círculo "virtuoso" de Deming), en donde haciendo la actividad de proceso, que es el Manejo Integral del Agua, se planea en las colonias Moctezuma 1era y 2da sección, actuamos haciendo el planteamiento en lo urbano para la ubicación de las plantas y después hacemos el cálculo con lo cual verificamos que en verdad sea viable para después de ello hacer la **Gestión**.

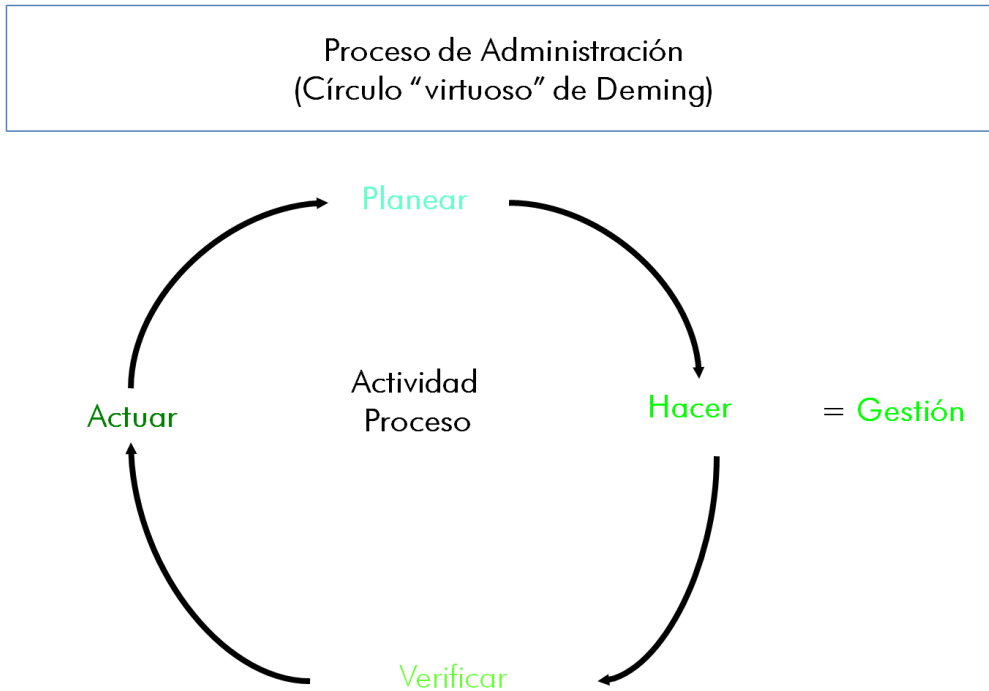


Diagrama 6. Proceso de administración
Fuente. © Sandra Pliego Hernández

También se dedujo que dentro del desarrollo sustentable se tiene una relación hombre ambiente; a partir de subsistemas dentro del humano existen subsistemas económico y poblacional, que estos a su vez consumen recursos naturales los cuales los contaminan; por otro lado en lo ambiental hay componentes ambientales y ecosistemas que sufren de impactos entonces como respuesta se tiene una retroalimentación natural y una por parte de la sociedad como sistema humano, es

decir que a partir del Manejo Integral del Agua nos solo se logra un beneficio Económico, Social y Ambiental, sino que también se integro mas componentes como es el caso de los residuos que van muy ligados con lo ambiental, puesto que se abatirá los rellanos sanitarios para con ello poco a poco vayan desapareciendo y de esta manera se cree la cultura de que la basura no debería de existir en cualquier lugar.

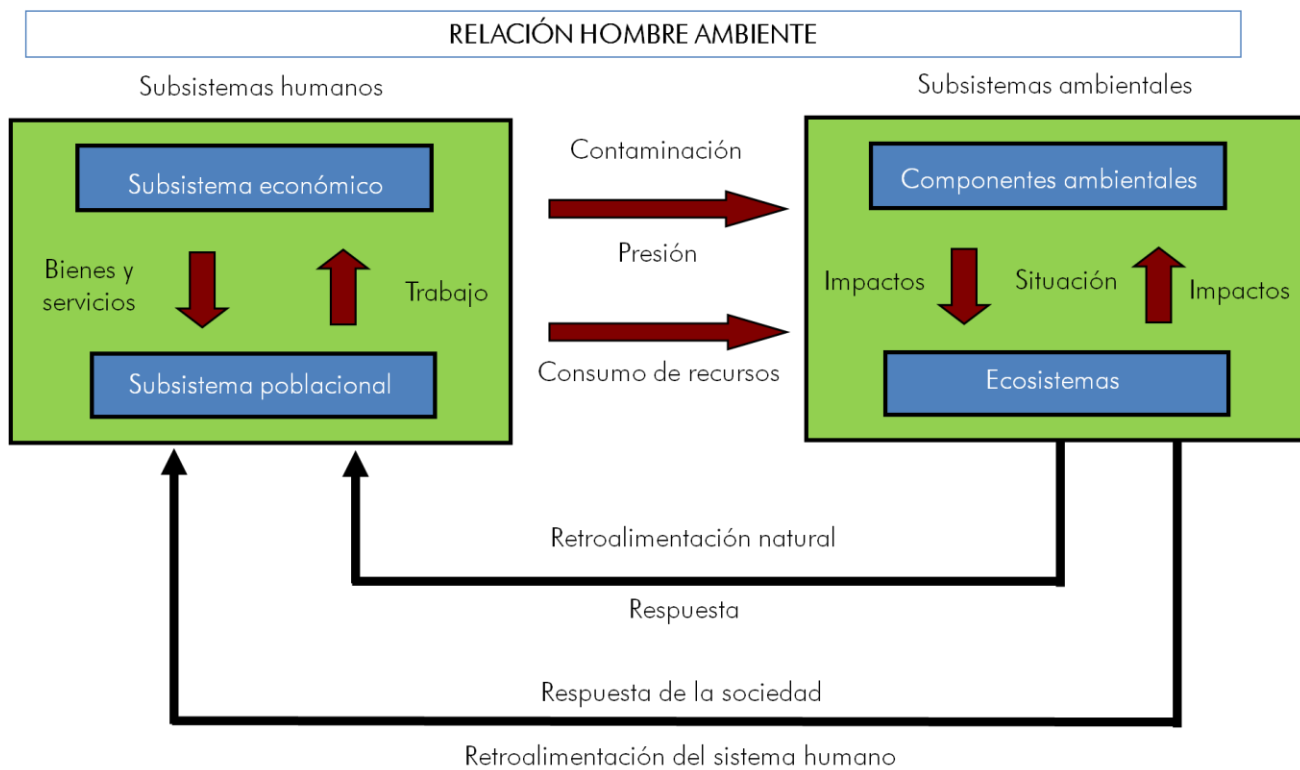


Diagrama 7. Relación hombre ambiente
Fuente. © Sandra Pliego Hernández

FUENTES DE CONSULTA:**BIBLIOGRAFÍA.**

1. BUCH, Tomas, ***El Tecnoscopio***.
2. CAMDESSUS Michel, ***Agua para todos***; traducción de Leticia Hulsz Picone. México: Fondo de Cultura Económica, 2006.
3. CARABIAS Julia, LANDA Rosalía, ***Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México***; con la colaboración de Jaime Collado, Polioptro Martínez; presentación de Fernando Tudela. México: UNAM, 2005.
4. CERVER, Asencio, ***Ecological architecture, tendencia bio-climática***.
5. JACOBO VILLA, Marco Antonio, SABORIO FERNÁNDEZ Elsa, coordinadores, ***La Gestión del agua en México: los retos para el desarrollo sustentable***. México: UAM, Unidad Iztapala: M. A. Porrúa, 2004.
6. LLOYD JONES, David, ***Arquitectura y entorno: diseño de la construcción bioclimática***, Barcelona Art Blume, España, 2002.
7. MILIÁN ÁVILA, Guadalupe. ***La Sustentabilidad y las Ciudades hacia el siglo XXI***, Primera ed. México, Ed. Dirección General de Fomento Editorial, 1999, 154 pgs.
8. OLGAY, Victor, ***Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas***, México, Ed. Gustavo Gili, S.A., 1998, 197 pgs.
9. PERLÓ COHEN Manuel, GONZÁLEZ REYNOSO Arsenio Ernesto, ***¿Guerra por el agua en el Valle de México? : estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México***. México: UNAM, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad: Fundación Friedrich Ebert 2005.
10. RODRÍGUEZ VIQUEIRA, Manuel, ***Introducción a la arquitectura bioclimática***, Universidad Autónoma Metropolitana, México, Limusa, 2001.
11. SALAS ESPÍNDOLA, Hermilo, ***Impacto del ser humano en el planeta***, México, ed. Libro Edamex, Ed. Libros para todos, S.A. de C.V., 2006, 254 pgs.
12. SENOSIAIN, Javier, ***Bio Arquitectura, en busca de un espacio***, Primera ed. México, Ed. Limusa S.A. de C.V., 1996, 191 pgs.
13. ***Síntesis del IV Foro Mundial del Agua*** / coordinadores, César Herrera Toledo y Daniel Zimmer; editores, Polioptro Martínez Austria y Paul van Hofwegen. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua, 2006.
14. SLESSOR, Catherine, ***Eco-Tech. Sustanble architecture and High Tecnology***.
15. STEIN, Benjamin, ***Mechanical and electrical equipment for buildings***, Estados Unidos, 2000

16. Varios autores, **Confort y eficiencia energética en la Arquitectura**, Universidad Autónoma Metropolitana, UAM. 368 pgs.
17. Varios autores, **Gestión del agua en el Distrito Federal : retos y propuestas** / María Concepción Martínez Omaña ... [et al.]. México : UNAM, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, 2004
18. Varios autores, **Manual de arquitectura solar**, Primera ed. México, Ed. Trillas S.A. de C.V., 1991, 292 pgs.
19. Varios autores, **Gran Diccionario Enciclopédico**, Ed. Selecciones

ARTÍCULOS.

20. HUITRÓN RIQUELME, Raúl. **La casa bio-climática Águilas**.
21. MCGOWAN, Amy. **Let's do it**. Revista Riba Journal, 113/8, Agosto 2006.

INSTITUCIONES Y/O LEYES - REGLAMENTOS

- Comisión Nacional del Agua
- Gobierno del Distrito Federal
- Instituto Nacional de Ecología
- Ley de aguas del Distrito Federal
- Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal
- Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal

PAGINAS WEB.

- www.eeea.eu.int
- www.brocku.ca
- www.monografias.com
- www.enviropro.com.mx
- www.iisd.org
- www.modulosolar.com

CURSOS Y/O CONFERENCIAS.

- Cuarta arquería del libro: **La Sustentabilidad en el diseño**. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, 2006.
- **Técnicas, talleres y propuestas prácticas para la sostenibilidad en la construcción y habitación**. Fundación El Manantial IAP con apoyo de la División de Educación Continua de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, 2006.

- **2do Congreso Internacional de Arquitectura con Alta Tecnología Bioclimática y Diseño Sustentable**, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Arquitectura, 2006.
- **Diplomado en "Manejo Integral y Sostenible del Agua"**. Facultad de Ingeniería, Centro de Docencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.
- **Diplomado en "Auditoria Ambiental para arquitectos y urbanistas"**. Programa de Posgrado de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, 2007-2008.

GLOSARIO

En la investigación interviene un conjunto de términos cuyas definiciones se mencionan a continuación.

- | | | | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| 1. ALCORQUES: | Hoyo hecho al pie de las plantas para detener el agua de los riegos. | 9. CUENCA HIDROLÓGICA: | El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión del recurso hidráulico. |
| 2. ACUÍFERO: | Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento. | 10. CUENCAS HOMOGÉNEAS: | Son las cuencas hidrológicas en que, por tener características geomorfológicas, climatológicas, geológicas e hidrológicas similares, es válido transferir información hidrológica de una a otra. |
| 3. BALANCE DE SÓLIDOS | El balance de sólidos consiste en la identificación de las cantidades de sólidos que entran y salen de cada operación o proceso unitario. | 11. CUNETAS: | Zanja existe en cada uno de los lados de una carretera o de un camino, destinada a recoger el agua de lluvia. |
| 4. BIORREACTORES DE MEMBRANA | Como una modificación de los procesos convencionales de tratamiento biológico donde los depósitos de sedimentación secundarios son sustituidos por membranas de filtración. | 12. DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS NECESARIAS | Los criterios de cargas de trabajo (o de proyecto) son los criterios básicos utilizados en el dimensionamiento de las operaciones y procesos unitarios. |
| 5. BIORREMEDIACIÓN: | Es el proceso en el que se emplean organismos biológicos para resolver problemas específicos medioambientales, como la contaminación. Se puede emplear para atacar algunos contaminantes específicos, como los pesticidas clorados que son degradados por bacterias, o bien, de forma más general como en el caso de los derrames de petróleo, que se tratan empleando varias técnicas, incluyendo la adición de fertilizantes para facilitar la descomposición del crudo por las bacterias. | 13. DESCARGA NATURAL: | Volumen de agua que descarga una unidad hidrogeológica a través de manantiales, vegetación, ríos y humedales, o subterráneamente a cuerpos de agua (mares, lagos y lagunas). |
| 6. CAUCE PRINCIPAL: | El canal principal que capta y conduce el agua hasta la descarga de una cuenca. | 14. DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA: | Fracción de la descarga natural de una unidad hidrogeológica, que está comprometida como agua superficial para diversos usos o que debe conservarse para prevenir un impacto ambiental negativo a los ecosistemas o la migración de agua de mala calidad a una unidad hidrogeológica. |
| 7. CAUDAL BASE: | Gasto o caudal que proviene del agua subterránea. | | |
| 8. COLMATACIÓN: | Llenar al máximo un lugar hondo de arena o piedras. | | |

15. DIAGRAMA DE FLUJO	Es la representación gráfica de una combinación particular de las operaciones y procesos unitarios utilizados para llevar a cabo los objetivos específicos del tratamiento.	24. EVAPOTRANSPIRACIÓN:	Restitución a la atmósfera de parte del agua contenida en el suelo, gracias a la evaporación y a la transpiración de las plantas.
16. DIVERSOS USOS:	Se refiere a todos los usos definidos en la Ley de Aguas Nacionales, como doméstico, agrícola, acuícola, servicios, industrial, conservación ecológica, pecuario, público urbano, recreativo y otros.	25. EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA:	Volumen de agua que se extrae artificialmente de una unidad hidrogeológica para los diversos usos.
17. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA:	Volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.	26. EXTRACCIÓN DE AGUA SUPERFICIAL:	Volumen de agua que se extrae artificialmente de los cauces y embalses superficiales para los diversos usos.
18. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUPERFICIAL EN UNA CUENCA HIDROLÓGICA:	Valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo.	27. EXPORTACIÓN:	Es el volumen de agua superficial o subterránea que se transfiere de una cuenca hidrológica o unidad hidrogeológica a otra u otras, hacia las que no drena en forma natural.
19. DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA PER CÁPITA:	Volumen total de agua renovable superficial y subterránea que ocurre en forma natural en una región.	28. GRAVAMEN:	Documento legal que hace constar la situación, en la que se encuentra determinada propiedad o derecho, según las inscripciones y documentos existentes en los archivos. Carga de impuestos sobre algún bien. Dicese del impuesto que grava las utilidades o los ingresos, como el impuesto predial que grava los bienes raíces, el impuesto sobre la renta etc. Carga, limitación u obligación que afecta a un bien o persona.
20. ESCORRENTÍAS:	Sistema de desplazamiento de las aguas que se opone al estancamiento, pero también a la arroyada e infiltración.	29. HIPOCLORITO SÓDICO:	Conocido popularmente como lejía, agua lavandina o agua de Javel, es un compuesto químico, además de un fuerte oxidante químico cuya fórmula es NaClO. Contiene el cloro en estado de oxidación +1 y por lo tanto es un oxidante fuerte y económico. Debido a esta característica destruye muchos colorantes por lo que se utiliza como blanqueante. Además se aprovecha sus propiedades desinfectantes. En disolución acuosa sólo es estable a pH básico. Al acidular en presencia de cloruro libera cloro elemental. Por esto debe almacenarse alejado de cualquier ácido.
21. ESCURRIMIENTO DESDE AGUAS ARRIBA:	Es el volumen medio anual de agua que en forma natural proviene de una cuenca hidrológica ubicada aguas arriba de la cuenca o subcuenca en análisis.		
22. ESCURRIMIENTO NATURAL:	Es el volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica.		
23. EVAPORACIÓN:	Proceso por el cual el agua, en la superf de un cuerpo de agua natural o artificial o en la tierra húmeda, adquiere suficiente energía cinética de la radiación solar, y pasa del estado líquido al gaseoso.		

- 30. IMPLANTACIÓN** Es la ordenación especial de las instalaciones físicas de la planta de tratamiento, definida en el diagrama de flujo.
- 31. IMPORTACIÓN:** Es el volumen de agua que se recibe en una cuenca hidrológica o unidad hidrogeológica desde otra u otras, hacia las que no drena en forma natural.
- 32. ISOYETAS** Líneas que unen puntos distintos donde se ha recogido la misma cantidad de precipitación.
- 33. LÍNEA PIEZOMÉTRICA** La línea piezométrica se usa para determinar la cota de la superficie libre del agua residual en su movimiento a través de las diversas unidades del tratamiento.
- 34. MEDIANA:** Es el valor de la variable que deja el mismo número de datos antes y después que él. De acuerdo con esta definición el conjunto de datos menores o iguales que la mediana representarán el 50% de los datos, y los que sean mayores que la mediana representarán el otro 50% del total de datos de la muestra. Un intervalo mediano será el intervalo que contiene dicho dato.
- 35. MICRO FILTRACIÓN** Es la tecnología más antigua. En la microfiltración se suelen utilizar membranas de fibra hueca. Una de las principales aplicaciones que tiene la MF es la eliminación de microorganismos.
- 36. OSMOSIS INVERSA** Consiste en separar un componente de otro en una solución, mediante las fuerzas ejercidas sobre una membrana semi-permeable. Su nombre proviene de "osmosis", el fenómeno natural por el cual se proveen de agua las células vegetales y animales para mantener la vida. El solvente (no el soluto) pasa espontáneamente de una solución menos concentrada a otra más concentrada, a través de una membrana semi-permeable. Entre ambas soluciones existe una diferencia de energía, originada en la diferencia de concentraciones. El solvente pasará en el sentido indicado hasta alcanzar el equilibrio. Si se aplica una presión mayor a la solución más concentrada, el solvente comenzará a fluir en el sentido inverso. Se trata de la *Osmosis Inversa*.
- 37. PARTEAGUAS:** Límite físico de una cuenca o subcuenca hidrológica, representado por la línea imaginaria formada por los puntos de mayor elevación topográfica, que las separa de las vecinas.
- 38. PRECIPITACIÓN CONYECTIVA** Es la generación de lluvia a partir del ascenso de una masa de aire calentada por contacto con la superficie terrestre que ha recibido la radiación del Sol. AL ascender, el aire se enfría y condensa la humedad contenida provocando la precipitación.
- 39. PRECIPITACIÓN FRONTAL** Ocurre cuando se encuentran dos masas de aire, con distintas características de temperatura y presión.
- 40. PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA** Es la que se genera durante el ascenso de una masa de aire con alto contenido de humedad, a través de una pendiente como las laderas de las montañas y cordilleras.
- 41. PLUVIÓMETROS O FLUVIÓGRAFOS** Es un instrumento que mide la cantidad de agua precipitada en un determinado lugar. La unidad de medida es en milímetros (mm). Una precipitación de 5 mm indica que si toda el agua de la lluvia se acumulara en un terreno plano sin escurrir ni evaporarse, la altura de la capa de agua sería de 5 mm. Los milímetros (mm) son equivalentes a los litros por metro cuadrado. Existen dos modelos básicos de pluviómetros: de lectura directa y registradores. Los de lectura directa tienen un

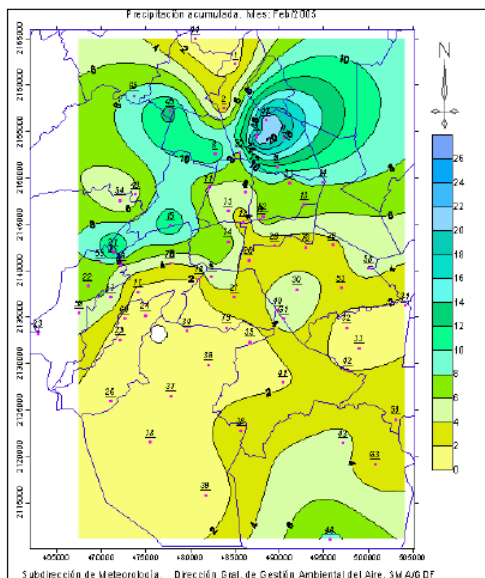
recipiente y un embudo. Cada 12 horas se vacía el recipiente en una probeta graduada con una sección diez veces menor que la de recepción, con lo que es posible establecer una relación entre la altura en la probeta y la precipitación en milímetros por metro cuadrado. Los pluviómetros registradores pueden ser de tres tipos: de pesada, de cuba basculante o de flotador, según el procedimiento que empleen para registrar la medición una vez alcanzado cierto nivel.

- 42. ROTONDAS:** Plaza circular.
- 43. SUBCUENCA:** Fracción de una cuenca hidrológica, que corresponde a la superficie tributaria de un afluente o de un sitio seleccionado.
- 44. TRANSPIRACIÓN:** Es el proceso por el cual la vegetación extrae humedad del suelo y la libera al aire circundante como vapor.
- 45. UNIDAD DE GESTIÓN:** Territorio de la cuenca o subcuenca hidrológica superficial, o del acuífero o las unidades hidrogeológicas contenidas en ella, que se definen como una unidad para la evaluación, manejo y administración de los recursos hídricos.
- 46. UNIDAD HIDROGEOLÓGICA:** Conjunto de estratos geológicos hidráulicamente conectados entre sí, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales subterráneas.

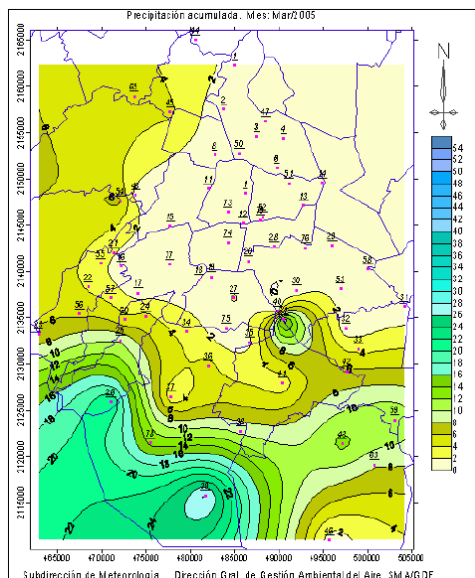
ANEXOS

Anexo A. Mapas de distribución de precipitación acumulada en la ZMCM.

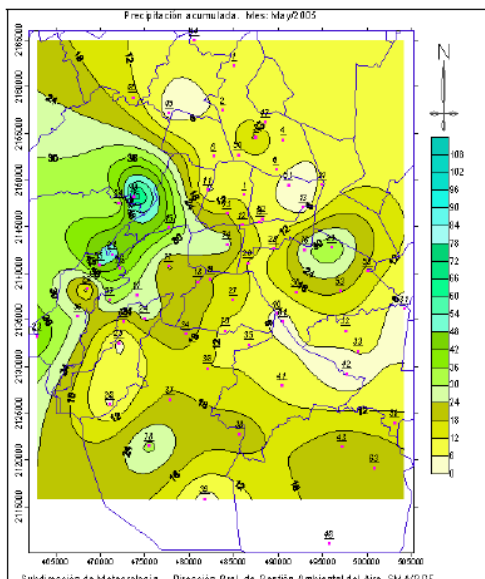
En los siguientes mapas su representación es válida dentro de las cuales se visualizan los datos de precipitación mensual acumulada propia del año 2005. Las figuras se refieren a lo ocurrido para los meses de febrero, marzo, mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre de 2005.



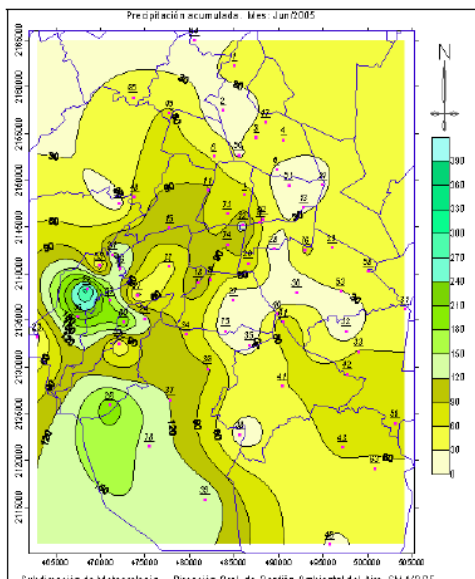
Mapa 12. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de febrero de 2005. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



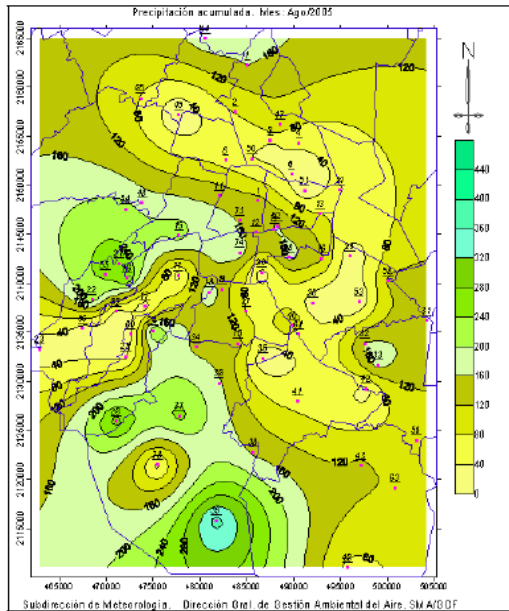
Mapa 13. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de marzo de 2005. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



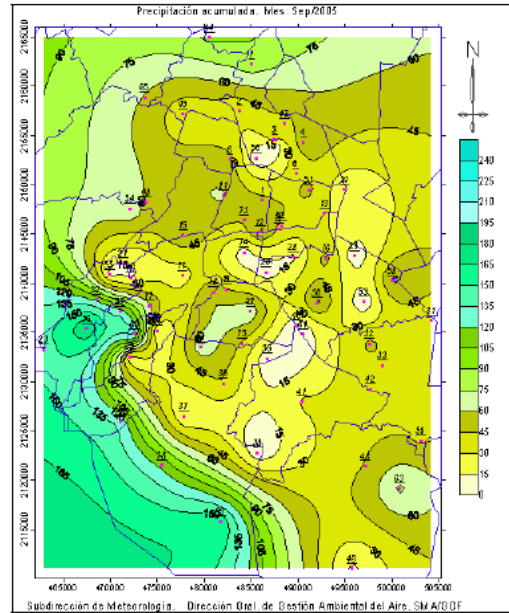
Mapa 14. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de mayo de 2005. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



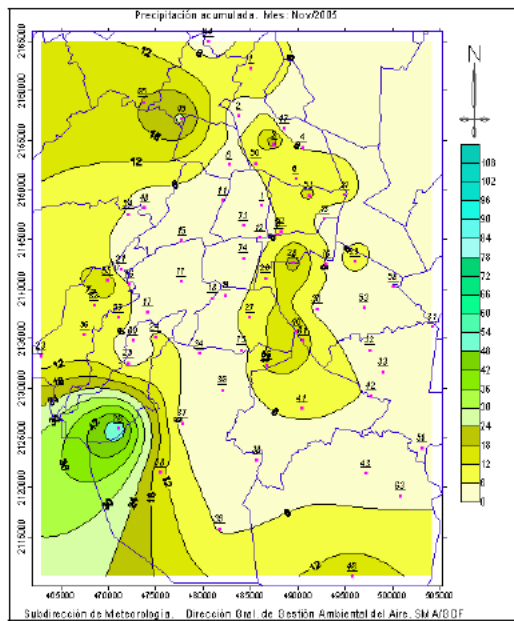
Mapa 15. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de junio de 2005. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



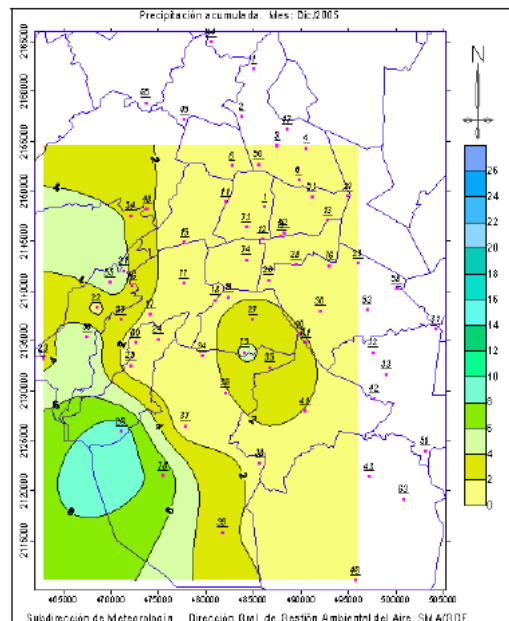
Mapa 16. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de agosto de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



Mapa 17. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de septiembre de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



Mapa 18. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de noviembre de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.



Mapa 19. Distribución de la precipitación acumulada en la ZMCM durante el mes de diciembre de 2005. Fuente: Secretaria de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal.

Anexo B. Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal.

En el presente reglamento citaremos los artículos que nos competen para la investigación.

Artículo 2o.

La prestación de los servicios de agua potable, tratamiento de aguas y drenaje en el Distrito Federal, constituye un servicio público que estará a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal de conformidad con su Ley Orgánica su Reglamento Interior, las normas contenidas en el presente ordenamiento y las demás disposiciones jurídicas aplicables con la salvedad que señala el artículo 80 de este Reglamento.

Artículo 80.

La Secretaría de Obras y Servicios podrá concesionar la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua residual y pluvial captada en el sistema de alcantarillado del Distrito Federal.

Artículo 3o.

Para efectos del presente Reglamento se entenderá por:

III. Agua pluvial, la generada por la precipitación de los condensados de vapor atmosférico;

IV. Agua potable, aquella cuya gestión no cause efectos nocivos a la salud;

XXI. Cisterna, depósito subterráneo para almacenar agua;

XXIII. Coladera pluvial, la estructura con rejilla ya sea de banqueta o de piso, que permite el acceso del agua pluvial al sistema de alcantarillado y drenaje;

XXIV. Colector, conducto principal en donde convergen aguas pluviales y residuales de la red secundaria de drenaje;

XXV. Conductos, las tuberías y canales que permiten el flujo de agua;

XXVI. Cuadro, conjunto de tuberías y piezas que se ubican a la entrada de los predios para el suministro de agua;

XXX. Descarga, las aguas residuales y pluviales que se vierten en el sistema de alcantarillado y drenaje;

LXVIII. Tinaco, recipiente o depósito de diversa forma, tamaño y diferente material para almacenar pequeños volúmenes de agua.

Artículo 4o.

Corresponde a la Secretaría de Obras y Servicios:

I.- Construir, autorizar la construcción y supervisar las obras requeridas por nuestra ciudad para el adecuado y suficiente suministro de agua potable hacia la población, para el tratamiento y distribución del agua residual, la construcción de obras de drenaje y alcantarillado y de los sistemas de capacitación de agua pluvial, así como también para mejorar las tecnologías vinculadas con el tratamiento de agua a fin de garantizar la más alta calidad;

II.- Operar, conservar, mantener, controlar y vigilar el funcionamiento de los sistemas de aprovisionamiento y distribución de agua potable de agua residual tratada, de alcantarillado y drenaje, así como la distribución y uso de las aguas pluviales y de manantiales;

XII.- Concertar con los medios de comunicación masiva y con los sectores social y privado, la realización de campañas para el ahorro del agua. En dichas campañas, podrá participar la Asamblea de Representantes del Distrito Federal;

XIII.- Determinar e imponer las sanciones a que se hagan acreedores los usuarios por el desperdicio; mal uso del agua, de la infraestructura del agua potable, del agua residual tratada y su sistema, del alcantarillado y el drenaje, en los términos del presente Reglamento y;

XIV.- Las demás que en la materia le otorguen otras disposiciones jurídicas aplicables.

Artículo 5o.

Todas las obras y acciones inherentes a la captación, conducción y distribución del agua en el Distrito Federal, se realizarán con sujeción a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Artículo 6o.

El agua de que disponga la Secretaría de Obras y Servicios deberá aprovecharse conforme al siguiente orden de prelación:

- I.-** Usos domésticos y unidades hospitalarias;
- II.-** Servicios públicos urbanos;
- III.-** Industria y comercio;
- IV.-** Agricultura;
- V.-** Acuicultura;
- VI.-** Abrevaderos de ganado;
- VII.-** Usos recreativos y
- VIII.-** Otros.

Artículo 8o.

En caso de uso doméstico, cuando no exista o se suspenda el servicio público de agua potable, la Secretaría de Obras y Servicios considerará las formas posibles de abastecimiento por medio de carros tanque provisionales e hidrantes públicos. Este servicio será gratuito. Al establecerse el servicio público de agua potable en lugares que carezcan de él, se notificará a los interesados por medio de avisos que se colocarán en las calles respectivas;

Artículo 25.

Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios de los predios, casas habitación, giros mercantiles e industrias deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua. Los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto; los mingitorios tendrán una descarga máxima de cuatro litros por servicio. Todos estos muebles deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana y contarán con dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio. Los lavabos y fregaderos tendrán llaves con aditamentos economizadores de agua para que su descarga no sea mayor de diez litros por minuto. Todos los muebles de baño y accesorios sanitarios que se distribuyan o comercialicen en el Distrito Federal,

deberán reunir los requisitos técnicos especificados en este artículo.

Artículo 26.

Respecto de las casas-habitación construidas antes de la entrada en vigor del presente Reglamento las medidas señaladas en el Artículo anterior se llevarán a efecto de acuerdo con las especificaciones del programa de sustitución de muebles o instalación de aditamentos sanitarios que lleve a cabo el Departamento con la participación de la Asamblea de Representantes del Distrito Federal.

Artículo 57.

Con el fin de incrementar los niveles de los mantos freáticos la Secretaría de Obras y Servicios construirá en las Zonas de Reserva Ecológica, parques y jardines del Distrito Federal tinajas ciegas, represas, ollas de agua, lagunas de infiltración, pozos de absorción y otras obras necesarias para la captación de aguas pluviales.

Artículo 59.

Quedan prohibidas las construcciones de cualquier tipo, ajenas al control y aprovechamiento de las aguas pluviales y de manantiales en sus lechos barrancas y cauces naturales.

Artículo 60.

La Secretaría de Obras y Servicios deberá rescatar, sanear, proteger y construir las instalaciones necesarias para aprovechar las aguas de los manantiales y las pluviales que circulan por barrancas y cauces naturales.

Artículo 89.

El sistema de drenaje será de dos tipos: a).- El combinado, para recibir en una misma red de alcantarillado el agua residual y pluvial conjuntamente, y b).- El separado, con una red exclusiva para la descarga residual y otra red para conducir el agua pluvial.

Artículo 90.

Conforme el tipo de sistema de alcantarillado, los usuarios deberán contar con las instalaciones adecuadas en el interior de sus predios antes de solicitar la conexión de la descarga de las aguas residuales y pluviales. Cuando el sistema

sea separado, las instalaciones interiores del predio estarán dispuestos también separadamente, de manera que no se mezclen las aguas residuales con las pluviales y puedan llegar a su respectivo albañal interior.

Artículo 105.

Corresponde a la Secretaría de Obras y Servicios realizar las conexiones de albañales exteriores para descarga de aguas residuales y pluviales de predios unifamiliares, edificios multifamiliares, de departamentos, condominios, conjuntos habitacionales, comerciales e industriales y edificios de servicios administrativos, de reunión, públicos y privados.

Artículo 123.

Con el objeto de que las políticas de distribución de agua se den en un marco de justicia social y de que los procesos de extracción y recarga de acuíferos se realicen preservando el equilibrio ecológico, la ciudadanía podrá participar en la formulación de propuestas alternativas para el mejor uso y aprovechamiento del agua. Las autoridades correspondientes considerarán las propuestas hechas por la población para ser integradas en los programas que ejecuten.

Anexo C. Normas aplicables**Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas****● NOM-001-SEMARNAT-1996**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997 y entró en vigor el día 7 de enero de 1997. Esta norma se complementa con la aclaración publicada en el mismo medio de difusión del día 30 de abril de 1997.

● NOM-002-SEMARNAT-1996

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de junio de 1998 y entró en vigor el día 4 de junio de 1998.

● NOM-003-SEMARNAT-1997

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de septiembre de 1998 y entró en vigor el día 22 de septiembre de 1998.

● NOM-004-SEMARNAT-2002

Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 15 de agosto de 2003 y entró en vigor el día 16 de agosto de 2003.

Normas Oficiales Mexicanas del Sector Agua**● NOM-001-CNA-1995**

Sistemas de alcantarillado sanitario. Especificaciones de hermeticidad. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de octubre de 1996. Entró en vigor el 8 de febrero de

1997. Cumplió su periodo quinquenal el 8 de febrero de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-002-CNA-1995

Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable.

Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de octubre de 1996. Entró en vigor el 12 de abril de 1997. Cumplió su periodo quinquenal el 12 de abril de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-003-CNA-1996

Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de febrero de 1997. Entró en vigor el 4 de mayo de 1997. Cumplió su periodo quinquenal el 4 de mayo de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-004-CNA-1996

Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de agosto de 1997. Entró en vigor el 3 de febrero de 1998. Cumplió su periodo quinquenal el 3 de febrero de 2003. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-005-CNA-1996

Fluxómetros.

Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de julio de 1997. Entró en vigor el 21 de enero de 1998. Cumplió su periodo quinquenal el 21 de enero de 2003. Norma vigente, actualmente en revisión.

● NOM-006-CNA-1997

Fosas sépticas prefabricadas. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 1999.

Entró en vigor el 30 de enero de 1999. Cumplió su periodo quinquenal el 30 de enero de 2004. Norma vigente, se ratificó.

● **NOM-007-CNA-1997**

Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de febrero de 1999. Entró en vigor el 1 de junio de 1999. Cumplió su periodo quinquenal el 1 de junio de 2004. Norma vigente, se ratificó.

● **NOM-008-CNA-1998**

Regaderas empleadas en el aseo corporal.

Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 2001. Entró en vigor el 22 de diciembre de 2001.

● **NOM-009-CNA-1998**

Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 2001. Entró en vigor el 30 de noviembre de 2001.

● **NOM-010-CNA-1999**

Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de septiembre de 2003. Entró en vigor el 29 de febrero de 2004.

● **NOM-011-CNA-2000**

Conservación del recurso agua. Establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de abril de 2002. Entró en vigor el 17 de junio de 2002.

● **PROY-NOM-012-CNA-2002**

Requisitos generales de seguridad de presas. (Anteproyecto).

● **PROY-NOM-013-CNA-2001**

Redes de distribución de agua potable. Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud

● **NOM-127-SSA1-1994**

(Modificación)

Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de noviembre de 2000 y entró en vigor el día 20 de febrero de 2001.

(Originalmente se publicó el 18 de enero de 1996 y entró en vigor al siguiente día).

● **NOM-179-SSA1-1998**

Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por los sistemas de abastecimiento público; publicada el 24 de septiembre de 2001. Entró en vigor el día 24 de noviembre de 2001.

● **NOM-012-SSA1-1993**

Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, públicos y privados; publicada el 12 de agosto de 1994. Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

● **NOM-013-SSA1-1993**

Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994.

Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

● **NOM-014-SSA1-1993**

Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento públicos y privados. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994. Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.