



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

USO EFICIENTE DEL AGUA EN EDIFICACIONES

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

ELÍAS ROMERO ÁLVAREZ

ASESOR DE TESIS:

DR. ENRIQUE CESAR VALDEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D. F. OCTUBRE 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



Dedicatorias

Con muchísimo cariño para mi hijo Jonathan Zuriel, aunque físicamente no esta con nosotros pero en cada página de esta tesis te recordamos con amor....

A mis hijos, Elías Baruch, Alessia, Kevin Nathaniel, Kristopher Jahzeel, quienes saben que los quiero mucho y tengan un gran sentido de responsabilidad para que en un futuro sean personas de éxito, que valoren las cosas de la vida y sigan siempre adelante, porque el tiempo perdido jamás se recupera...

A mi esposa Elena, por sus desvelos, su apoyo, sus atenciones y sobre todo... su amor y comprensión.

Para mis padres y hermanos, a quienes nunca les podré agradecer todos sus consejos, su apoyo, sus lágrimas y sobre todo su amor y cariño.

A mis compañeros y amigos, que siempre me han brindado su apoyo incondicional y que me han hecho cada día mejor persona.

“Esfuézate día a día y tendrás un nuevo amanecer”

Elías Romero Álvarez



Agradecimientos

Gracias a la Máxima Casa de Estudios UNAM y su Facultad de Ingeniería, por todo lo que me brindo para ser un profesionista de primer nivel, lleno de ambiciones y colmado de conocimientos.

Gracias al Programa de Apoyo para Estudios de Postgrado y Titulación Sep, SEMS y COSDAC.

Quiero dar las gracias al Dr. Enrique Cesar Valdez, mi director de tesis, por su apoyo incondicional, para que mis ideas y sueños de años atrás se hicieran realidad.

Debo un reconocimiento especial al Ing. Marcelino Gutiérrez López y a mis sinodales por su apoyo y constante ánimo para la elaboración de esta Tesis.

Quiero expresar mi gratitud a mis compañeros y amigos del Cetis No. 1 y en especial al Lic. Pedro Ponce Hernández por su apoyo y constante animo para la elaboración de este proyecto. En espera de que se ponga en marcha en los planteles.

Con profundo amor a mi familia, a mis padres. En especial a mis hermanos, Pilar, Reyna, Sofía y Erasmo por su apoyo moral y económico. Gracias también a mi querida esposa Helena por su cariño y apoyo infinito por siempre. Con todo mi amor a mis hijos kriss y Kevin, por su valioso tiempo que compartimos juntos para la realización de esta Tesis.

Elias Romero Álvarez



I N D I C E

	Página
I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
I.1.- Descripción general de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.	4
I.2.- Diagnóstico y pronóstico del abastecimiento de agua en México	11
I.3.- Concepto de uso eficiente del agua	13
I.4.- Medidas de uso eficiente del agua	17
II.- INSTALACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA GRIS	24
II.1.- Ramales, bajantes y depósitos	24
II.2.- Reúso del agua	28
III.- INSTALACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL	31
III.1.- Captación	32
III.2.- Ramales, bajantes y depósitos	35
IV.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	41
IV.1.- Contaminación del agua potable	42
IV.2.- Contaminación del suelo	51
IV.3.- Contaminación de los mantos acuíferos	58
V.- CASO ESTUDIO	64
VI.- CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFIA	77



Uso eficiente del agua en edificaciones

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante varios milenios los seres humanos se organizaron de acuerdo a patrones naturales no urbanos, en donde la interacción entre las poblaciones y los sistemas hídricos y geobiológicos se desarrollaban en un estado armónico.

No hace mucho tiempo una tercera parte de la humanidad estaba constantemente enferma debido al agua contaminada y diez millones de personas morían anualmente, no por la falta de agua, sino por culpa de ésta.

El agua no es algo que se pueda usar sólo una vez. ¡Por miles de años el ser humano ha usado la misma agua que usamos actualmente todos los días!

En gran medida las sociedades funcionaban como una parte intrínseca de la naturaleza, las simplificaciones a los sistemas naturales no afectaban la fisonomía general de los mismos, algunas especies eran disminuidas, incluso extinguidas, otras eran promovidas, aumentando su población y extendiendo las áreas de ocurrencia. Sin embargo, a través del tiempo, el equilibrio natural se sostenía.

En estas épocas, los cuerpos de agua y acuíferos eran utilizados de acuerdo a las necesidades fisiológicas, sociales y productivas, pero en esta etapa no alcanzaba niveles que pudieran afectar el equilibrio de los sistemas.

Los interfluvios y los valles permanecían debido a una protección vegetal poco modificada y los regímenes hidrográficos eran estables y relativamente predecibles.

De la misma manera se incrementó la importancia del sector social enfocado al comercio.



Uso eficiente del agua en edificaciones

En muchos casos este poder comercial se tradujo en el campo político generándose estratos sociales dominantes y estructuras institucionales acordes. Como resultado de este proceso se desarrollan los primeros núcleos ciudadanos. Estos estaban frecuentemente entrelazados a ciertos lugares de importancia religiosa o localizada en lugares de fácil acceso apropiados para el comercio. Esta evolución provocó una mayor concentración demográfica en el ámbito urbano y una acelerada presión sobre los recursos locales y específicamente sobre el agua.

El asentamiento de estas primeras urbes dio lugar a la formación de una nueva división conceptual: el campo y la ciudad. Por un lado se encontraba la gente que vivía en las ciudades, la población urbana, y por otro quienes habitaban fuera de éstas en sus zonas de influencia, la población rural.

Desde ese momento y hasta hoy, las zonas rurales se definen exclusivamente por contraposición a las urbanas y su gran existencia implica la presencia de ciudades.

La utilización de los recursos estaba conectada con la presencia de ciudades en el país.

La sobre explotación de los recursos es a la vez rural y urbana. En el caso particular del agua, conforme fueron escaseando los recursos del lugar, las ciudades prolongaron sus acueductos para explotar los sistemas hídricos más cercanos, generalmente situados en su mismo entorno rural.

Las poblaciones agro-urbanas así estructuradas ganaron espacios a las poblaciones agro-naturales y agrarias, que poco a poco se vieron reguladas a las zonas más alejadas o de menor actividad agrícola.



Uso eficiente del agua en edificaciones

A medida que crecía su poder económico y político, fueron acrecentándose en tamaño y población hasta alcanzar índices considerables.

El desarrollo industrial y el comercio en las grandes urbes, aceleraron la ocupación de nuevos espacios por parte de las sociedades urbanas dominantes. Durante las últimas décadas se ha asistido a la paulatina extinción de la mayoría de las sociedades agro-naturales y agrarias, que se han visto invadidas, ocupadas o desplazadas por los diferentes agentes políticos, económicos y socioculturales originados (directa o indirectamente) en las grandes ciudades.

Al mismo tiempo, como resultado de la tecnificación creciente y de la emigración del campo a la ciudad, se produjo una reducción de la gravitación de las comunidades rurales, que paulatinamente han ido perdiendo influencia a nivel económico, político y social.

Esta transformación no hizo más que elevar la presión sobre los recursos hídricos. La extracción de agua de los ríos, lagos, pozos y canales aumentó en forma aun más rápida que la población. Influyó el cambio cualitativo experimentado por la economía en los últimos 30 años. Gradualmente, al cambiar las tecnologías productivas, los requerimientos hídricos se hicieron mayores; con el conocimiento industrial, las intervenciones humanas sobre los sistemas hídricos experimentaron una intensificación rápida, introduciendo simplificaciones que habrían de alterar muchos cuerpos de agua en gran manera, y a veces, irreversiblemente.

Los procesos o etapas industriales requerían mano de obra para manipular las nuevas maquinarias y muchos trabajadores de las zonas rurales marginadas comenzaron a emigrar hacia las zonas urbanas en franco crecimiento. Este fenómeno llevó a la emigración de vastas áreas rurales, disminuyendo la importancia social, cultural y política de las mismas. El desplazamiento de



Uso eficiente del agua en edificaciones

tanta población se reflejó en el desarrollo impetuoso de las áreas urbanas industriales.

El crecimiento agigantado de estas poblaciones urbanas no permitió una planeación urbana apropiada. Las nuevas ciudades no tenían servicios y la calidad de vida de la clase trabajadora dejaba mucho que desear.

I.1.- Descripción general de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado

El problema de la disponibilidad del agua en muchas regiones del país se está agrandando debido al desequilibrio de los sistemas hidrológicos, como consecuencia de la afectación de los ecosistemas, de la deforestación y la degradación de los suelos, de las cuencas; de la contaminación de suelos corrientes y cuerpos de agua, de la alteración de condiciones climáticas y de otros factores como el establecimiento de patrones de consumo no adecuados, bajo la idea de una disponibilidad ilimitada del recurso.

La Ciudad de México, a través de la historia, ha enfrentado serios problemas tanto para el abastecimiento de agua potable como para el desalojo de aguas residuales y pluviales. Desde la fundación de la gran Tenochtitlan hasta nuestros días, el ingenio de los pobladores ha creado importantes obras de ingeniería hidráulica, complejos sistemas de acequias, diques y albardones, calzadas y acueductos subterráneos, sistemas de bombeo, plantas potabilizadoras y sistemas de drenaje profundo entre otras, con el objetivo principal de satisfacer la demanda de agua de la población y evacuar las aguas residuales y pluviales reduciendo al mínimo los riesgos de inundación.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Además de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, la población de otras ciudades del país crece aceleradamente, como se muestra en el cuadro 1.1; en dichas ciudades los problemas para abastecer el agua potable se tornarán cada vez más difíciles de resolver.

Cuadro 1.1

Estadísticas sociodemográficas
CIUDADES CON MÁS POBLACIÓN, 1990 Y 1995

Ciudades	1990		1995	
	Población	Respecto al total de las ciudades (por ciento)	Población	Respecto al total de las ciudades (por ciento)
TOTAL	48292501	100,00	55614783	100,00
DE 1000000 de habitantes o mas	24653579	51,00	27985852	50,32
1 ZM de la Ciudad de México	15047685	31,10	16674160	29,98
2 ZM Guadalajara, JAL.	2987194	6,20	3461819	6,22
3 ZM Monterrey, N.L.	2603709	5,40	3022268	5,43
4 ZM de Puebla, Pué.	1330476	2,80	1561558	2,81
24 ZM Veracruz, Ver.	473156	1,00	560200	1,01

NOTA: Ordenamiento de acuerdo a la población de 1995.

FUENTE: INEGI, SEMARNAP. Estadísticas del medio ambiente, 1997 México, DF.

Cuadro 1.2



Uso eficiente del agua en edificaciones

Estadísticas sociodemográficas
CIUDADES CON MÁS POBLACIÓN, 2005

Ciudad	Población 2005 (habitantes)	Población área metropolitana 2005 (habitantes)
México capital	8.720.916 *	18.847.433
Ecatepec de Morelos	1.620.000	1.688.258
Guadalajara	1.600.940	4.100.000
Puebla	1.485.941	2.110.000
Tijuana	1.410.700	1.480.000
Ciudad Juárez	1.301.452	1.313.338
León	1.278.087	1.430.000
Zapopan	1.155.790	(zona metropolitana de Guadalajara)
Netzhualcoyotl	1.140.528	(zona metropolitana de Ciudad de México)
Monterrey	1.133.814	3.660.000

* Dato referido solo a las áreas habitadas de las siguientes delegaciones del Distrito Federal: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, La Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco.

NOTA: Ordenamiento de acuerdo a la población de 2005. FUENTE: INEGI, SEMARNAP. Estadísticas del medio ambiente, 2005 México, DF.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Cuadro 1.3

Estadísticas sociodemográficas

POBLACIÓN TOTAL POR ENTIDAD FEDERATIVA, 1950- 2000

Entidad Federativa	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Estados Unidos Mexicanos	25 791 017	34 923 129	48 225 238	66 846 833	81 249 645	97 483 412
Distrito Federal	3 050 442	4 870 876	6 874 165	8 831 079	8 235 744	8 605 239
Jalisco	1 746 777	2 443 261	3 296 586	4 371 998	5 302 689	6 322 002
Nuevo León	740 191	1 078 848	1 694 689	2 513 044	3 098 736	3 834 141
Puebla	1 625 830	1 973 837	2 508 226	3 347 685	4 126 101	5 076 686
Veracruz	2 040 231	2 727 899	3 815 422	5 387 680	6 228 239	6 908 975

NOTA: Ordenamiento de acuerdo a la población de 1950-2000.

FUENTE: INEGI, SEMARNAP. Estadísticas del medio ambiente, 2000 México, DF.

Los problemas en el Distrito Federal en materia hidráulica son muy complicados: sobre-explotación de mantos acuíferos y hundimientos del suelo; grandes y costosas obras de abastecimiento de agua y drenaje y disminución acelerada de las zonas de infiltración. En la actualidad los niveles de explotación de acuíferos para el abastecimiento de agua potable son mayores a su recarga normal, de un 100 % de infiltración, se extrae un 150 por ciento.

En la Ciudad de México tanto el abastecimiento de agua como el drenaje requieren de grandes obras que, por lo general, resultan insuficientes, más aún cuando se han continuado los desarrollos de fraccionamientos y unidades habitacionales, asentamientos humanos sin planeación ni control sobre zonas boscosas y de



Uso eficiente del agua en edificaciones

reserva ecológica, lo que trae consigo necesidades de nueva infraestructura de distribución haciendo insuficiente el abastecimiento de agua y alcantarillado.

En general, las partes de que consta el sistema hidráulico urbano de cualquier ciudad se muestran en el cuadro 1.4 y la figura 1.1.

Cuadro 1.4
Tipos de sistemas hidráulicos urbanos

Tipo I	Tipo II	Tipo III
Cuenca de aportación	Pozos	Toma directa
Río	Línea de conducción	Río
Almacenamiento	Planta de tratamiento (Potabilización)	Líneas de conducción
Presa	Tanque de regulación	Planta de tratamiento (potabilización)
Líneas de conducción	Línea de alimentación	Tanque de regulación
Planta de tratamiento (Potabilización)	Localidad	Línea de alimentación
Tanque de regulación	Red de distribución	Localidad
Línea de alimentación		Red de distribución
Localidad		
Red de Distribución		



Uso eficiente del agua en edificaciones

Respecto al desalojo de las aguas residuales son las siguientes:

- * Localidad
- * Red de alcantarillado (Colectores)
- * Planta de tratamiento (Aguas residuales)
- * Disposición final del agua
- * Río



Uso eficiente del agua en edificaciones

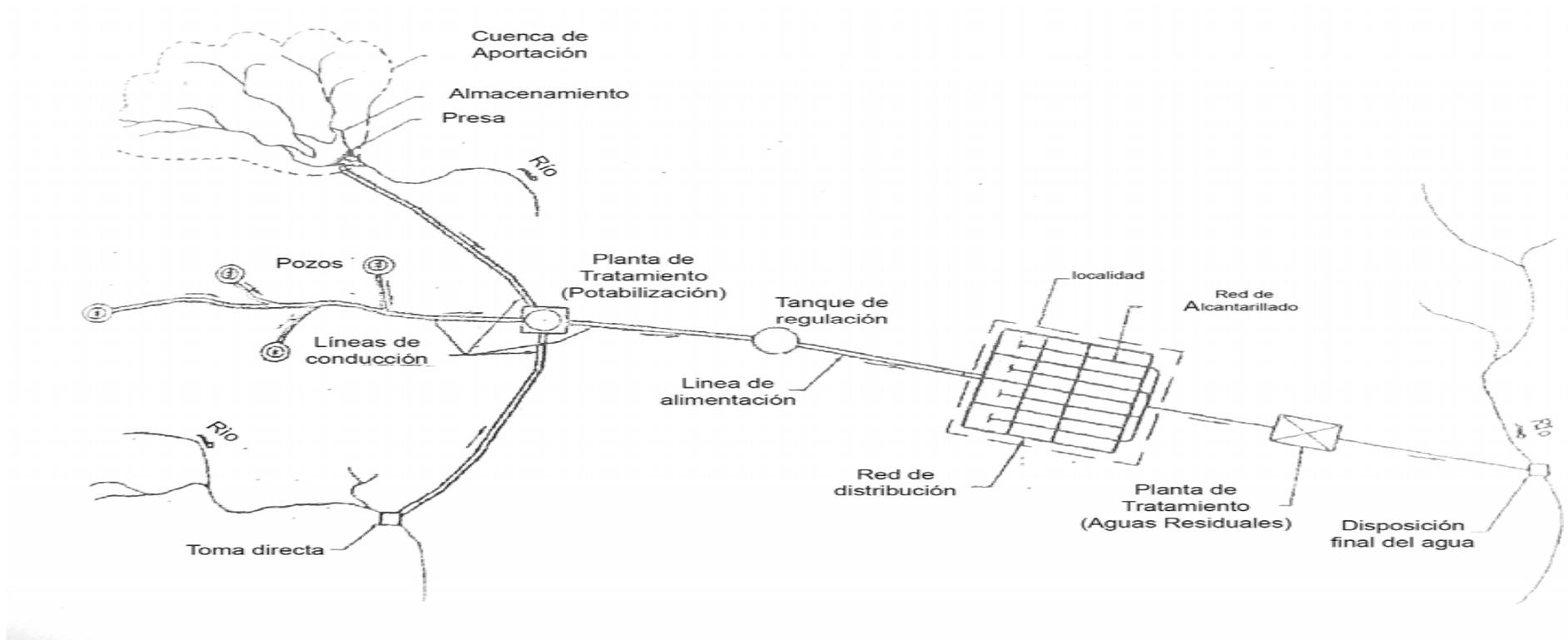


Figura 1.1
Estructura de un sistema hidráulico urbano típico



Uso eficiente del agua en edificaciones

1.2 Diagnóstico y pronóstico del abastecimiento de agua en la Ciudad de México

El diagnóstico revela que de 572 pozos que hay en el Distrito Federal, sólo 375 operan todo el año; disminuyen caudales en acuíferos y el 35 por ciento del agua potable que se suministra en la Ciudad se pierde por fugas en la red domiciliaria y tomas clandestinas, por lo que existen zonas sin servicio o éste es irregular en al menos nueve delegaciones de la Ciudad de México, entre éstas Coyoacán, Cuajimalpa, Iztapalapa, Iztacalco, Miguel Hidalgo, Magdalena Contreras y Tlalpan.

De acuerdo con un diagnóstico elaborado por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México y la Secretaría del Medio Ambiente, de los 11.825 metros cúbicos por segundo que se pierden de agua potable, 5.025 se desperdician en Gustavo A. Madero, Iztapalapa y Álvaro Obregón. Señala también que de los 572 pozos de agua que existen en el DF, ubicados principalmente en Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Miguel Hidalgo, Tlalpan y Xochimilco, sólo 375 operan todos los días del año. Agrega que la recarga de los acuíferos apenas cubre 30 por ciento de líquido que se extrae.

En el programa para la sustentabilidad hidráulica del Distrito Federal, se indica que, de acuerdo con los pronósticos de crecimiento demográfico, las delegaciones Tláhuac, Xochimilco, Cuajimalpa, Milpa Alta, Tlalpan e Iztapalapa serán las que tengan mayor incremento poblacional hacia el año 2012 lo que significará mayor demanda de agua potable.

Actualmente el abastecimiento de agua potable es de 32 metros cúbicos por segundo; 37 por ciento proviene de fuentes externas como el Sistema Cutzamala, el cual es suministrado por la Comisión Nacional del Agua, y se prevé que a corto plazo reduzca su caudal por lo menos un metro cúbico por segundo.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Las fuentes locales de suministro del líquido, se añade, son los acuíferos de Lerma y la Ciudad de México, que enfrentan problemas como disminución de los caudales para el abastecimiento de tres metros cúbicos por segundo y contaminación por descargas de aguas residuales y desechos sólidos.

En cuanto a la sobreexplotación del manto acuífero del Valle de México, se señala que ha sufrido hundimientos hasta de 35 centímetros anuales en la zona oriente, así como alteraciones en la calidad del recurso, sobre todo en el sureste de la Ciudad de México.

En el programa de manejo sustentable del agua, se indica que aun cuando en el subsuelo existe agua suficiente para abastecer a la capital por varios cientos de años más, de no incrementarse el almacenamiento, los problemas de hundimiento en toda la ciudad continuarán en una medida entre 0.02 a 0.4 metros por año, con el peligro de que se agudice.

Respecto al suelo de conservación, que abarca 59 por ciento del territorio del Distrito Federal, principalmente en las delegaciones Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco, abastecen entre el 60 y 70 por ciento del agua que se consume en la Ciudad de México.

Sin embargo, en este aspecto también se enfrenta diversos problemas, sobre todo la acelerada urbanización, pues se calcula que en los últimos 60 años el incremento de la mancha urbana ha sido de una hectárea por día. Además, la renta agropecuaria se encuentra por debajo de la urbana; es decir, el propietario de un predio ubicado en el suelo de conservación obtiene mayor utilidad al fraccionar con fines inmobiliarios que por actividades agropecuarias o forestales.



Uso eficiente del agua en edificaciones

1.3 Concepto de uso eficiente del agua

Uno de los componentes para atender los problemas son los programas de ahorro, conservación o uso eficiente del agua. En México se ha optado por optimizar el uso del agua y de la infraestructura correspondiente, con la participación activa de los usuarios y con un alto sentido de equidad social.

En todas las ciudades, la difusión para concientizar a la población sobre la importancia de fomentar una cultura sobre el agua es cada día más intensa.

La conciencia de la problemática del agua en la vida humana ha dado origen a la cultura del agua, a la cual se está dando mayor importancia cada día.

Por lo general, las grandes ciudades del mundo, en especial las más desarrolladas, utilizan más agua cada día por ciertas razones, entre ellas: el crecimiento acelerado de la población, la difusión de medidas higiénicas que propician el baño diario, no sólo en las grandes ciudades desarrolladas sino en aquellas pequeñas ciudades en desarrollo, en las ciudades de clima caluroso y por otras actividades como la natación y otros deportes que requieren de agua. The World Resource Institute explica que la cantidad de agua empleada por individuo se incrementa de 4 a 8 % cada año, desde 1950.

Un problema relacionado con la distribución de este preciado líquido en nuestro planeta es el exceso que existe en algunas regiones o estados y su escasez en otros. Son ejemplos de zonas con exceso de agua, las poco pobladas ubicadas en las orillas de ríos, como son aquellos que se encuentran en los estados de Chiapas y Veracruz.



Uso eficiente del agua en edificaciones

El consumo de agua varía de un país a otro y de una ciudad a otra. En la mayoría de las que se encuentran en vías de desarrollo, la falta de recursos y tecnología para captar y distribuir el agua limita su disponibilidad, y solo les permite unos cuantos metros cúbicos diarios. En los países y ciudades, este preciado líquido se eleva a cientos de metros cúbicos por persona, pero su costo es muy alto, tanto para evitar su desperdicio como para cubrir los gastos de su obtención. En el Distrito Federal y en las grandes ciudades, con el mismo propósito, se eleva el precio del líquido y están siendo instalados medidores en las colonias en donde el consumo se divide entre la población que la compone, donde se cobran cantidades fijas por el consumo y desperdicio del agua.

En promedio se calcula que las poblaciones de grandes y pequeñas consumen diario por habitante, de 40 a 50 litros, incluyendo la utilizada en el aseo personal, alimentación, limpieza y sanitarios. Esto sólo en el ámbito del hogar.

Si a lo anterior se suma el agua empleada en los sectores Industrial, Ganadero, Servicios y otras actividades, se puede imaginar la elevada cantidad de este preciado líquido, necesario para cubrir las necesidades de la población.

Técnicas de uso eficiente del agua

Ámbito	Técnicas	Ejemplos
Casas	Interiores	Excusados de bajo consumo Regaderas, lavadoras Detección de fugas
	Exteriores	Riego eficiente de jardines Manejo de albercas Uso de plantas nativas
Industria	Recirculación	Sistema de enfriamiento Sistemas de lavado Proceso de transporte de Materiales, purificación de aire
	Reúso	Transporte de materiales Proceso de lavado



Uso eficiente del agua en edificaciones

		Optimización de procesos
		Descargas intermitentes
		Riego eficiente
Ciudad	Reducción del Consumo	Programas escolares
	Educación	Distritos pito métricos
	Detección y Reparación de fugas	
	Medición	Auditorías de agua
		Programas de macro y micro Medición
	Tarifas	Escalonadas a nivel ciudad
Agricultura	Reglamentación	Domicilio o actividad
	De campo	Subsoleo, uso de rastrojo
		Nivelación de tierras
		Compactación de surcos
		Programación de riegos
	Administrativas	Riego limitado
		Monitoreo de humedad del suelo
	De sistemas	Reemplazo de regaderas por Tubería
		Sistemas de recuperación de colas
		Reducción de área regada
		Riego por goteo
Cuenca	Programación lineal	Problema de transporte
	Programación no lineal	Multiplicadores de Lagrange
	Programación dinámica	Teoría de redes
	Descomposición y multi-niveles de optimización	Subfundiciones de Lagrange

En nuestro país, la disponibilidad de agua en escurrimientos superficiales es poca, principalmente en los estados del Norte del territorio mexicano, donde predominan los climas secos como son: Chihuahua, Noroeste de Sonora, Mapimi, son desérticos. En estos estados del Norte, elevadas temperaturas provocan la evaporación de la poca agua que recibe el suelo.

Con excepción de Veracruz, las ciudades más pobladas son: el Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Puebla y Nuevo León, dispone de muy poca agua para los servicios esenciales, sin embargo, Chiapas, Oaxaca y Tabasco, con menor población, cuentan con amplia disponibilidad de este líquido (Figura 1.2).



Uso eficiente del agua en edificaciones

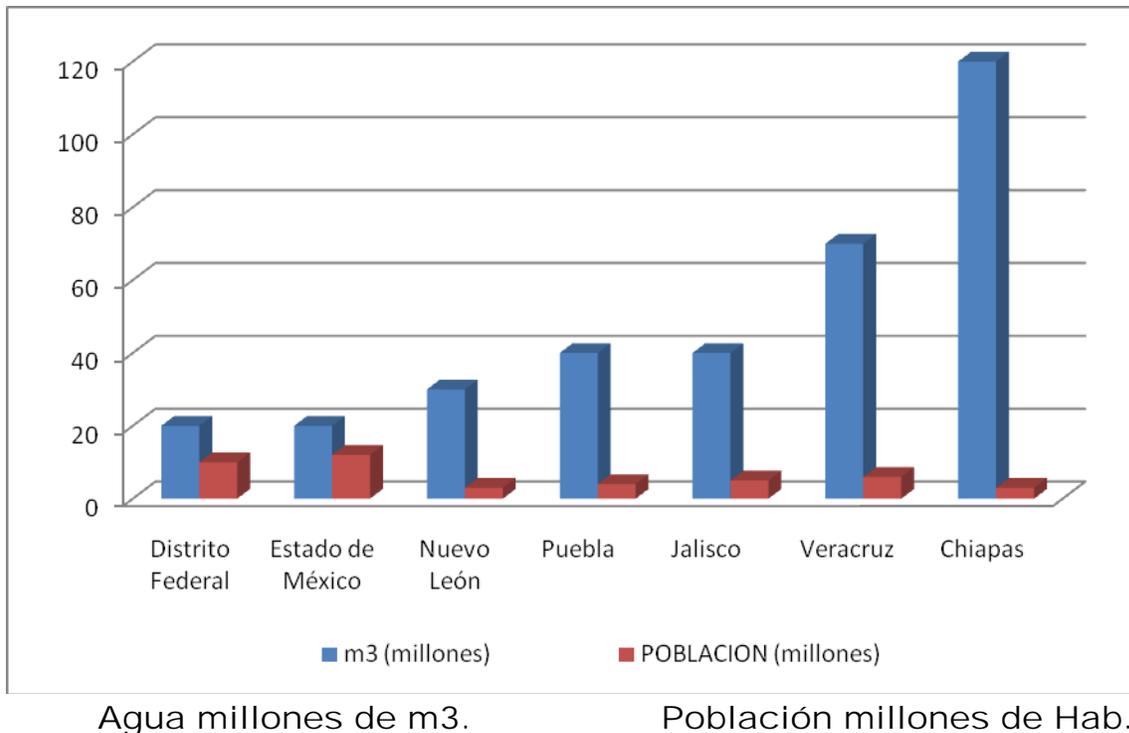


Figura 1.2. Estados con mayor y menor cantidad de agua.

Fuente: INEGI, SEMARNAP. Distribución del agua, 2000 México,DF.

En referencia a los estados más poblados, la escasez se debe, en parte a que 80 % del recurso hídrico de nuestro país se encuentran aproximadamente a 500 metros sobre el nivel del mar y, en cambio, el 70 % de la población y el 80% de la industria están sobre esa altitud.

El Distrito Federal, Estado de México, Tlaxcala, Puebla, entre otras, se encuentran aproximadamente a más de 2000 metros de latitud.

El ser humano ha resuelto en forma local alguna de los problemas relacionados con esa desigualdad de distribución del agua. Construyendo presas donde se almacena agua de ríos y lagos en las épocas de lluvias o deshielo, utilizada en los meses de sequía.



Uso eficiente del agua en edificaciones

En otras zonas, se desvía el agua de los ríos que las atraviesan, y la transporta a través de acueductos a regiones áridas o semiáridas para cubrir requerimientos humanos y agrícolas.

Una presa por ejemplo, transforma a una corriente en agua estancada semejante a un lago. Como no existe corriente, o hay muy poca, la temperatura aumenta disminuyendo, los niveles de oxígeno en el agua. Como consecuencia, las plantas acuáticas florecen a lo largo y ancho de las presas. Como los peces requieren de oxígeno que proporciona el agua fría, terminan por extinguirse.

1.4 Medidas de uso eficiente del agua potable

Durante miles de años, la Tierra nos ha estado entregando agua dulce y limpia para beber, cocinar, lavarnos y recrearnos, pero cada año hay más y más personas habitando el planeta. Y estas necesitan agua para el transporte, la electricidad, el riego de suelos agrícolas, entre otras importantes tareas. Así mismo, a medida que usamos mayor cantidad de agua, también la estamos ensuciando cada vez más.

Cuidar el agua resulta ser una de las tareas más útiles que el ser humano pueda realizar para mejorar su entorno.

Cuidar el agua es tarea de todos. Conociendo la escasez y la problemática que existen para dotar de este líquido a la población será fácil comprender el por qué de las campañas que piden utilizar sólo el agua estrictamente necesaria.

Existen personas, que desperdician grandes cantidades de agua cuando riegan su jardín, lavan coches o riegan calles y banquetas.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Si se lava un coche empleando manguera significa un desperdicio de 360 litros. Si se empleara una cubeta y jerga, el gasto se reduce a menos de 60 litros.

No dejar abierta la llave del lavabo durante el tiempo empleado en lavar los dientes, o durante el baño dejar la regadera abierta antes y después de usarla, ya que de lo contrario se desperdician grandes cantidades de agua.

Los 8 millones de habitantes que cuentan con agua potable domiciliaria y utilizan los sanitarios en promedio 5 veces al día con descargas de 16 a 20 litros de agua por servicio, producen un desperdicio de 640 millones de litros de agua potable.

Cuando se extrae agua de un pozo, la extraemos de un acuífero. El amenazado recurso invisible indica que la mitad del agua que se emplea con fines domésticos y para el riego procede del subsuelo. Dado que las aguas subterráneas suelen estar menos contaminadas que las superficiales, también se utilizan para el consumo humano, tanto en zonas urbanas como rurales. Si las extracciones fueran moderadas, los acuíferos se encontrarían normales, ya que se recargarían constantemente con la lluvia que va filtrándose poco a poco. No obstante, el ser humano tiene décadas sacando mucho más agua de la que el ciclo natural puede reemplazar.

En consecuencia, el nivel freático desciende, y no resulta costeable ni práctico excavar pozos más profundos. Cuando un pozo se seca, provoca un desastre económico y humano.

Actualmente el mayor porcentaje de agua es consumido en la agricultura. La irrigación generalmente desperdicia agua. Quienes en la actualidad utilizan todavía métodos tradicionales, acostumbran inundar surcos y parcelas. De modo que menos del



Uso eficiente del agua en edificaciones

50% de esa agua es absorbida por los sembradíos; el resto generalmente se evapora o se filtra al interior de la superficie terrestre. Actualmente, es posible economizar agua con los sistemas de micro irrigación, o por goteo en el cual redes de tubos con pequeños agujeros riegan directamente en forma individual las plantas. Este sistema, además de ahorrar de un 45% a 60% de agua, reduce la salinidad contenida en el suelo por el exceso de agua.

Existen otros sistemas más avanzados que controlan la cantidad de agua necesaria para las plantas por computadora. Estos sistemas, por su costo, se encuentran fuera del alcance de la mayoría de los agricultores.

El agua que se consume en la Ciudad de México proviene de tres partes: el río Cutzamala, río Lerma y del subsuelo. El Distrito Federal se encuentra a una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar, se requiere bombear el agua hasta ese nivel, el costo de energía para bombear el agua y del mantenimiento del sistema son muy altos. El 60% del agua que llega a la ciudad se consume en edificaciones y de ese porcentaje, la mayor parte es empleada en los excusados.

En consecuencia, actualmente existe una norma oficial mexicana que autoriza sólo tipos de sanitarios que consuman menor cantidad de agua. Es también elevado el porcentaje de agua desperdiciada en fallas de tuberías y en grifos que permanecen semiabiertos por varias horas por descuido del usuario al cerrarlas o al lavar la losa y otros utensilios de uso diario, se deja abierta la llave mientras son enjabonados.

Gran cantidad de la población derrocha agua cuando lavan la ropa o los pisos, banquetas, cocinas, terrazas y autos si esto es frecuente, además, que al fallar el empaque de alguna llave no sea cambiado dejando escurrir el agua por largo tiempo. Es importante



Uso eficiente del agua en edificaciones

reparar de inmediato ya que es muy sencillo y el desperdicio de este preciado líquido será menor Figura 1.3

Agropecuario 32.9%
Consumo humano 1.8 %
Uso industrial 1.8 %
Hidroeléctricas 63.5%

DISTRIBUCIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

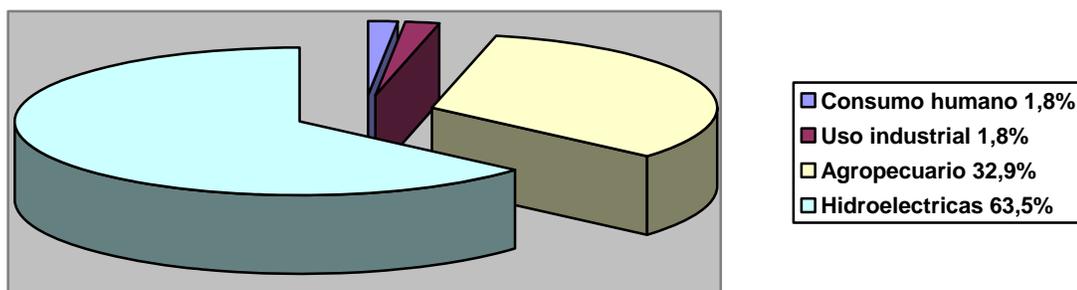


Figura 1.3 Distribución y aprovechamiento del agua superficial

FUENTE: INEGI, SEMARNAP. Distribución del agua, 2000 México, DF.

Uso eficiente del agua potable

Es importante saber cuáles son los artefactos sanitarios que gastan más agua. También es importante tener claro que las filtraciones y pérdidas por artefactos en mal estado pueden generar gran cantidad de desperdicio de agua potable que no se utiliza y se pierde por el alcantarillado o drenaje.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Anteriormente mencionamos que una familia de 5 personas gasta un promedio de 25 metros cúbicos de agua potable al mes, es decir, 25,000 litros. El artefacto que mayor consumo genera por día es el WC: cada descarga del depósito significa un gasto promedio de 8 a 10 litros, es decir, 150 litros diarios de promedio por familia., esto significa que se está ahorrando un 50 % de este preciado liquido en comparación con los artefactos anteriores del WC: cada descarga del depósito utilizaba el doble de agua que los actuales.

Las pérdidas o filtraciones de agua potable pueden ser visibles o invisibles. Las primeras son fácil de detectar ya que se observan a simple vista: una llave goteando o el agua que cae al suelo desde el depósito del WC son señales de que algo está fallando. Sin embargo, hay fugas de agua o filtraciones que no se observan ni se escuchan y son justamente éstas las que producen las pérdidas más importantes y además pueden afectar a las construcciones.

Las filtraciones importantes se producen en la red de tuberías de agua potable. Un depósito de WC en malas condiciones y con pérdida de agua potable se puede hacer perder en 48 horas lo que consume una familia en un mes, además, pueden ser ruidosas y



Uso eficiente del agua en edificaciones

visibles, que son las menos graves, y silenciosas e invisible, que son las más graves, dado que resultan difíciles de detectar.

Estas últimas pueden ser detectadas echando un colorante azul, rojo o verde en el depósito del WC. Si el agua de la taza comienza a teñirse de color significa que hay una pérdida en el depósito.

Otra forma de detectar una filtración por un método que también es simple es anotando lo que marca el medidor de agua en la noche antes de acostarse. Si a la mañana siguiente se detecta consumo, sin que se hayan utilizado los artefactos durante la noche, significa que hay una fuga de agua potable en algún lugar de la instalación interior.

Las fugas o filtraciones visibles de agua potable más comunes son aquellas que se presentan en las llaves. La pérdida de agua que puede generar una llave goteando o escurriendo se muestra en la figura 1.4.

Gota a gota de una llave se pierden 80 litros cada 24 horas o 2.4 m³ en un mes.

Un chorro de 1.5 milímetros se pierden 230 litros en 24 horas o 7 m³. En un mes.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Un chorro de 3 milímetros se pierden 500 litros cada 24 horas o 15 m³ al mes.

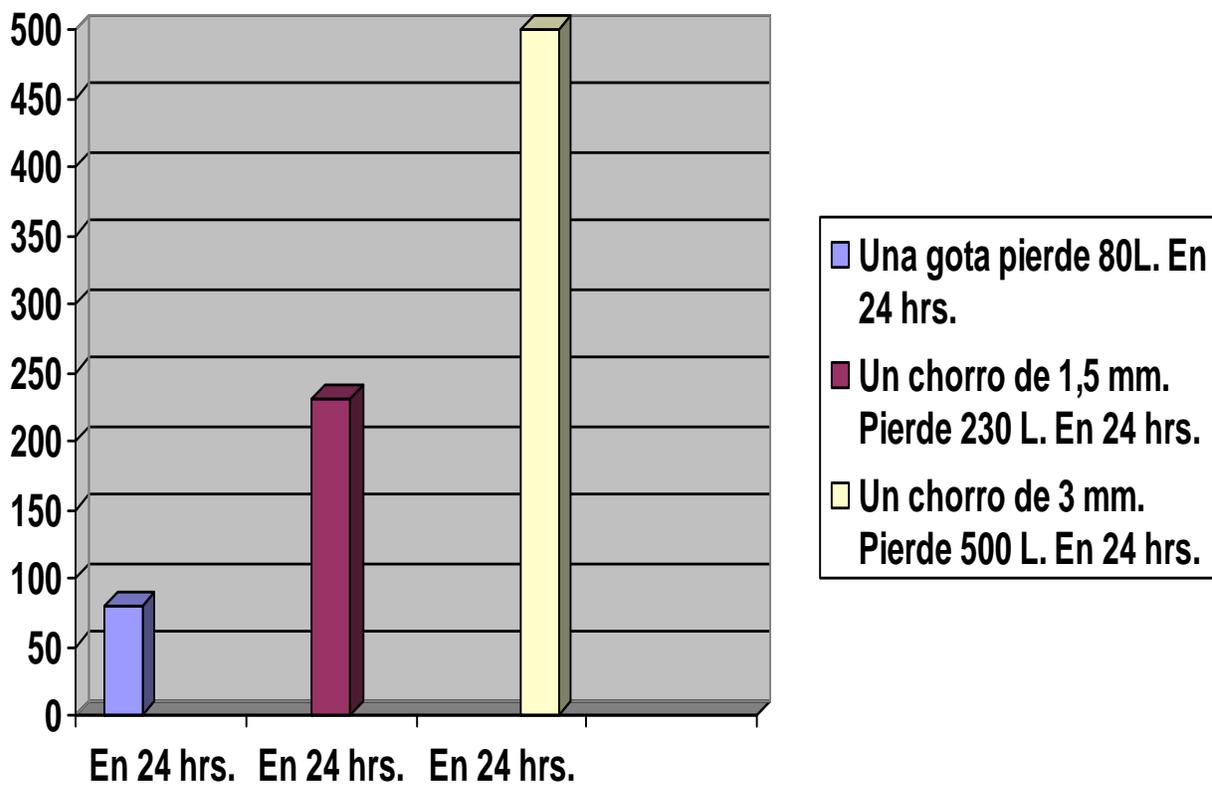


Figura 1.4 Pérdidas de agua por goteo y escurrimiento.

FUENTE: INEGI, SEMARNAP, CONAGUA, Perdidas de agua 2005 México, DF.



Uso eficiente del agua en edificaciones

II.- INSTALACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA GRIS

El agua gris es aquella generada por procesos de un hogar, tales como el lavado de utensilios, ropa, lavamanos así como el baño de las personas, el agua gris se distingue de las aguas negras generadas en el inodoro. Las aguas grises son de gran importancia, porque las podemos aprovechar en la taza de baño, limpieza de pisos, lavado de autos, regadío de plantas y jardines.

El agua gris generalmente se descompone más rápido que las aguas negras y contiene menos nitrógeno y fósforo. Sin embargo, el agua gris contiene un porcentaje de agua negra, incluyendo patógenos de varias clases. El agua gris reciclada nos puede ayudar ahorrar grandes cantidades de agua potable. El agua gris sin tratar no puede ser utilizada en inodoros después de 24 horas ya que genera malos olores y puede manchar sus sanitarios.

II.1.- Ramales, bajantes y depósitos

El agua gris se obtiene de todos los desechos de un hogar, excepto la del wc (excusado), está se compone de un 65% a un 80% del consumo de agua potable en una familia. No es



Uso eficiente del agua en edificaciones

conveniente mantener el agua estancada más de 24 horas ya que ésta se convierte en agua negra, ni mezclarla con el agua de los inodoros. No dejar que el agua gris se convierta en aguas negras vertiéndolas al drenaje, hay que reutilizarla varias veces en la casa: Por ejemplo en el lavado de ropa, en la limpieza de pisos, en el automóvil y finalmente mandar ésta agua a las plantas, árboles frutales y jardines.

Los ramales están hechos con tubo de PVC de 1.5 a 2 pulgadas de diámetro, unidos con tes, codos y uniones del mismo material y diámetro, los ramales pueden tener diferente forma, de acuerdo a las necesidades del lugar. En la figura 2.1 se muestran ramales de acuerdo a las necesidades del lugar.



Uso eficiente del agua en edificaciones



Figura 2.1 Ramales de agua.

En una casa habitación es conveniente separar las instalaciones de aguas negras de las de agua gris.

En la figura 2.2 se muestra la separación de agua gris de la negra, en un baño donde captamos el agua del uso del lavabo, la regadera así como la coladera de la limpieza del piso, en dos baños de la planta alta.



Figura 2.2 Separación de agua negra y gris.

Uso eficiente del agua en edificaciones

En la siguiente figura 2.3 se muestra la separación de las aguas grises de las aguas negras o las que van al drenaje. Para los sanitarios se utilizaron tubos de PVC de 4 pulgadas, regaderas, lavabos y coladeras de piso, se utilizo PVC de 1.5 a 2 pulgadas.



Figura 2.3 Separación de agua gris en lavabos

En la planta baja se encuentran un medio baño con dos lavabos y la cocina que también se está separada el agua gris de la negra, como se muestra en la siguiente figura 2.4.

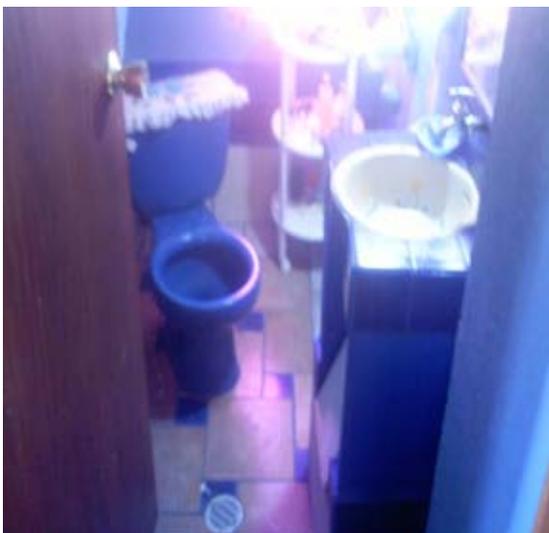


Figura 2.4 Separación de agua negra y gris en planta baja.

Uso eficiente del agua en edificaciones

Respecto a las bajantes de agua gris tenemos: la que se capta de regaderas, lavabos y limpieza de pisos, la cual es conectada a los ramales directamente o pasa por un depósito de almacenamiento, el cual está conectado con dichos ramales como se muestra en la siguiente figura 2.5.

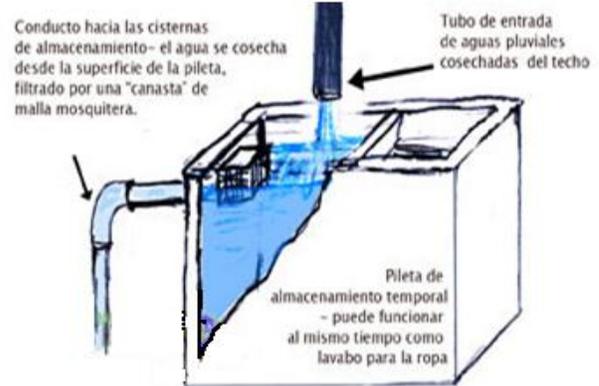


Figura 2.5 Ramales, bajantes y depósito de agua gris.

II.2.- Reúso del agua

La reutilización de aguas grises consiste en la depuración del agua procedente de duchas, bañeras, lavabos y fregaderos, apta para usos domésticos como lavar la ropa, llenar depósitos o cisterna, para los inodoros, en la limpieza doméstica como pisos, banquetas, automóviles, en el regadío de plantas, jardines y árboles frutales etc.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Las aguas grises, a pesar de ser aguas relativamente limpias, deben ser utilizadas en un periodo no mayor a tres días, debido a su ligero contenido de materia orgánica y oxígeno, después de este periodo empiezan a producir olores que normalmente no estamos dispuestos a admitir dentro de una vivienda.

Respecto a la calidad del agua es importante, a la hora de calcular la cantidad posible de aguas grises a reaprovechar tener en cuenta su procedencia, así como los sistemas de suministro de agua en la casa en cuanto a sus caudales. La existencia o no de economizadores, reguladores de caudal, teléfonos de ducha ahorradores, sistemas de descarga de las cisternas, hábitos de los habitantes, etc. Estos van a definir unos consumos muy diferentes y por tanto unos suministros de aguas grises muy distintos.

La finalidad es propiciar el ahorro, el uso racional y eficiente del agua como un recurso escaso que es. Hacer un uso racional del agua equivale a ahorrar agua y a aplicar conceptos como el aprovechamiento y la reutilización, de manera que a cada actividad que la requiere se le destine el agua, en cantidad necesaria y con las características de calidad que le corresponda al uso que se quiera hacer de ella. De esta manera diferenciamos



Uso eficiente del agua en edificaciones

el agua en función de su idoneidad o del uso, por ejemplo para regar un jardín, para la limpieza de exteriores o interiores, para lavar un coche, para el abastecimiento de inodoros, etc. No tenemos necesidad de utilizar agua con las propiedades o características del agua potable.



Uso eficiente del agua en edificaciones

III.- INSTALACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL

En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. La captación y almacenamiento de agua de lluvia ha sido practicada desde hace muchos años. En el caso de México los depósitos artificiales fueron utilizados en tiempos precolombinos para irrigar cultivos en áreas pequeñas. En zonas arqueológicas de la península de Yucatán, así como en Xochicalco Morelos; 300 años antes de cristo se emplearon sistemas de captación conocidos como chultus, los cuales tienen como función recolectar el agua de los patios y conducirla mediante canales a depósitos construidos con piedra para ser usada posteriormente. En muchos países tales como Japón, La india, Colombia, etc., la captación de agua de lluvia ha sido una fuente alterna para el suministro doméstico.

El promedio anual de precipitaciones para el territorio mexicano es de 1500 km³ de agua. Si se aprovechara el 3% de esa cantidad, se podría abastecer a 13 millones de mexicanos que actualmente No cuentan con agua potable. La captación y aprovechamiento de



Uso eficiente del agua en edificaciones

agua de lluvia es una importante fuente de abastecimiento de agua para uso y consumo humano.

III.1.- Captación

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener para consumo humano en aquellas zonas de alta o media precipitación pluvial. El agua de lluvia es interceptada, recolectada y almacenada para su uso posterior. La captación de aguas pluviales y su almacenamiento en cisternas o depósitos en zonas urbanas todavía es un concepto novedoso para mucha gente. Sin embargo, consideramos que esta práctica será clave en el futuro para asegurar el abasto de la población urbana y rural con agua de buena calidad en nuestro país.

Es importante conocer la pluviometría histórica de la zona por lo menos 10 años y la superficie de captación, para prever la cantidad de agua que se espera recolectar. Los techos o azoteas son los lugares más idóneos para captar este preciado líquido. En nuestro país el promedio anual de precipitación es de 1,500 km³ de agua. Si se aprovechara un 6 % de esa cantidad, se podría abastecer a 26 millones de habitantes que equivale aproximadamente a la población del distrito federal y su zona



Uso eficiente del agua en edificaciones

conurbada, se darían dos riegos a 36 millones de hectáreas de terreno; se abastecerían 100 millones de animales y se regarían 200 mil hectáreas de invernadero. La captación y aprovechamiento de agua de lluvia es una importante fuente de abastecimiento para la población.

La captación de agua de lluvia de los techos, balcones, plazas, calles y superficies impermeables, es un agua de buena calidad, es la más limpia, destilada por el sol y las nubes, se puede considerar como agua muy limpia.

El agua potable es de tal calidad que para muchos usos domésticos se podría sustituir por el agua pluvial. En el caso del agua para lavar ropa, utensilios de cocina, pisos, baños, patios y jardines. Además, el agua pluvial tiene muchas ventajas en el lavado de ropa se puede tener un ahorro del 50 % de detergente ya que esta es más blanda que la del grifo.

Si aprovecháramos el agua de lluvia se podría llegar a sustituir en un hogar de 3 a 5 personas, 60,000 litros anuales de agua potable, por agua de lluvia. Esto supone una importante contribución para el ahorro de agua. Con una buena instalación para captar o cosechar agua de lluvia debe ser sencilla y que requiera de un

Uso eficiente del agua en edificaciones

mantenimiento mínimo. En las figuras 3.1 y 3.2 se muestran las diferentes formas de cosechar o captar agua de lluvia.

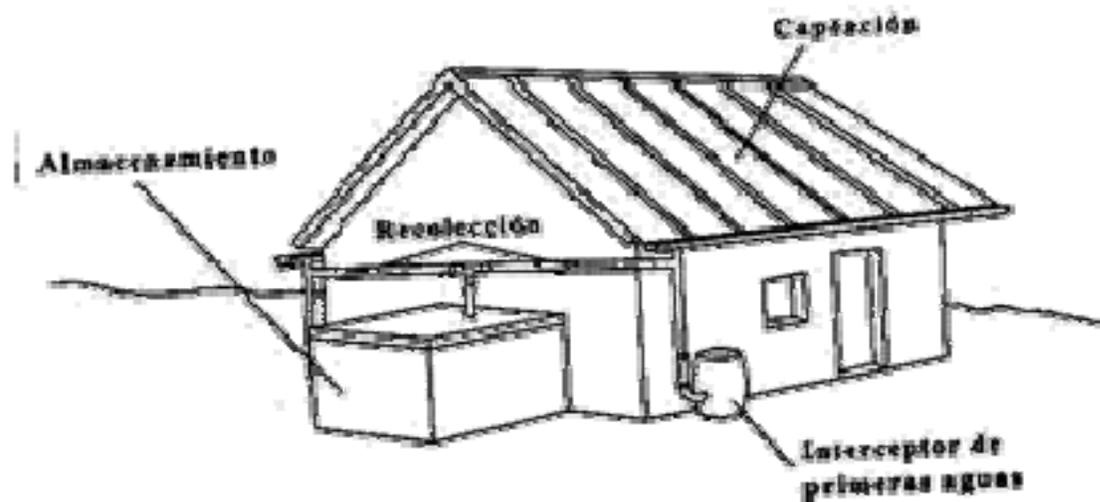


Figura 3.1 Captación en techo



Figura 3.2 Techos y bajantes de agua de lluvia

III.2.- Ramales, bajantes y depósitos



Uso eficiente del agua en edificaciones

En el contorno de los techos, hacia donde esta dirigida la pendiente en la parte más baja se coloca canaletas que pueden ser metálicas galvanizadas, de pvc, policarbonato, bambú o cualquier otro material que no altere la calidad del agua recolectada. El ancho mínimo de la canaleta será de 7.5cm, y el máximo de 15 cm, el techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta, como mínimo en un 20 % del ancho de la canaleta, las uniones entre canaletas deben ser herméticas y lo más lisas posibles para evitar el represamiento del agua.

Las bajantes o tubos de bajada al inicio del tubo al interior del receptor deberá existir un ensanchamiento que permita encauzar el agua hacia el interceptor sin que se produzcan reboces, y su ancho inicial debe ser igual al doble del diámetro de la canaleta debiendo tener la reducción a una longitud de 2 veces el diámetro. El diámetro mínimo de los tubos de bajada del interceptor no debe ser menor a 7.5 cm, ni mayor a 15 cm de diámetro. Como se

muestra en la figura 3.3.





Figura 3.3 Bajantes de agua de lluvia

El agua de lluvia se puede utilizar directamente para el riego de jardines, plantas de ornato y de árboles frutales, ésta se distribuye de un depósito o registro donde se conectan tubos o mangueras

interconectadas similar a un diagrama de árbol o rama, las cuales distribuyen el agua desde los lugares donde se produjo hasta los lugares que necesitamos regar, aprovechando los desniveles y pendientes del terreno.

Es una buena alternativa, económica y muy creativa para la distribución del agua de lluvia.

De acuerdo a las necesidades podemos tener diferentes formas de los ramales como se muestra en la figura 3.4

Uso eficiente del agua en edificaciones



Figura 3.4 Ramales de agua



Uso eficiente del agua en edificaciones

Con respecto a los depósitos estos pueden ser prefabricados y contruidos en el lugar como son: las cisternas de ferrocemento que es una técnica muy útil para la construcción de contenedores de gran capacidad para el almacenamiento del agua pluvial. Es relativamente económico y puede ser construido por albañiles, una vez familiarizados con la técnica. Las cisternas tanque pueden ser de forma redonda, ovalada, esférica, para distribuir bien el peso de su contenido, llegando a un uso óptimo de los materiales donde tenemos hasta un 40 % más capacidad con el mismo Material que los depósitos cuadrados, los circulares o semicirculares son muy prácticos, resistentes y se pueden construir grandes depósitos de agua de 10,000 litros hasta más de 100,000 litros.

Los componentes usados para su construcción son: malla electro soldada con dos capas de malla de gallinero, sobre la estructura cilíndrica se colocan varias capas de cemento, hasta llegar a un espesor de 5 cm. La combinación de estos materiales nos da mucha estabilidad, resistencia y durabilidad. Para el enmallado, se entretejen dos capas de malla gallinera con la electro malla, se forma la estructura cilíndrica la cual se planta con un firme de cemento y grava en el terreno debidamente preparado, con una cimbra de triplay se pone la primera capa de cemento, después se

Uso eficiente del agua en edificaciones

colocan varias capas más hasta sellar el tanque. En la última capa se agrega baba de nopal a la mezcla como impermeabilizante.

En las siguientes figuras 3.5, 3.6 y 3.7 se muestran los diferentes depósitos, un depósito natural y el armado de la cisterna de ferrocemento respectivamente.



Figura 3.5 Depósitos de diferente material

Uso eficiente del agua en edificaciones

Procedimiento constructivo de una cisterna de ferrocemento



Figura 3.6 Depósito o cisterna de ferrocemento



Figura 3.7 Depósito natural y concreto



Uso eficiente del agua en edificaciones

IV.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

El agua contaminada perjudica la salud de las personas. No es que mueran de sed, sino que la calidad del agua que usan para beber y cocinar las enferma. Alrededor del 80 % de todas las enfermedades y más de una tercera parte de todas las muertes en los países en desarrollo son causadas por aguas contaminadas. En las zonas semiáridas en vías de desarrollo, los abastecimientos de agua potable suelen contaminarse con heces fecales, pesticidas, fertilizantes y residuos industriales. La población quizás no tenga otra opción que utilizar esa agua llena de impurezas.

El suelo es susceptible de degradación cuando en él se acumulan ciertas sustancias de alto nivel, cuando las sustancias alcanzan niveles de concentración elevados, devienen tóxicas para los microorganismos que se hallan en el suelo.

Lo anterior es una degradación química que genera la pérdida parcial o total de la fertilidad del suelo.

Hoy en día en muchas partes del mundo se tiene el problema de



Uso eficiente del agua en edificaciones

contaminación de las aguas subterráneas; originada en parte en los centros urbanos, por la práctica inadecuada del tratamiento de los desechos industriales de basura, por el uso indiscriminado de detergentes, residuos de grasas de alimentos, infiltraciones de gasolinas, diesel, etcétera lo que provoca graves daños ecológicos y contaminación de aguas subterráneas. Esto ha llegado a provocar hoy en día que científicos de todo el mundo ya no se centren en la investigación de cómo encontrar agua sino más bien de estudiar la calidad del agua subterránea, cómo ha sido afectada por las actividades humanas en los centros urbanos, ya que gran parte de la contaminación de las aguas subterráneas es originada por los residuos producidos en los centros urbanos.

IV.1.- Contaminación del agua potable

Los principales desechos que contaminan el agua son los siguientes: desechos industriales, agrícolas, domésticos, y de servicios.

En la Ciudad de México, tanto el abastecimiento de agua como la contaminación son problemas de gran magnitud. El agua contaminada daña la salud de los habitantes de la ciudad e, incluso, la de quienes habitan fuera de ella, debido a las aguas



Uso eficiente del agua en edificaciones

residuales se descargan en ríos que fluyen hacia fuera del Valle de México.

Las aguas del alcantarillado contienen sustancias orgánicas, como grasa, carbohidratos y proteínas, las cuales están sujetas a mecanismos de descomposición por bacterias. Esta agua también transporta sustancias inorgánicas inertes que no se degradan, como el plástico, y gases, como el sulfuro de hidrógeno, que produce un olor desagradable cuando el agua se encuentra en estado de descomposición.

El agua mezclada con gran cantidad de residuos adquiere un color negrusco, de donde viene el nombre de "aguas negras," y generalmente alberga muchos organismos patógenos, que producen enfermedades a los seres vivos en general, pero en particular a los humanos.

En la Ciudad de México alrededor del 60 % del agua se obtiene de los mantos acuíferos, pero se extrae un volumen de agua superior al que se recarga naturalmente por la infiltración de la lluvia. Esto causa que la cantidad de agua subterránea disminuya, lo que contribuye al hundimiento de la ciudad. El 40% restante del agua



Uso eficiente del agua en edificaciones

requerida debe traerse de otras regiones a través de los sistemas Cutzamala y Lerma y de algunos manantiales.

Proveer de agua a la Ciudad de México requiere una gran infraestructura, que incluye inmensos pozos. Bombas, canales, plantas potabilizadoras y kilómetros de tuberías. El costo de ésta es enorme. Y se incrementa debido a que cerca del 40% del agua se pierde por fugas en la red de tuberías que están picadas o dañadas.

Para ejemplificar cuánta agua se lleva a la zona metropolitana de la Ciudad de México, se puede hacer una comparación con la alberca olímpica, cuya capacidad es de 3 000 m³. La cantidad de agua que se importa cada hora permitiría llenar setenta y cinco albercas de este tipo, lo que significa un total de 5 400 000 m³ aproximadamente por día.

En la República Mexicana el abastecimiento de agua es muy irregular.

Existen muchos poblados que carecen de este servicio. Tal fenómeno se repite en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, donde existen asentamientos humanos que no reciben



Uso eficiente del agua en edificaciones

agua potable y por ello el líquido debe llevarse a los hogares por medio de pipas, cubetas y botes.

Los desechos industriales incluyen residuos sólidos, líquidos y gaseosos; por ejemplo los metales pesados pueden ser zinc, plomo, cadmio, cromo, mercurio y cobre, los cuales son muy dañinos para la salud de los seres vivos.

Para ejemplificar los daños que producen los metales basta mencionar los causados por el mercurio. Este metal se disuelve en el agua por la acción de ciertas bacterias, y cuando lo absorben los organismos vivos, se convierten en veneno. El mercurio entra en la cadena alimentaría y mata a los peces y al ganado que pastorea en las orillas del río donde se descargan las aguas del drenaje. En los seres humanos puede causar calambres, disminución auditiva y visual, convulsiones, parálisis e incluso la muerte.

Otros desechos industriales se depositan en los basureros clandestinos; esto conlleva muchos peligros, por efectos de la lluvia algunas sustancias tóxicas se infiltran en el suelo contaminando el agua de los mantos acuíferos.



Uso eficiente del agua en edificaciones

En el aire también es posible encontrar desechos, debido a la generación de gases del proceso de producción industrial. A través de la nieve y principalmente de la lluvia, estos desechos son arrastrados a la tierra, y contaminan al suelo y el agua.

El sector agrícola también contribuye a contaminar el agua, principalmente con productos químicos que se emplean como fertilizantes, insecticidas y herbicidas. Los sistemas modernos de agricultura han sustituido los ecosistemas naturales por artificiales. Los monocultivos facilitan el trabajo, ya que se puede preparar la tierra con los tractores, esparcir los pesticidas con avionetas y cosechar con segadoras.

Aunque este sistema incrementa los rendimientos agrícolas, presenta grandes desventajas por los efectos negativos que ocasiona: provoca el depósito de desechos que son contaminantes en el suelo y el agua, e incluso se pueden acumular sustancias tóxicas en las plantas. Elimina la vegetación original, por lo que afecta los ecosistemas. Incrementa la inversión debido al consumo de recursos industriales, como fertilizantes, insecticidas, herbicidas, maquinaria y combustible.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Cuando se rompen las interacciones ecológicas naturales, el agricultor usa fertilizantes químicos para satisfacer la necesidad de nutrientes de las plantas; debido a la ruptura de las cadenas alimentarias, los enemigos naturales de las plagas dañinas no existen y para controlarlas es necesario aplicar grandes cantidades de insecticidas y herbicidas. Estos productos son tan fuertes que matan también a todos los insectos y plantas, incluso aquellos que pueden ser benéficos. Finalmente, para realizar el abasto de agua se incorpora el riego, que muchas veces se realiza con agua contaminada.

Con la modernización de la agricultura se logró inicialmente el incremento de la producción, pero también se presentaron efectos contraproducentes, como la aparición de plagas de insectos que desarrollaron resistencia a los pesticidas, nuevas enfermedades de las plantas, envenenamiento y diversas enfermedades en las personas, causadas por los agroquímicos, contaminando el agua y pérdida de la capa superficial del suelo.

Los plaguicidas organoclorados pueden permanecer mucho tiempo sin degradarse, por lo que es común encontrarlos en las aguas de retorno agrícola. Dentro de estos compuestos se encuentra el



Uso eficiente del agua en edificaciones

DDT, que se acumula y llega a causar trastornos en los seres humanos y altera la cadena alimenticia.

Se ha demostrado que el DDT pasa de los grillos a las musarañas cuando se los comen y a través de éstas a las aves de rapiña que se alimentan con ellas. Aunque las aves no mueren, las concentraciones de DDT debilitan el cascarón de sus huevos, por lo que los polluelos mueren antes de nacer.

Los desechos ganaderos son los residuos que genera el ganado; entre ellos se encuentra principalmente las heces fecales, los orines y los restos de cadáveres de animales que son arrojados a los arroyos, ríos o lagos.

En MÉXICO existen seis ramas productivas de acuerdo con el tipo de ganado: bobina, porcina, caprina, ovina, avícola, caballar y asnar; todas ellas alteran el funcionamiento de los ecosistemas y provocan cambios en el uso de suelo que antes se dedicaba a la producción agrícola o forestal y ahora se destina a la producción ganadera.

Asociado con el problema que presenta la ganadería, como uno de los factores de degradación de las áreas naturales, se encuentran las contaminaciones de las aguas de ríos, lagos, y mantos



Uso eficiente del agua en edificaciones

acuíferos por la materia fecal de los animales. Esta materia puede ser abono cuando se emplea en las tierras de cultivo, pero cuando se arroja a los cuerpos de agua provoca contaminación.

Por otro lado, el agua arrastra contaminantes de los cadáveres de animales a los mantos freáticos, arroyos, ríos o abrevaderos provocando enfermedades bacterianas, virales o de algún parásito específico.

El agua también se contamina desde los hogares, cuando se vierten en el drenaje algunos productos tóxicos; los más comunes son los detergentes. Asimismo, se contamina por arrojar a la cañería materia fecal, restos de alimentos, plásticos y solventes, como el petróleo, gasolina, aceite, pintura y el líquido de las baterías de los carros, con la suposición de que cuando se mezclan con el agua pierden su efecto. Sin embargo, sucede lo contrario, ya que contaminan muchos metros cúbicos de agua.

Los detergentes tienen fosfatos y éstos, junto con la espuma que producen, generan una película superficial que no permite el paso del oxígeno del agua, lo que provoca la muerte de las plantas y animales acuáticos.



Uso eficiente del agua en edificaciones

En las grandes ciudades como el Distrito Federal y zona conurbada, muchos asentamientos humanos todavía no disponen de drenaje, por lo que las personas arrojan sus desechos y aguas residuales a las calles, lotes baldíos, barrancas y arroyos, contaminando las aguas subterráneas.

En las zonas que cuentan con drenaje, la basura de las calles es arrastrada por el agua de lluvia y obstruye las alcantarillas, lo cual produce encharcamientos y focos de infección que causan enfermedades.

Otras fuentes de contaminación del agua son los centros educativos y de servicios, pues también producen desechos que terminan en el drenaje. En los centros educativos y de servicios se destacan los productos que se utilizan para la limpieza de áreas, salones, baños y sustancias de laboratorios.

Es importante vigilar, dentro de los centros educativos y de servicios, que el agua no se desperdicie, no sólo cuando se toma de los grifos o se utiliza en los servicios sanitarios, sino también al lavar el material de los laboratorios. Asimismo, es necesario no tirar sustancias tóxicas en el drenaje y manejar correctamente la basura, de tal forma que no contamine.



Uso eficiente del agua en edificaciones

IV.2 Contaminación del suelo

La contaminación del suelo consiste en la introducción en el mismo de sustancias contaminantes, ya sea el suelo, debido al uso de pesticidas para la agricultura; por riego con agua contaminada; por el polvo de zonas urbanas y las carreteras; o por los relaves mineros y desechos industriales derramados en su superficie, depositados en estanques o enterrados.

Existen una serie de productos químicos, como los abonos sintéticos, herbicidas e insecticidas, que son sumamente útiles a la agricultura, pero que cuando se usan en forma inadecuada (abuso) producen alteraciones en el suelo y bajan la producción.

En algunos casos, el problema aparece mucho después, cuando los contaminantes se difundieron hasta la superficie, a los ríos o a la napa freática o los mantos acuíferos.

Los abonos sintéticos (urea, nitratos, fosfatos, cloruros, etc.) deben ser usados con moderación y cálculo, pues su abuso intoxica y mata la fauna (lombrices, insectos, ácaros) y flora (hongos, bacterias) del suelo. Con el agua los abonos llegan a los ríos, a los lagos y al mar, afectando a plantas y animales



Uso eficiente del agua en edificaciones

acuáticos. Por eso es mejor usar abonos orgánicos como el guano de isla, humus, abonos verdes, estiércol de animales, etc.

Los pesticidas o plaguicidas son compuestos químicos utilizados para controlar plagas (insectos, hongos, bacterias, roedores, malezas, algas). Los más comunes son los insecticidas (matan insectos), herbicidas (matan malezas), fungicidas (matan hongos), roedoricidas (matan roedores), molusquicidas (matan caracoles y babosas) y alguicidas (matan algas), entre otros.

Los hidrocarburos se pueden clasificar en:

- Hidrocarburos clorados: son compuestos químicos sintéticos, derivados de hidrocarburos (petróleo, gas), que tienen características tóxicas. Una de dichas características es su gran persistencia o longevidad, es decir que no se descomponen o lo hacen muy lentamente, permaneciendo mucho tiempo en el ambiente. Entre ellos están: DDT, Aldrín, Dieldrín, Endrín, Heptacloro, Hexaclorobenceno, Mirex y Clordano. Por su longevidad son muy dañinos y se concentran en las cadenas alimentarias.

- Organofosforados: compuestos químicos muy variados, con



Uso eficiente del agua en edificaciones

efecto primario y rápido sobre el sistema nervioso. Son de vida muy corta, por lo que no tienen efecto residual.

- Organoclorados: contienen cloro en su estructura y tienen efecto residual.

- Carbamatos: insecticidas selectivos de rápida degradación ambiental. Actúan sobre el sistema.

Los ciclos biogeoquímicos son las fases por las que pasan los elementos necesarios para la vida, como el carbono, el nitrógeno y el fósforo. Estos elementos circulan a través de diversos componentes de los ecosistemas, como el suelo, el aire y el agua; pasan a los seres vivos y regresan al mundo inanimado. El nombre de ciclos biogeoquímicos obedece a que los elementos o compuestos químicos correspondientes se mueven en una sucesión de etapas, en las cuales intervienen tanto el medio físico como los seres vivos.

El suelo es un factor importante de los diversos ciclos porque en él se llevan a cabo muchas modificaciones químicas y biológicas, pero también ocurren transformaciones de los elementos mencionados en el aire y el agua, mediante una cadena compleja de procesos.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Ciclo del carbono. El carbono es un elemento básico para la formación de muchos compuestos esenciales de los seres vivos, como proteínas y carbohidratos. Las fases del ciclo del carbono son las siguientes:

El carbono se encuentra en la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO₂).

Durante la fotosíntesis, las plantas toman el CO₂ del aire y elaboran con él compuestos mucho más complejos y útiles, como los azúcares. Los azúcares son utilizados por las propias plantas o por los animales herbívoros, de los cuales pueden pasar a un carnívoro o a un organismo descomponedor. Cuando estos seres mueren, el carbono de sus células se libera en forma de CO₂.

El carbono pasa del aire a un ser vivo, de este a otros y es liberado nuevamente a la atmósfera de dos formas: como resultado de la respiración, ya que todos los organismos exhalan CO₂ cuando respiran, y por medio de la descomposición de los organismos.

Una parte del carbono queda atrapada en los seres vivos, lo cual impide que esa sustancia circule durante grandes periodos; por ejemplo, el carbono permanece almacenado en las conchas de organismos marinos como almejas, lapas y caracoles. Cuando



Uso eficiente del agua en edificaciones

estos mueren, las conchas se precipitan al fondo del mar formando una roca sedimentaria llamada caliza.

Las actividades humanas interfieren en el balance del ciclo del carbono. Los combustibles empleados en los automóviles y fábricas provienen del petróleo, el gas natural y el carbón los cuales se formaron a lo largo de miles de años en el subsuelo, a partir de restos de seres vivos; por ello, son materiales con un alto contenido de carbono. Cuando los combustibles derivados de ellos son quemados, se disgregan muchos compuestos de carbono liberándose en el aire en forma de CO₂.

Los seres humanos aprovechan el calor y la energía liberados por la combustión de estos materiales para poner en movimiento diversas máquinas, como en los automóviles, aviones, barcos, camiones y maquinaria industrial. Con ello las personas contribuyen a liberar grandes cantidades de dióxido de carbono en la atmósfera.

Ciclo del nitrógeno. El nitrógeno es un elemento esencial para los seres vivos, pues forma parte de las proteínas y los ácidos nucleicos, como el ácido desoxirribonucleico (ADN), que es el material de la herencia.



Uso eficiente del agua en edificaciones

El nitrógeno es el elemento más abundante en la atmósfera, pero no se combina fácilmente con otros elementos, por lo que debe transformarse para ser asimilado por los seres vivos. El proceso de transformación del nitrógeno es efectuado por varios tipos de bacterias, que participan en distintos ciclos del nitrógeno.

Las principales fases de este ciclo son éstas:

El primer paso es la conversión de nitrógeno gaseoso (N_2) en amoníaco (NH_3); este cambio lo realizan las bacterias fijadoras de nitrógeno, que se encuentran en el suelo y en los ambientes acuáticos. La bacteria fijadora de nitrógeno más importante forma nódulos o abultamientos en las raíces de las plantas leguminosas. El nitrógeno del amoníaco puede ser transformado en nitratos (NO_3) por otro tipo de bacterias, que también se encuentran en el suelo.

El nitrógeno del amoníaco o los nitratos pueden ser asimilados por las raíces de los vegetales para incorporarlos en las proteínas y ácidos nucleicos de estos. Otros seres vivos obtienen el nitrógeno que necesitan cuando se alimentan de plantas.

Los desechos de los animales consumidores de plantas, como la urea de la orina y el ácido úrico, tienen un alto contenido de nitrógeno. Estas sustancias, junto con los compuestos de



Uso eficiente del agua en edificaciones

nitrógeno contenidos en los mismos muertos, se descomponen y liberan en el ambiente el nitrógeno en forma de amoniaco.

El amoniaco puede ser utilizado nuevamente por las plantas o transformarse en nitrógeno gaseoso (N_2) por la acción de ciertas bacterias que viven en el suelo es así como se cierra el ciclo del nitrógeno. Los seres humanos afectan el ciclo del nitrógeno cuando utilizan grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados en los terrenos agrícolas, ya que estos productos son arrastrados por la lluvia a los ríos y lagos, por lo cual causan problemas de contaminación del suelo y agua.

Ciclo del fósforo. El fósforo es un elemento muy importante para supervivencia de los seres vivos. Ya que forman parte del ADN y de otros compuestos, como los encargados de transportar la energía en las células. El fósforo también está sujeto a un ciclo que comienza en la tierra, continua en los océanos y regresa a la tierra.

El ciclo del fósforo comprende las siguientes fases:

Las rocas ricas en compuestos de fósforo, cuando son degradadas por la acción del agua y el viento, liberan este elemento, el cual es arrastrado hasta las partes bajas del terreno, donde se incorpora al suelo o a los depósitos de agua como fosfatos (PO_3).



Uso eficiente del agua en edificaciones

Las raíces de las plantas absorben el fósforo del suelo y lo integran a sus tejidos. En los sistemas acuáticos se incorpora a los tejidos de las algas y otras plantas.

Los animales herbívoros obtienen el fósforo de las plantas, y los carnívoros, de los animales que comen plantas.

IV. 3.- Contaminación de los mantos acuíferos

La alteración del medio acuático

Durante mucho tiempo el hombre ha ido arrojando sus residuos a los ríos y al mar y, al no percibir ninguna alteración manifiesta, ha considerado infinita la capacidad de autodepuración de estos medios acuáticos. Sin embargo, con la llegada de los procesos industriales a gran escala, tanto la cantidad como la calidad de los contaminantes se ha multiplicado hasta límites intolerables.

No sólo se vierten hoy cantidades ingentes de estos productos sino que, lo que resulta todavía más peligroso, la capacidad destructiva de muchos de ellos es infinitamente mayor de la que poseían residuos de hace unas pocas décadas. Productos químicos concentrados, pesticidas, defoliantes, residuos nucleares, etc. han ido destruyendo gran parte de los ríos de los países industrializados y el mar, al que en un principio se



Uso eficiente del agua en edificaciones

considera con mayor capacidad de regeneración, da hoy muestras evidentes de encontrarse también gravemente afectado.

Uno de los principales peligros que supone esta contaminación es la posible vía que dichos residuos tóxicos seguirán en la naturaleza, pues se desconoce cómo se integra en los ciclos naturales, por lo que se desconoce también dónde y en qué medida causarán daños. Sin embargo, no hay duda de que el ser humano, que es miembro de estas cadenas, resulta afectado en algún punto de ese recorrido.

La importancia del medio acuático, del agua en general, es evidente al ser el origen y la base de la vida en nuestro planeta. Es el medio en que ésta se generó y sólo podemos encontrarla allí donde existe el agua, aunque se presente en formas ocultas: hielo, rocío en las rocas de un desierto, etc. El agua actúa como intermediario en el metabolismo de casi todos los organismos, es vehículo de sustancias y no en vano forma parte de la propia sustancia celular, del citoplasma, llegando a constituir casi el 99% del peso de algunos animales (medusas por ej.). La presencia en ella de sustancias tóxicas es naturalmente destructiva para el ser vivo, pero incluso aunque esas sustancias no sean tóxicas su presencia física perturba muchas de las propiedades del agua (el



Uso eficiente del agua en edificaciones

PH, la densidad, la presión osmótica ejercida, etc.) y éste es un factor al que las células de cualquier organismo reaccionan con gran sensibilidad. Los peces dulceacuícolas mueren si aumenta la salinidad del agua y si un mamífero debe beber agua salada, acaba muriendo. Otro tanto sucede con las plantas y cualquier alteración de las condiciones hídricas destruye fácilmente el plancton vegetal, que está en la base de todas las cadenas tróficas del mar. Resumiendo, el agua no es únicamente importante cómo un medio líquido sino cómo un compuesto químico de determinadas características que la contaminación altera.

La contaminación en ríos y lagos

Los lagos han sido los primeros en manifestar los efectos de la contaminación, al ser muchos de ellos sistemas cerrados y, en cualquier caso, porque la entrada y salida de sus aguas no suele ser suficiente para deshacerse de una cantidad excesiva de residuos. La contaminación inicial era de tipo doméstico, procedente de las poblaciones humanas asentadas en sus orillas. Al ser productos orgánicos en su mayoría, se produjo un paulatino aumento de nutrientes en el agua, convirtiéndose los lagos oligotróficos en eutróficos y desapareciendo de manera lenta las formas de vida más exigentes.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Con los modernos métodos agrícolas, que recurren a fertilizantes y plaguicidas para aumentar la producción, el número y la peligrosidad de los residuos han aumentado, acelerando los procesos. El resultado ha sido la muerte biológica de gran número de masa lacustre en los países industrializados. Los ríos, gracias a su capacidad de arrastre, han sido capaces de absorber mayor cantidad de agresiones, pero también el proceso de intensificación y concentración de esos contaminantes ha superado los límites de la capacidad de autorregeneración, rompiéndose el equilibrio entre los distintos componentes del medio fluvial. Las cloacas circulantes en que se han convertido en el mundo industrializado son una buena prueba de ello. La flora y la fauna han quedado en muchos casos irreparablemente dañadas. Al ser los ríos la fuente principal de suministro de agua potable para las poblaciones humanas, el problema se ha convertido en prioritario para las autoridades y las legislaciones actuales intentan impedir la contaminación, al tiempo que se llevan a cabo costosos proyectos de limpieza y regeneración de las aguas. La disponibilidad de agua potable está en camino de convertirse en uno de los problemas decisivos del desarrollo humano para el cercano siglo XXI, transformándose en un bien preciado y cada vez más costoso.



Uso eficiente del agua en edificaciones

La contaminación del mar

Los residuos arrojados a los lagos y ríos pasan de modo natural al mar y allí las corrientes los dispersan y trasladan a los puntos más lejanos. Muchos de estos contaminantes son transformados en elementos utilizables por los organismos marinos, dentro del proceso de auto depuración del mar. Pero hay otros, sobre todo los residuos radiactivos y los productos químicos de alta concentración utilizados en procesos muy diversos, que no pueden incorporarse a ningún ciclo natural de estas características y permanecer como tales provocando enormes daños en la flora y fauna marinas. Sus efectos son a menudo a largo plazo o en lugares remotos. Así, DDT utilizado masivamente en los años 50 y 60 en la agricultura paso a través de los ríos a las aguas de los océanos, acumulándose en los elementos del plancton y, de aquí, pasando a los tejidos de los peces, que en un súper depredador, el ser humano, utiliza como alimento. Se han encontrado restos de DDT en cantidades peligrosas en focas y otros carnívoros marinos. A los vertidos directos a través de los ríos hay que añadir la contaminación con las precipitaciones que arrastran residuos tóxicos, los vertidos incontrolados en altamar y los accidentes de súper petroleros que vierten millones de litros de hidrocarburos a las aguas, o a menor escala, pero igual de grave por su



Uso eficiente del agua en edificaciones

reiteración, las pequeñas cantidades resultantes de limpiar depósitos en altamar o procedente de fugas de los motores.



Uso eficiente del agua en edificaciones

V.- CASO ESTUDIO

Caso estudio de una casa habitación ubicada en monte alban N° 365 Colonia Olivar Santa María en la Delegación Xochimilco, en el Distrito Federal, es habitada por 5 personas, con una distribución de: 1 recámara para los padres, 3 recámaras para los hijos e hijas, 1 cocina con estufa y fregadero, 2 baños completos con inodoro y regadera, 1 medio baño con lavamanos, cocina con estufa y fregadero, sala, comedor, Patio de servicio, estacionamiento para un auto con lavadero, Jardín y Huerta como se muestra en la figura 5.1 y 5.2 .

Tiene iluminación y ventilación natural: todas las habitaciones están en contacto con el exterior y cuenta con ventanas que dan a la calle, a patios o a espacios abiertos, en la figura 5.3 y 5.4 se muestra la fachada principal, lateral y posterior.

Uso eficiente del agua en edificaciones

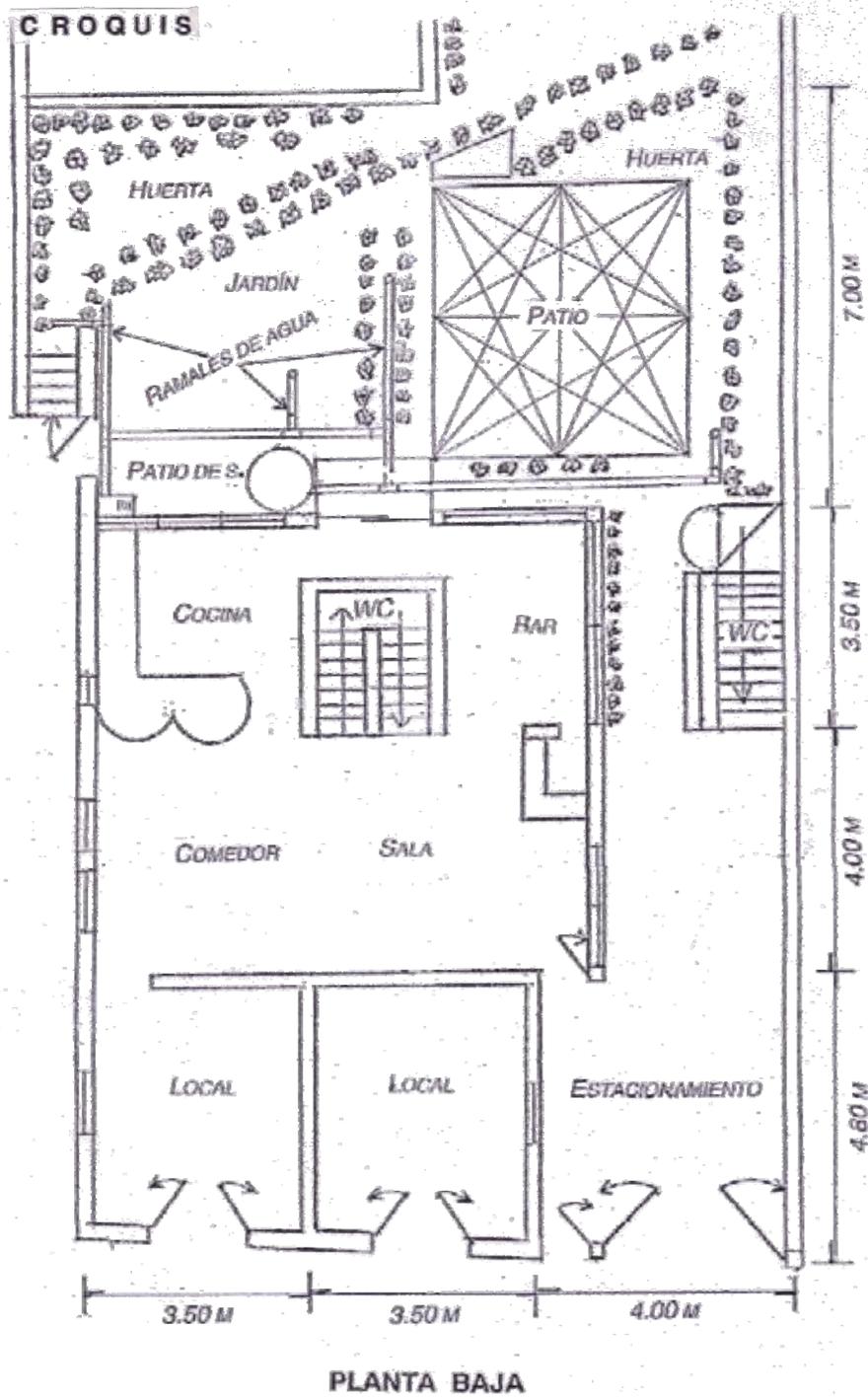


Figura 5.1 Croquis planta baja



Uso eficiente del agua en edificaciones

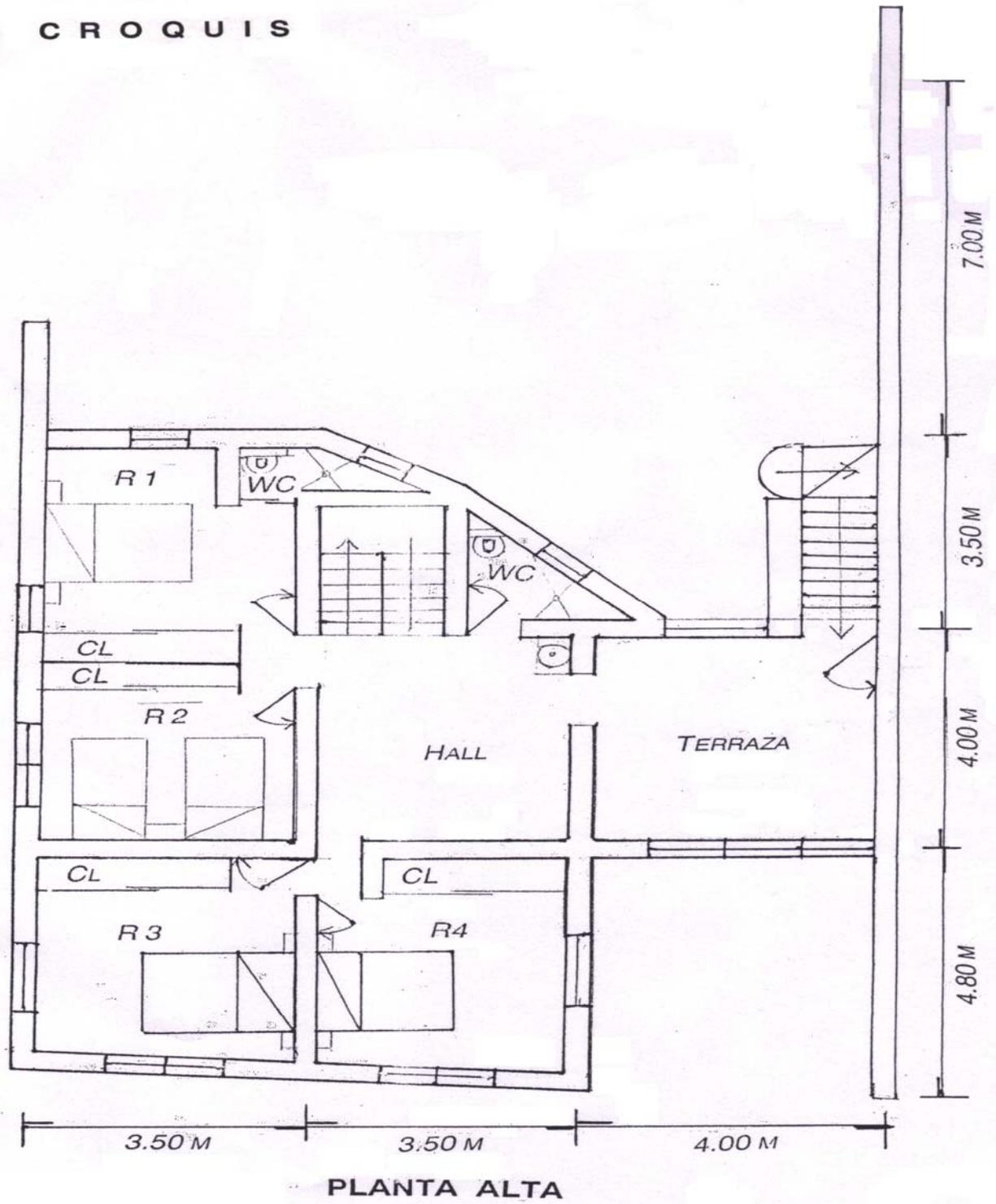


Figura 5.2 Croquis planta alta

Uso eficiente del agua en edificaciones



Figura 5.3 Fachada principal y lateral



Figura 5.4 Fachada posterior

Con respecto al aprovechamiento de agua, tiene una toma de agua potable la cual es enviada por la misma presión de la red a la

Uso eficiente del agua en edificaciones

azotea que contiene un tinaco de 1200 litros que distribuye a toda la casa. En las instalaciones sanitarias existe una separación de agua negra con agua gris a través de tuberías de 2 a 4 pulgadas de diámetro dependiendo el caso. El agua gris es desechada de regaderas, lavamanos y pisos que es por medio de bajantes de tubos de PVC es conducida a ramales del mismo material que riegan directamente el jardín, árboles frutales, plantas y verduras. En la cocina el agua gris obtenida de lavado de trastos y verduras es conducida para riego de un pequeño jardín lateral. El agua obtenida de la lavadora y lavadero también es conducida por ramales al riego de plantas y árboles frutales. Las figuras 5.5 Y 5.6 muestran los baños, cocinas y lavabos así como la separación de aguas.



Figura 5.5 Cocina y separación de agua

Uso eficiente del agua en edificaciones

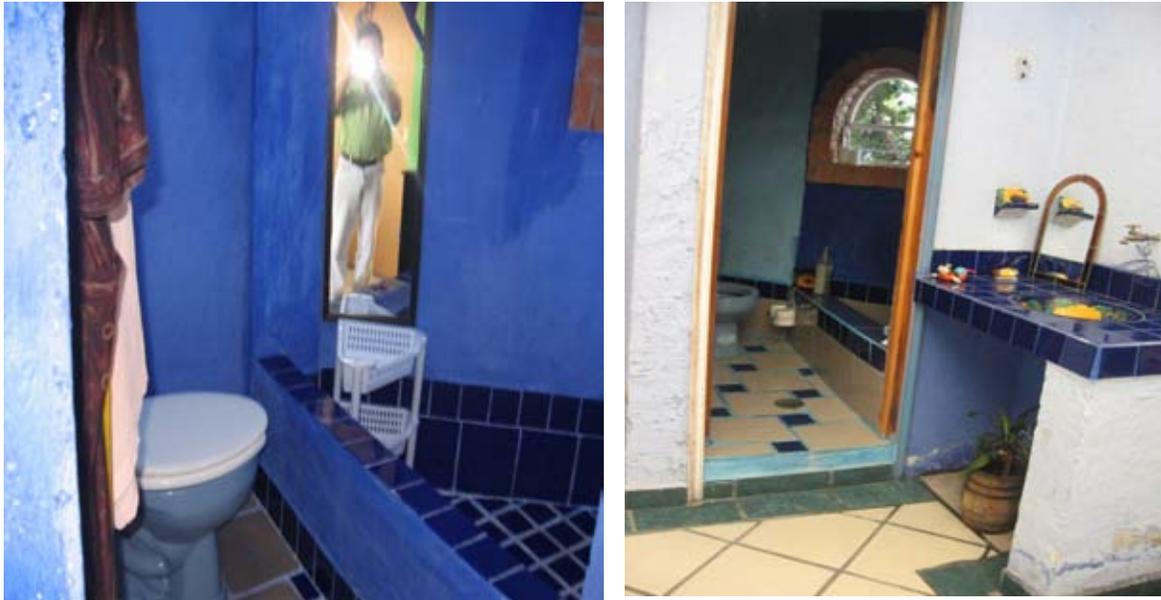


Figura 5.6 Baños

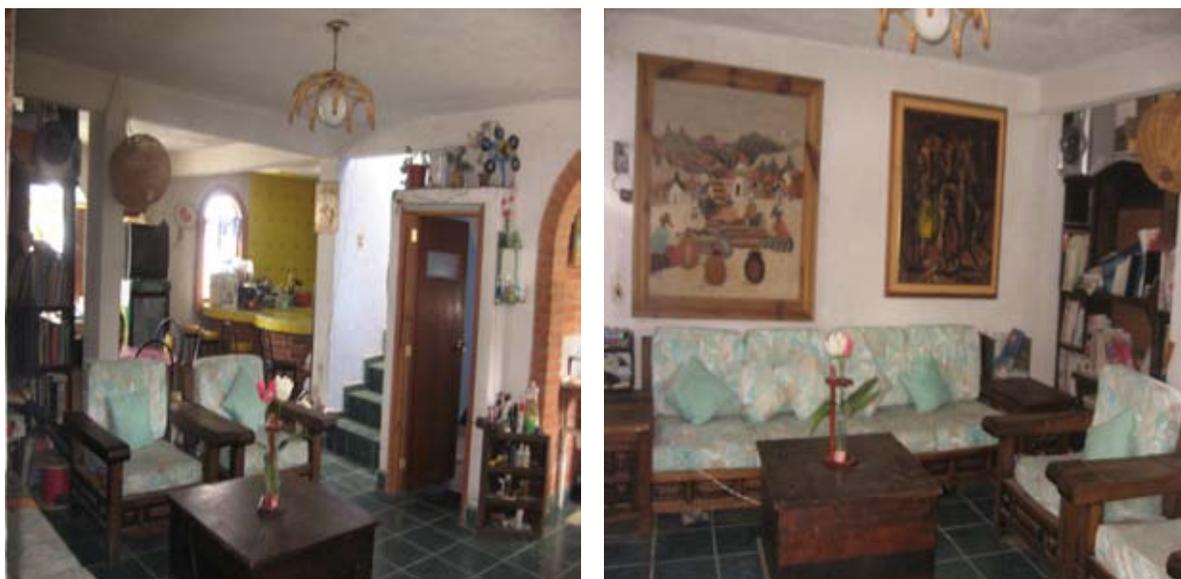


Figura 5.7 Sala comedor



Figura 5.8 Depósito natural y de lamina



Figura 5.9 Patio, jardín y huerta



Uso eficiente del agua en edificaciones

Para el aprovechamiento de agua de lluvia se tiene un techo de concreto con un domo central de policarbonato que cubre la escalera y hall que comunica con las 4 recámaras, baños y terraza formando así una área de 100 m², para captar este preciado líquido, el techo cuenta con un rodete o pequeño muro tipo pecho paloma para retener el agua que se conduce a las bajantes que llenan un depósito de 2000 litros el cual abastece al ½ baño de la planta baja y se toma para riego del jardín si es necesario, para la limpieza de pisos y baños así como el lavado de ropa y del automóvil. Además, se cuenta con un depósito natural de aproximadamente de 35,000 litros, que puede ser utilizado para alberca o criadero de peces, dicho depósito cuenta con cascada para oxigenar el agua y es reciclada por medio de bomba.

Para calcular la cantidad de agua que se puede cosechar, partimos de los datos promedio mensual de precipitación de los últimos 10 o 15 años, se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en mm/mes, litros/m²/mes, capaz de ser recolectado en la superficie horizontal del techo.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Tabla 5.1 Precipitación Promedio Mensual en (mm)

Año	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1980	0	0	9	0	0	74	270	92	0	0	0	16
1981	18	8	13	26	58	22	501	89	80	0	26	0
1982	10	0	0	81	71	0	105	308	10	37	0	23
1983	0	0	0	0	0	0	431	68	18	1	0	0
1984	0	0	0	0	0	9	34	42	0	0	0	0
1985	0	10	0	0	64	0	226	338	0	110	0	15
1986	8	24	7	0	57	16	308	110	23	0	0	0
1987	17	0	0	3	0	24	95	136	48	0	0	6
1988	25	0	0	0	0	34	196	101	57	0	0	0
1989	0	78	0	0	5	11	67	201	10	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	67	250	186	92	0	15	0
1991	18	0	4	0	25	23	176	291	46	0	0	25
1992	0	26	0	0	0	2	316	234	141	0	0	0
1993	39	0	0	5	2	112	174	79	101	0	0	0
1994	28	0	14	0	0	109	267	212	79	0	0	0
Prom.	10.87	9.73	3.13	7.67	18.80	33.53	227.73	165.80	47.00	9.87	2.73	5.67

Según la Organización Mundial de la Salud ascienden a 5 litros por día por persona para consumo y preparación de alimentos, más 25 litros para higiene, 60 litros para aseo del hogar, lavado del auto y riego del jardín. Es necesario almacenar el líquido durante 6 meses, para diseñar un depósito para la cantidad de agua.

Para el cálculo de necesidades efectivas de agua, se supone que el consumo / persona / día es de 90 litros de agua, de tal manera



Uso eficiente del agua en edificaciones

que para una familia de 5 personas durante 6 meses la cantidad de agua requerida es la siguiente:

5 personas x 90 litros / persona / día x 180 días = 81 000 litros.

Considerando un 10 % de pérdidas de agua durante su almacenamiento por evaporación en filtraciones a través de las paredes de los depósitos, entre otras el volumen total efectivo disminuye.

Por cada mm de agua de lluvia que cae sobre un metro cuadrado se obtiene un litro de agua aproximadamente.

Volumen de agua captada en litros con relación al área de captación y a la precipitación pluvial promedio durante 15 años de 1980 a 1994.

M2	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
100	10.87	9.73	3.13	7.67	18.80	33.53	227.73	165.8	47.0	9.87	2.73	5.67
Litros	1087	973	313	767	1880	3353	22773	16580	4700	987	273	567



Uso eficiente del agua en edificaciones

Cantidad de agua captada durante un año 54,253 litros.

Promedio de agua captada en 6 meses 27,126.5 litros

Consumo de agua de 5 personas por 6 meses 81,000 litros

El uso eficiente del agua puede ser distribuida como se muestra en la tabla 5.2. de la siguiente manera:

AGUA POTABLE NO SUSTITUIBLE	SUSTITUIBLE POR AGUA GRIS Y DE LLUVIA
Lavaplatos: 9 litros	Baño, ducha: 20 litros
Higiene personal: 5 litros	Inodoros: 18 litros
Cocinar, beber: 4 litros	Lavado de ropa: 15 litros
Otros: 4 litros	Riego de jardín: 10 litros
	Limpieza, lavado del auto: 5 litros

Finalmente el consumo de agua de esta vivienda es de 90 litros diarios por persona y se distribuye de forma tal que hasta un 75.48 % puede ser sustituida por: agua gris el 36.60 % y por agua de lluvia el 38.88 %.



VI.- CONCLUSIONES

El agua es un recurso natural renovable, sin embargo, la tarea de llevarla a nivel domiciliario es cada vez más difícil y caro. El problema es el crecimiento agigantado de la población urbana sin control que no ha permitido una planeación urbana apropiada, como es la Ciudad de México y zona conurbada, el abastecimiento de agua y drenaje requieren de grandes obras que por lo general resultan insuficientes, más aún cuando se han continuado los desarrollos de fraccionamientos y unidades habitacionales, asentamientos humanos sin planeación ni control sobre zonas boscosas y de reservas ecológicas, que no permiten la recarga de mantos acuíferos, la contaminación de agua y suelo, los viejos sistemas de agua potable sin mantenimiento, el uso indiscriminado del agua lo que trae consigo necesidades de nueva infraestructura de distribución haciendo insuficiente el abastecimiento de agua, los depósitos de agua dulce aprovechables son limitados y escasos. Así mismo, este vital elemento se encuentra distribuido en forma desigual: existe más agua en algunos países que en otros; más agua en una región que en otra.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Nuestro planeta Tierra nos ha estado entregando agua dulce y limpia para beber, cocinar, lavarnos y recrearnos pero cada año hay más y más personas viviendo en él. Y estas necesitan agua para cubrir sus necesidades, entre otras importantes tareas. Asimismo, a medida que usamos mayor cantidad de agua sin aprovecharla adecuadamente, también la estamos contaminando cada vez más.

El problema es de índole cultural, tanto de su uso eficiente como de su tratamiento. El agua gris reciclada nos puede ayudar a ahorrar grandes cantidades de agua potable, aproximadamente entre un 36.60 % y el agua de lluvia entre un 38.88 % que sería una gran contribución si la mayoría de la población hiciera conciencia.



B I B L I O G R A F I A

Anaya, G.M.(2004) Manual de sistemas de captación de Agua de lluvia para uso domestico en America latina y el Caribe, IICA.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2000). Anuario estadístico del Distrito, Federal.

AUDESIRK Teresa AUDESIRK, Gerald, Biología. La vida en la tierra, 4º edición. Prentice Hall Hispanoamérica, Mex, 1996

**ILCE. ¿Que es el agua? Proyectos educativos: Aguas con el agua. Redescolar, Instituto Latino Americano de la Comunicación Educativa (ILCE), México.
<http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/proyectos/aguasconagua/pfisyquim.htm>**

**IMTA Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (IMTA) México
<http://www.imta.mx>.**

**FUNDACION PUERTORIQUEÑA DE CONSERVACION. Puerto rico.
[http://www.tld.net/users/fconserv/EL% 20ciclo%hidrologico.htm](http://www.tld.net/users/fconserv/EL%20ciclo%hidrologico.htm)**

ARANA Federico, ecología para principiantes, Editorial Trillas México 1987.

SEMARNAT. Huracanes. Secretaria del Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México. <http://www.semarnat.gob.mx>.

**UNAM. Contaminación del agua. Contaminación por Detergentes. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.
[http://www.sagan
gea.org/hojaredAGUA/paginas/CAagua.htm/](http://www.sagan.gea.org/hojaredAGUA/paginas/CAagua.htm/)**

Buenrostro, J.M.Buenrostro, C.A. y Padilla, M.C (1993) o Reduce, Reutiliza, Recicla. (El ABC del reciclado) 5º edición Vio México 59pp.

Leal, P.m. y Pérez, d. (1992) ¡ayúdame! Acciones prácticas para mejorar el medio ambiente.



Uso eficiente del agua en edificaciones

Fundación el manantial A.C. IAP. México, DF.159pp.

**EPA. La agencia de protección ambiental de los estados unidos.
www.epa.gov/safewater.**