

**MASTER**

Arquitectura avanzada

Paisaje

Urbanismo

Diseño



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

***TRABAJO DE FIN DE MASTER***

**TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS  
APLICABLES A LA NORMATIVA DE ARQUITECTURA DEL ECUADOR  
DENTRO DEL PROCESO EDIFICATORIO**

***TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA SOSTENIBLE***

AUTOR  
KARLA AGUILAR LUNA

DIRECTOR DE TESIS  
DRA. ARQUITECTA BEGOÑA SERRANO

ECUADOR  
2016

*DEDICATORIA*

*A todas las personas que confiaron en mí,  
que me apoyaron y acompañaron durante este proceso,  
a pesar de la distancia.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A mi familia por su apoyo incondicional, a mi directora de TFM por su ayuda a la distancia, a la universidad Politécnica de Valencia por acogerme y permitirme continuar con mi preparación académica para emprender con mi vida profesional, y a Dios sobre todas las cosas.*

# **TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS APLICABLES A LA NORMATIVA DE ARQUITECTURA DEL ECUADOR DENTRO DEL PROCESO EDIFICATORIO**

## **RESUMEN**

La innovación dentro del proceso edificatorio se ha enfocado principalmente en el diseño arquitectónico físico y estructural, dejando de lado sus instalaciones. Por lo que actualmente se están diseñando sistemas constructivos aplicables a las instalaciones sanitarias, que hagan uso de recursos naturales, como es el agua lluvia y sistemas complementarios que permitan su correcto funcionamiento. La presente investigación se desarrolla con el objetivo de dar a conocer nuevos métodos, que pueden ser utilizados en el proceso constructivo en el Ecuador. La primera parte se enfoca en el análisis del estado actual, la segunda contiene la investigación de tecnologías y normativas desarrolladas en el mundo, y la tercera parte se basa en la verificación de viabilidad y aplicabilidad a un prototipo de vivienda, para generar un documento con pautas básicas de diseño de los sistemas, que complementen al código Ecuatoriano de Arquitectura, el cual carece de normas orientadas a la hidro eficiencia. Esto permitirá utilizarse como estrategia sostenible, para incentivar el uso moderado de recursos naturales en el proceso constructivo.

## **PALABRAS CLAVE**

Sistemas de captación del agua lluvia, reutilización de las aguas grises, sistemas de ahorro de agua, vivienda sostenible, arquitectura hidro eficiente

# **EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE SANITARY INSTALLATIONS APPLICABLE TO THE REGULATION OF ARCHITECTURE OF ECUADOR WITHIN THE BUILDING PROCESS**

## **ABSTRACT**

Innovation within the building process has focused mainly on the physical and structural architectural design, leaving aside its facilities. So nowadays it is designing construction systems applicable to sanitary installations, which require the use of natural resources, such as rainwater and complementary systems which enables its correct operation. The present research is developed with the aim of presenting new methods that can be used in the construction process in Ecuador. The first part focuses on the analysis of the current state, the second one is the researching of technologies and regulations developed in the world, and the third part is based on the verification of feasibility and applicability to a prototype housing to create a document with basic design guidelines for the systems, which complement the Ecuadorian Code of Architecture, which needs rules leaded into hydro efficiency. It will allow to use like a sustainable strategy to encourage the moderated use of natural resources in the construction process.

## **KEYWORDS**

Rainwater collection systems, Reuse of gray water, Water saving systems, sustainable housing, Hydro efficient architecture

*La armonía del hombre con la naturaleza, es el fin primordial de la arquitectura.*

*“Las principales causas de que continúe deteriorándose el medio ambiente mundial son las modalidades insostenibles de consumo y producción, particularmente en los países industrializados”.*

*Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Río+10).*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCIÓN .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	2
1.3 METODOLOGÍA.....	3
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL, USO DEL AGUA EN EL ECUADOR.....</b>	<b>4</b>
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
2.2 UBICACIÓN Y MÉTODO DE ESTUDIO .....	5
2.3 NIVEL PLUVIAL EN REGIONES DEL ECUADOR.....	6
2.4 MARCO LEGAL.....	8
2.5 DEMANDA DE AGUA .....	8
2.6 CONSUMO DE AGUA EN EL ECUADOR .....	9
2.6.1 Consumo de agua a nivel nacional por habitante .....	9
2.6.2 Consumo de agua en una vivienda.....	10
2.6.3 Distribución de consumos las viviendas.....	10
2.7 PROBLEMAS DE ACCESO AL AGUA POTABLE.....	11
2.8 AHORRO DEL AGUA EN EL ECUADOR .....	12
2.9 USO DEL AGUA LLUVIA EN EL ECUADOR, RED ALTERNATIVA.....	14
2.9.1 Sistemas que se utilizan para la recolección .....	14
2.9.2 Materiales empleados .....	14
2.9.3 Costos.....	15
2.9.4 Compañías que se dedican a realizar estos sistemas.....	16
2.9.5 Proyectos realizados en Ecuador que fomenten el ahorro del agua .....	17
2.10 CONCLUSIONES .....	19
<b>3. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ACTUAL .....</b>	<b>21</b>
3.1 ARQUITECTURA.....	21
3.2 CONSTRUCCIÓN.....	25
3.3 CONCLUSIONES .....	29
<b>4. CARACTERIZACIÓN DE LA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA Y SUS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EL ECUADOR .....</b>	<b>32</b>
4.1 TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS POR REGIONES .....	32
4.2 MODELOS Y FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE AGUA .....	41
4.3 CONCLUSIONES .....	48

<b>5. CONCEPTUALIZACIÓN E INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE DISEÑO PARA EL AHORRO DEL AGUA Y NORMATIVAS RELACIONADAS APLICADAS A LA CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>50</b>
5.1 CAPTACIÓN DEL AGUA LLUVIA .....	50
5.1.1 Aplicaciones .....	51
5.1.2 Sistemas y componentes .....	51
5.1.3 Ventajas y desventajas.....	57
5.1.4 Tecnologías para la captación del agua lluvia aplicadas en el mundo .....	58
5.2 REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES.....	61
5.2.1 Aplicaciones .....	61
5.2.2 Componentes .....	62
5.2.3 Ventajas y desventajas.....	63
5.2.4 Tecnologías para la reutilización de las aguas grises en el mundo.....	64
5.3 ESTRATEGIAS DE DISEÑO QUE COMPLEMENTEN LA CAPTACIÓN Y REUTILIZACIÓN	65
5.3.1 Dispositivos que impulsen el ahorro de agua.....	65
5.3.2 Sistemas de evacuación separativos .....	66
5.3.3 Sistemas de detección de fugas de agua .....	67
5.3.4 Sistemas eficientes de riego de jardines.....	68
5.4 NORMATIVAS .....	69
5.5 CONCLUSIONES .....	72
<b>6. APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS INVESTIGADOS A LA ARQUITECTURA ECUATORIANA .....</b>	<b>73</b>
6.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROTOTIPO DE VIVIENDA A CONSIDERAR .....	73
6.2 SISTEMAS A IMPLEMENTAR .....	73
6.3 DIAGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN .....	74
6.4 DESARROLLO DE INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS .....	75
6.5 SISTEMAS DE AHORRO .....	83
6.6 APLICABILIDAD EN LAS REGIONES DEL ECUADOR .....	83
6.6.1 Sistema de captación de agua lluvia.....	83
6.6.2 Reutilización de las aguas servidas .....	84
6.6.3 Dispositivos de ahorro de agua .....	84
6.7 CONCLUSIONES .....	88
<b>7. DIRECTRICES PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA CON CARÁCTER PRE - NORMATIVO.....</b>	<b>89</b>
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>100</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>103</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>103</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>106</b>
10.1 DEFINICIONES.....	106
10.2 ANEXOS .....	108
ANEXO 1. ALTOS NIVELES DE LLUVIA EN LAS REGIONES DEL ECUADOR .....	108
ANEXO 2. LEY DE RECURSOS HÍDRICOS DEL ECUADOR .....	109
ANEXO 3. ENCUESTA DE CONSUMO DE AGUA.....	113
ANEXO 4. CASAS COMERCIALES QUE OFRECEN COMPONENTES PARA SISTEMAS DE CAPTACIÓN ...	114
ANEXO 5. VIVIENDAS QUE ADAPTAN SISTEMAS DOMÉSTICOS DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA .....	116
ANEXO 6. DISEÑO DE UN POZO SÉPTICO PARA UNA VIVIENDA.....	117



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Consumo en hogares a nivel urbano / rural .....	10
Gráfico 2. Componentes del sistema de captación de agua lluvia .....	51
Gráfico 3. Distribución de agua lluvia .....	74
Gráfico 4. Distribución de aguas servidas .....	74
Gráfico 5. Corte esquemático con instalaciones hidro sanitarias .....	75

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de regiones naturales del Ecuador.....	5
Ilustración 2. Amazonía .....	5
Ilustración 3. Sierra.....	5
Ilustración 4. Costa .....	5
Ilustración 5. Mapa de Isoyetas media anual entre 1981 y 2012 .....	7
Ilustración 6. Publicación del comercio del consumo de agua .....	9
Ilustración 7. Acceso al agua potable, según regiones naturales.....	11
Ilustración 8. Cortes del servicio de agua potable por regiones .....	11
Ilustración 9. Ahorro de agua por regiones.....	12
Ilustración 10. Hogares que realizan prácticas de ahorro de agua .....	12
Ilustración 11. Componentes del sistema de captación más utilizado en Ecuador .....	14
Ilustración 12. Productos Plastigama .....	16
Ilustración 13. Productos Rotoplas .....	16
Ilustración 14. Tanques Eternit.....	16
Ilustración 15. Viviendas ecológicas Ecuador .....	17
Ilustración 16. Sistemas domésticos .....	18
Ilustración 17. Zonas sísmicas para diseño .....	25
Ilustración 18. Dotaciones recomendadas.....	27
Ilustración 19. Vivienda amazónica elevada.....	32
Ilustración 20. Vivienda amazónica a nivel del suelo .....	32
Ilustración 21. Propuesta para viviendas amazónicas rurales sostenibles.....	33
Ilustración 22. Vivienda Amazónica urbana.....	34
Ilustración 23. Vivienda Amazónica.....	34
Ilustración 24. Construcciones con adobe .....	35
Ilustración 25. Construcción con adobe.....	35
Ilustración 26. Vivienda de bloque de cemento .....	35
Ilustración 27. Propuesta para viviendas de la sierra sostenibles .....	36
Ilustración 28. Vivienda de la Sierra urbana .....	37
Ilustración 29. Vivienda de la Sierra .....	37
Ilustración 30. Vivienda de caña.....	38
Ilustración 31. Vivienda elevada de madera .....	38
Ilustración 32. Construcción sobre pilotes .....	38
Ilustración 33. Propuesta para viviendas de la Costa sostenibles.....	39
Ilustración 34. Vivienda de la Costa urbana .....	40
Ilustración 35. Vivienda de la Costa .....	40
Ilustración 36. Sistema de captación con dos contenedores: uno enterrado y otro elevado .....	44
Ilustración 37. Sistema de captación con un solo contenedor y bomba hidroneumática .....	44

Ilustración 38. Utilización del agua lluvia .....	50
Ilustración 39. Interceptor de primeras aguas .....	53
Ilustración 40. Rebosadero dentro del sistema de captación .....	53
Ilustración 41. Filtro en bajantes auto limpiante .....	54
Ilustración 42. Filtro individual auto limpiante .....	54
Ilustración 43. Filtro de cisterna acumulante .....	54
Ilustración 44. Cubiertas planas de captación .....	58
Ilustración 45. Sistema Louvered de filtro en la canalización .....	58
Ilustración 46. Sistema moderno de reserva CISTA.....	59
Ilustración 47. Sistemas de paredes que funcionan como depósitos .....	60
Ilustración 48. Captación de agua lluvia en el piso.....	60
Ilustración 49. Usos de las aguas grises .....	61
Ilustración 50. Componentes de la reutilización de aguas grises .....	62
Ilustración 51. Sistema de filtración mediante membranas .....	63
Ilustración 52. Sistemas directos entre puntos de consumo .....	64
Ilustración 53. Sistema de evacuación separativo.....	66
Ilustración 54. Sistema de control de fugas .....	67
Ilustración 55. Sistema de riego por goteo .....	68
Ilustración 56. Sistema de riego por aspersión.....	68
Ilustración 57. Prototipo de vivienda de estudio .....	73
Ilustración 58. Detalle de ingreso al interceptor.....	94

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1. Instalaciones de agua potable común .....	42
Plano 2. Instalaciones de captación común .....	43
Plano 3. Sistema de saneamiento urbano .....	46
Plano 4. Sistema de saneamiento rural.....	47
Plano 5. Red de abastecimiento. Planta subsuelo .....	76
Plano 6. Red de abastecimiento. Planta baja.....	77
Plano 7. Red de abastecimiento. Planta alta.....	78
Plano 8. Red de abastecimiento. Planta de cubiertas .....	79
Plano 9. Red de saneamiento. Planta subsuelo.....	80
Plano 10. Red de saneamiento. Planta baja .....	81
Plano 11. Red de saneamiento. Planta alta .....	82
Plano 12. Planta baja con sistemas de ahorro de agua .....	86
Plano 13. Planta alta con sistemas de ahorro de agua .....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las regiones del Ecuador .....	5
Tabla 2. Totales mensuales de precipitaciones.....	6
Tabla 3. Promedio de precipitaciones anuales por regiones.....	7
Tabla 4. Consumos aproximados de agua .....	9
Tabla 5. Consumos aproximados en un hogar de 4 personas .....	10
Tabla 6. Consumos en las regiones por hogares al día .....	10
Tabla 7. Resultados de consumos por hogar .....	11
Tabla 8. Dispositivos utilizados para ahorro de agua en el Ecuador .....	13
Tabla 9. Materiales empleados en los sistemas de captación .....	14
Tabla 10. Costos aproximados de los materiales.....	15

Tabla 11. Productos en el Ecuador para captar el agua lluvia .....	16
Tabla 12. Comparativa de resultados .....	20
Tabla 13. Normas de Arquitectura del Ecuador .....	21
Tabla 14. Conclusiones del código de arquitectura .....	29
Tabla 15. Conclusiones del código de la construcción .....	30
Tabla 16. Tipología amazónica .....	34
Tabla 17. Tipología de la sierra .....	37
Tabla 18. Tipología de la sierra .....	40
Tabla 19. Tipos de redes de abastecimiento de agua en Ecuador .....	41
Tabla 20. Tipos de redes de saneamiento de aguas negras en Ecuador .....	45
Tabla 21. Resumen de la Caracterización edificatoria Vivienda unifamiliar .....	49
Tabla 22. Espacios para el uso del agua lluvia .....	51
Tabla 23. Materiales para las superficies de captación .....	52
Tabla 24. Materiales recomendados para las canaletas .....	52
Tabla 25. Tipos de filtros .....	54
Tabla 26. Eficacia de los filtros .....	54
Tabla 27. Tipos de cisternas construidas .....	55
Tabla 28. Instalaciones de la distribución del agua captada .....	56
Tabla 29. Aplicaciones de la reutilización del agua .....	61
Tabla 30. Ahorros estimados de la reutilización de aguas grises .....	64
Tabla 31. Dispositivos de ahorro de agua .....	65
Tabla 32. Dispositivos de ahorro de agua .....	83
Tabla 33. Aplicabilidad del sistema de agua lluvia .....	83
Tabla 34. Oferta y demanda de aguas grises de una familia al día .....	84
Tabla 35. Dispositivos de ahorro aplicados dentro de la vivienda .....	85
Tabla 36. Coeficientes de escurrimiento .....	92
Tabla 37. Pendientes de la superficie de captación .....	93



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción

Las nuevas tecnologías, hacen referencia a los nuevos desarrollos de conocimientos técnicos que permiten desarrollar sistemas que se adapte al medio ambiente, y la satisfacción de necesidades esenciales. Cuando se habla sobre la innovación en la tecnología constructiva, generalmente se piensa en el diseño de la estructura y su envolvente, dejando de lado el tema de las instalaciones. Cuando muchas veces éstas, son las que permiten obtener un modelo constructivo innovador eco-eficiente, ya que permiten un uso y abastecimiento de los recursos naturales. Con una tecnología apropiada, varios países en desarrollo, podrían mejorar su calidad de vida, haciendo uso del sol, del aire, de la tierra, de la vegetación, y en este caso del agua de lluvia. Que será el recurso natural, del que se hará uso para un diseño sostenible de las viviendas. ¿Pero por qué el agua lluvia? Pues en el país de estudio y aplicabilidad el recurso natural que se encuentra a mayor disposición es el agua de lluvia, ya que en este territorio existe un alto nivel pluvial que está siendo desperdiciado.

El mundo está presentando muchas transformaciones ambientales, por lo que es necesario cambiar ciertos hábitos que se tiene para la supervivencia humana. Los recursos naturales cada vez se ven más afectados y deteriorados, debido al asentamiento humano descontrolado. Las sociedades del mundo entero han considerado por muchos años, que el agua es un recurso inagotable, debido a su abundancia, lo que ha producido un consumo descontrolado del agua potable dentro de las ciudades, especialmente por parte de las viviendas.

En las zonas urbanas de las ciudades se presenta un mayor consumo de agua potable, debido al mal uso de este recurso, pues se lo usa no solo para consumo humano si no también se lo está desperdiciando en riego para las áreas verdes, limpieza y áreas recreativas. También existen fugas de agua en las redes de abastecimiento, en las cisternas de los inodoros y en los grifos, lo que produce un alto consumo de agua potable y así generando un gasto mayor al estado. Mientras que por otro lado se encuentran las zonas rurales que por estar alejadas de la ciudad no cuentan con redes de agua potable, lo que les ha llevado a instalar sistemas de captación de agua lluvia, pero generalmente en mal estado lo que produce enfermedades y por ende una mala calidad de vida.

Actualmente existen organismos que se preocupan por la disminución de los recursos hídricos, y se está promoviendo un desarrollo sostenible, económico, social y ambiental, enfocándose principalmente en la construcción. Esto se logra gracias a la creación de normativas que regulan y controlan el uso eficiente del agua. Aplicando técnicas innovadoras dentro del proceso de diseño de las instalaciones. En el Ecuador, lugar de investigación, no existe una legislación específica que normalice el uso del agua en las edificaciones. Ni las ordenanzas municipales ni las normas de arquitectura a nivel nacional hacen énfasis en temas de ahorro, captación alterna o reutilización del recurso.

Hoy en día, a nivel mundial se realizan proyectos arquitectónicos que son completamente sostenibles en el ámbito del ahorro del agua, mostrando así al mundo entero que se puede realizar construcciones que consuman el agua de manera correcta sin necesidad de desperdiciar este recurso. Una opción para minimizar el agua potable dentro de una vivienda es la utilización del agua lluvia, y la reutilización de las aguas grises, pero para que estos sistemas funcionen correctamente deben ser planificados y pensados desde el diseño de la construcción, instalando los dispositivos correctos que ahora cada vez aparecen más en el mercado.

Los proyectos arquitectónicos ubicados en regiones que tienen un alto nivel pluvial, son los más viables hacer uso de sistemas de captación de agua. “Existen multitud de aplicaciones diarias que no requieren una calidad de agua potable y para las cuales el agua de lluvia es una alternativa eficaz y adecuada: cisternas de inodoros, lavado de ropa, riego, limpieza. Aplicando estas medidas se puede reducir un 40% el consumo de agua de nuestros hogares.” (Aqua España, 2011)

Una certificación ambiental, como se realiza en otros países del mundo, sería un gran incentivo para las construcciones y profesionales encargados, donde se evalué la gestión de los recursos en las edificaciones con parámetros indicadores de sostenibilidad arquitectónica.

El presente trabajo de investigación analizará la normativa existente, y las técnicas innovadoras que existen en la actualidad, enfocadas en el uso correcto del agua dentro de las viviendas. Y así implementar dichas técnicas de innovación en la realidad constructiva ecuatoriana. Para conseguir esto, es necesario contar con una legislación que norme el uso correcto del agua.

La complejidad del proceso edificatorio, al aplicar nuevas tecnologías constructivas, enfocado principalmente en las instalaciones, permite la obtención de una arquitectura sostenible y amigable con el medio ambiente.

## 1.2 Objetivos

### Objetivo general

Analizar la arquitectura en el Ecuador y su normativa de construcción vigente enfocado en las instalaciones sanitarias. Para complementarla con nuevas tecnologías de ahorro y sistemas alternos como la captación del agua lluvia y la reutilización, dentro del proceso constructivo. De esta manera obtener un documento de carácter pre normativo, con condiciones básicas eficientes en el uso del agua lluvia dentro de las viviendas.

### Objetivos específicos

- Estudio de la situación actual, uso y consumo agua en las viviendas del Ecuador.
- Análisis de la normativa existente de arquitectura y construcción del Ecuador, enfocado a las instalaciones de agua y sistemas de drenaje.
- Estudio de las tipologías arquitectónicas del Ecuador, los sistemas funcionales de las instalaciones hidrosanitarias y los materiales empleados.
- Investigar normativas y sistemas utilizados a nivel mundial sobre la captación de agua lluvia, reutilización, y productos o sistemas constructivos que permitan el ahorro del agua.
- Verificación de la aplicabilidad de los sistemas investigados a la tipología arquitectónica ecuatoriana más representativa.
- Proponer criterios y pautas con carácter pre – normativo que deberían ser consideradas en una normativa realista y eficiente para consumo del agua, utilizando sistemas alternativos dentro de la construcción.

### 1.3 Metodología

Para conseguir los objetivos planteados se establece una metodología de recopilación de información en el contexto normativo, social, tecnológico e innovador enfocándose en el ahorro del agua para establecer el marco teórico como punto de partida. Mediante la investigación, en libros, revistas y páginas de internet obtener unos resultados de los sistemas más utilizables en el mundo y que tengan aplicabilidad para el contexto urbano en el que se desarrollará. Y con el análisis de normativas y entidades encargadas de la gestión del agua, sintetizar el trabajo que se viene dando, para complementarlo con los resultados de la investigación a nivel general.

Este trabajo de investigación se desarrollará en las siguientes fases:

- **Fase 1:** Investigación sobre la situación actual del campo de estudio:

- Niveles pluviales en las regiones del Ecuador
- Demanda del agua
- Organismos y entidades encargados de la gestión del agua
- Compañías que realizan sistemas de captación de agua lluvia
- Conclusiones

Dicha información será solicitada a las entidades encargadas del agua potable del país, y de los planes de regulación municipal.

- **Fase 2:** Análisis constructivo y normativo en las instalaciones de agua del Ecuador.

- Tipologías edificatorias. Instalaciones hidro-sanitarias
- Funcionamiento actual de los sistemas de agua
- Normativa de arquitectura y construcción del Ecuador
- Conclusiones

- **Fase 3:** Conceptualización tecnológica que se realiza a nivel mundial

- Sistemas de ahorro de agua
- Sistemas de captación del agua lluvia
- Sistemas de reutilización
- Conclusiones

Esta información se obtendrá de publicaciones en línea sobre proyectos existentes, páginas de internet que expliquen el funcionamiento de los nuevos sistemas y de libros en general que colaboren con información.

- **Fase 4:** Vincular resultados obtenidos de la investigación

- Desarrollo de esquemas que complementen los resultados investigados
- Aplicación de los sistemas anteriores a la construcción ecuatoriana
- Establecer un documento pre normativo que reúna puntos básicos sobre el ahorro del agua, la captación de agua lluvia y la reutilización de las aguas grises.

- **Fase 5:** Conclusiones generales y específicas del trabajo de investigación, implementando sugerencias que complementen al trabajo elaborado.



CAPÍTULO 2. SITUACIÓN ACTUAL, USO DEL AGUA EN EL ECUADOR

---



## 2. SITUACIÓN ACTUAL, USO DEL AGUA EN EL ECUADOR

### 2.1 Planteamiento del problema

A causa del acelerado crecimiento de la población, combinado con la urbanización y la necesidad de servicios de la actualidad, da como resultado un aumento constante de la demanda de agua. “Se considera que la escasez del agua se presenta cuando la demanda excede al abastecimiento. En 1950 no más de diez países tenían el problema de escasez de agua; en 1990, 28 países; en 1995, 31 países. Pero el número de habitantes que viven en países con tensión hídrica y escasez de agua experimento un aumento de casi 1250 millones en cinco años. La proyección indica que para el 2050, setenta y seis países, que comprenden los dos tercios de la población mundial, se enfrentaran al problema de la escasez de agua”. (Anaya Garduño, Captación del agua de lluvia: Solución caída del cielo, 2011)

Latinoamérica se caracteriza por ser una región privilegiada en relación a sus recursos naturales, siendo las reservas de agua una de sus principales potencialidades, sin embargo, lo afirmado no se compadece en relación al acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, “Uno de los problemas de la zona es la falta de acceso a estos servicios debido a las dificultades relacionadas con la infraestructura, eficiencia y gestión del servicio, además respecto a la desigualdad en el suministro entre la zona urbana y rural.” (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2012). Es importante añadir a estas problemáticas, el desperdicio del agua que se da en las zonas urbanas tanto en el consumo, como en la mala calidad de las instalaciones: domiciliarias y públicas. “El consumo se ha triplicado desde mediados del siglo XX; los países ricos consumen, por término medio, 12 veces más agua que los pobres.” (Anaya Garduño, Captación del agua de lluvia: Solución caída del cielo, 2011)

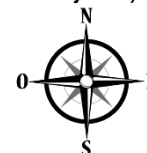
El informe de Prácticas Ambientales en los Hogares ecuatorianos, elaborado por el INEC, sobre el consumo de agua, manifiesta que las ciudades son las mayores consumidoras de agua en relación a las zonas rurales. Un ejemplo es la ciudad de Quito, capital del Ecuador. Teniendo uno de los consumos más elevados del país, con un valor de 200 litros por habitante, y que en verano asciende a los 220, cuando La Organización de las Naciones Unidas -ONU- recomienda que el uso óptimo del agua por habitante deba ser de 100 litros diarios, cantidad que permite cubrir sus necesidades de consumo e higiene. Es importante mencionar que el “72,1% de los hogares del Ecuador no ahorran agua, no se mantiene esa costumbre en el modo de vida de los habitantes”. (Martinez Moscoso, 2015). Finalmente, hay que recalcar que, en todo el Ecuador, pocas son las ciudades que cuentan con el servicio de agua potable, la gran mayoría solo cuenta con agua entubada de mala calidad, y las regiones rurales obtienen agua de lluvia gracias a sistemas adaptados a las diferentes zonas, pero en malas condiciones, provocando serias enfermedades en los consumidores.

Debido a estos problemas se busca nuevas alternativas para obtener agua en buen estado y con un consumo eficiente. Para este cambio es necesario el apoyo de las empresas de agua, de las municipalidades y gobiernos para poder incentivar a la ciudadanía a optar por nuevas técnicas. Creando documento con directrices básicas, que brinde capacitación, en el diseño sistemas de captación de agua lluvia, reutilización y productos que ahorren el agua, se pretende impulsar un desarrollo sostenible en la arquitectura del país, utilizando una tecnología constructiva innovadora que evite gastos innecesarios.

## 2.2 Ubicación y método de estudio

Este proyecto, tiene como lugar de estudio y aplicación en el Ecuador. La población al 2015 asciende a 16.320.179 habitantes (61% en la zona urbana y el 39% en la zona rural). País latinoamericano, ubicado en la parte noroccidental de Sudamérica. Limitando al norte con Colombia, al sur y al este con Perú, y al oeste está rodeado por el océano Pacífico. El método de estudio, para un análisis factible, será por regiones. El Ecuador cuenta con cuatro regiones naturales, Amazonia, Sierra, Costa y región insular, (para el estudio, la región insular estará considerada dentro de la región Costa, por similitud en varios parámetros y dificultad a información por encontrarse más alejada).

**Ilustración 1. Mapa de regiones naturales del Ecuador**



Fuente: <http://www.imagui.com/a/mapa-del-ecuador-para-colorear-por-regiones-i85a7Ep7d>

**Tabla 1. Características de las regiones del Ecuador**

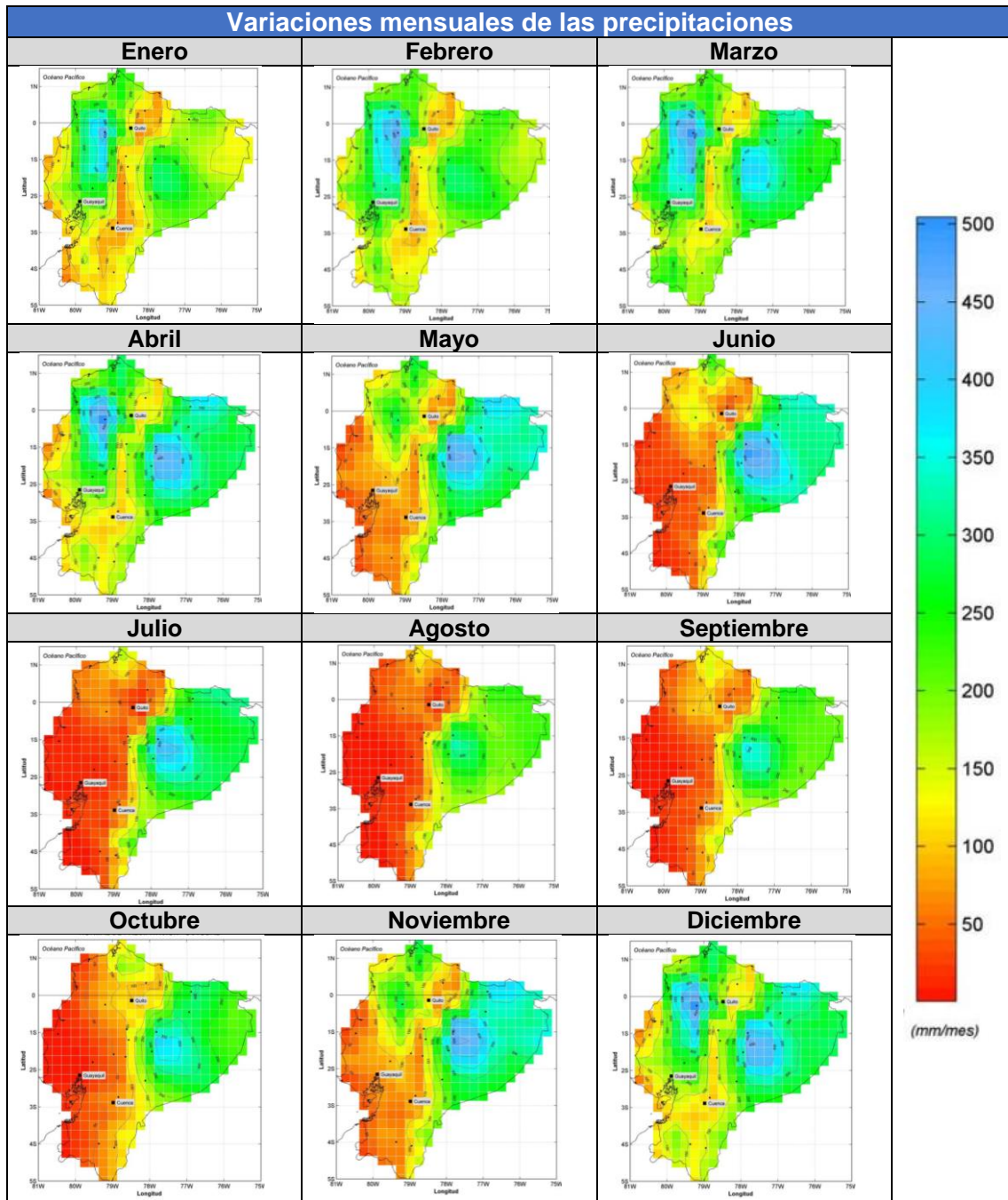
	AMAZONÍA	SIERRA	COSTA
<b>Imágenes</b>	<p><b>Ilustración 2. Amazonía</b></p> <p>Fuente: <a href="http://www.castrotour.com/region.php?id=ORIENTE">http://www.castrotour.com/region.php?id=ORIENTE</a></p>	<p><b>Ilustración 3. Sierra</b></p> <p>Fuente: <a href="http://www.surtrek.org/viajes-ecuador">http://www.surtrek.org/viajes-ecuador</a></p>	<p><b>Ilustración 4. Costa</b></p> <p>Fuente: <a href="https://planetatouroperador.wordpress.com">https://planetatouroperador.wordpress.com</a></p>
<b>Temperatura</b>	24°C y 25°C	12° a 18° c	22° c
<b>Territorio</b>	37%	34%	Costa 26% y la región insular un 3%
<b>Característica</b>	Se extiende en una planicie que forma parte de la gran cuenca del río Amazonas. Abundantes lluvias, con zonas de inundación y drenaje deficientes.	Extendida de N-S por los andes, con grandes elevaciones montañosas y pendientes, los ríos poseen un drenaje eficiente.	Situada entre la cordillera de los andes y el océano pacífico. Una zona cálida y húmeda con lluvias crecientes de sur a norte

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Vasquez & Saltos, 2008)

### 2.3 Nivel pluvial en regiones del Ecuador

Las precipitaciones del Ecuador varían por algunos factores, entre los más importantes están: el gradiente altitudinal ocasionado por la cordillera de Los Andes, las corrientes oceánicas, el fenómeno de El Niño y La Niña que afectan principalmente a la región costanera y por el clima tropical lluvioso de la selva verde del Amazonas. Según las observaciones realizadas por el INAMHI, en condiciones normales, el régimen de precipitación y época seca de cada región al año se da de la siguiente manera:

**Tabla 2. Totales mensuales de precipitaciones**  
(promedio año 2010-2015)



Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (Cedeño & Donoso, 2010); (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015)

Se observa que en los meses de mayo, junio, julio, agosto y parte de septiembre es la época más calurosa que tiene el país, pero no se lo puede llamar verano ya que las lluvias fuertes suelen ser escasas pero existentes. Esto se nota más en la región Costa que es donde se presentan las mayores temperaturas.

En el resto del año se presentan con menor frecuencia los días soleados, ya que son días que presenta precipitaciones frecuentes, especialmente en la región Amazónica y parte de la Sierra donde constantemente hay lluvias. En la tabla 3 se observa un resumen anual de las regiones.

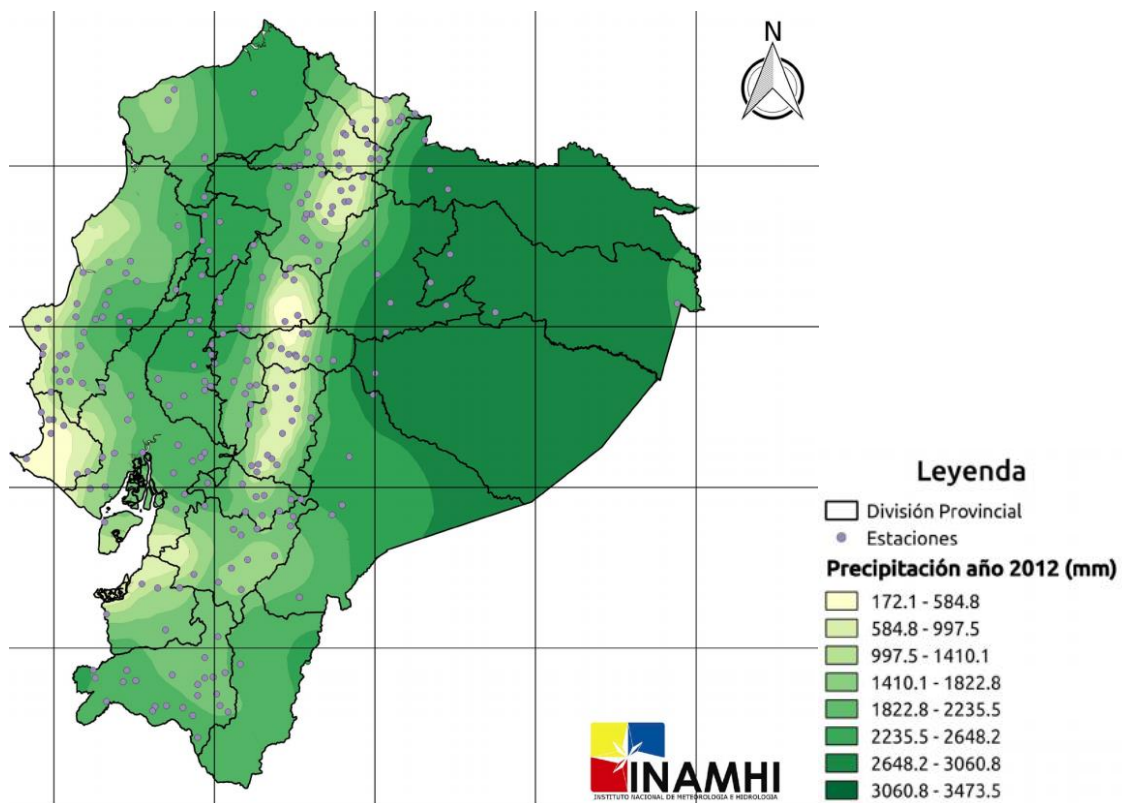
**Tabla 3. Promedio de precipitaciones anuales por regiones.**  
(promedio año 2010-2015)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Amazonía</b>												
<b>Sierra</b>												
<b>Costa</b>												

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015)

Las tres regiones presentan distintos valores anuales. La precipitación media anual en la Amazonía es aproximadamente 3060mm, en la Sierra es de 1719 mm y en la Costa 2235 mm. En la ilustración 5 se observa las isoyetas promedio (curvas de precipitaciones) del Ecuador. (ver anexo 1, ilustraciones de lluvias).

**Ilustración 5. Mapa de Isoyetas media anual entre 1981 y 2012**



Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015)

## 2.4 Marco legal

Los principales organismos que intervienen en la gestión de los recursos hídricos son:

### A NIVEL NACIONAL

- *La Secretaría Nacional del Agua* su misión “es dirigir la gestión integral de los recursos hídricos en todo el territorio nacional, a través de políticas, normas y control. Ver anexo2.
- Subsecretaría de Saneamiento Ambiental en el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Apoya el desarrollo del abastecimiento de agua para municipalidades. (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, 2000)

### A NIVEL LOCAL

- Municipios: corresponde, satisfacer las necesidades colectivas del vecindario, especialmente las derivadas de la convivencia urbana. Dentro de sus funciones está la dotación de sistemas de agua potable y alcantarillado;

## 2.5 Demanda de agua

“La demanda es la cantidad de agua necesaria para satisfacer los usos a los cuales está destinado”. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2012)

“En el Ecuador, los componentes hídricos, son las fuentes naturales para abastecer a la población que requiere el servicio de agua potable y alcantarillado. Los municipios son los encargados de que el recurso hídrico sea captado, conducido, tratado y servido con los más altos índices de calidad que sea óptimo para el consumo humano. Las fuentes más importantes para un país, para poder satisfacer las necesidades de agua potable y alcantarillado, es su patrimonio natural como son las cuencas y ríos, de ellos, se aprovechan las provincias, los municipios, las juntas parroquiales; en Ecuador, las cuencas hidrográficas son múltiples y variadas, generando tranquilidad en la comunidad para la prestación eficiente y optima del servicio público domiciliario de agua.

“La disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas es de aproximadamente 432 km<sup>3</sup> /año, según el estudio realizado en el Plan Nacional de Recursos Hídricos; como la superficie total del país de 256.370 km<sup>2</sup> esto representa una escorrentía específica de unos 1.680 mm/año, cifra muy superior a la media mundial del orden de los 300 mm/año. Para la población ecuatoriana de 12,32 millones de habitantes en 1.999 los recursos hídricos suponen una asignación media de 35.060 m<sup>3</sup> anuales por habitante, cifra muy tranquilizadora si se le compara con la media mundial (unos 10.800 m<sup>3</sup> anuales per cápita). Existen sin embargo grandes desequilibrios hidrodemográficos entre cuencas. Por ejemplo, la cuenca del río Jipijapa provee solamente unos 537 m<sup>3</sup> /hab. año, pero la cuenca del río Ayapas (vertiente del Atlántico) dispone de 2'578.000 m<sup>3</sup> /hab. año. En 1989 se faculta al Banco del Estado para proporcionar asistencia técnica a los municipios y entre otros aspectos, otorgarles préstamos para estudios y construcción de infraestructura de agua potable, alcantarillado y disposición de desechos sólidos. En conclusión, los municipios son los directos responsables de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento básico. Según la Asociación Nacional de Empresas Municipales de Agua Potable y Alcantarillado –ANEMAPA, se estima que existen 214 sistemas de abastecimiento en el sector urbano y aproximadamente 3.500 sistemas en el sector rural. (Robles Cuevas, 2013). Pero no se garantiza su correcto funcionamiento.

## 2.6 Consumo de agua en el Ecuador

### 2.6.1 Consumo de agua a nivel nacional por habitante

La Organización Mundial de la Salud, considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano es de **100 litros/habitante-día** (consumo humano + conservación de los ecosistemas fluviales). “En la Ley de Recursos Hídricos del Ecuador se establece como consumo mínimo por habitante al día **200 litros/habitante-día**. Pero la realidad ecuatoriana consume mucho más, siendo el país que más agua consume de América Latina”. (Sorgato, 2015).

**Ilustración 6. Publicación del comercio del consumo de agua**



Fuente: (Sorgato, 2015).

El consumo medio de agua en los hogares a nivel nacional se puede ver en la siguiente tabla:

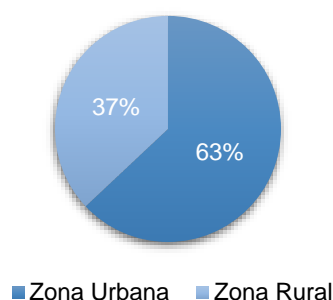
**Tabla 4. Consumos aproximados de agua**

Regiones	Gasto mensual por hogar (USD)	Consumo mensual por hogar (L)	Consumo mensual por persona <sup>1</sup> (L)	Consumo diario por persona (L)
Amazonía	10.8	39000	9750	325
Sierra	10.8	23300	5825	194
Costa	10.7	32100	8025	268
<b>Promedio Litros/habitante-día</b>				<b>262</b>

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013)

Se observa que la región Amazónica, tiene el consumo mayor de agua, incluso siendo la región con menos población (5%). La sierra tiene el consumo menor de las tres regiones, pero paga una tasa más alta y la Costa muestra un pago más bajo de 10.7 dólares con un consumo medio entre las anteriores regiones. El consumo más alto suele darse en la zona urbana, y esta al ser el 63% del territorio, el consumo aun es mucho mayor. Ver gráfico 1.

<sup>1</sup> Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del 2013. “El promedio de personas por hogar es de 3,8”. Para este caso se tomará un promedio de 4 personas por hogar.

**Gráfico 1. Consumo en hogares a nivel urbano / rural**

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014)

### 2.6.2 Consumo de agua en una vivienda

En el Ecuador el promedio de personas por una vivienda es de 4 habitantes. Ubicados en su mayoría en Casas (71%), en departamentos (12%) y el resto de la población (17%) vive en una variedad de tipologías propias de las zonas.

El trabajo de investigación está destinado a ser aplicado en casas habitadas por cuatro personas donde su consumo por región al día se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla 5. Consumos aproximados en un hogar de 4 personas**

Regiones	Consumo en hogar de 4 personas (L)
Amazonía	1300
Sierra	776
Costa	1072

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013)

### 2.6.3 Distribución de consumos las viviendas

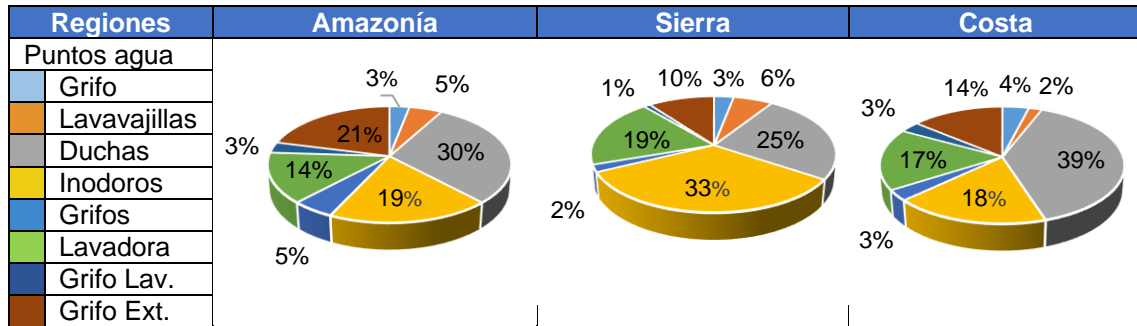
**Tabla 6. Consumos en las regiones por hogares al día**

Regiones Naturales		Amazonía		Sierra		Costa	
Puntos de agua		L	%	L	%	L	%
Cocina	Grifo	35	3	27	3	40	4
	Lavavajillas	60	5	50	6	20	2
Baños	Duchas	392	30	196	25	420	39
	Inodoros	252	19	256	33	196	18
	Grifos	64	5	12	2	36	3
Á. Lavado	Lavadora	180	14	150	19	180	17
	Grifo	40	3	10	1	30	3
Exterior	Grifo	277	21	75	10	150	14
<b>Total</b>		<b>1300</b>	<b>100</b>	<b>776</b>	<b>100</b>	<b>1072</b>	<b>100</b>

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: Encuesta de consumos (ver anexo 1.)

La Región Amazónica presenta el mayor consumo en las duchas seguido por el uso del grifo exterior, debido a la humedad y a las amplias áreas verdes que tiene esta zona; en la Sierra el mayor consumo es de los inodoros seguido por las duchas; y en la Costa el consumo mayor es de las duchas debido a la temperatura alta que tiene esta zona constantemente. Las tres regiones tienen una similitud en el uso menor en los grifos. En la siguiente tabla se puede ver estos resultados. (Anexo 3. Encuesta realizada)

**Tabla 7. Resultados de consumos por hogar**

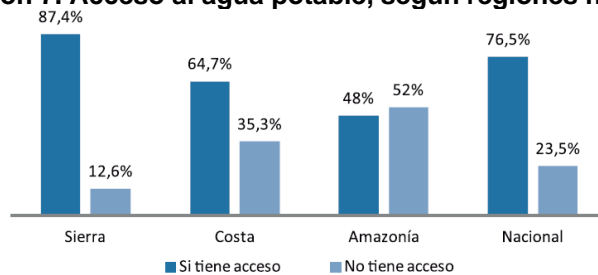


Realizado por: Karla Aguilar  
 Fuente: Encuesta de consumos (ver anexo 1.)

### 2.7 Problemas de acceso al agua potable

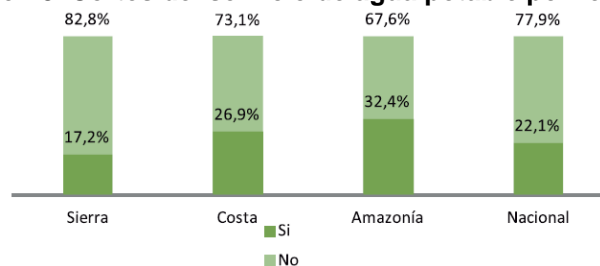
La accesibilidad al agua potable es un factor fundamental en los hogares. Según las Naciones Unidas, “Aproximadamente una sexta parte de la población mundial carece de acceso al agua potable”. “En el Ecuador, la región que tiene más accesibilidad es la Sierra (87,4%), seguido de la región Costa (64,7%). Lo contrario sucede en la región Amazónica, que presenta la tasa más alta de hogares que no cuenta con este servicio (52%).” (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013). Ver la ilustración 6. A pesar de esta baja cantidad hay que sumar que frecuentemente existen cortes del servicio de agua potable. Ver Ilustración 7.

**Ilustración 7. Acceso al agua potable, según regiones naturales**



Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013)

**Ilustración 8. Cortes del servicio de agua potable por regiones**



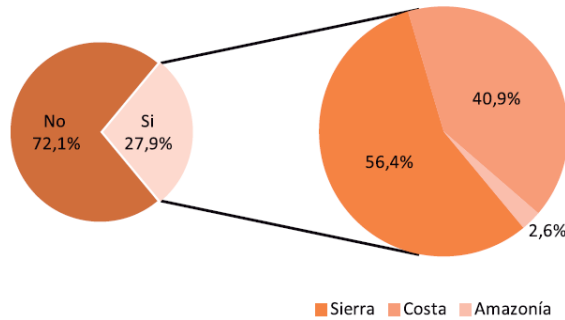
Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013)



### 2.8 Ahorro del agua en el Ecuador

El 72,1% de todos hogares investigados no realiza ninguna práctica de ahorro de agua, solo un 27.9% lo realiza, de los cuales el 56.4% se encuentra en la Región Sierra, el 40.90% en la Costa y el 2.6 en la Región Amazónica.

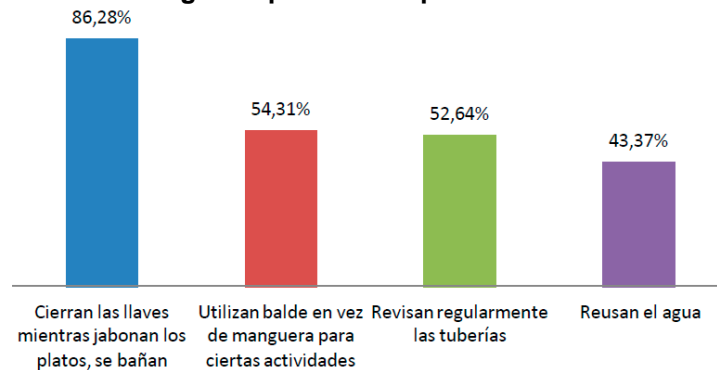
**Ilustración 9. Ahorro de agua por regiones**



Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013)

Gracias a las empresas de agua que han realizado campañas de concienciación se ha logrado realizar ciertas prácticas de ahorro en los hogares ecuatorianos, los más comunes son: el cierre de la llave mientras jabonan los platos (86,28%), utilizar balde en lugar de manguera (54,31%), revisión de posibles fugas en tuberías (52,64%), y un escaso porcentaje que reutiliza el agua (43,37%).” (Martinez Moscoso, 2015).

**Ilustración 10. Hogares que realizan prácticas de ahorro de agua**



Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014)

“En cuanto a los dispositivos ahorradores de agua, solamente el 9.37% de los hogares utilizan un economizador de chorro y 6.97% disponen de inodoro doble descarga”. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014). Ver tabla 8. Como red alternativa en caso de no contar con agua potable se realiza la captación del agua lluvia.

Tabla 8. Dispositivos utilizados para ahorro de agua en el Ecuador

DISPOSITIVOS DE AHORRO			
Equipo	Imagen	Descripción	Aplicación
Inodoros con doble descarga		Inodoro Edesa con doble descarga. Sistema de ahorro. Consumo de 4 litros para descargas de líquidos y 6 litros para descargas de sólidos	En cuartos de baño
Grifería monomando		Grifería Edesa con cierre hermético monomando. Con sistema aireador para ahorrar el consumo de agua.	Lavamanos dentro de los cuartos de baño
Grifería monomando para duchas		Grifería Edesa con cierre hermético monomando, con ahorro de agua. Edesa	En cuartos de baño, para duchas estáticas o cabezales móviles.
Grifería monomando para cocinas		Grifería Edesa con cierre hermético monomando, con ahorro de agua por aireador. Edesa	Para fregaderos de cocinas, o en áreas de lavado

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: catálogo de productos Edesa

## 2.9 Uso del agua lluvia en el Ecuador, red alternativa.

En el país, muy poca gente hace uso del agua de lluvia. Por lo general lo realiza la gente de clase media a baja, y en muchos casos no se obtiene resultados óptimos.

### 2.9.1 Sistemas que se utilizan para la recolección

“Los sistemas utilizados, se diferencian por su ubicación, materialidad y funcionalidad, existen dos tipos claramente marcados:

**Sistema 1. Captaciones sub superficiales, muros de arena o presas de retención.** El almacenamiento del agua se produce bajo tierra, mediante una capa freática construida artificialmente o a través de un depósito natural del subsuelo.

**Sistema 2. Captaciones con tanques prefabricados.** De diferentes materiales como plástico, cemento, arcilla, suelo, etc. Es el medio más sencillo de almacenamiento, pueden ser construidos de forma subterránea o por encima del nivel del suelo. Su construcción depende del espacio disponible para el sistema, la tecnología implementada y el capital de inversión.” (Gonzaga, 2015). Este sistema es el más utilizado en las viviendas ecuatorianas por su fácil adaptabilidad. Requiere un área de captación (que en su mayoría es la cubierta), un sistema de conducción, filtrado y almacenamiento.

Ilustración 11. Componentes del sistema de captación más utilizado en Ecuador



Realizado por: Karla Aguilar

### 2.9.2 Materiales empleados

Tabla 9. Materiales empleados en los sistemas de captación






Componentes	Ubicación	Material 1	Material 2	Material 3
Área de captación	Cubierta existente	Concreto	Tejas	Planchas de zinc (aluminio)
Sistema de conducción	Perímetro de cubierta	PVC	Cobre	-
Filtrado	Antes del área de almacenamiento	Tela	Malla	Dispositivo de filtrado
Almacenamiento	Planta baja Terrazas	Poliétileno	Concreto	Material metálico

Realizado por: Karla Aguilar

### 2.9.3 Costos

Los materiales señalados en la anterior tabla son los más comúnmente usados por ser más económicos y de mayor durabilidad.

**Tabla 10. Costos aproximados de los materiales**

Componentes	Ubicación	Material	Costo
<b>Área de captación</b>	Cubierta existente	Concreto Tejas Planchas de zinc	Existente
<b>Sistema de conducción</b>	Perímetro de cubierta	Canaleta de PVC 	\$ 16.00 / 3m de largo
		Tapa para Canaleta 	\$1.20
		Ménsula (soporte de canal) 	\$ 0.80
	Bajante	Tubo de PVC 	\$14.00
<b>Filtrado</b>	Antes del área de almacenamiento	Dispositivo de filtrado 	\$90.00
<b>Almacenamiento</b>	Planta baja Terrazas	Polietileno	\$90.00 / 500L \$150.00 / 1000L \$250.00 / 2500 L




Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (GAD Provincia chimborazo, 2015), Catálogo Pastigama, PVC

### 2.9.4 Compañías que se dedican a realizar estos sistemas

En el Ecuador pocas son las compañías que ofrecen sistemas de captación de agua completos, lo que existe es gran variedad en el mercado de los componentes por separado, donde el profesional encargado del diseño debe buscar el elemento necesario para la instalación. Ver anexo 4 de productos ofrecidos de las casas comerciales.

**Tabla 11. Productos en el Ecuador para captar el agua lluvia**

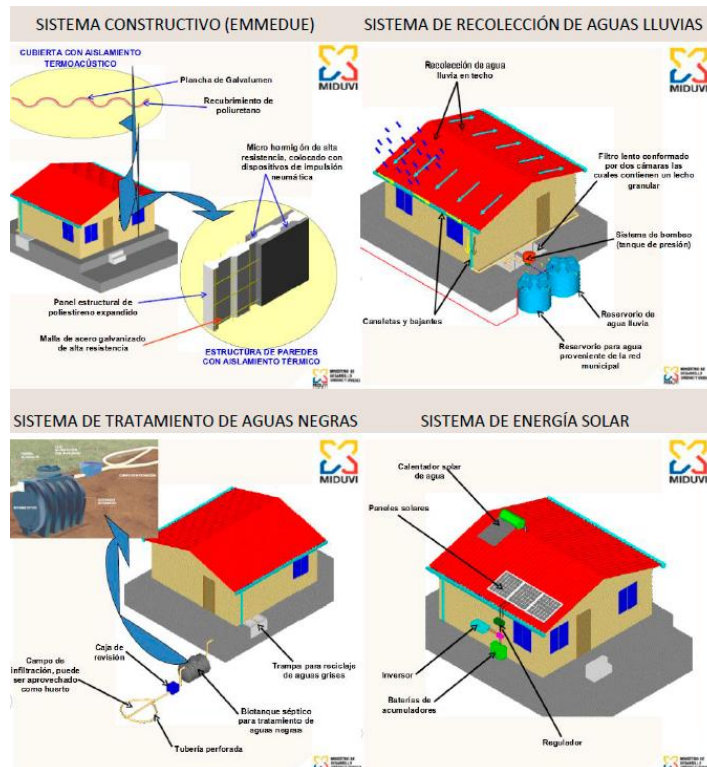
Empresa	Oferta	Productos
<p>Plastigama</p>	<p>Productos para el agua lluvia y residual.</p> <p>Soluciones para la conducción de aguas residuales y conductos de ventilación para emanación de vapores y sistema completo para recolección de agua lluvia en residencias.</p>	<p><b>Ilustración 12. Productos Plastigama</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://sitio.plastigama.com/productos/construccion.html">http://sitio.plastigama.com/productos/construccion.html</a></p>
<p>Rotoplas</p>	<p>Todos los accesorios originales necesarios para el funcionamiento de los Tanques de agua, y Cisternas, filtros, conexiones internas.</p>	<p><b>Ilustración 13. Productos Rotoplas</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://rotoplas.com.ec/categoria-producto/accesorios-para-tanques/">http://rotoplas.com.ec/categoria-producto/accesorios-para-tanques/</a></p>
<p>Eternit</p>	<p>Tanques plásticos resistentes y económicos, Diseñados tecnológicamente para cuidar y proteger el agua, son de doble capa para evitar el paso de los rayos ultravioleta y de fondo claro para facilitar la inspección de los líquidos.</p>	<p><b>Ilustración 14. Tanques Eternit</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.eternit.com.ec">www.eternit.com.ec</a></p>

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: catálogos páginas oficiales de empresas

**2.9.5 Proyectos realizados en Ecuador que fomenten el ahorro del agua**

- Organizaciones mundiales que colaboran para el desarrollo de proyectos. *Mejorando la calidad de vida: Proyecto de Agua en la Amazonía de Ecuador.* Organizaciones como Rainforest Fund, UNICEF y el Frente de la Defensa de la Amazonia colaboran para el diseño especial de los contenedores para que las familias, los centros de salud y escuelas tengan agua potable. La característica principal de este contenedor es que es un doble tanque con un sistema de filtro tanto para la recogida y la conversión de agua tóxica en agua potable. Este sistema permite que el almacenamiento y uso del agua potable a toda la población. La propuesta del proyecto fue elaborada en diciembre de 2007 con UNICEF Ecuador. (Unicef Ecuador, 2010)
- La experiencia del Ministerio de desarrollo urbano y vivienda en Galápagos - PLAN PILOTO DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS El proyecto procura optimizar al máximo las bondades climatológicas y recursos sostenibles del medio utilizando para esto el bono de la vivienda con el concepto de utilización de materiales de fácil armado y logística de embarque que no dañen el medio ambiente, duraderos que contengan aislantes térmicos, para así disminuir el consumo de energía en el uso de ventiladores o aires acondicionados. La propuesta está compuesta de: •Vivienda bioclimática con aislamiento acústico. •Sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvias. •Sistema de tratamiento de aguas negras y reciclaje de aguas grises. •Sistema de energía solar

**Ilustración 15. Viviendas ecológicas Ecuador**



Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013)

- Empresas privadas que promueven la construcción de estos sistemas. *Caduceos compañía*. Empresa de Ecuador que trabaja hace más de 21 años para el mejoramiento del medio ambiente y la optimización de recursos naturales. Enfocada en el reciclaje del agua lluvia. Con más de 80 proyectos de medio ambiente, estudios preliminares y monitoreo alrededor del país. Caduceus ha desarrollado un sistema propio de tratamiento y purificación biológica de aguas contaminadas en base a biotopos de plantas acuáticas y plantas palustres. (Caduceus Ecuador, 2000)
- Proyectos propuestos por las propias municipalidades, por ejemplo: El gobierno de Chimborazo ha realizado una guía práctica para la captación de agua lluvia, promoviendo estos sistemas. Esta guía enseñará cómo captar y almacenar de manera fácil y económica el agua de lluvia que se puede utilizar en la producción agrícola (chakras o huertos familiares), en el consumo animal y limpieza, y en los quehaceres domésticos. Muchos proyectos se han llevado a cabo en esta provincia generando un ahorro notorio. (GAD Provincia chimborazo, 2015)
- Trabajos de fin de carrera propuestos para viviendas o sectores rurales, con estudios de factibilidad. Por ejemplo “Propuesta de diseño de un sistema de captación de agua de lluvia y tratamiento de aguas grises en la escuela de educación básica fiscal mixta Camilo Borja, cantón y provincia de Esmeraldas (Universidad Católica del Ecuador)”, “Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en la isla de Jambelí, cantón santa rosa, provincia de el oro (Universidad Técnica de Machala)”, “Diseño de un sistema para reciclado, control y utilización de agua lluvia en la ciudad de Cuenca (Universidad Politécnica Salesiana)”, entre otros.
- Viviendas en general que adaptan a sus construcciones sistemas de bajo coste que captan el agua lluvia. Son realizados de manera informal, sin un control de calidad de agua o sin estudios previos. (Ver anexo 5. Adaptaciones de sistemas)

#### Ilustración 16. Sistemas domésticos



Fuente: <http://www.arquitectiando.com/wp-content/uploads/2008/08/all1.jpg>;  
<http://www.revartdr.org/>

## 2.10 Conclusiones

- **El nivel pluvial en las regiones naturales** del Ecuador varía entre los 584 hasta los 3473 mm por año. En la región Amazónica existen precipitaciones diarias, en la Sierra y Costa las precipitaciones más altas se dan en los meses de octubre hasta abril, y el resto del año es seco. En la época de lluvias las viviendas por lo general tienen problemas con la humedad e inundaciones, lo que produce un deterioro en las construcciones, cuando este recurso podría ser utilizado para su propio uso, y con un buen manejo sea un beneficio y no un problema más en la vivienda. La captación de agua lluvia en la región Amazónica podría darse con más frecuencia en cualquier época del año, y en las otras dos regiones solo se podría captar la mitad del año. Ver tabla 11.
- Dentro del **marco legal** existen organizaciones que se encargan del manejo del recurso hídrico, pero hasta un nivel local (red principal de abastecimiento y saneamiento) más no del manejo dentro de las viviendas, provocando una falta de control en el consumo doméstico del agua, y por ello los desperdicios abismales.
- El Ecuador cuenta con una **demanda alta de agua**, que proviene de los recursos naturales hídricos, el problema es que no toda el agua es tratada para potabilizarla, y en ciertas regiones no todos los ríos tienen un alto caudal, por lo que es desigual su distribución. Estas fuentes hídricas en los días de lluvia suelen aumentar su caudal y se torna turbia llegando a las plantas de tratamiento sucia y con muchos escombros, lo que ocasiona el daño de las plantas purificadoras y que se suspenda sus actividades, dejando a la población que depende de esta planta, sin agua potable por un largo tiempo. Las empresas encargadas del suministro del agua es directamente las municipalidades, pero en ciertos lugares no logran satisfacer las necesidades de agua potable de la población, por problemas climáticos, físicos de las plantas, políticos e incluso sociales. Por lo que se hace necesario que cada familia cuente con un abastecimiento individual, que pueda funcionar cuando la red principal deje de trabajar, dando independencia a las viviendas.
- El **consumo promedio de agua** a nivel nacional es de 262 litros diarios por habitante, lo que sobrepasa el valor determinado por la Ley de recursos hídricos que establece un valor de 200 L/habitante-día, este valor prueba el gasto excesivo que se genera día a día principalmente en los hogares. Es importante recalcar que la región amazónica es la que más consume y la que menos habitantes tiene.

Comparando los usos de agua dentro de las viviendas (cuatro habitantes) de las tres regiones, se observa que existe una similitud en los mayores consumos: inodoros, duchas y de los grifos externos que son destinados a limpieza y riego, dando un porcentaje promedio de consumo de un 70% dentro de toda la vivienda (la sierra varía con un alto uso de lavadora). Estos valores reflejan la falta de conciencia en las personas para su consumo y la falta de entidades públicas que controlen el desperdicio, lo que, no solo provoca un alto gasto en la vivienda si no también un gasto excesivo al estado al potabilizar agua que no requiere un alto nivel de purificación. Estos valores se podrían reducir aplicando métodos de ahorro en las viviendas y usando una fuente natural como es el agua de lluvia, para actividades que no son de consumo.



- **El acceso al agua potable** es un factor fundamental dentro de las viviendas para el consumo humano. La región Sierra y Costa son las que mayor acceso tienen al agua la mayoría de la población cuentan con agua potable solo un pequeño porcentaje no tiene acceso, todo lo contrario, a la región Amazónica donde la mitad de la población no tiene acceso al agua potable, por lo que es necesario que cada vivienda trate de producir su propia agua para su utilización personal y en buena calidad.
- Solo una cuarta parte de los habitantes del Ecuador realizan **prácticas de ahorro** de agua, un valor muy bajo para un país que tiene tan alto consumo diario de agua por habitante. La Amazonía es la provincia que menos prácticas de ahorro tiene, provocando que sea la que más agua consume en el país.
- **En el Ecuador los sistemas de captación de agua lluvia** son poco mencionados, ya que se piensa que no habrá un beneficio y más provoca gastos, debido al mantenimiento que deben tener. Los sistemas más comunes son con captadores prefabricados, los costos de los componentes no son elevados, los filtros y los tanques de reserva son los que más cuestan, pero suelen ser los que más duran. Existen empresas que ofertan los componentes de los sistemas por separado, para que cada habitante o profesional instalen en su vivienda, no hay publicidad sobre sistemas completos como existen en otros países, lo que provoca que la población no tenga mucho conocimiento sobre su existencia. Los proyectos que se han realizado en el País sobre la captación de agua lluvia se han enfocado en la elaboración de proyectos en zonas rurales, para dar solución a los lugares donde no llega las redes de agua potable, pero no existe una guía, o base que brinde información acerca de la aplicación de estos sistemas en la construcción de viviendas, de donde provienen los mayores consumos de agua.

**Tabla 12. Comparativa de resultados**

Regiones naturales	Amazonía	Sierra	Costa
Territorio	37%	34%	26%
Población	5%	49%	54%
Nº Meses de lluvia	10	7	6
Nº Meses secos	2	5	6
Consumo de agua por hogar	1300 litros/habitante-día	776 litros/habitante-día	1027 litros/habitante-día
Puntos de mayor consumo	Duchas Inodoros Grifos exteriores	Inodoros Duchas Lavadoras	Duchas Inodoros Grifos exteriores
Acceso al agua potable	48%	87.4%	64.7%
Ahorro del agua	2.6%	56.4%	40.9%
Totales	Menos población Mayor consumo Menor % de ahorro Más meses lluviosos	Mitad de población Consumo medio Alto % de ahorro Un poco más de lluvia que seco	Mitad de población Consumo de medio Medio % de ahorro Meses de lluvia igual que secos



### CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ACTUAL

### 3. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ACTUAL

Se analizará ciertos aspectos de la normativa del Ecuador, clasificando normas que se enfoquen en el uso del agua lluvia, en la distribución de agua potable, en la red de saneamiento, y de espacios arquitectónicos que pueden servir para la ubicación de los sistemas de captación a implementar.

#### 3.1 Arquitectura

##### CÓDIGO DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

###### PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA A LAS MUNICIPALIDADES ECUATORIANAS

Este Código establece las normas mínimas, disposiciones y requisitos para proteger y asegurar la vida, salud y propiedades de los habitantes y los intereses de la colectividad, mediante la regulación y control de los proyectos, cálculos, sistemas de construcción, calidad de materiales y uso, destino y ubicación de las edificaciones y estructuras. Fija los requisitos técnicos a que deberán someterse las construcciones e instalaciones en predios y vías públicas, para que éstos satisfagan las condiciones mínimas de seguridad, higiene, comodidades y estética.

Tabla 13. Normas de Arquitectura del Ecuador

PROFESIONALES	
<b>Competencia</b>	Cada trabajo de diseño especializado de Ingeniería, sea estructural o sanitaria, para el cual se requiera aprobación municipal, debe ser realizado por un profesional registrado en el Municipio de acuerdo a las disposiciones de la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería.
ESPACIOS DE SERVICIO NO HABITABLES	
<b>Dimensión de locales</b>	Las dimensiones mínimas de los locales deberán estar basadas necesariamente en: las funciones o actividades que se desarrollen en ellos, el volumen de aire requerido por sus ocupantes, la posibilidad de renovación de aire. Los sótanos no podrán tener una altura inferior a 2.40, distancia comprendida entre el nivel del piso y la cara inferior de la losa.
<b>Ventilación mecánica</b>	Siempre que no se pueda obtener un nivel satisfactorio de aire en cuanto a cantidad, calidad y control con ventilación natural, se usará ventilación mecánica, en locales especializados.

## INSTALACIONES EN CONJUNOS HABITACIONALES

Edificios de viviendas unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares, resueltos en edificios de altura o en conjuntos habitacionales.

### Normas de instalaciones sanitarias

- Las instalaciones de aprovisionamiento y evacuación de agua, serán en todo caso centralizadas, cada apartamento deberá tener su medidor de agua propio.
- A juicio de la Empresa Municipal de Agua Potable que juzgará las condiciones de presión del servicio de agua en el sector, será obligatorio disponer de cisterna, bomba, tanque de presión y tanque de reserva, la capacitación de los tanques estará supeditada al tipo de edificio a construirse.
- Las tuberías de evacuación de aguas servidas estarán diseñadas de tal manera que cada departamento tenga su propia instalación hasta que ésta empalme con la red general de colectores del edificio o con las columnas de bajantes en el caso de edificios de pisos.
- En los edificios que se ubiquen en líneas de fábrica, las aguas lluvias provenientes de las cubiertas, terrazas, patios descubiertos y demás espacios similares, no podrán evacuarse directamente sobre el terreno adyacente y sobre espacios de uso público, debiendo ser debidamente canalizadas en todo su recorrido desde el lugar del cual provienen hasta el nivel en el que se vierten y/o se conectan con la canalización del edificio.

## INSTALACIONES EN URBANIZACIONES

Los proyectos de instalación de redes de agua potable y alcantarillado, incluyendo las acometidas domiciliarias, serán revisados y aprobados por los respectivos departamentos o unidades municipales. Las aguas residuales de la ciudad deberán integrarse al sistema de alcantarillado público existente.

### Abastecimiento de agua potable

**Dotación:** estará sujeta a la dotación indicada por el Departamento de Agua Potable, en cada una de las zonas de la ciudad. Tómese como referencia un promedio de 167 L. Hab./día

**Abastecimiento:** Para el abastecimiento de urbanizaciones o edificaciones, el agua se captará directamente de la red pública o de una fuente específica propia en caso de autoabastecimiento y conforme a las disposiciones del Departamento de Agua Potable.

**La red de distribución** se diseñará considerando los siguientes parámetros:

- La presión o altura manométrica de trabajo en las tuberías de la red de distribución estará de acuerdo a zonas de presión proyectadas. En todo caso se diseñará con una presión máxima de 30 mca. (metros de columna de agua). De requerirse presiones de diseño superiores se diseñarán sistemas hidroneumáticos adecuados según el caso y la dotación necesaria.
- La velocidad del flujo en las tuberías de la red de distribución no será superior a 4,5 mt/seg. Ni inferior a 0,6 mt/seg.
- El diseño de la red de distribución debe incluir capacidad suficiente para atender la demanda por incendios.

<p><b>Abastecimiento de agua potable</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los cálculos para el diseño de la red de distribución se harán de acuerdo al consumo máximo horario; se comprobarán por el consumo máximo diario, más el necesario para atender la demanda de incendio. Prevalecerá el diseño realizado para el mayor de los caudales.</li> </ul> <p><b>Conexiones Domiciliarias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales: Se utilizará tubería y accesorios de HG o PVC roscable. La conexión o acometida de agua para cada unidad habitacional, que incluya el respectivo medidor, será de 20 mm de diámetro.</li> <li>- Hidrantes: Los hidrantes y bocas de fuego se instalarán procurando que entre ellos no haya distancias mayores a 250 metros.</li> </ul> <p><b>Período de Diseño:</b> Para establecer el período de diseño se tomarán en cuenta la calidad y la duración de los materiales y equipos que van a utilizarse. Pero en ningún caso se proyectarán obras definitivas para un período mayor a <b>30 años</b>.</p>
<p><b>Sistema de Alcantarillado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Caudal de Diseño:</b> Los sistemas de alcantarillado serán independientes: de aguas servidas y aguas lluvias. Se diseñarán con el caudal máximo instantáneo para cada caso y en base a las curvas de intensidad, duración y frecuencia en la zona donde se ubique el proyecto.</li> <li>- <b>Población de Diseño:</b> Se considerará como tal a la población de saturación del proyecto urbanístico.</li> <li>- <b>Período de Diseño:</b> Se tomará en cuenta la calidad y duración de los materiales y equipos que van a utilizarse. En todo caso, como mínimo se considerará un período de <b>25 años para</b> las redes de alcantarillado y de <b>30 años</b> para las descargas, emisarios y colectores.</li> <li>- <b>Velocidades:</b> Para asegurar adecuados efectos de auto limpieza se diseñará de acuerdo a las normas técnicas establecidas por el Departamento de Alcantarillado.</li> <li>- <b>Coefficiente de Escorrentía:</b> Se considerará un coeficiente de escorrentía de 0,70; en los casos que el urbanizador demuestre que se puede utilizar otro coeficiente se sujetará a la aprobación del Departamento de Alcantarillado, según sus normas y especificaciones técnicas.</li> <li>- <b>Pozos de Revisión:</b> Son estructuras cilíndricas, tanto para el sistema de aguas servidas como de aguas lluvias; podrán tener paredes prefabricadas o de hormigón, con tapas circulares de hierro fundido y escalerillas de acceso, con una altura o profundidad mínima de 1,20 metros y distancia entre escalones de 0,40 metros. Se colocarán en cada esquina, en los lugares que haya confluencia de dos o más tuberías o colectores y en todo cambio de dirección pendiente o diámetro.</li> </ul>

**Sistema de Alcantarillado**

- **Conexiones Domiciliarias:** Se podrá utilizar tubería de hormigón centrifugado, asbesto cemento o PVC. El diámetro mínimo será de 150 mm y nunca menor al mayor diámetro diseñado para cada subsistema de una unidad o conjunto habitacional. Deberá contar con cajas de revisión que permitan realizar la instalación domiciliaria a la red pública. En casos excepcionales se aceptarán sistemas de alcantarillado domiciliario unitario en predios de una superficie mínima de 1.000 m<sup>2</sup>.
- **Cuerpo Receptor y Descarga:** La descarga final se realizará mediante colector o emisario al sitio y tipo del cuerpo receptor que será designado por el Departamento de Alcantarillado. Con carácter general no podrán efectuarse vertidos de sustancias corrosivas, tóxicas, nocivas o peligrosas, ni de sólidos o desechos viscosos susceptibles de producir obstrucciones en la red de alcantarillado o en las estaciones de depuración o, vertidos de sustancias que den olor a las aguas residuales y no se eliminaren en el proceso de depuración.
- **El Departamento de Agua Potable y/o Alcantarillado** podrá exigir instalaciones de pretratamiento de los vertidos en aquellas actividades que produzcan aguas residuales susceptibles de superar las concentraciones máximas instantáneas de contaminantes permitidos según la normativa de cada Departamento. En zonas donde no exista sistema de alcantarillado, se deberá justificar ante el Departamento de Alcantarillado, sistemas alternativos para el tratamiento de aguas servidas de uso doméstico con el fin de proteger y no contaminar cursos de agua y medio ambiente del sector.

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: Código de arquitectura y urbanismo del Ecuador (Municipalidades ecuatorianas, 2000)

### 3.2 Construcción

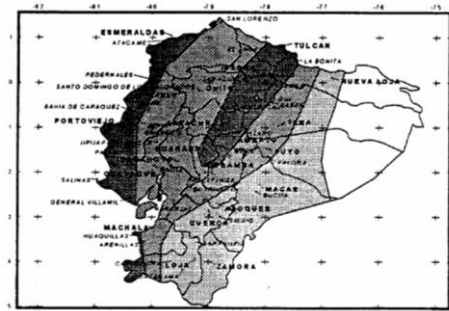
Para el análisis de la normativa de construcción del Ecuador se utilizarán las normativas del *Servicio Ecuatoriano de normalización (INEN)* Organismo técnico nacional, eje principal del Sistema Ecuatoriano de la Calidad en el país, competente en Normalización, Reglamentación Técnica y Metrología, que contribuye a garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos.

#### CPE INEN 005-1 (2001): Código ecuatoriano de la construcción

##### Geología local y perfiles de suelo

Los requisitos establecidos en este código que tienen como finalidad tomar en cuenta la geología local para propósitos de diseño, son requisitos mínimos y no substituyen los estudios de geología de detalle, los cuales son necesarios para el caso de proyectos de infraestructura y otros proyectos distintos a los de edificación.

##### Ilustración 17. Zonas sísmicas para diseño



Fuente: (Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2001)

**Diseño para estructuras distintas a las de edificación**

##### Acumulación de agua

Todas las cubiertas deben diseñarse con la suficiente contra flecha o inclinación para asegurar el drenaje adecuado, después de producida la deflexión de larga duración por la carga muerta, o deben diseñarse para soportar cargas máximas, incluyendo posibles estancamientos de agua debidos a la deflexión.

**Las estructuras distintas a las de edificación** incluyen todas las estructuras auto portantes, las cuales soportan cargas verticales y deben resistir los efectos sísmicos, tales como reservorios, tanques, tuberías, etc., cuyo comportamiento dinámico es distinto al comportamiento de las estructuras de edificación. Este tipo de estructuras se diseñarán para resistir las fuerzas laterales mínimas.

**Tanques con fondo apoyado:** Los tanques cuyo fondo se encuentra apoyado sobre la superficie del suelo o bajo ella, se diseñarán para resistir las fuerzas laterales de estructuras rígidas, incluyendo el peso del tanque y el de su contenido.

**CPE INEN 005-9-1 (1992): Código Ec. de la construcción: Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales**

Las normas que se presentan a continuación tienen como propósito conseguir que los diseños de sistemas de abastecimiento de agua y de eliminación de aguas residuales se realicen dentro de un marco técnico adecuado para la realidad ecuatoriana.

<p><b>Etapas de un proyecto</b></p>	<p><b>Estudio de pre factibilidad</b> aproximación técnica y económica para determinar los costos de ejecución, operación y mantenimiento de cada alternativa, a base de los cuales se puede seleccionar la alternativa más conveniente.</p> <p><b>Estudio de factibilidad</b> deberá confirmar las decisiones tomadas en el estudio de pre factibilidad, para definir y formular la alternativa más conveniente de un proyecto de agua potable o alcantarillado.</p> <p><b>El proyecto definitivo</b> incluirá todos los detalles que constarán en la memoria técnica descriptiva, memoria de cálculo, manual de operación y mantenimiento, planos constructivos, especificaciones de construcción.</p>
<p><b>Presentación de trabajos</b></p>	<p><b>Agua Potable. Incluirá lo siguiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coeficiente de día y de hora de máximo consumo.</li> <li>- Características de la fuente (captación).</li> <li>- Calidad físico-químico-microbiológica del agua cruda</li> <li>- Caudal máximo, mínimo y seguro de la fuente.</li> <li>- Sistema de conducción (gravedad o por bombeo).</li> <li>- Tipo de unidades de tratamiento;</li> <li>- Volumen y caudal del depósito de agua para consumo</li> <li>- Volumen de agua para incendios y de emergencia.</li> <li>- Volumen total.</li> <li>- Presiones dinámicas y estáticas en la red.</li> <li>- Longitud de las tuberías, clasificadas por diámetros.</li> <li>- Número y tipo de conexiones domiciliarias, clasificadas por diámetros.</li> <li>- Tiempo de bombeo diario.</li> </ul> <p><b>Eliminación de aguas residuales. Incluirá lo siguiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coeficiente de mayoración.</li> <li>- Curvas intensidad-frecuencia-duración de lluvias.</li> <li>- Curvas de variación intensidad-área.</li> <li>- Tiempo de concentración inicial.</li> <li>- Coeficientes de escurrimiento.</li> <li>- Velocidad máxima y mínima.</li> <li>- Longitudes de tuberías y colectores de la red y emisarios, clasificándolos por diámetro y sección.</li> <li>- Número y tipo de conexiones, clasificadas por diámetros</li> <li>- Caudal de aguas residuales.</li> <li>- Caudal total a evacuarse (máximo, medio y mínimo).</li> <li>- Tipo, unidades de tratamiento, equipos y sustancias químicas.</li> <li>- Caudal máximo, mínimo y seguro del cuerpo receptor.</li> <li>- Régimen de elevación.</li> <li>- Tiempo de bombeo diario.</li> </ul>



**Calidad del agua**

Estas disposiciones establecen un conjunto de criterios y normas de calidad del agua para consumo humano, de modo que se garantice que el consumidor no ingiera sustancias tóxicas o nocivas para la salud para así preservar la salud pública.

**Captación y conducción para proyectos de abastecimiento de agua potable**

**Dotación:**

La producción de agua para satisfacer las necesidades de la población y otros requerimientos, se fijará en base a estudios de las condiciones particulares de cada población, considerando:

- las condiciones climáticas del sitio;
- las dotaciones fijadas para los distintos sectores de la ciudad, considerando las necesidades de los distintos servicios públicos;
- los volúmenes para la protección contra incendios;
- las dotaciones para lavado de mercados, camales, plazas, calles, piletas, etc.;
- las dotaciones para riego de jardines;
- otras necesidades, incluyendo aquellas destinadas a la limpieza de sistemas de alcantarillado, etc.

A falta de datos, y para estudios de factibilidad, se podrán utilizar las dotaciones indicadas

**Ilustración 18. Dotaciones recomendadas**

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: (Instituto Ecuatoriano De Normalización, 1992)

**Variaciones de Consumo** El consumo medio anual diario (en m<sup>3</sup>/s), se debe calcular por la fórmula:

$$Q_{med} = q N / (1\ 000 \times 86\ 400)$$

q = dotación tomada de la anterior imagen en l/hab/día

N = número de habitantes.

El requerimiento máximo correspondiente al mayor consumo diario, se debe calcular por la fórmula:

$$Q_{max.día} = K_{max.día} \times Q_{med}$$

<p><b>Almacenamiento y distribución de agua potable</b></p>	<p>Estas disposiciones establecen un conjunto de criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de abastecimiento de agua potable, en la parte pertinente al sistema de almacenamiento y distribución de la misma.</p> <p><b>Propósito del almacenamiento:</b> El agua se almacena con el fin de regular las variaciones de consumo, para combatir incendios, suministrar agua en casos de emergencia y obtener economía en el diseño del sistema.</p> <p><b>Ubicación del almacenamiento</b> El almacenamiento se ubicará lo más cerca posible de la población y del centro de gravedad de la demanda, en lugares cuya topografía minimice el costo, tanto de la reserva como de la red de distribución.</p>
<p><b>Alcantarillado</b></p>	<p><b>Los sistemas de alcantarillado separados</b> consisten en dos redes independientes la primera, para recoger exclusivamente aguas residuales domésticas; y, la segunda, para recoger aguas de escorrentía pluvial.</p> <p><b>Los sistemas de alcantarillado combinado</b> conducen todas las aguas residuales producidas por un área urbana y, simultáneamente, las aguas de escorrentía pluvial.</p> <p><b>Los sistemas de alcantarillado mixtos</b> son una combinación de los dos anteriores dentro de una misma área urbana; esto es, una zona tiene alcantarillado separado y otra, combinado.</p> <p><b>Alcantarillado sanitario.</b> Se utilizarán tanques sépticos o fosas húmedas, para grupos de casas, con sistemas de tuberías efluentes de PVC u otro material apropiado, que conduzcan las aguas servidas pre sedimentadas hacia un sistema central o zona de tratamiento.</p> <p><b>Alcantarillado pluvial.</b> Se diseñarán las calles con cunetas de suficiente capacidad para acarrear la escorrentía superficial. No se diseñará ningún sistema de tuberías especiales. La escorrentía superficial drenará directamente al curso receptor.</p>

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2001), (Instituto Ecuatoriano De Normalización, 1992)

### 3.3 Conclusiones

- Dentro del código de arquitectura se observa que hay una aproximación al uso de fuentes alternativas de agua, pero falta mucho detalle para los profesionales que decidieran implementar estos sistemas.

**Tabla 14. Conclusiones del código de arquitectura**

<b>PROFESIONALES</b>	
<b>Competencia</b>	Él código muestra la necesidad de que los profesionales encargados estén especializados en temas de instalación, a lo que se debe adjuntar los cálculos, diseños y extras que complementen los planos de los sistemas.
<b>ESPACIOS DE SERVICIO NO HABITABLES</b>	
<b>Dimensión de locales</b>	Muestra las características que deben tener los locales que servirán de servicio, como dimensiones, ventilación e iluminación, datos suficientes para el diseño de estos espacios, ya que es necesario que cuenten con las mejores condiciones debido a las máquinas o equipos que se ubicarán en este lugar y que deberán ser manipulados constantemente.
<b>INSTALACIONES EN CONJUNOS HABITACIONALES</b>	
<b>Normas de instalaciones sanitarias</b>	Dentro de los conjuntos habitacionales suelen existir instalaciones individuales que se unen a las redes principales. La empresa municipal de agua se encargará de verificar la cantidad y presión de distribución del agua, e informará la necesidad de la utilización de tanques de reserva. En este punto se menciona el uso de una cisterna, norma que puede complementarse al uso de sistemas de captación del agua lluvia, del mismo modo se hace referencia al agua lluvia al referirse a las canalizaciones de las cubiertas, agua que puede recogerse y ser llevada a la anterior cisterna, pero en el código solo se menciona su canalización mas no su destino, tratamiento y utilización dentro de la vivienda.
<b>INSTALACIONES EN URBANIZACIONES</b>	
<b>Abastecimiento de agua potable</b>	El abastecimiento de agua potable a cada una de las viviendas está dotado por el departamento de agua de cada región, pero se toma como un promedio de 167 L. Hab./día, siendo una cantidad mínima, luego de analizar el consumo que realizan los ecuatorianos. Este código menciona que puede darse un abastecimiento desde la red pública a las viviendas o de una fuente alternativa de autoabastecimiento, donde entra la captación de agua lluvia. Muestra también como se realiza el cálculo para el diseño de la red de distribución de acuerdo al consumo máximo por horario. Lo que no hace mención es si existiera una fuente alterna como se debe dar el cálculo dejando en el aire este punto y que las personas lo realicen de manera informal.

<p><b>Sistema de Alcantarillado</b></p>	<p>Para el sistema de alcantarillado se realiza separado el agua servida de las aguas lluvias, en las construcciones informales muchas veces no se realiza esto, ya que no hay un adecuado control. Pero, aunque el código solicite esta separación de aguas, en la mayoría de construcciones salen separadas de la vivienda y llegan a un punto de unión, y el agua lluvia es desaprovechada.</p> <p>En el código se manifiesta que, al no haber un sistema de alcantarillado, debe presentarse un sistema de tratamiento de aguas servidas de uso doméstico con el fin de proteger el medio ambiente. A esto se le puede complementar la reutilización de las aguas grises para evitar desperdiciar agua que aún puede servir para ciertas actividades.</p>
---	---

Realizado por: Karla Aguilar

- El código de la construcción se enfoca principalmente en temas de estructuras de las edificaciones, pero ciertos puntos se enfocan a los sistemas de captación de agua, pero son a nivel de ciudad, no es para viviendas individuales, pero se puede tomar muchos aspectos para el diseño de sistemas de captación de agua para viviendas particulares.

**Tabla 15. Conclusiones del código de la construcción**

<p><b>CPE INEN 005-1 (2001): Código ecuatoriano de la construcción</b></p>	
<p><b>Diseño para estructuras distintas a las de edificación</b></p>	<p>Estos datos que ofrece el código permiten realizar cálculos para tanques de reservas de agua sean elevados o subterráneos, mostrando las zonas sísmicas que presenta el Ecuador. Datos necesarios para el cálculo de las fuerzas que actúan sobre la estructura a la que estará relacionada.</p> <p>También hace mención a las cargas que recibe una cubierta por acumulación de agua, dato que el proyectista debe tomar en cuenta al momento de realizar una construcción que contará con sistemas de captación de agua lluvia.</p>
<p><b>CPE INEN 005-9-1 (1992): Código Ec. de la construcción: Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales</b></p>	
<p><b>Etapas de un proyecto</b></p>	<p>Es importante, antes de la planificación de los sistemas de saneamiento, hacer varios estudios, que aseguren su funcionamiento, durabilidad y mantenimiento. Ya sea para los sistemas de captación o la red de distribución, conviene detallar los datos que se utilizaran para el cálculo, detalles constructivos y un manual de mantenimiento.</p>

<b>Presentación de trabajos</b>	Es necesario presentar los datos para el cálculo del diseño del sistema que garantice su funcionamiento. Este punto puede adecuarse y sumarse en la presentación de trabajos, la información necesaria de los sistemas de captación de agua lluvia, reutilización y equipos que permitan el ahorro del agua.
<b>Calidad del agua</b>	Estas disposiciones muestran los criterios de calidad que debe presentar el agua para el consumo humano, dentro del código hacen referencia a grandes captaciones comunitarias, pero estos puntos pueden utilizarse para las captaciones individuales.
<b>Captación y conducción para proyectos de abastecimiento de agua potable</b>	Para realizar una adecuada captación de agua, es necesario el estudio de la dotación media que se brindará a la población y las variaciones de consumo. En este caso solicita datos según la climatología del lugar, ya que hace una referencia a la captación hidrológica, pero para este trabajo de investigación funciona de igual manera. Muestra incluso dotaciones recomendadas según los climas, que puede ser también utilizado para el cálculo, número de habitantes y el requerimiento del consumo diario.
<b>Almacenamiento y distribución de agua potable</b>	Los criterios mostrados en esta norma, sirven para los tanques de almacenamiento, y aunque hace referencia a grandes sistemas de almacenamiento destinados a satisfacer necesidades de poblaciones de más de mil habitantes, se pueden tomar ciertos datos que complementen una normativa destinada a la captación del agua lluvia.
<b>Alcantarillado</b>	Dentro del estudio de los sistemas de alcantarillado se muestra tres posibilidades, de las cuales se tomará uno para nuestro caso de estudio: sistemas de alcantarillado mixtos, para el uso correcto del contenido de cada una de las redes.

Realizado por: Karla Aguilar

Se puede concluir que las normativas tanto de arquitectura como de construcción hacen mención a las redes de agua potable y saneamiento con una aproximación a las viviendas; de igual manera da pie al tema de las redes alternas de agua, pero aún falta enfatizar su estudio y aplicación. Estas normativas podrían ser modificadas y adaptarse para presentar puntos concretos sobre el manejo e implementación de sistemas alternos, que con una adecuada tecnología generen un control y ahorro del agua.



---

**CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA  
Y SUS INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS EN EL ECUADOR**

## 4. CARACTERIZACIÓN DE LA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA Y SUS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EL ECUADOR

### 4.1 Tipologías edificatorias por regiones

“La Constitución de la República consagra el derecho de los ciudadanos a una vivienda adecuada y digna. Frente a lo cual el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda se encuentra actualizando su política de intervención, con el objetivo de enlazarse a una visión integral del territorio en la que se ponga en valor las particularidades culturales, sociales y climáticas de cada región del país.” (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013) Por lo que se ha desarrollado prototipos de vivienda sostenible para cada región. Estos prototipos se asemejan a la realidad constructiva de cada una de las regiones en la zona urbana y rural, exceptuando las características de sostenibilidad que se les ha añadido en las propuestas. A continuación, se presenta, un análisis por regiones, con las características tipológicas de viviendas unifamiliares más sobresalientes de los sectores urbanos y rurales.

#### La vivienda en la región Amazonia

En este sector la temperatura varía entre los 22 y 26°C, es la región más húmeda del Ecuador. Cuenta con abundantes precipitaciones. Los flancos de los Andes forman una zona densamente nublada, debido a que allí se condensan grandes masas de vapor proveniente del Atlántico y de la selva amazónica.

**El sector rural** al estar ubicado dentro de la gran Amazonia verde, las construcciones se han adaptado a su entorno, siendo muchas de estas altas para evitar inundaciones, ya que, en épocas de lluvias, los ríos crecen de forma desmedida. (Ver ilustración 19). Otras viviendas son construidas directamente sobre el nivel del suelo, para aprovechar el calor de la tierra, (ver ilustración 20). Las características de los tipos de vivienda del sector rural de la Amazonia varían según las diferentes etnias que existen.

**Ilustración 19. Vivienda amazónica elevada**



**Ilustración 20. Vivienda amazónica a nivel del suelo**



Fuente: blog Amazonía pura

El sector rural es el más abandonado, por lo que se han creado propuestas de viviendas sustentables por las entidades públicas de estado. “La propuesta de prototipo para la vivienda Amazónica rural desarrollado por el Ministerio de desarrollo Urbano y vivienda, se basa en los aspectos constructivos y espaciales de las casas tradicionales de la Amazonía considerando que en ellas reside una experiencia centenaria de adaptación a las características geográficas y climáticas, y al uso de los recursos, materiales e infraestructuras propias de la zona donde se implantarán las viviendas. La forma hexagonal de la planta permite una mejor ventilación cruzada por la vivienda y a través de los hastiales de la cubierta por el efecto chimenea el aire caliente.” (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013)

**Ilustración 21. Propuesta para viviendas amazónicas rurales sostenibles**



Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013)  
Ganador de la propuesta: Arq. José Mantilla



Por otro lado, las viviendas de **sector urbano**, cuentan con distintas características de construcción y mejor calidad de vida y accesos a servicios básicos, por lo que el estado solo se preocupa por ofrecerles una infraestructura necesaria para la ciudad. La vivienda de la región amazónica en su mayoría tiene las siguientes características, por sectores:

**Tabla 16. Tipología amazónica**

<b>Características</b>	<b>Sector Urbano</b>	<b>Sector Rural</b>
<b>Visuales</b>	<p><b>Ilustración 22. Vivienda Amazónica urbana</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.plusvalia.com/propiedades">http://www.plusvalia.com/propiedades</a></p>	<p><b>Ilustración 23. Vivienda Amazónica Rural</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.habitatyvivienda.gob.ec/pastaza">http://www.habitatyvivienda.gob.ec/pastaza</a></p>
<b>Arquitectura</b>	<p>La vivienda amazónica urbana en su mayoría es de hormigón. Debido a las constantes lluvias las cubiertas son inclinadas, de hormigón o teja, cuando el diseño se lo hace con cubiertas de losa plana, se suele añadir una cubierta con estructura metálica en la terraza para evitar humedades y filtraciones. Las paredes son de hormigón o ladrillo y el piso de cerámica en salones y duela en dormitorios.</p>	<p>Las viviendas tienen una arquitectura marcada por las comunidades indígenas ancestrales, usando materiales de la zona. En gran parte son de madera propia del sector. Las cubiertas son inclinadas, revestidas con zinc o con hojas de palma. Las paredes son de madera, y el piso puede ser con madera o tabla sin tratar o ladrillo. Se respeta en su mayoría el espacio natural en el que están implantadas.</p>
<b>Constructiva</b>	<p>Su estructura es de hormigón (vigas y columnas) suele incluirse la estructura metálica para las cubiertas. Son de dos pisos con una cimentación de plintos o zapatas.</p>	<p>La vivienda se conforma de una estructura de madera sólida o caña guadua. Son de un piso, elevadas del suelo, la cimentación son pilotes de madera y hormigón.</p>
<b>Infraestructura</b>	<p>En su mayoría las viviendas cuentan con acceso a la red de agua potable, y un sistema de saneamiento que trata las aguas negras en general antes de que estas desemboquen en ríos.</p>	<p>Este tipo de viviendas captan el agua lluvia o de los ríos para utilizarla en el consumo humano, ya que no llegan las redes de agua pública. Para el sistema de saneamiento, cuentan con pozos sépticos en los que tratan las aguas negras con filtrados naturales realizados en la tierra.</p>

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013), (Instituto Nacional de estadísticas y censos, 2000)

### La vivienda en la región Sierra

El clima de la Sierra es muy variado, debido a la presencia de la cordillera de los Andes y a los vientos que soplan por los valles y llanuras. En esta región se localizan los siguientes climas, conocidos como pisos o escalones climáticos: tropical andino, subtropical andino, templado, frío y glacial, con temperaturas entre 0° a 25° C.

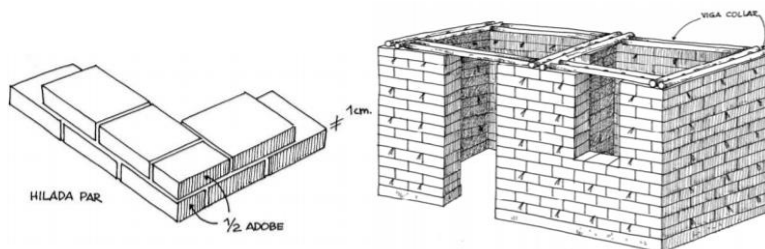
**El sector rural** se ha mantenido con una cultura constructiva ancestral basada en el conocimiento de las variaciones de clima, utilizando elementos propios de la zona para la construcción y más relacionadas con el medio ambiente. Por ejemplo, las viviendas de adobe o tapial son las más variadas (conformado de tierra, arena, agua, y paja). Ver ilustración 24. Otro tipo de construcción es con bloques de cemento y cubiertas de tejas (ilustración 25).

#### Ilustración 24. Construcciones con adobe



Fuente: proyecto adobe. Ceresis. Org

#### Ilustración 25. Construcción con adobe



Fuente: Manual de construcción con adobe

#### Ilustración 26. Vivienda de bloque de cemento

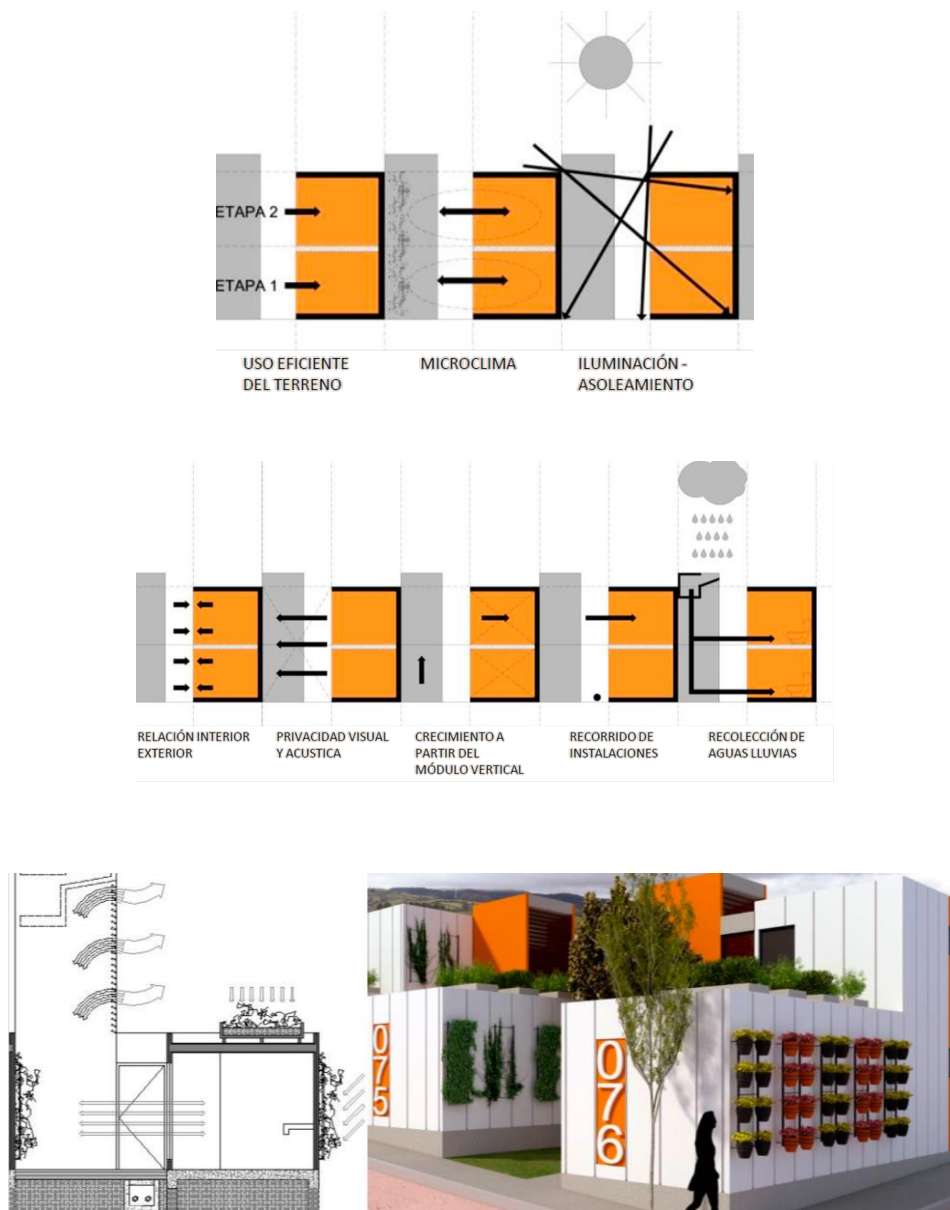


Fuente: <http://stc.obolog.net/photos>

**El sector urbano** muestra un desarrollo más avanzado, utilizando materiales modernos que simplemente se adapten a las altas temperaturas, cuenta con todos los servicios de infraestructura necesarios para dar a la población una buena calidad de vida.

“El prototipo desarrollado por el MIDUVI se presenta como una base neutra enfocado en el sector urbano, que se dotará de identidad con las condiciones físicas y temporales en las que se ubique: topográfica, vegetación local, clima, agrupaciones urbanas, crecimiento del número de usuarios, etc., se establecen elementos bioclimáticos básicos. (control de temperatura interna, asoleamiento, ventilación natural, microclimas a través de vegetación, recolección y reutilización de agua lluvia cuyo uso está destinado exclusivamente a la evacuación de inodoros y regado de jardinerías.” (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013).

**Ilustración 27. Propuesta para viviendas de la sierra sostenibles**



Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013).  
 Ganador de la propuesta: Arq. Pablo Dávalos

Las características más representativas de la vivienda de la sierra se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla 17. Tipología de la sierra**

<b>Características</b>	<b>Sector Urbano</b>	<b>Sector Rural</b>
<b>Visuales</b>	<p><b>Ilustración 28. Vivienda de la Sierra urbana</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://direcciondeviviendasblogdos.blogspot.com/">http://direcciondeviviendasblogdos.blogspot.com/</a></p>	<p><b>Ilustración 29. Vivienda de la Sierra Rural</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.andes.info.ec/es/regionales/ecuador-recupera-227-inmuebles-patrimoniales-privados-loja-oro.html">http://www.andes.info.ec/es/regionales/ecuador-recupera-227-inmuebles-patrimoniales-privados-loja-oro.html</a></p>
<b>Arquitectura</b>	<p>La vivienda de la sierra en la zona urbana se realiza de hormigón, Debido al clima con bajas temperaturas y lluvias, las cubiertas son inclinadas, pueden ser de hormigón o teja. Las paredes son de hormigón o ladrillo y el piso de cerámica en salones y duela o parquet en dormitorios.</p>	<p>Las viviendas usan materiales propios de la zona. Las paredes son de adobe o también de bloque de cemento, las cubiertas son inclinadas y se usa paja, paja o zinc. El piso es de ladrillo, tabla sin tratar y en algunas zonas es de tierra, para soportar las bajas temperaturas.</p>
<b>Constructiva</b>	<p>Su estructura es de hormigón (vigas y columnas) suele incluirse la estructura metálica para columnas o vigas. Son de dos pisos con una cimentación de plintos o zapatas. Requieren de estudios sísmicos debido a su ubicación y topografía.</p>	<p>La vivienda se conforma de una estructura basada en muros portantes de materiales a base de tierra como el tapial, ladrillo y adobe. El cimiento se eleva 40 cm del nivel del suelo, o se coloca un sobre cimiento del ancho de la pared, desde el cual se empiezan a colocar los bloques.</p>
<b>Infraestructura</b>	<p>En su mayoría las viviendas cuentan con acceso a la red de agua potable, y un sistema de saneamiento que trata las aguas negras en general.</p>	<p>Este tipo de viviendas cuentan con redes de agua potable, pero escasa que debe ser complementada con un sistema de captación. Para el sistema de saneamiento, cuentan con pozos sépticos en los que tratan las aguas negras con filtrados naturales realizados en la tierra.</p>

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013), (Instituto Nacional de estadísticas y censos, 2000)

### La vivienda en la región Costa

“Las condiciones climáticas de esta región caracterizada por temperaturas entre 22° y 26° centígrados y constates precipitaciones en especial en la época invernal ha condicionado a la forma de vida y por tanto a la vivienda, haciendo de esta una construcción palafítica que busca protegerse de las inundaciones.” (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013)

**El sector rural** es caracterizado por las malas condiciones de vida, con altos índices de inundaciones y falta de un sistema de saneamiento, lo que lleva a que las viviendas se construyan separadas del suelo natural. Utilizan materiales propios de la zona relacionándose más con el entorno. Las viviendas ubicadas en zonas altas realizan construcciones poco elevadas del nivel de la tierra (ver ilustración 30), y las construcciones que están cerca de ríos o en zonas bajas, elevan mucho más las viviendas del nivel del suelo (ver ilustración 31). En la ilustración 32 se observa el modelo constructivo sobre pilotes.

**Ilustración 30. Vivienda de caña**



Fuente: Periódico el Comercio

**Ilustración 31. Vivienda elevada de madera**



Fuente: Periódico el Comercio

**Ilustración 32. Construcción sobre pilotes**

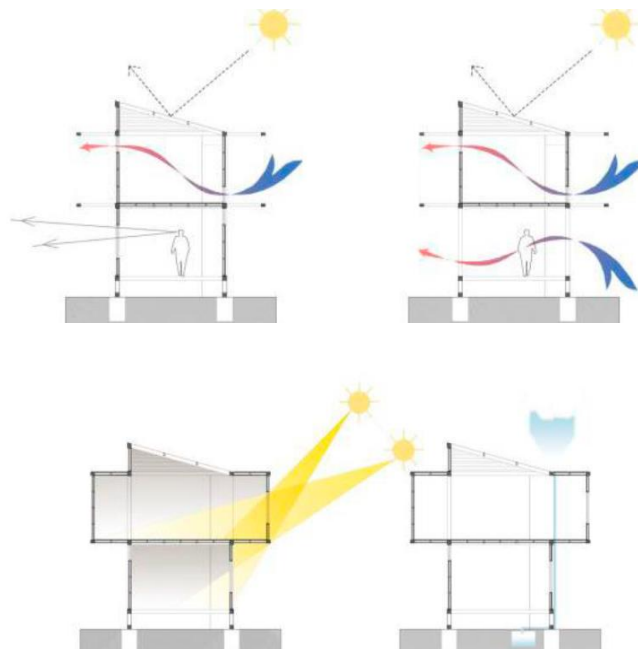


Fuente: Chiriqui Ecoconstrucción

**El sector urbano**, tiene mejores condiciones de vida, cuenta con todos los servicios básicos y mejores condiciones de vida. Las características de las viviendas son amplios ventanales por las altas temperaturas que este sector llega a tener.

El MIDUVI ha presentado un prototipo de vivienda para el sector rural de la Costa, “la propuesta se concibió tratando de optimizar la estructura y las instalaciones del prototipo, utilizando los métodos constructivos y materiales propios de la región. Con el objetivo de garantizar el confort térmico al interior de la vivienda se utilizan sistemas tradicionales y pasivos que optimizan la iluminación, ventilación cruzada, aprovechamiento de las aguas lluvias en procura de generar un proceso sustentable en lo económico, en lo cultural, pero sobre todo en lo social y que la arquitectura no se muestre invasiva, más bien que el usuario la vea como una posibilidad de integrarse, de crecer y relacionarse.” (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013)

**Ilustración 33. Propuesta para viviendas de la Costa sostenibles**



Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013).  
Ganador de la propuesta: Arq. Ignacio Alvear

Las características más representativas de la vivienda de la sierra se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla 18. Tipología de la sierra**

<b>Características</b>	<b>Sector Urbano</b>	<b>Sector Rural</b>
<b>Visuales</b>	<p><b>Ilustración 34. Vivienda de la Costa urbana</b></p>  <p>Fuente: <a href="https://www.ciudadcelestee.com/casas-de-venta-en-guayaquil-urbanizaciones/">https://www.ciudadcelestee.com/casas-de-venta-en-guayaquil-urbanizaciones/</a></p>	<p><b>Ilustración 35. Vivienda de la Costa Rural</b></p>  <p>Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013).</p>
<b>Arquitectura</b>	<p>La vivienda de la costa en la zona urbana se realiza de hormigón o ladrillo las cubiertas suelen hacerse planas o con leves inclinaciones de hormigón o teja, los pisos de los salones son de cerámica y de los dormitorios de duela.</p>	<p>Las viviendas usan materiales propios de la zona, como la madera, caña guadua, la paja o el bahareque. Las cubiertas son inclinadas y se usa paja o zinc. El piso es de tabla sin tratar o ladrillo, este es elevado del nivel del suelo.</p>
<b>Constructiva</b>	<p>Su estructura es de hormigón (vigas y columnas). Son de dos pisos con una cimentación de plintos o zapatas. Requieren de estudios sísmicos debido a su ubicación y topografía.</p>	<p>La vivienda se conforma de una estructura de madera y caña (columnas y vigas), con unos pilotes de hormigón y caña que elevan a la vivienda del nivel del suelo para protegerse de las inundaciones.</p>
<b>Infraestructura</b>	<p>En su mayoría las viviendas cuentan con acceso a la red de agua potable, y un sistema de saneamiento que trata las aguas negras en general.</p>	<p>Este tipo de viviendas cuentan con redes de agua potable, pero escasa que debe ser complementada con un sistema de captación. Para el sistema de saneamiento, cuentan con pozos sépticos en los que tratan las aguas negras con filtrados naturales realizados en la tierra.</p>

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, 2013), (Instituto Nacional de estadísticas y censos, 2000)

### 4.2 Modelos y funcionamiento de las instalaciones de agua

En el Ecuador existen dos tipos de abastecimiento de agua y dos de saneamiento en general, uno que pertenece a la red general pública y el otro a sistemas domésticos adaptados a las necesidades. Estos sistemas son similares en las tres regiones.

**Tabla 19. Tipos de redes de abastecimiento de agua en Ecuador**

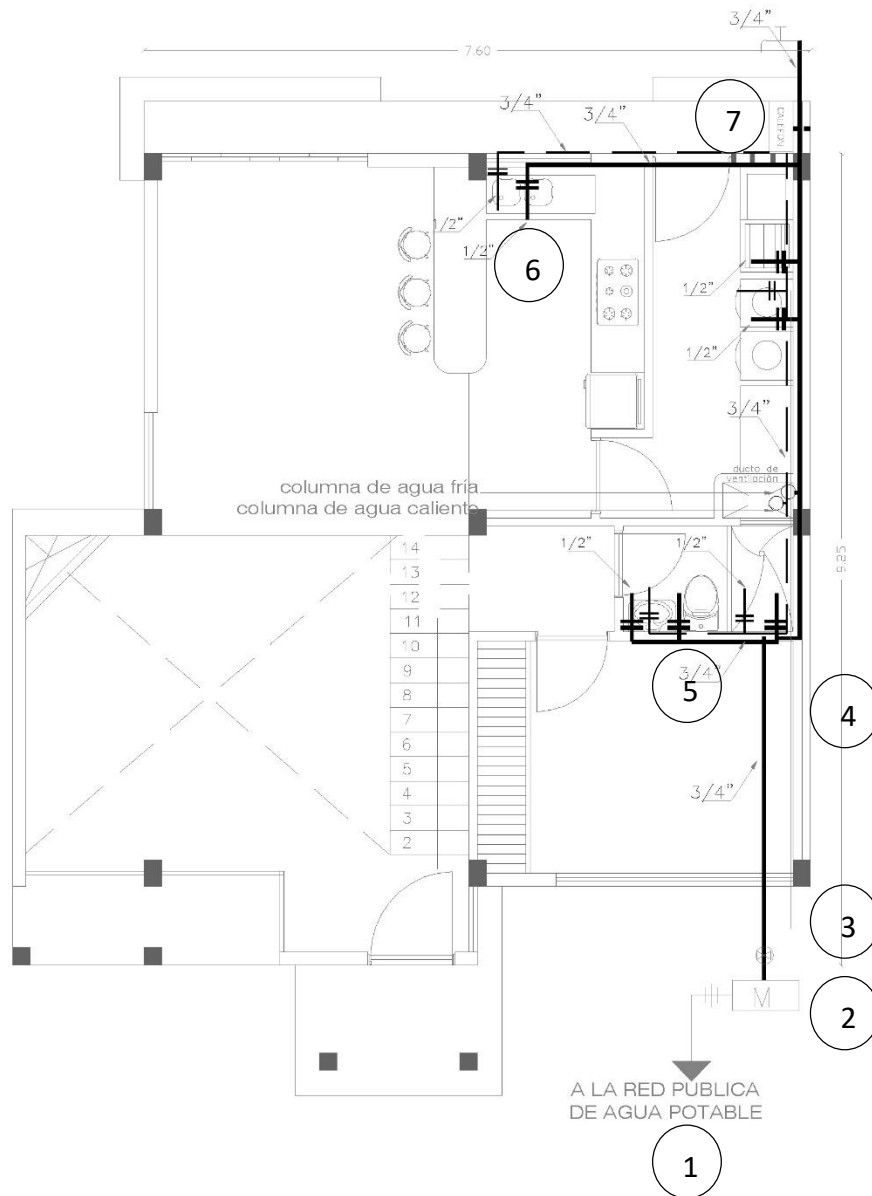
	Red general pública	Red de sistema alterna
<b>Red de abastecimiento de agua</b>		
<b>Descripción</b>	<p>Las aguas que provienen de los ríos son captadas, almacenadas, tratadas y potabilizadas para distribuirse por medio de la red de distribución principal a la ciudad.</p> <p>Esta pasa por medidores individuales de las viviendas, y son distribuidas por medio de tuberías de menor diámetro a los puntos de consumo de agua. Esta agua puede variar su temperatura por medio de calentadores de agua.</p>	<p>En las zonas rurales, por lo general no llegan las redes de abastecimiento principal, y si lo hacen es en una baja cantidad, por lo que han visto la necesidad de captar aguas de ríos por medio de bombas, o la captación del agua lluvia que es la más común, para ser almacenada y filtrada con procedimientos naturales poco profesionales, que no garantizan su buena calidad. La distribución es igual que en la red potable.</p>
<b>Detalle</b>	Instalaciones de agua potable común, ver plano 1	Instalaciones de captación común, ver plano 2
<b>Componentes</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acometida (unión red pública - vivienda)</li> <li>2. Contador de agua</li> <li>3. Llave de paso general (permite cortar el suministro de la red general)</li> <li>4. Red de distribución (material de cobre o PVC, los diámetros son según el caudal, ___ agua fría __ agua caliente)</li> <li>5. Derivaciones (tuberías horizontales que distribuyen el agua a los espacios)</li> <li>6. Grifos (Válvula que permite la salida del agua †)</li> <li>7. Calentador (transforma el agua fría en caliente, eléctricos o gas)</li> <li>8. Tomas de agua (conectan los espacios con la fontanería)</li> <li>9. Llaves de paso, aíslan una parte</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cubierta de captación</li> <li>2. Canaleta (ubicada en el perímetro de la cubierta)</li> <li>3. Bajantes de PVC</li> <li>4. Depósito (almacenar agua)</li> <li>5. Filtrado y tratamiento (Doméstico: telas, mallas o arena)</li> <li>6. Rebosadero (evita inundaciones)</li> <li>7. Bomba</li> <li>8. Llave de paso</li> <li>9. Red de distribución (material de cobre o PVC, los diámetros son según el caudal, ___ agua fría __ agua caliente)</li> <li>10. Derivaciones</li> <li>11. Grifos</li> <li>12. Calentador</li> <li>13. Tomas de agua</li> <li>14. Llaves de paso</li> </ol>

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2000



### Plano 1. Instalaciones de agua potable común

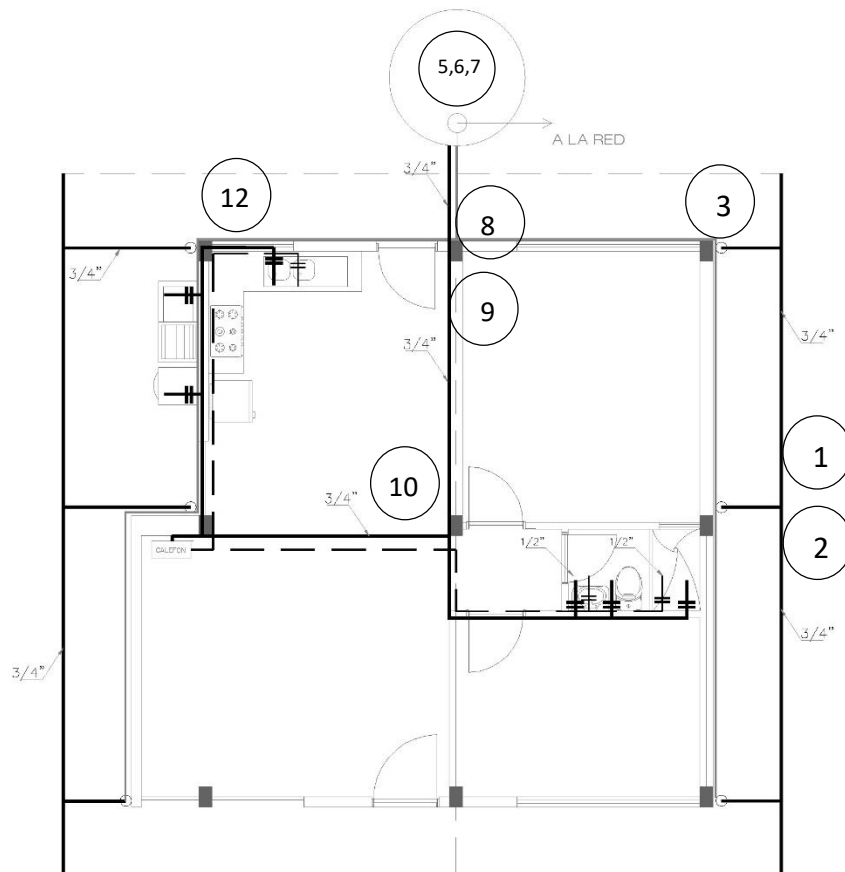
Este sistema funciona con el agua potable que abastece la red principal de la ciudad, ingresa a un medidor individual y a partir de este empieza la red interna a la vivienda. Para tener agua caliente las viviendas cuentan con calefones a gas o eléctricos.



Fuente: vivienda de conjunto residencial Los Quindes  
Instalaciones realizadas por: Karla Aguilar

## Plano 2. Instalaciones de captación común

Las viviendas de las zonas rurales cuentan con captadores de agua lluvia ubicados en la parte posterior de la vivienda del cual se distribuye a los puntos necesarios de consumo. La captacion se realiza en la cubierta de la vivienda y el filtrado se hace de manera no profesional.

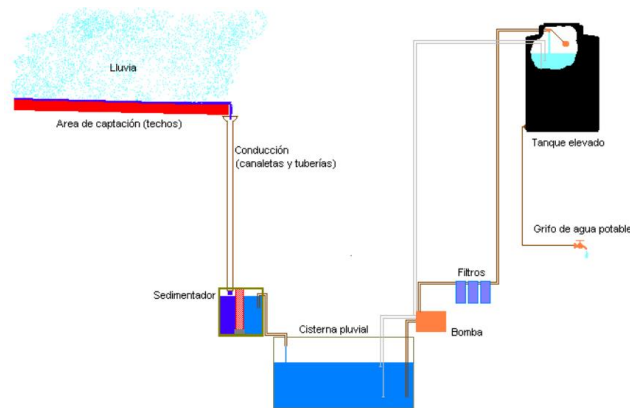


Fuente: vivienda de conjunto residencial Los Quindes

Instalaciones realizadas por: Karla Aguilar

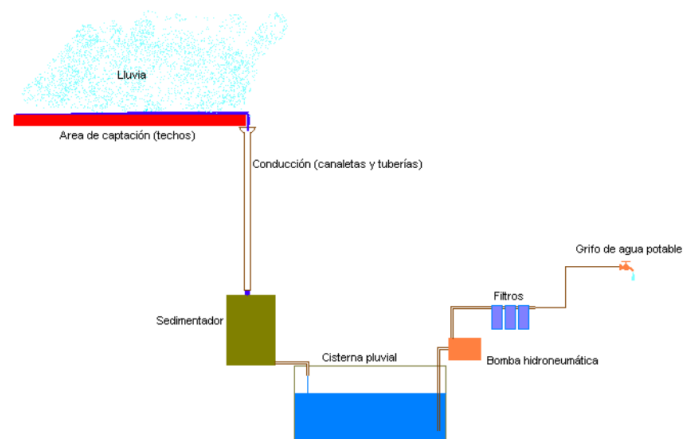
Los pocos sistemas de captación que se han realizado en el Ecuador, planificados desde el diseño del proyecto en las zonas urbanas son de dos tipos, el primero cuenta con dos contenedores, suele ser para tener dos reservas y para construcciones altas en las que no llega el agua a cada punto desde la cisterna baja. El segundo tipo solo cuenta con un tanque de reserva, este es aplicado a construcciones de dos pisos, en el que con una bomba hidroneumática abastece lo suficiente a cada punto de agua.

**Ilustración 36. Sistema de captación con dos contenedores: uno enterrado y otro elevado**



Fuente: (International Renewable Resources Institute, 2008)

**Ilustración 37. Sistema de captación con un solo contenedor y bomba hidroneumática**



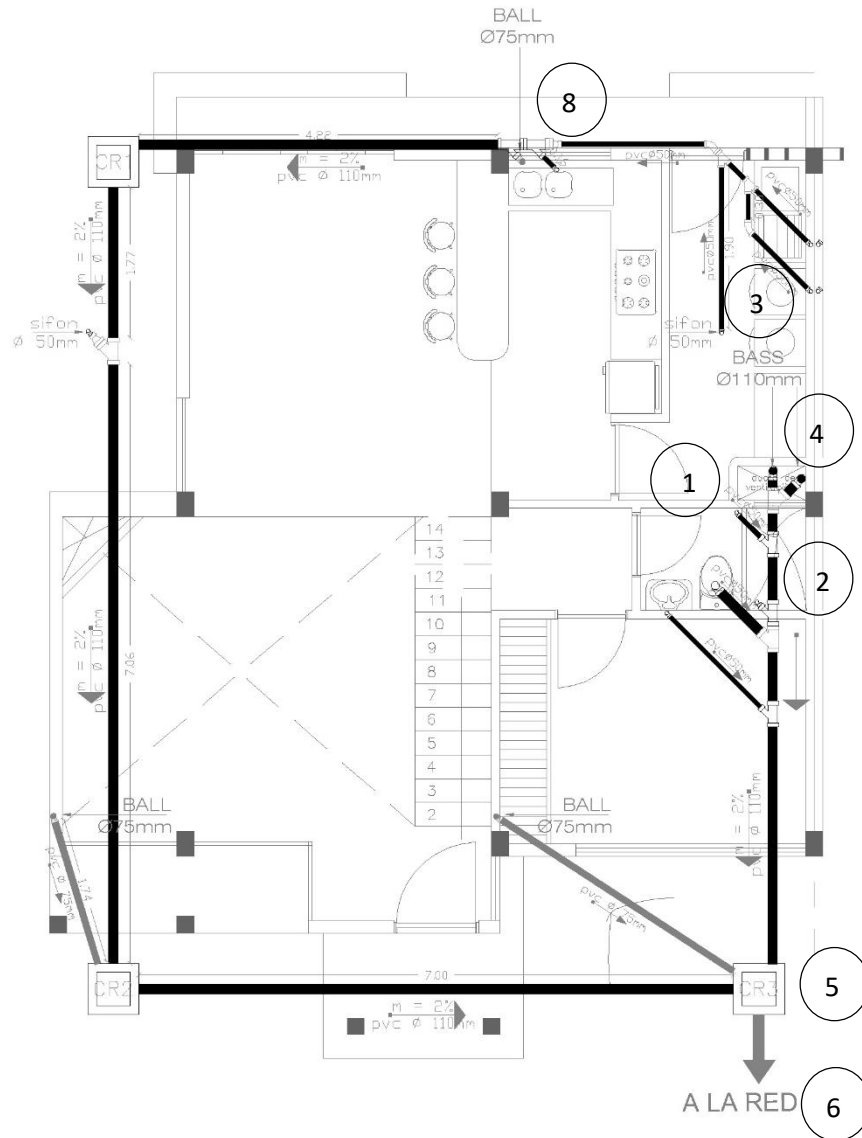
Fuente: (International Renewable Resources Institute, 2008)

**Tabla 20. Tipos de redes de saneamiento de aguas negras en Ecuador**

	<b>Red general pública</b>	<b>Red de sistema alterna</b>
<b>Red de sistema de saneamiento de aguas negras</b>		
<b>Descripción</b>	<p>Las aguas grises y negras son llevadas por tuberías de hasta cajas de revisión y previamente salen a la red principal de saneamiento de la ciudad para ser tratadas.</p> <p>Por lo general existen cajas de revisión que reciben las aguas grises y cajas de revisión para las aguas pluviales, pero todas llegan a la red principal.</p>	<p>En las zonas alejadas a la ciudad, las aguas grises deben ser tratadas de diferente manera ya que no existe una red de saneamiento.</p> <p>Por lo que se realizan pozos sépticos para cada vivienda, en los que las aguas pasan por distintos procesos de tratamiento gracias al filtrado de la tierra y elementos orgánicos, para luego ser evacuados a la tierra o a esteros.</p>
<b>Detalle</b>	Sistema de saneamiento urbano (ver plano 3)	Sistema de saneamiento rural (ver plano 4)
<b>Componentes</b>	<p><b>Aguas sanitarias</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sifones en cada punto de desagüe, evita que salgan malos olores</li> <li>2. Tuberías de PVC de diámetro 110mm en baños y para el resto 50mm</li> <li>3. Codos, uniones angulares que direccionen el agua</li> <li>4. Bajantes, llevan el agua al nivel del suelo (cañería)</li> <li>5. Cajas de revisión, bajo tierra permiten cambios de dirección</li> <li>6. Red principal de desagüe</li> </ol> <p><b>Aguas lluvias</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Canaletas a lo largo de la cubierta</li> <li>8. Bajantes de agua lluvia BALL</li> <li>9. Cajas de revisión de ALL</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sifones en cada punto de desagüe</li> <li>2. Tuberías de PVC de diámetro 110mm en baños y para el resto 50mm</li> <li>3. Codos y uniones</li> <li>4. Cajas de revisión</li> <li>5. Fosa séptica que contiene tres espacios: (ver anexo 6)</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el primero, ingresan las aguas residuales, en el que los desechos sólidos se sumergen y el agua es llevada por tubería al siguiente espacio</li> <li>- Segunda pasa por una caja de revisión las aguas sin sólidos</li> <li>- Tercero llega a un tratamiento de filtración para limpiar las aguas, por medio de arena, y piedras.</li> </ul>

Realizado por: Karla Aguilar  
 Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2000

**Plano 3. Sistema de saneamiento urbano**



Fuente: vivienda de conjunto residencial Los Quindes

Instalaciones realizadas por: Karla Aguilar



### 4.3 Conclusiones

- **Las diferencias entre las tipologías de las viviendas** en el Ecuador, se marcan más en las zonas rurales que en la zona urbana. En las zonas rurales, se hace uso de los materiales comunes de las diferentes zonas, evitando generar impactos ambientales. Lo que muestran en común es el uso de los recursos naturales para su modo de vida, como es la captación del agua lluvia y el tratamiento de las aguas servidas. Entre las viviendas del sector urbano se ha generalizado el uso del Hormigón para la construcción, por lo que sus fachadas no presentan muchas variaciones entre las distintas viviendas. En la tabla 20 de resumen de las características se puede observar las diferencias y similitudes de una región con la otra y sus sectores.

El estado claramente se ha preocupado por desarrollar prototipos de vivienda sostenibles para los sectores rurales, lo que es necesario pues se relacionan más con el medio ambiente, y se implantan en lugares en los que deben respetar el entorno natural. Pero se deja un poco de lado las viviendas del sector urbano que, aunque cuentan con buena infraestructura, son las que generan ciertos problemas por su excesivo consumo y el estado solo ve la necesidad de proveer servicios básicos, pero no de controlar su utilización. Fomentando de manera indirecta al consumo incensario de los recursos. En la tabla de resumen se aprecia la diferencia del modo de vida según los sectores, y visiblemente está el modo sostenible de vida que lleva la zona rural.

- **Los modelos y funcionamiento de las instalaciones de agua**, varían igualmente debido a la zona de ubicación. En la zona rural la red de abastecimiento es la captación de las aguas lluvias y un tratamiento casero para su purificación, mientras que la red de saneamiento se utilizan pozos sépticos para tratar a las aguas negras y que no contaminen su entorno. En la zona urbana la red de abastecimiento es procedente de la red principal de agua potable, mientras que los desechos son evacuados por la red principal de saneamiento público. Es necesario recalcar que en la zona urbana el agua lluvia desemboca en la red de evacuación, por lo que este recurso es desperdiciado, probando así el descuido de la zona urbana frente al consumo de los recursos naturales. Las propuestas del Estado para las zonas rurales, exhiben usos de los recursos naturales para su funcionamiento, volviéndoles sostenibles, y se ve presente el uso de captadores de agua lluvia.

Tabla 21. Resumen de la Caracterización edificatoria Vivienda unifamiliar

REGIÓN	AMAZONÍA		SIERRA		COSTA	
SECTOR	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL
<b>ARQUITECTÓNICA</b>						
<b>Cubierta</b>	Hormigón Teja	Zinc Palma	Hormigón Teja	Teja/zinc Paja	Hormigón	Zinc Asbesto
<b>Tipo cubierta</b>	Losa Inclinada	Inclinada	Losa inclinada	Inclinada	Losa	Inclinada
<b>Paredes</b>	Hormigón Ladrillo	Madera	Hormigón Ladrillo	Adobe	Hormigón Ladrillo	Caña revestida
<b>Piso</b>	Duela cerámica	Tabla sin tratar Ladrillo	Duela Parquet cerámica	Ladrillo Tabla sin tratar	Cerámica Duela	Ladrillo Tabla sin tratar
<b>ESTRUCTURAL CONSTRUCTIVA</b>						
<b>Nº Pisos</b>	2 pisos	1 piso elevado	2 pisos	1 piso	2 pisos	1 piso elevado
<b>Estructura</b>	Simple	Mixta	Mixta	-	Simple	Mixta
<b>Pilares</b>	Hormigón	Madera Hormigón	Hormigón Metálicos	-	Hormigón	Madera Hormigón Caña
<b>Vigas</b>	Hormigón	Madera Hormigón	Hormigón Metálicos	-	Hormigón	Madera Hormigón Caña
<b>Cimentación</b>	Plintos Zapatas	Pilotes mixtos	Plintos Zapatas	Adobe	Plintos Zapatas	Pilotes mixtos
<b>INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE</b>						
<b>A. Potable fría</b>	Si	Si / no	Si	Si / no	Si	Si / no
<b>Abastecimiento</b>	Red principal	Mixta principal / captación	Red principal	Mixta principal / captación	Red principal	Mixta principal / captación
<b>Tuberías</b>	Acero galvanizado	Polietileno	Acero galvanizado	Polietileno	Polietileno Acero galvanizado	Polietileno
<b>Estado</b>	Buen estado	Malo	Buen estado	Malo	Buen estado	Malo
<b>A. Caliente</b>	Si	No	Si	Si	Si	No
<b>Tuberías</b>	PVC caliente policloruro de vinilo	-	Cobre Acero galvanizado	PVC caliente policloruro de vinilo	PVC caliente policloruro de vinilo	-
<b>Calentadores</b>	Eléctricos Gas	-	Eléctricos Gas	Eléctricos Gas	Eléctricos Gas	-
<b>INSTALACIÓN SANITARIA</b>						
<b>Evacuación</b>	Red general	Pozos Sépticos	Red general	Pozos Sépticos	Red general	Pozos Sépticos
<b>Tuberías</b>	PVC policloruro de vinilo	PVC policloruro de vinilo	PVC policloruro de vinilo	Hormigón	PVC policloruro de vinilo	PVC policloruro de vinilo
<b>C. Revisión</b>	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (Instituto Nacional de estadísticas y censos, 2000)





**CAPÍTULO 5. CONCEPTUALIZACIÓN E INVESTIGACIÓN DE  
TECNOLOGÍAS DE DISEÑO PARA EL AHORRO DEL AGUA**

## 5. CONCEPTUALIZACIÓN E INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE DISEÑO PARA EL AHORRO DEL AGUA Y NORMATIVAS RELACIONADAS APLICADAS A LA CONSTRUCCIÓN

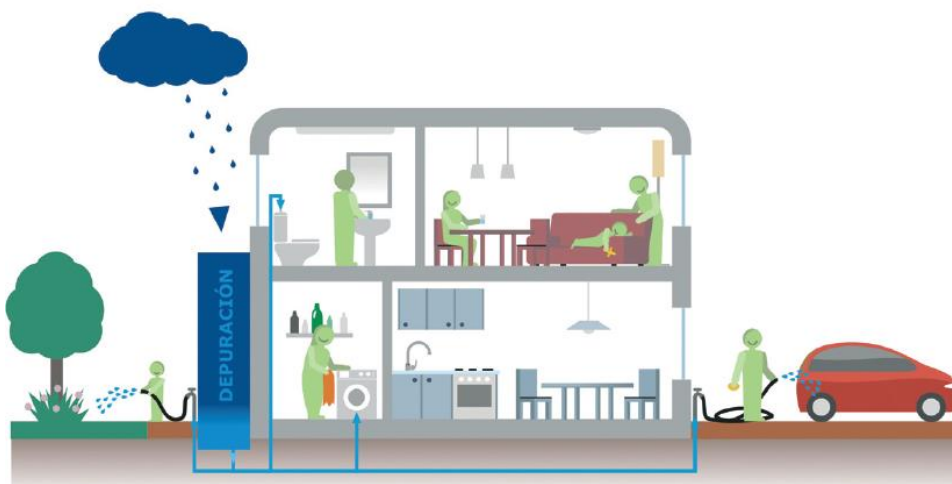
### 5.1 Captación del agua lluvia

El aprovechamiento de un recurso natural, como es el agua de lluvia, proporciona una vida más sostenible a los seres humanos. Actualmente, esta técnica tiene mayor acogida en las zonas rurales, a donde no llegan las redes de abastecimiento de agua potable, y cuentan con precipitaciones altas anualmente. Pero lo que se está intentando es conseguir un abastecimiento de agua alterna para las zonas urbanas, principalmente para las viviendas destinadas a las actividades domésticas, y así evitar la dependencia de la red pública.

Para esto es importante el análisis de las precipitaciones de la zona a implantar los sistemas de captación. Si en algún momento, no existe agua de lluvia necesaria, se puede conectar la red de agua potable, pero se debe tener en cuenta que esta red no puede estar conectada directamente al depósito para evitar contaminaciones. El proceso simple, pero requiere de un buen mantenimiento de sus componentes. El agua de lluvia es captada en cubiertas, canalizada y almacenada en depósitos para su uso posterior.

Es necesario que durante este proceso el agua se mantenga lo más limpia posible. Para esto la cubierta debe encontrarse limpia en su mayoría, que las tuberías sean de un material no tóxico o contaminante y que el depósito sea el adecuado y esté cubierto para evitar que se ensucie el agua y crezcan algas. Este depósito puede estar en el exterior sobre el nivel de la tierra o enterrado. En caso de fuertes lluvias, se debe instalar una canalización extra que conduzca las aguas recogidas en exceso al alcantarillado, para evitar el desbordamiento en el sistema de almacenamiento este sistema es conocido como un rebosadero. Las aguas de lluvia pueden ser destinadas para usos que no sean de consumo humano, ya que ocasionaría riesgos para la salud pública.

**Ilustración 38. Utilización del agua lluvia**



Fuente: Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

### 5.1.1 Aplicaciones

**Tabla 22. Espacios para el uso del agua lluvia**

LUGAR	ESPACIO	PUNTO SIN TRATAMIENTO	PUNTO CON TRATAMIENTO
Interior	Cocina	Lava vajillas	Grifo de lava platos
	Cuarto de baño	Inodoro	Grifo de lava manos y duchas
	Área de lavado	Lavadora	Grifos
Exterior	Limpiezas de pisos	Grifo	-
	Riego	Grifo	-

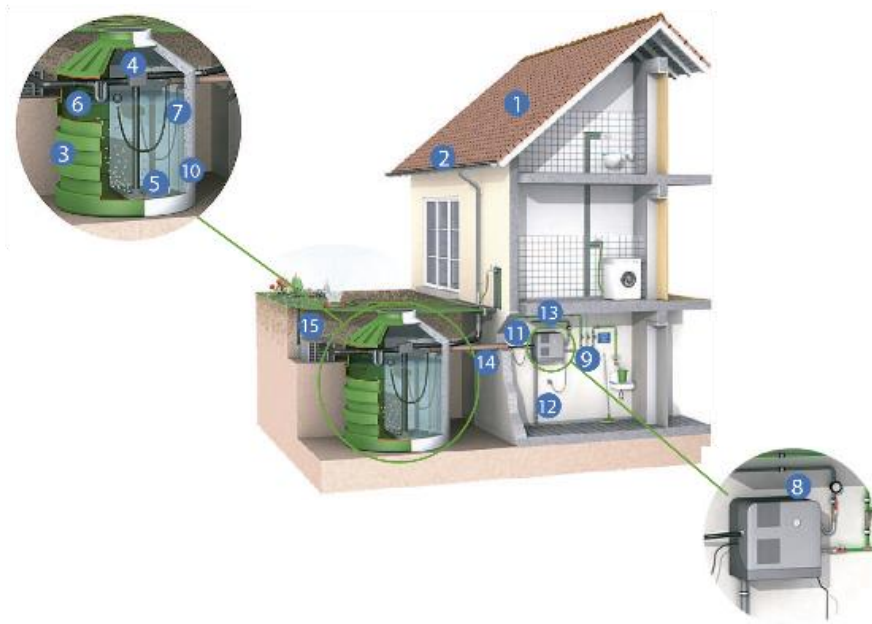
Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

### 5.1.2 Sistemas y componentes

1. Tejado
2. Canaleta
3. Almacenaje
4. Filtro
5. Entrada anti-turbulencia
6. Rebosadero con sifón
7. Toma de agua
8. Equipo de control
9. Red de agua no potable
10. Sensor de nivel de agua
11. Tubería de aspiración
12. Rebosadero del equipo de control
13. Tubo de agua potable para la realimentación
14. Tubo de servicio
15. Infiltración

**Gráfico 2. Componentes del sistema de captación de agua lluvia**



Fuente: (Aqua España, 2011)

**- CAPTACIÓN**

Las superficies de captación no deben ser transitables, excepto para mantenimiento. Deben tener una pendiente adecuada, y permanecer limpias. La superficie tendrá un mayor grado de captación mientras más liso sea el material.

**Tabla 23. Materiales para las superficies de captación**

CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES DE LAS SUPERFICIES DE CAPTACIÓN	
<b>Barro y concreto:</b>	Superficies porosas, pero puede contribuir al 10 % de pérdida debido a la textura. Para reducir la pérdida de agua, la superficie puede ser impermeabilizada con sellador, que no desprenden toxinas y previenen el crecimiento de bacterias.
<b>Metal y fibra de vidrio</b>	Una superficie que se usa comúnmente para la captación es la lámina galvanizada; 55 % aluminio, 45 % acero. Estas secciones de metal corrugado, son livianas.
<b>Tejas compuestas</b>	Debido a la fuga de toxinas, las superficies compuestas no son apropiadas para sistemas de captación para consumo directo humano, pero puede ser utilizada para sistemas de recolección para riego de jardines, limpieza, excusado o retrete.
<b>Madera, grava:</b>	Estas superficies son raras y el agua recolectada es generalmente adecuada solo para usos de no consumo directo humano, debido a las fugas de sus compuestos.

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (Texas Water Development Board, 2005)

**- CANALETAS DE CONDUCCIÓN**

Conductos que transportan el agua de lluvia. Deben ser de un material que no altere su calidad. Las canaletas verticales pueden estar ubicadas al interior o al exterior de la vivienda, si se encuentran al interior se debe considerar su accesibilidad para mantenimiento. El material de debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas. Se puede emplear el bambú, metal o PVC.

**Tabla 24. Materiales recomendados para las canaletas**

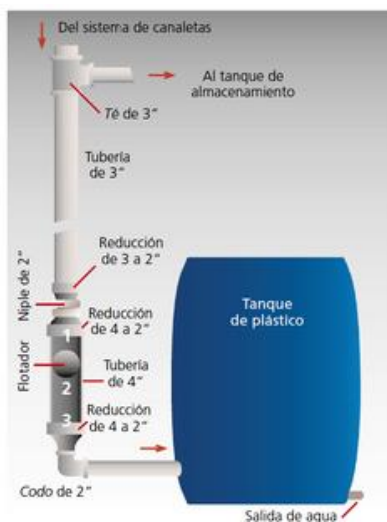
MATERIALES EMPLEADOS PARA LA CONDUCCIÓN DEL AGUA		
Bambú	Metal	PVC
 <p><a href="http://bambuapique.com/index12.html">http://bambuapique.com/index12.html</a></p>	 <p><a href="http://www.arquitecturadecasas.info/limpie-las-canaletas">http://www.arquitecturadecasas.info/limpie-las-canaletas</a></p>	 <p><a href="http://www.hagalousted mismo.cl/">http://www.hagalousted mismo.cl/</a></p>
Este material es más usado en las zonas rurales, donde se utilizan materiales propios de la zona. Es un buen conductor.	El metal es un material liso que conduce el agua de forma rápida, aunque en climas calurosos tiende a subir su temperatura normal.	Este material es el más recomendado, por sus características físicas y por ser más económico.

Realizado por: Karla Aguilar

## - INTERCEPTOR

“Dispositivo de descarga de las primeras aguas que son del lavado del techo que contiene los materiales que se encuentran en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque para minimizar la contaminación del agua almacenada. 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 m<sup>2</sup> de techo”. (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural, 2001)

**Ilustración 39. Interceptor de primeras aguas**

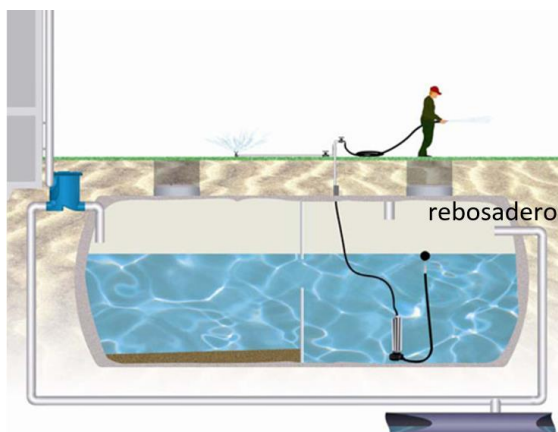


Fuente: <http://www.eco-mobilia.com/2/archives/07-2015/1.html>

## - REBOSADERO

Es necesario instalar un rebosadero que permita desaguar el exceso de agua de lluvia (que pueda caer durante una tormenta o por el hecho de no haber consumido agua por algún tiempo) y que la dirija a un drenaje, evitando inundaciones en las viviendas. Ya que los rebosaderos estarán conectados a drenajes, se debe tener la precaución de poner trampas de olores e ingreso de animales por medio de un sifón. Estará conectado a la red o sistema de evacuación de pluviales. La conexión desde la red municipal no podrá entrar en ningún caso estar en contacto con el nivel máximo del depósito. Se deberán cuidar las condiciones sanitarias del depósito.

**Ilustración 40. Rebosadero dentro del sistema de captación**

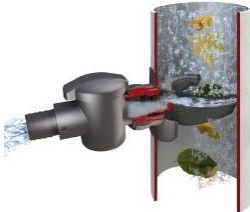
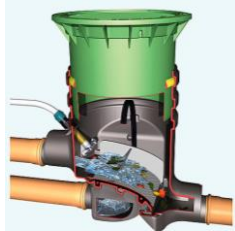



Fuente: <http://www.bladis.com/actualidad/productos>

**- FILTRACIÓN**

El objetivo del filtrado es evitar el paso de suciedad o elementos sólidos al depósito, que puedan alterar la calidad del agua y causar averías en el funcionamiento. Existen varios tipos de filtros según su ubicación y según su función:

**Tabla 25. Tipos de filtros**

		Filtros en función de su Ubicación		
		U1. Instalación en bajantes	U2. Instalación en cisternas	U3. Instalación individual
Filtros en función a su Funcionamiento	F1. Auto limpiantes	Ilustración 41. Filtro en bajantes auto limpiante  Fuente: <a href="https://www.logismarket.es/graf-iberica/filtro-para-bajante/2217230541-1276186351-p.html">https://www.logismarket.es/graf-iberica/filtro-para-bajante/2217230541-1276186351-p.html</a>		Ilustración 42. Filtro individual auto limpiante  Fuente: <a href="http://www.archiexpo.com/prod/otto-graf/product-61557-426756.html">http://www.archiexpo.com/prod/otto-graf/product-61557-426756.html</a>
	F2. Acumulación de suciedad		Ilustración 43. Filtro de cisterna acumulante  Fuente: <a href="http://www.3ptechnik.de/files/product_1000640_002.jpg">http://www.3ptechnik.de/files/product_1000640_002.jpg</a>	

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Aqua España, 2011)

La eficacia de los filtros varía según el diseño y la intensidad de la lluvia. Los que se encuentran en los mercados, en su mayoría tienen una eficacia entre el 80 y 100%.

**Tabla 26. Eficacia de los filtros**

	Rendimiento	Mantenimiento	Capacidad	Coste
U1 / F2	80% - 90%	Mínimo	Baja	Bajo
U2 / U3 / F2	100%	Alto	Alta	Medio
U2 / U3 / F1	90% - 95%	Mínimo	Alta	Alto

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: (Aqua España, 2011)

**- ALMACENAMIENTO**

“El objetivo del almacenamiento, es mantener el agua recogida de la lluvia en las mejores condiciones. El agua debe acumularse previamente filtrada, para el almacenaje sin suciedad. Es necesario proteger la cisterna del calor, de la luz y la entrada de animales. La duración y correcto funcionamiento depende del mantenimiento constante que se brinde a la cisterna. El depósito estará construido de material no poroso, que garantice una buena calidad del agua y que facilite su limpieza periódica. Hay dos tipos, las subterráneas y las de superficie o cubierta. Las subterráneas, que suelen conservar el agua en mejor estado, pero debe seguirse las recomendaciones para mantenimiento e instalación del fabricante. También hay que tomar en cuenta las condiciones sísmicas de la zona, así como la posible incidencia de inundaciones o deslaves que pudieran afectar la estructura de la misma”. (Aqua España, 2011). Y las de superficie o cubierta, que deben ser opacas y protegida del calor, estas son las más baratas, pues se evita el gasto de la excavación, La desventaja es que ocupa más espacio. Se debe tomar en cuenta el peso del agua si se va a colocar sobre un piso elevado o alguna estructura frágil. Para calcular el peso total, se usa la siguiente relación:

*1 m3 de agua = 1 Tonelada métrica de peso (1000 Kg.)  
A esto hay que sumarle el peso de la estructura de la cisterna.*

Se puede elegir entre una cisterna prefabricada y una construida en el sitio. La temperatura de almacenamiento ideal es por debajo de 12 °C. Varias empresas venden cisternas de plástico u otros materiales. En este caso simplemente se excava la fosa y se inserta la cisterna prefabricada. Entre las cisternas construidas, existen varias opciones.

**Tabla 27. Tipos de cisternas construidas**

CISTERNAS CONSTRUIDAS		
Ferro cemento	Mampostería	Geo membrana
 <p style="text-align: center;">Fuente: <a href="http://tanques-ayuntamiento2007xilitla.blogspot.com/">http://tanques-ayuntamiento2007xilitla.blogspot.com/</a></p>	 <p style="text-align: center;">Fuente: <a href="http://www.hormypol.com/catalogo-construccion-viviendas">http://www.hormypol.com/catalogo-construccion-viviendas</a></p>	 <p style="text-align: center;">Fuente: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=_MAoMRV44aw">https://www.youtube.com/watch?v=_MAoMRV44aw</a></p>
material económico y resistente.	son las cisternas rectangulares convencionales.	Ideal para volúmenes muy grandes (por ejemplo: 1000m3), y para zonas muy sísmicas.

Realizado por: Karla Aguilar

Para la instalación debe seguirse las recomendaciones del fabricante, y si es necesario contratar a una persona especializada. “Para cálculo del volumen de la cisterna se puede realizar con varias fórmulas existentes. Pero todas varían en estos tres factores:

- Superficie de captación del agua lluvia (tipo de material)
- Precipitación media de la zona donde se ubicará el sistema
- Demanda de agua
- Número de personas beneficiadas

Los datos complementarios para el diseño son los coeficientes de escorrentía;

- calamina metálica 0.9
- tejas de arcilla 0.8 - 0.9
- madera 0.8 - 0.9
- paja 0.6 - 0.7

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

- Determinación de la precipitación promedio mensual;
- Determinación de la demanda;
- Determinación del volumen del tanque de abastecimiento”. (Aqua España, 2011)

## - DISTRIBUCIÓN

Es necesario un sistema que permita la impulsión del agua desde su lugar de almacenamiento hasta los puntos de suministro. Este sistema está compuesto por un equipo de bombeo y sus accesorios, equipos de control y regulación.

El corazón de la instalación es la bomba. La menor potencia posible y una óptima calidad, son las premisas para su elección. Las mejores para esta aplicación son las de plástico (polietileno), económicas, y mucho más duraderas en este tipo de agua, que las de acero inoxidable.

**Tabla 28. Instalaciones de la distribución del agua captada**

TIPOS DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	
<b>Por gravedad</b>	Cuando la cisterna se encuentra a un nivel superior al suministro.
<b>En carga con electrobomba</b>	Cuando el deposito se encuentra a un nivel igual o superior al del sistema de elevación.
<b>En aspiración con electrobomba de superficie</b>	Cuando el deposito se encuentra a un nivel inferior al del sistema de elevación. Es la más común, para esto se requiere un equipo de bombeo autoaspirante, o instalarse una bomba sumergible dentro de la cisterna, para impulsar directamente a los puntos de suministro.

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: (Aqua España, 2011)



### 5.1.3 Ventajas y desventajas

#### Ventajas

- El agua lluvia nos suministrará agua limpia para las actividades domésticas y así aprovechamos un recurso que llega casi limpio sin contaminantes, que de otro modo sería desperdiciado.
- Alta calidad físico química del agua de lluvia,
- Reducción de costes para el usuario. Se consigue un ahorro económico, al utilizar el agua lluvia para actividades que no necesiten un consumo de agua potable.
- Disminuyendo el uso de agua potable de la red se contribuye a la reducción del uso de productos químicos para su potabilización y al ahorro de energía que se emplea para la distribución consiguiendo un alto ahorro para el estado al realizar estos procedimientos.
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas.
- El sistema de captación tiene un costo mucho menor, que el de las redes hidráulicas públicas, tanto en la inversión primaria como en el costo de mantenimiento, reparación y ampliación del sistema de redes.
- Al existir muchas viviendas que capten el agua lluvia, se ayuda a la red principal publica a que confluya menos agua y así evitar los desbordamientos de las alcantarillas en días de mucha lluvia.

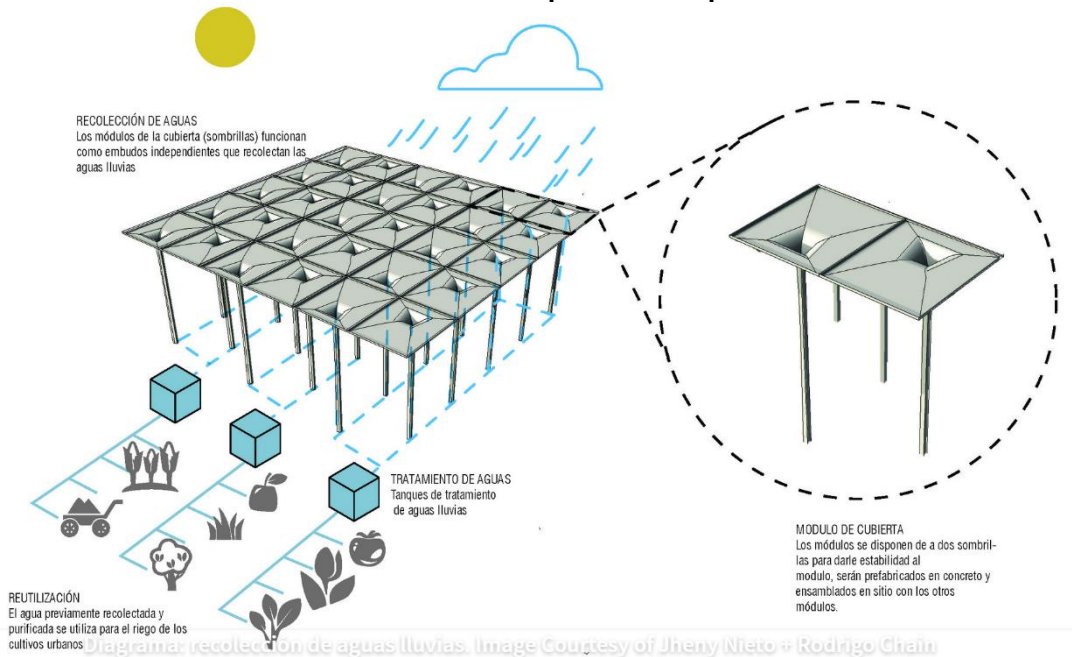
#### Desventajas

- El costo inicial de la construcción o adecuación al sistema que ya existe puede llegar a ser una inversión fuerte. Aunque esta dependerá de la construcción o modificaciones que se tengan que hacer en cada caso, (sin embargo, es más barato que construir un sistema convencional y en ese sentido, el Estado debe aprovechar la voluntad de los particulares y brindarles apoyo material para instalar el sistema)
- Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos.
- La disponibilidad del agua es limitada, depende de la precipitación pluvial, por el tamaño de la superficie de captación y por el tamaño de la cisterna.
- Las lluvias son más infrecuentes en la época en que los consumos de agua son mayores, lo que obliga a aumentar el volumen de los depósitos de almacenamiento y con ello la instalación.
- Constante mantenimiento para evitar la contaminación del depósito de almacenamiento, se requiere esfuerzo tanto físico humano y económico, para conseguir un correcto funcionamiento de los sistemas, evitando que se dañen y dejen de funcionar.

### 5.1.4 Tecnologías para la captación del agua lluvia aplicadas en el mundo

- Cubiertas planas que permiten la captación del agua lluvia. Los módulos de la cubierta funcionan como embudos independientes que recolectan las aguas lluvias, para ser recolectadas en tanques, tratadas y posteriormente reutilizadas. Esto muestra que no es necesario el diseño de cubiertas inclinadas exclusivamente para la captación de agua lluvia.

**Ilustración 44. Cubiertas planas de captación**

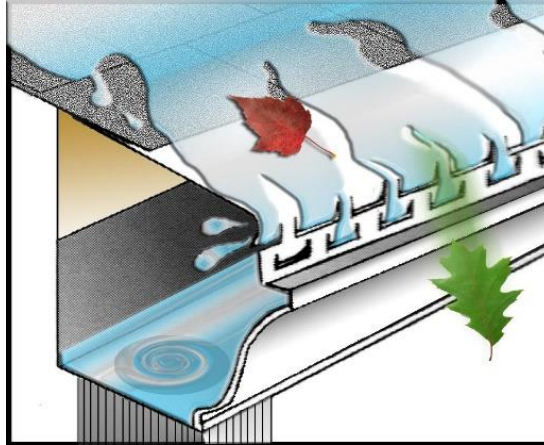


Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

- Canaletas de conducción del agua en las que vienen incluidos filtros para evitar desde el inicio la contaminación del agua con elementos sólidos. **Louvered sistema.** Puede ser instalado en todos los tipos de canales. Se instala bajo el labio inferior de la cuneta y allí se fija con tornillos de acero inoxidable para que sea prácticamente una prueba de huracanes.

**Ilustración 45. Sistema Louvered de filtro en la canalización**





Fuente: <http://tipscasa.blogspot.com/2009/03/canaletas-y-bajadas-de-agua-lluvia.html>

- Sistemas de reserva de agua lluvia modernos, que se ven bien. Sin romper con el entorno. La idea de que una construcción respetuosa del medio ambiente puede estropear la apariencia del hogar, es ya obsoleta. Este creativo sistema fue diseñado por el equipo de Fig Forty and MOSS SUND Architect, CISTA y se adapta a su ubicación en un jardín.

#### Ilustración 46. Sistema moderno de reserva CISTA



Fuente: <http://www.sogener.es/web/?menu=101&pagina=&item=267>

- Paredes que funcionan como un depósito para el almacenamiento de agua Waterwall hace que la recolección de agua de lluvia sea segura y fácil.

#### Ilustración 47. Sistemas de paredes que funcionan como depósitos



Fuente: <http://www.sogener.es/web/?menu=101&pagina=&item=267>

- Pisos permeables Ecoplate que permiten la captación de agua lluvia para las viviendas, ya no solo se puede captar con las cubiertas, sino también en el suelo de un patio cercano a la construcción. Con una aplicación fácil que requiere poco mantenimiento y que brindas grandes resultados en cantidad y calidad.

#### Ilustración 48. Captación de agua lluvia en el piso

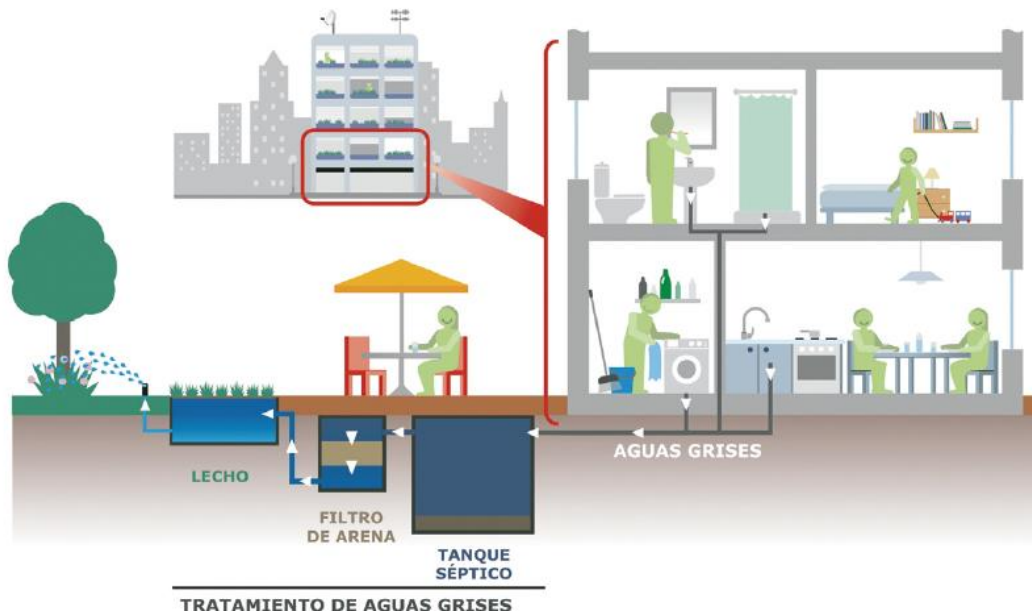


Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=G6B0c9vsuYE>

## 5.2 Reutilización de aguas grises

Se puede mejorar la eficacia del agua utilizada si alargamos su ciclo de vida en nuestro domicilio, es decir si la reutilizamos. El termino de aguas grises se refiere al agua residual con una baja carga contaminante. Estas aguas destinadas a la reutilización se denominan aguas regeneradas. La reutilización de estas aguas, permiten reducir el consumo de recursos hídricos primarios, así como la cantidad de las aguas que llegan a las plantas depuradoras municipales.

**Ilustración 49. Usos de las aguas grises**



Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

### 5.2.1 Aplicaciones

La producción y su destino pueden ser variados, según las necesidades, las aguas con mayor grado de contaminación requieren mayores tratamientos, y las aguas que no suelen estar muy contaminadas pueden ser rápidamente purificadas y utilizadas. A continuación, las aplicaciones más comunes:

**Tabla 29. Aplicaciones de la reutilización del agua**

LUGAR	ESPACIO	PUNTO	DESTINO
Interior	Cuarto de baño	Ducha	Inodoro
		Grifo	
	Área de lavado	Lavadora	Riego Lavado exterior
		Grifo	

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

### 5.2.2 Componentes

Para el diseño de una instalación de reutilización de aguas grises dentro de una vivienda, es necesario desarrollar un doble sistema de recogida de aguas residuales. Para las aguas negras (con desechos fecales) el sistema de conducción las canalizará a la red general de saneamiento y las aguas grises se canalizarán hasta su estación regeneradora. Dentro de la estación regeneradora, como primer tratamiento es la separación de la materia sólida de mayor tamaño por decantación. El segundo tratamiento sirve para reducir la contaminación inorgánica.

**Ilustración 50. Componentes de la reutilización de aguas grises**



Fuente: (León, 2004)

Para dimensionar el sistema es fundamental el depósito de recogida. En función del número de personas que habitan la vivienda, se calcula su tamaño. Para viviendas unifamiliares o plurifamiliares, depósitos de 0,5 o 1 m<sup>3</sup> son los más habituales.

Generalmente son de fibra de vidrio, siendo el lugar habitual de ubicación el sótano. 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 mediante una bomba, se elevaría el agua hasta el depósito, distribuyéndose después por gravedad hasta las cisternas. 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 suplente esta carencia tomando agua de la red de abastecimiento general. Si, por el contrario, es muy alta la producción de aguas grises, éste dispone de un rebosadero que recoge y lleva el sobrante hasta la red general de desagües.

**Filtrado:**

Para la filtración la tecnología actual está aplicando los reactores biológicos de membrana (MBR). Su funcionamiento se basa en que el agua del reactor biológico es filtrada pasando a través de las paredes de una membrana. El agua filtrada es extraída del sistema mientras el fango y los compuestos de tamaño superior al poro de la membrana quedan retenidos y permanecen, o retornan, al reactor biológico para continuar su tratamiento. El tratamiento terciario es un tratamiento de desinfección con cloro o por radiación ultravioleta. El agua regenerada es almacenada en un depósito para ser distribuida hasta los puntos de consumo permitidos. Su uso en este caso, dentro del ámbito residencial puede ser para riego o descarga de inodoros.

**Ilustración 51. Sistema de filtración mediante membranas**

Fuente: (León, 2004)

**5.2.3 Ventajas y desventajas****Ventajas**

- Se evita la potabilización de un volumen de agua considerable, para usos innecesarios, reduciendo así los costes de energía, productos químicos y distribución.
- La sociedad se beneficia de la conservación de las reservas hídricas por un menor consumo de los recursos superficiales y subterráneos, consiguiendo la preservación de los ríos caudalosos y limpios, así como el mantenimiento de los acuíferos.
- Las plantas depuradoras reciben menor volumen de aguas residuales, produciendo una disminución en los costes de tratamiento.
- La regeneración y reutilización de las aguas grises disminuye el consumo de agua potable de red, por consiguiente, se reducen los gastos para el usuario de la vivienda.

**Tabla 30. Ahorros estimados de la reutilización de aguas grises**

Tipo de vivienda	Habitantes	Ahorros estimados
Unifamiliar	1	24%
	4	27.3%
Plurifamiliar	4	24%
	4	26.5%

Fuente: (Rodríguez Vivanco, 2012)

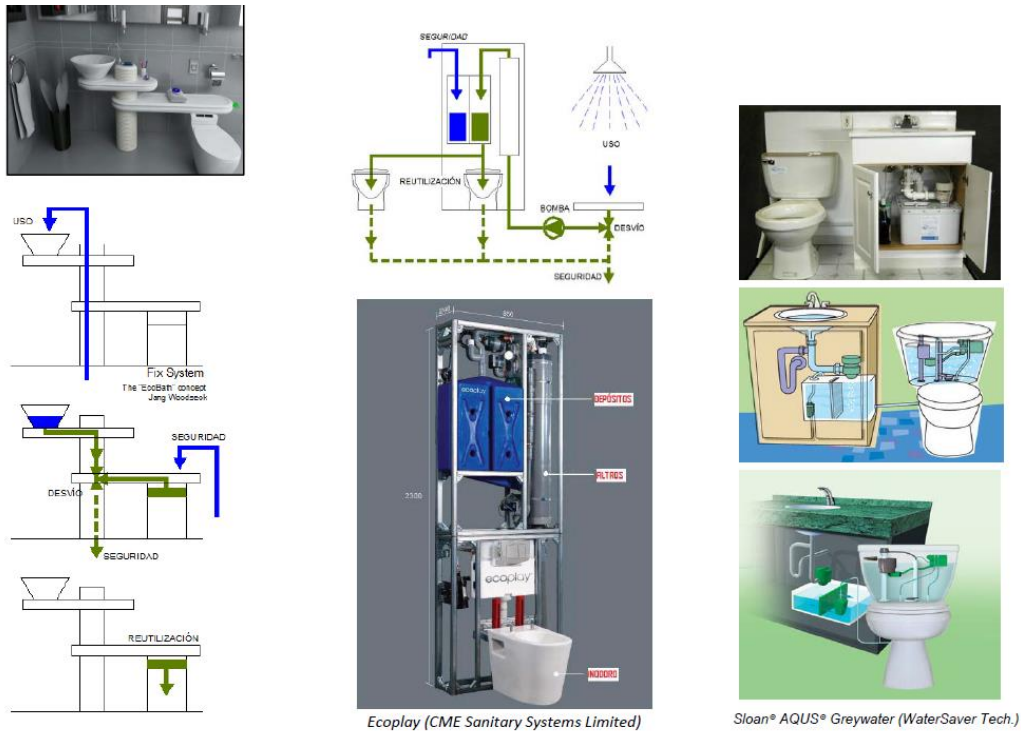
**Desventajas**

- Los sistemas de reutilización de aguas no pueden utilizarse en cualquier lugar, puesto que es necesario un espacio suficiente que permita desarrollar el proceso del tratamiento del agua y que reúna las condiciones climáticas adecuadas.
- Hay que tener en cuenta que, aunque las aguas grises normalmente no son tan peligrosas para la salud o el medio ambiente como las aguas negras, poseen cantidades significativas de nutrientes, materia orgánica y bacterias, por lo que, si no se realiza un tratamiento eficaz previo a su descarga o reutilización, causan efectos nocivos a la salud, contaminación del medio y mal olor.

**5.2.4 Tecnologías para la reutilización de las aguas grises en el mundo**

Para facilitar los sistemas de reutilización de aguas grises, se han diseñado sistemas que implican directamente la fuente del agua reciclada al punto de uso.

**Ilustración 52. Sistemas directos entre puntos de consumo**



Fuente: (Instituto Valenciano de la edificación IVE, 2009)



### 5.3 Estrategias de diseño que complementen la captación y reutilización

Para fomentar la sostenibilidad en el ámbito de la edificación ambiental es necesario la aplicación de varias estrategias de diseño enfocadas en el ahorro del agua. La captación del agua de lluvia y la regeneración de las aguas grises no son los únicos sistemas, existen varios métodos que se complementan entre sí, para lograr un ahorro global dentro de una vivienda:

#### 5.3.1 Dispositivos que impulsen el ahorro de agua

Por lo general dentro de una vivienda, los sistemas de distribución de agua son ineficientes en relación al consumo, los dispositivos utilizan cantidades innecesarias para el uso destinado. Cuando se planifica una vivienda se debe considerar la instalación de equipos de ahorro, para aprovechar al máximo el uso del agua.

**Tabla 31. Dispositivos de ahorro de agua**

ESPACIO	UBICACIÓN	EFICIENCIA EN EL CONSUMO DEL AGUA
<b>BAÑOS</b>	Instalar cisternas con un volumen de descarga máximo de 6 litros y dispositivo de descarga	La capacidad máxima de los inodoros, según la norma UNE, es de 9L, pero el volumen de descarga puede ser inferior incorporando un dispositivo de doble descarga. (6L para residuos sólidos y 3L para líquidos). Para la eliminación de los sólidos, con 6L la distancia del tubo desde el inodoro a la bajante debe ser máximo de 1 m. <i>(ahorro del 50%)</i>
	Instalar grifería monomando en todos los aparatos	Esta elimina fugas y permite regular el caudal y la temperatura rápidamente, reduciendo el consumo de agua perdido en su regulación.
	Instalar grifería con dispositivos de ahorro de agua e los lavabos y bidés, de tal forma que el caudal suministrado sea 6 l/min	Este tipo de sistemas mezclan el chorro de agua con aire para aumentar el volumen y la superficie de contacto entre el agua y el objeto a mojar. <i>(ahorro del 40 y 50%.)</i>
	Instalar dispositivos de ahorro de agua en duchas	Los cabezales se pueden sustituir por hidroeficientes o instalar un limitador de caudal. Los cabezales convencionales consumen 12 l/min y los hidroeficientes lo reduce a 9 l/min, <i>(ahorro de 25%)</i>
<b>COCINAS</b>	Instalar grifería monomando en los fregaderos y lavaderos	Estas eliminan fugas y goteos, permite regular el caudal y la temperatura rápidamente, reduciendo el consumo de agua en su regulación.
	Instalar grifería con dispositivos de ahorro de agua en los fregaderos y lavaderos	Se podrán emplear dispositivos que aseguren que el caudal suministrado sea el exigido en fregaderos y lavaderos. <i>(ahorro de 40 y 50%.)</i>
<b>INSTALACIÓN DE AGUA</b>	Disponer de un lector de consumo de agua interior de la vivienda	Un lector de consumo consiste en: Un segundo contador ubicado al interior de la vivienda. Este recibe señales emitidas por un dispositivo instalado en el contador. Así el usuario accede a su información e incluso determina fugas

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

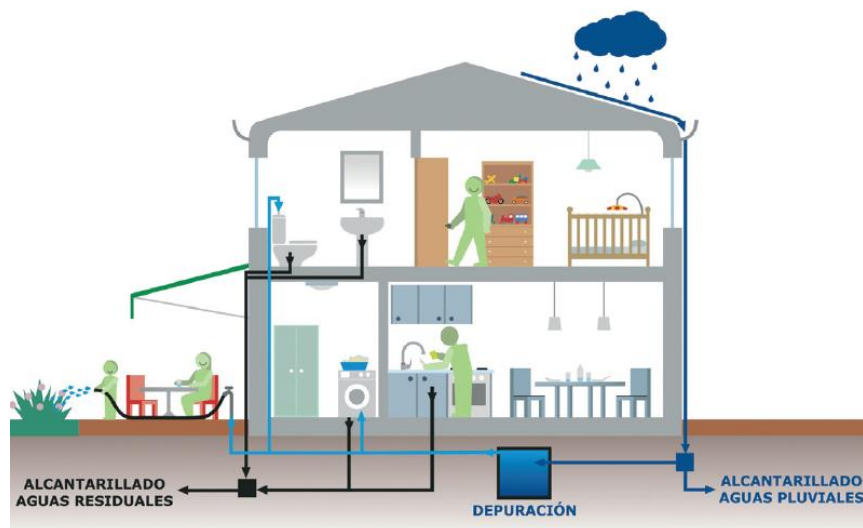
### 5.3.2 Sistemas de evacuación separativos

En la actualidad, las viviendas tienen un sistema de evacuación unitario al cual se dirigen todas las aguas a la red principal de alcantarillado. Las aguas lluvias que se captan en las cubiertas son dirigidas al alcantarillado como aguas residuales, desperdiándose este recurso que llega prácticamente limpio a la vivienda y en grandes cantidades, lo que muchas veces genera conflictos de desbordamientos de las redes principales generales por el alto caudal que circula por estas.

*En el Documento Básico HS “Salubridad”, sección Evacuación de aguas, se describen “los sistemas de evacuación y se indica que cuando exista una única red de alcantarillado público debe disponerse un sistema mixto o un sistema separativo en el edificio con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red exterior. Por otro lado, indica que cuando existan dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales, debe disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones debe conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.” (Código técnico de Edificación, 2009).*

Es por esto que se aconseja la instalación de sistemas separativos principalmente en viviendas, por una parte, el sistema de aguas grises que pueden ser reutilizadas, pero que concluirá en el alcantarillado donde serán llevadas a las plantas de tratamiento. Y, por otro lado, el sistema que recoge las aguas de la lluvia, pueden ser llevadas a plantas de tratamiento dentro de la vivienda para ser reutilizadas. Esto evita los desperdicios de recursos que pueden ser aprovechados al máximo antes de su evacuación.

**Ilustración 53. Sistema de evacuación separativo**



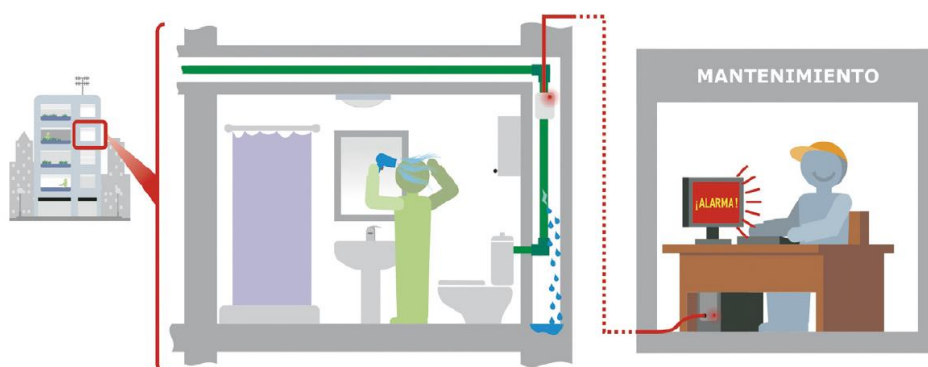
Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

### 5.3.3 Sistemas de detección de fugas de agua

“Normalmente dentro de una vivienda se presentan ocasionalmente fugas de agua. Varios son los factores que influyen en la pérdida de agua, como son la edad y el tipo de material de equipos, piezas, conexiones y tuberías, su mantenimiento, la calidad y presión del agua, etc. Los lugares donde se pueden encontrar estas pérdidas de agua pueden ser en las tuberías de distribución de agua, cisterna de inodoros, circuito de calefacción y en sistemas de riego.

Hoy en día el volumen de agua desperdiciada por fugas es considerable, es necesario aplicar medidas de control que detecten los posibles escapes para evitar el consumo innecesario de los recursos hídricos. Actualmente en el mercado existen sistemas de detección de fugas muy avanzados, que deben ser instalados por técnicos profesionales y requieren un control periódico. Los sistemas de detección se basan generalmente en el descenso de la presión del agua que circula por éstas, permitiendo la detección de fugas de manera que se consigue cerrar el suministro con prontitud. A través de un sistema domótico, es posible controlar de manera continua las posibles fugas de agua en las viviendas

**Ilustración 54. Sistema de control de fugas**



Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

Cuando el sistema localiza una fuga a través de detectores de diferente tipo (detector de fugas acústico, detector de inundación, de humedad...) instalados con tal fin, automáticamente envía una orden a la unidad central de control que a su vez se encargará de efectuar las acciones oportunas como: el corte mecánico del sistema de distribución de agua a través de una electroválvula situada en la entrada de agua de la vivienda, el aviso telefónico o a través de Internet al usuario si éste se encuentra fuera de la vivienda o incluso el apagado de electrodomésticos que se encuentren en funcionamiento y que puedan verse afectados por la falta de agua. De esta forma, no sólo se evita el despilfarro de agua, sino que también se evitan daños en la vivienda por humedades, filtraciones, goteras, etc.”. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

### 5.3.4 Sistemas eficientes de riego de jardines

“En los jardines de gran tamaño se suele despilfarrar el agua, especialmente cuando su riego se hace con mangueras sin llegar a toda el área verde. Actualmente existen en el mercado numerosas opciones de riego eficiente que se pueden tener en cuenta durante la etapa de diseño, para de este modo realizar su instalación de manera planificada. Existen varias opciones en el mercado, como riego por goteo, red de aspersores, riego por exudación, etc. y mediante su aplicación se puede reducir el consumo de agua hasta un 40%. El riego por goteo consiste en distribuir el agua mediante una conducción con orificios calibrados y regulables que dejan caer el agua gota a gota sobre el suelo. Ver

**Ilustración 55. Sistema de riego por goteo**



Fuente: [http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=113](http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=113)

Otro método muy utilizado es el riego por aspersión mediante el cual el agua sale en forma de pequeñas gotas. Hay dos tipos de aspersores que se pueden disponer ordenadamente para distribuir mejor el agua de riego, unos son los giratorios que tienen mayor alcance y los otros son fijos que llegan a distancias más cortas.” (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

**Ilustración 56. Sistema de riego por aspersión**



Fuente: <http://www.arqhys.com/construccion/sistemas-riego.html>

## 5.4 Normativas

A nivel mundial, se está mostrando una preocupación por parte de las autoridades, sobre el manejo correcto del agua, principalmente en la construcción. Es por esto que se están creando normas y políticas que incentivan el consumo de este recurso natural, y principalmente sobre su correcto uso garantizando la calidad y cantidad dentro de las viviendas.

- La *xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat*, de la Diputación de Barcelona [Saintavit, 2005], redactó en diciembre de 2005 una ordenanza tipo sobre el ahorro de agua. Los sistemas y medidas de ahorro que trata dicha ordenanza, sin carácter limitador, son los siguientes:
  - a) Contadores individuales,
  - b) Reguladores de presión de la entrada de agua,
  - c) mecanismos ahorradores,
  - d) captadores de agua de lluvia,
  - e) reutilizadores de aguas grises y
  - f) Sistemas de ahorro en jardines.
  
- En Inglaterra la creación de la Asociación para la cosecha de agua (por sus siglas en inglés UKRHA). Que ha luchado por promover leyes y negociar con los entes de gobierno, para mostrar los beneficios de promover esta solución y de aplicar nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento del recurso pluvial.

También desarrollaron en 2006 el Código de Hogares Sustentables que busca disminuir el impacto del cambio climático por medio de construcciones en donde se consuman menos recursos. El objetivo en cuanto al agua es reducir el consumo interno per cápita y provisionar las nuevas construcciones de sistemas para captar el agua de lluvia y reducir los niveles de descarga.

En Reino Unido, todas las nuevas construcciones habitacionales deben estar valoradas por el código de hogares sustentables. Para lo cual los equipos de captación de agua de lluvia se presentan como una opción bastante llamativa y ha provocado un crecimiento en el mercado, ya que es una forma práctica de reducir el consumo de agua en las construcciones sin necesidad de abandonar ciertas comodidades.

- En octubre de 1998, como parte de una gran escala de redesarrollo urbano en Berlín, se instalaron sistemas de captación de agua de lluvia en Potsdamer Platz, zona en la cual se recoge el agua que cae en los techos y se almacena en un tanque subterráneo que tiene capacidad para 3.500 m<sup>3</sup>. Esta agua se aprovecha para la descarga de inodoros, riego de zonas verdes (incluyendo los techos con cubierta vegetal) y la reposición de un estanque artificiales.

Los premios y reconocimientos juegan un papel primordial para incitar a la realización de proyectos que hagan el uso de los recursos naturales.

- LEED es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el U.S Green Building Council (Consejo de Construcción Ecológica de Estados Unidos), que está compuesto por un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios. La certificación se otorga tras evaluar aspectos como: procesos integrales, eficiencia energética, uso de energías alternativas, uso eficiente del agua, innovación de materiales y recursos.

Los incentivos financieros y excepciones fiscales fomentan la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia. La legislatura de Texas ha aprobado proyectos de ley, y algunas entidades locales han adoptado normas de impuestos que proporcionan exoneración de impuestos para las personas que instalen estos sistemas. Organizaciones internacionales fomentan la captación del agua lluvia.

- “Desde 1991 se han creado varias organizaciones con el objetivo de movilizar a la sociedad civil hacia la adopción de los sistemas de captación del agua de lluvia, tales como:
  - a) la International Rainwater Systems Association (IRCSA promueve sistemas de captación de agua lluvia con respecto al planeamiento, al desarrollo, a la tecnología, a la investigación y a la educación por todo el mundo),
  - b) La American Rainwater Catchment Systems Association (ARCSA),
  - c) La International Rainwater Harvesting Alliance (IRHA Su misión es generar una estructura federativa y un movimiento internacional de gestores del agua lluvia),
  - d) Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN),
  - e) Rain Water Harvesting (RWH),
  - f) World Business Council for Sustainable Development y
  - g) El Centro Internacional de Demostración Y captación en Aprovechamiento de Agua Lluvia – Colegio Postgraduados (CIDECALLI-CP Tiene como objetivo la construcción de cisternas revestidas con geo membrana de PVC para almacenar el agua lluvia para el consumo humano.)”. (Anaya Garduño, Captación del agua de lluvia: Solución caída del cielo, 2011)
  
- Entre 1995-96, se inició el Proyecto de Captación de agua de lluvia “121”, implementado por el gobierno de la provincia de Gansu para apoyar a los agricultores, en el cual, le entregaban a cada familia un sistema para captar agua de lluvia. Este consistía en: canaletas para recolectar el agua de los techos, tanques de almacenamiento de cemento y planchas de plástico para recolectar la lluvia en el suelo. El agua recolectada la podían utilizar para el riego de sus cultivos. A partir de 2000, se construyeron un total de 2.183.000 tanques para recolectar el agua de lluvia con una capacidad total de 73,1 millones de m<sup>3</sup> garantizando el suministro de agua potable para 1,97 millones personas y riego suplementario de 236.400 hectáreas de tierra.

A partir de este proyecto, diecisiete provincias de China adoptaron la técnica de aprovechamiento de aguas pluviales, mediante la creación de 5,6 millones tanques con una capacidad total de 1,8 millones de m<sup>3</sup>, y garantizando el suministro de agua potable para aproximadamente 15 millones de personas y el riego suplementario de 1,2 millones de hectáreas de tierra.

- Decreto 1620/2007 (marco europeo estatal) por el que se desarrolla el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. Esta norma establece los mecanismos legales que permiten disponer del agua residual depurada como recurso alternativo, incluyendo disposiciones relativas a los usos admitidos y los criterios de calidad mínimos obligatorios exigibles para la utilización de las aguas regeneradas según los usos. Es necesario mencionar la normativa desarrollada por la Comunidad Autónoma de Aragón, cuya Ley 6/2001, de ordenación y participación en la gestión del agua en Aragón, establece determinadas prescripciones sobre ahorro, conservación y reutilización de las aguas residuales, con el objetivo de configurar una gestión basada en los principios de sostenibilidad y conservación del recurso.
- La reutilización de las aguas domésticas en un mismo edificio se plantea en el continente norteamericano [Palma Carazo, 2003, p.146]<sup>1</sup>. Uno de los primeros casos que se conocen al respecto, realizado durante 1926 en el Golden Gate Park de San Francisco, las aguas residuales de las diferentes instalaciones del parque eran aprovechadas para, además del riego en zonas verdes, destinarlas al abastecimiento de calefacción, refrigeración y descarga de inodoros y urinarios.
- El *decret 21/2006, de 14 de Febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis* [DOGC 4574, 2006] establece un sistema por puntos en el que los parámetros de ecoeficiencia son: agua, energía, materiales y sistemas constructivos y residuos. El sistema consiste en conseguir un mínimo de 10 puntos de entre todas las medidas posibles a adoptar. La solución de instalar un sistema de reaprovechamiento de aguas grises, con 8 puntos, la máxima puntuación, y un sistema de recogida de pluviales, con 5 puntos, son dos de las principales opciones consideradas.
- A nivel de ordenanzas municipales, detallando de manera más específica que lo hace el CTE, la obligación de instalar sistemas para conseguir el uso eficiente del agua en las viviendas. Destaca San Cugat del Vallé, Barcelona y Murcia. A escala nacional, y dentro del Plan de actividades Línea I+D+I (líneas AQUA 2012), la Organización se ha propuesto el impulso para la creación de Legislación Española sobre tratamiento de Aguas Grises y Pluviales.

## 5.5 Conclusiones

- Las instalaciones de **sistemas de captación de agua** lluvia cada vez se están proliferando a nivel mundial, especialmente en las zonas urbanas. Esto se debe a la mayor conciencia que se está tomando a nivel mundial a cerca del cuidado del uso de este recurso especialmente aplicado a la construcción, a la variedad de sistemas en el mercado, lo que lleva a que con el tiempo los precios resultan ser más accesibles; a que se nota un ahorro a la hora de realizar el pago del agua entubada, y a que es más accesible que el usuario pueda monitorear su propio sistema personalizado de su vivienda, antes que depender de la red pública todo el tiempo.

Lastimosamente aún hay muchas personas que no confían en estos sistemas, puesto que se depende mucho de la climatología del lugar, por la inversión que se realiza al inicio y porque se prefiere la comodidad de la red pública, antes que estar al pendiente siempre de su sistema, que requerirá de mantenimientos continuos.

- Los sistemas de **reutilización de aguas grises** están tomando más importancia a la hora del diseño de una edificación, ya que actualmente los costos están bajando y son más accesibles al público en general. Y ahora no se requiere de grandes instalaciones o depuradoras, pues se puede realizar conexiones directas desde el punto donde se genera el agua gris al punto donde va a ser reutilizada directamente.

Dentro de una vivienda unifamiliar se pueden colocar estos dispositivos que regeneren las aguas, y a largo plazo se puede ver un ahorro considerable en las facturas de agua potable. En el entorno urbano, al exterior de la vivienda, estos sistemas reducen la cantidad de aguas residuales que van a la red de saneamiento, evitando colapsos en días de lluvias fuertes, ya que se reduce el caudal de las tuberías generales.

- Implementar **medidas de ahorro** con sistemas complementarios y alternativos que generen un consumo eficiente del agua, complementaran al sistema de captación de agua y a la reutilización de aguas grises. Logrando así mejores resultados dentro de una vivienda. Ya que dentro de una construcción donde el agua es utilizada racionalmente, cualquier reserva extra rendirá muchísimo más. Gracias a que cada día aparecen en el mercado nuevos productos para ahorrar el agua, los sistemas como el de captación tienen mejores posibilidades.

Es importante realizar incentivos para promover esta actividad. El trabajo realizado por el profesional al diseñar una construcción que cuente con sistemas de captación de agua lluvia realizando una construcción sostenible en torno al agua merece un reconocimiento por su labor, ya que permite un eficiente manejo de un recurso natural. Por otro lado, los incentivos sociales son de igual o mayor importancia, esto se refiere a que las municipalidades concedan descuentos en ciertos impuestos, o realicen descuentos a las familias que opten por usar estos sistemas. Así de esta manera incentivar a la población a llevar una vida más sostenible y amigable con el medio ambiente.





**CAPÍTULO 6. APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS INVESTIGADOS  
A LA ARQUITECTURA ECUATORIANA**

---

## 6. APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS INVESTIGADOS A LA ARQUITECTURA ECUATORIANA

Luego del análisis de los sistemas, se observa que puede implementarse otros más que complementen al sistema de captación de agua y la reutilización, para obtener mejores resultados. También analizado ya la tipología edificatoria más común en la zona urbana (zona en la que se genera más desperdicios de los recursos naturales), se utilizará un mismo prototipo de vivienda urbana para cuatro personas, que puede ser utilizado en cualquier región, pero se analizarán los consumos promedios mostrados anteriormente, para verificar el ahorro que se produce en cada región al momento de aplicar sistemas alternativos y de ahorro anteriormente mencionados y ver si es viable o no la propuesta.

### 6.1 Características del prototipo de vivienda a considerar

Vivienda unifamiliar destinada para cuatro personas, que puede ser implantada en varias zonas del Ecuador en el sector urbano, es de estructura metálica y de hormigón, cubierta inclinada y dos pisos en la planta alta áreas privadas y en la planta baja las áreas sociales, el área de la vivienda es de 220 m<sup>2</sup>, por lo general las viviendas cuentan con amplias áreas verdes a sus alrededores.

Para su mejora respecto al uso del agua, se planteará un abastecimiento combinado, de la red principal y de un sistema de captación de agua lluvia, además se aplicará sistemas de ahorro de agua y la reutilización de las aguas grises para cisternas de inodoros y para riego o limpieza externa.

**Ilustración 57. Prototipo de vivienda de estudio**



Realizado por: Karla Aguilar

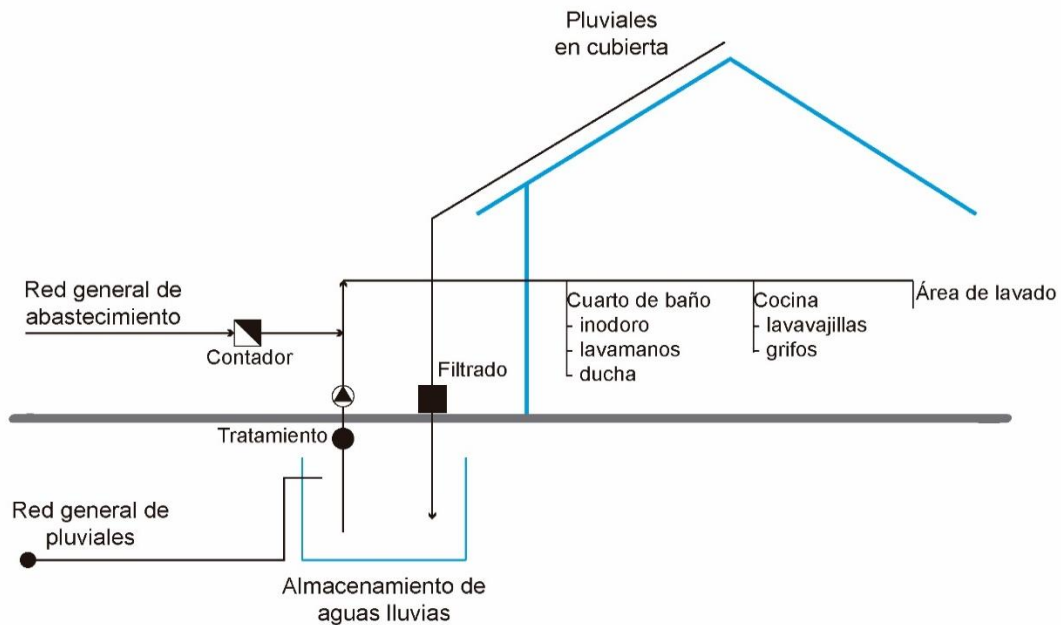
### 6.2 Sistemas a implementar

- Captación de agua lluvia
- Reutilización de aguas grises
- Dispositivos de ahorro
- Redes de evacuación separadas

### 6.3 Diagramas de distribución

El sistema de abastecimiento de agua a la vivienda estará dotado de la red general de agua potable, y de la captación de agua lluvia, mismos que se juntaran luego del punto de tratamiento del agua captada, para evitar contaminar la red potable.

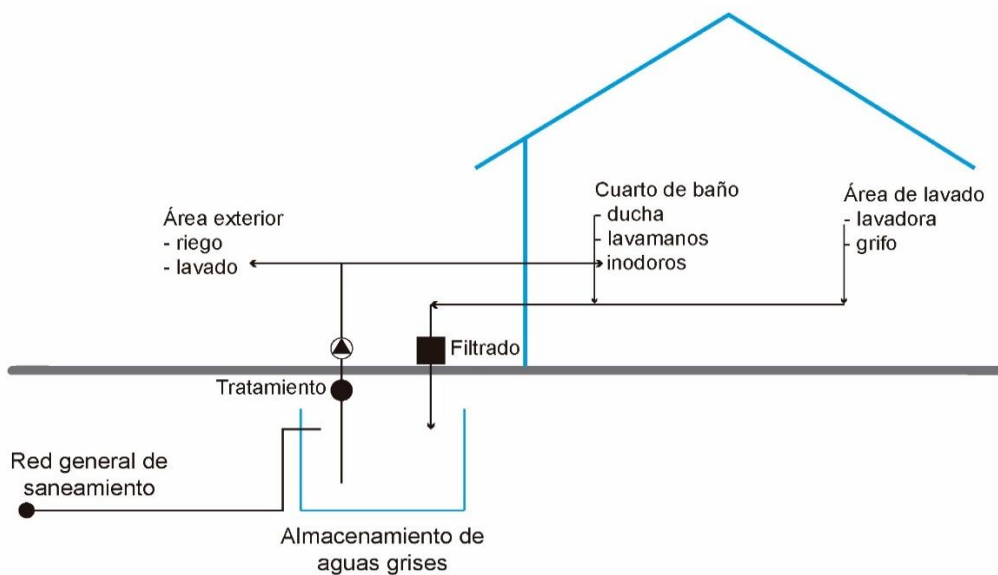
**Gráfico 3. Distribución de agua lluvia**



Realizado por: Karla Aguilar

La reutilización de las aguas grises se realizará principalmente para uso de inodoros y lavado en áreas exteriores, luego del debido tratamiento.

**Gráfico 4. Distribución de aguas servidas**



Realizado por: Karla Aguilar

## 6.4 Desarrollo de instalaciones hidro sanitarias

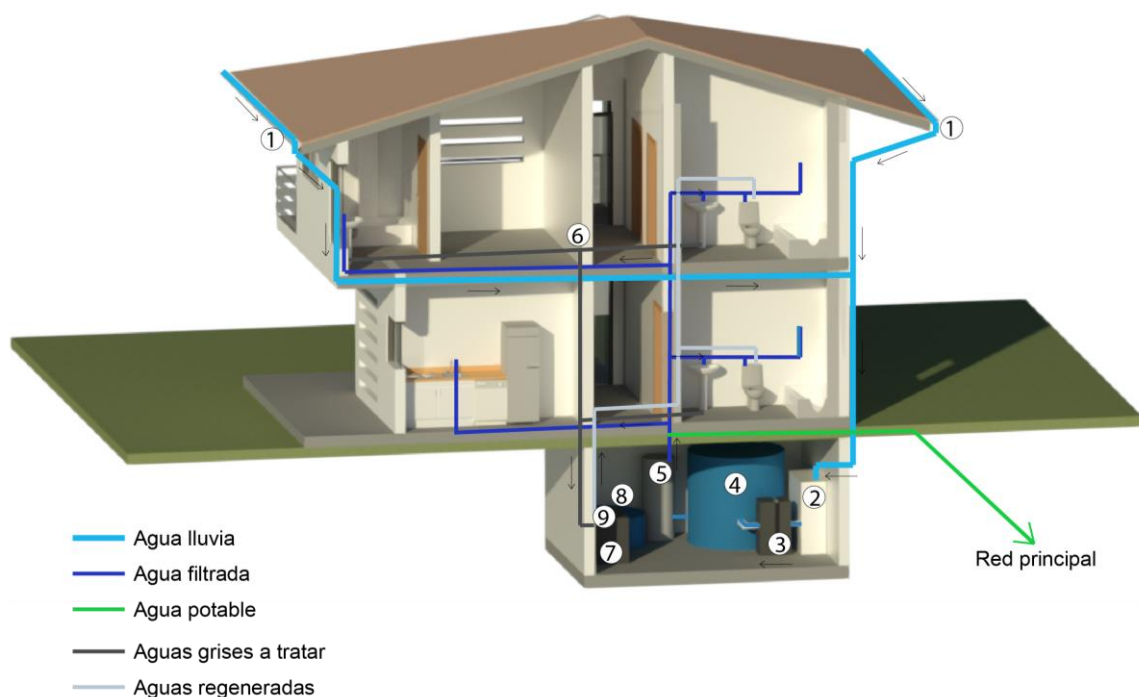
### Sistema de captación del agua lluvia

Este sistema se complementará con la red principal, luego de un tratamiento de purificación, para evitar contaminar las redes de distribución. El agua será recogida en una cubierta de hormigón de 192 m<sup>2</sup>, las canaletas de conducción serán de PVC (policloruro de vinilo) formando el sistema de captación y filtración (1), luego pasará por un interceptor para las primeras aguas (2), un filtro (3), el almacenamiento (4) y la gestión de impulso (5), es aquí donde se unirá la red de agua potable, para abastecer en caso de faltar agua en la cisterna. (ver gráfico 5)

### Sistema de reutilización de las aguas grises

Las aguas grises que serán tratadas provienen de los lavamanos de cuartos de baño y del área de lavado (lavadora y grifo de lavado) y serán destinadas al llenado de cisternas de inodoros y lavado exterior. Para su funcionamiento los componentes necesarios son: las bajantes de PVC de aguas servidas de los puntos mencionados (6), el tratamiento de filtrado (7) que consiste en un sistema de depuración y un sistema de desinfección, el almacenamiento (8), y el sistema de impulso (9) que llevará a los puntos de consumo seleccionados para estas aguas. (ver gráfico 5)

**Gráfico 5. Corte esquemático con instalaciones hidro sanitarias**



Realizado por: Karla Aguilar

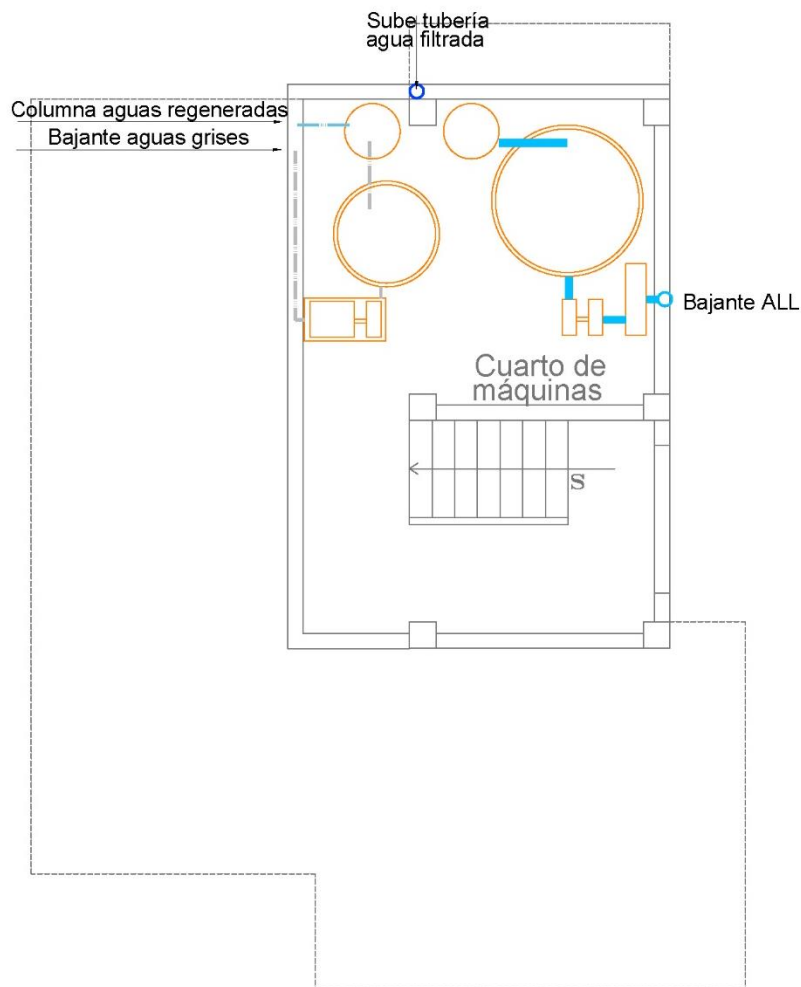
La vivienda contará con un doble sistema de abastecimiento (red principal y agua de lluvia filtrada) y un doble sistema de evacuación (la red principal de saneamiento y la red de aguas grises a ser reutilizada), consiguiendo redes de evacuación separadas según las necesidades.

**Sistema de redes de abastecimiento:**

El sistema de abastecimiento de agua a la vivienda estará dado por:

- Red general de agua potable
- Red alternativa de abastecimiento: Red de agua lluvia captada y filtrada y red de las Aguas grises regeneradas

En el momento que una de las redes alternativas no cumpla con la cantidad requerida en un punto de consumo, entra a trabajar la red principal de agua potable.

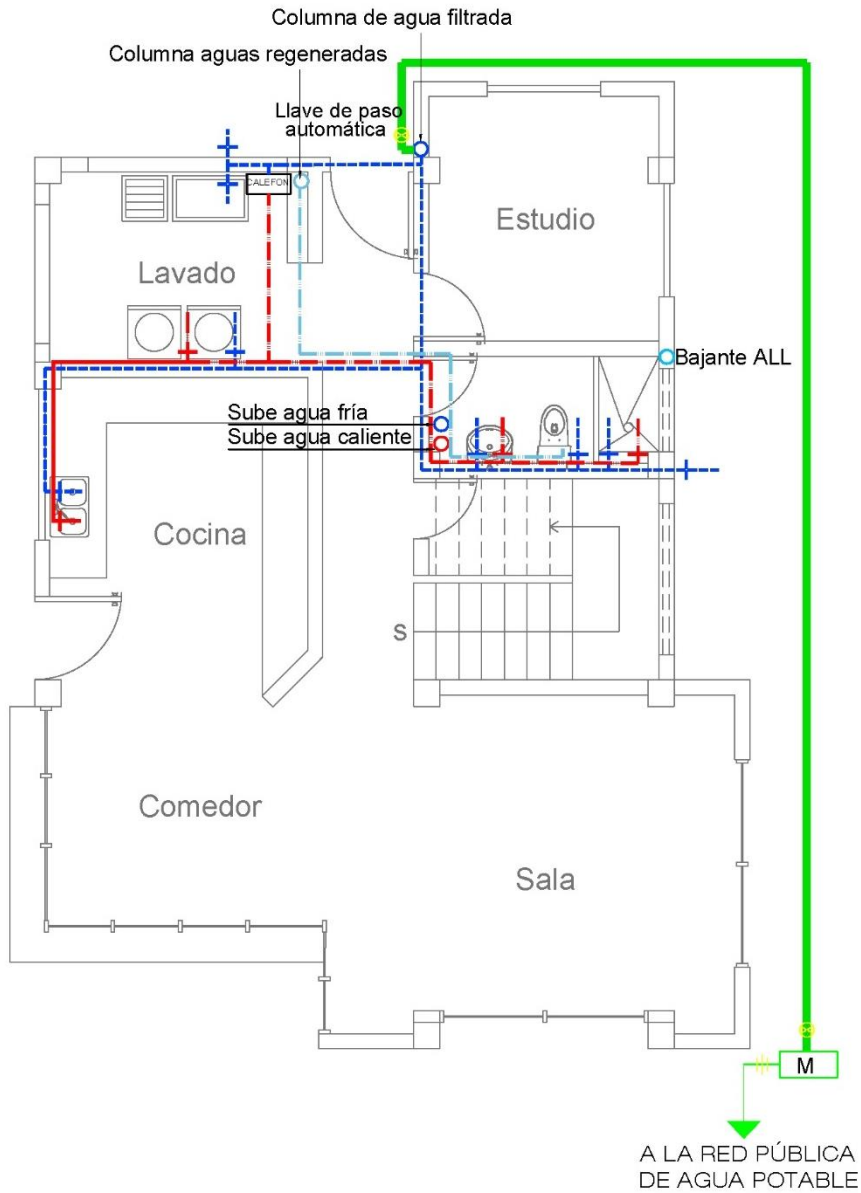
**Plano 5. Red de abastecimiento. Planta subsuelo**

PLANTA SUBSUELO NIVEL -2.80

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

Realizado por: Karla Aguilar

**Plano 6. Red de abastecimiento. Planta baja**



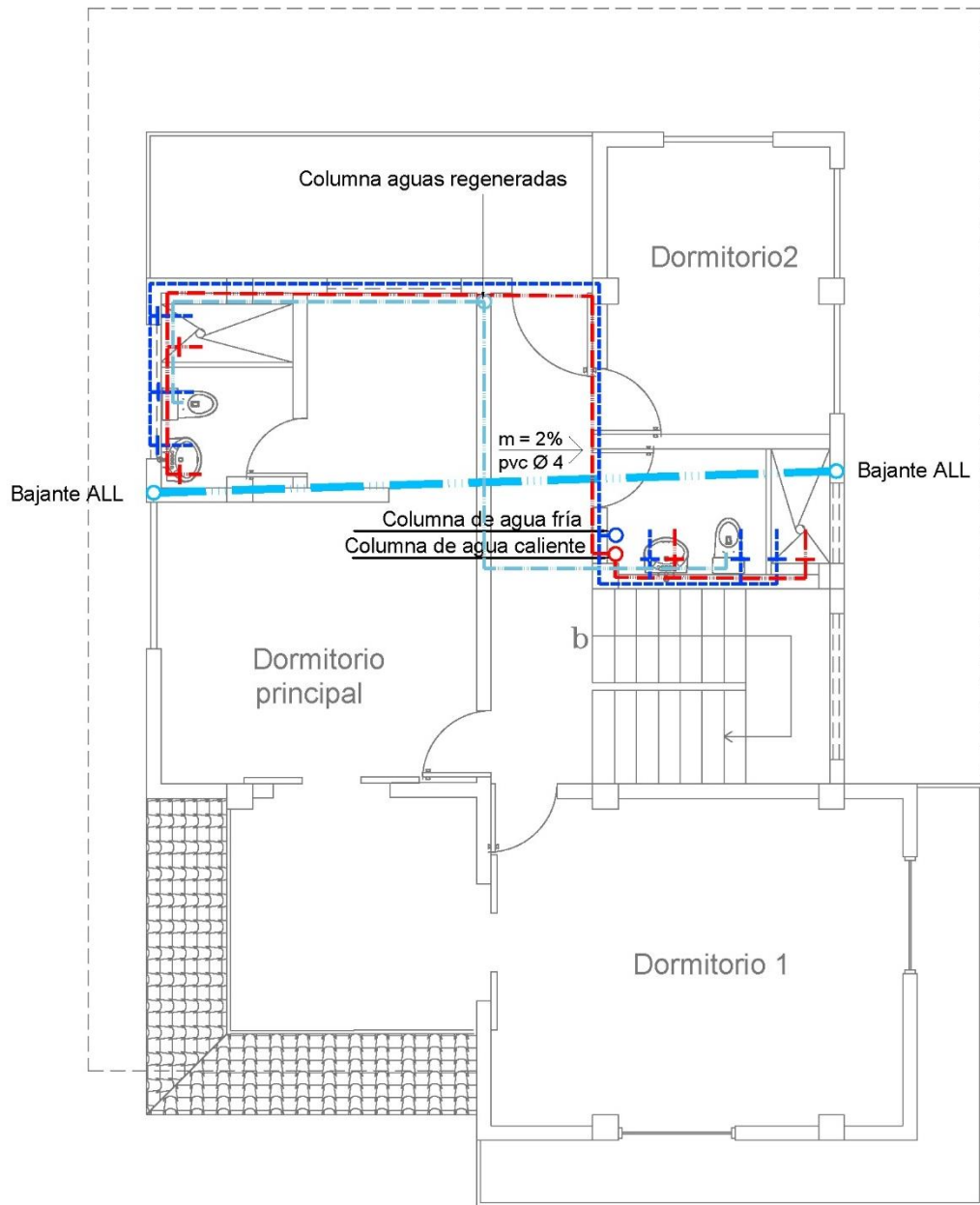
PLANTA BAJA NIVEL + 0.20

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

SIMBOLOGÍA	
	Agua lluvia
	Alimentacion de agua potable
	Agua filtrada
	Agua caliente
	Aguas grises a tratar
	Aguas grises a drenaje
	Aguas regeneradas
	Uniones Y , codos de PVC
	Caja de Revisión

Realizado por: Karla Aguilar

**Plano 7. Red de abastecimiento. Planta alta**



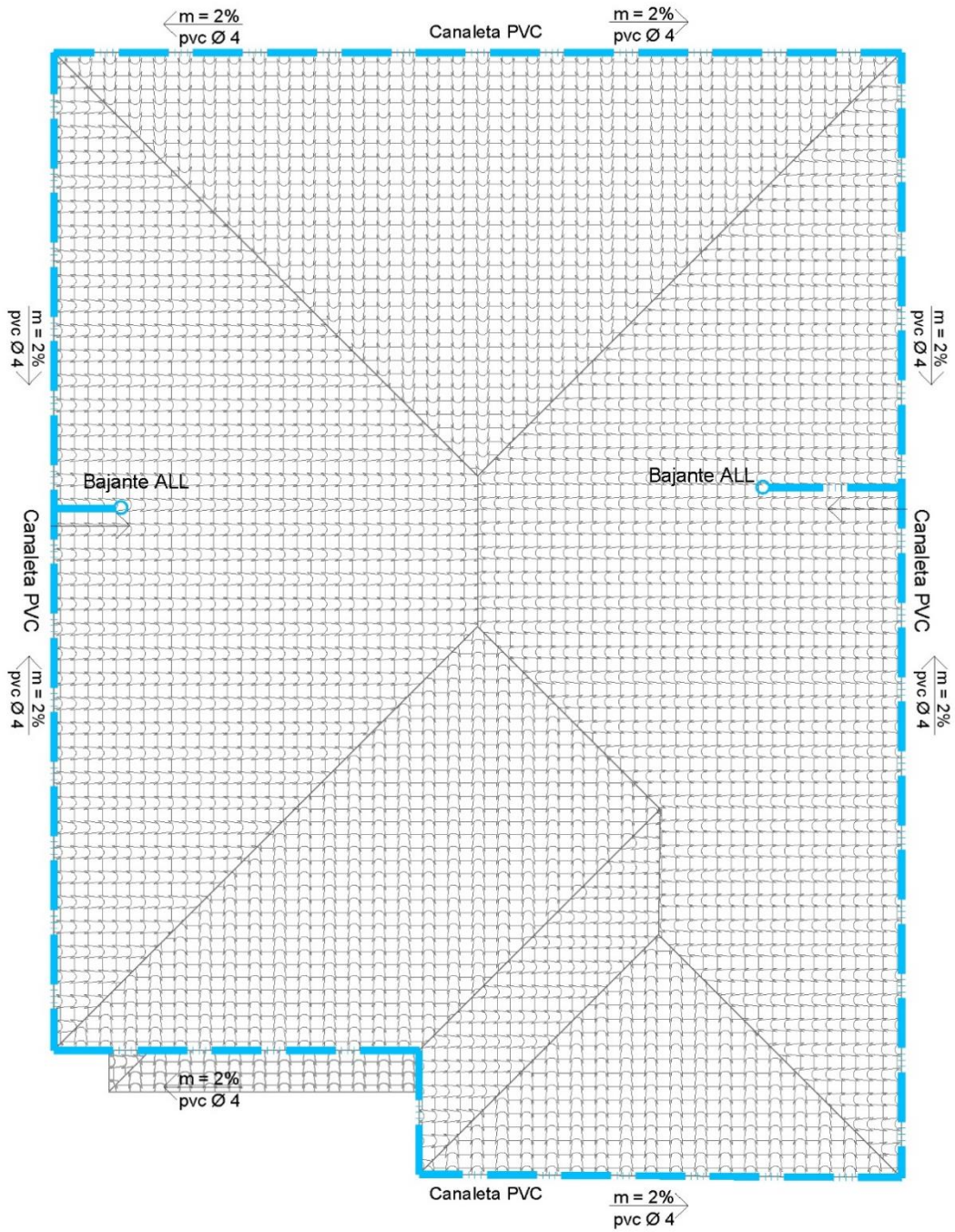
PLANTA ALTA NIVEL + 3.40

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

SIMBOLOGÍA	
	Agua lluvia
	Alimentacion de agua potable
	Agua filtrada
	Agua caliente
	Aguas grises a tratar
	Aguas grises a drenaje
	Aguas regeneradas
	Uniones Y , codos de PVC
	Caja de Revisión

Realizado por: Karla Aguilar

**Plano 8. Red de abastecimiento. Planta de cubiertas**



**PLANTA DE CUBIERTAS**

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

SIMBOLOGÍA	
	Agua lluvia
	Alimentacion de agua potable
	Agua filtrada
	Agua caliente
	Aguas grises a tratar
	Aguas grises a drenaje
	Aguas regeneradas
	Uniones Y , codos de PVC
	Caja de Revisión

Realizado por: Karla Aguilar



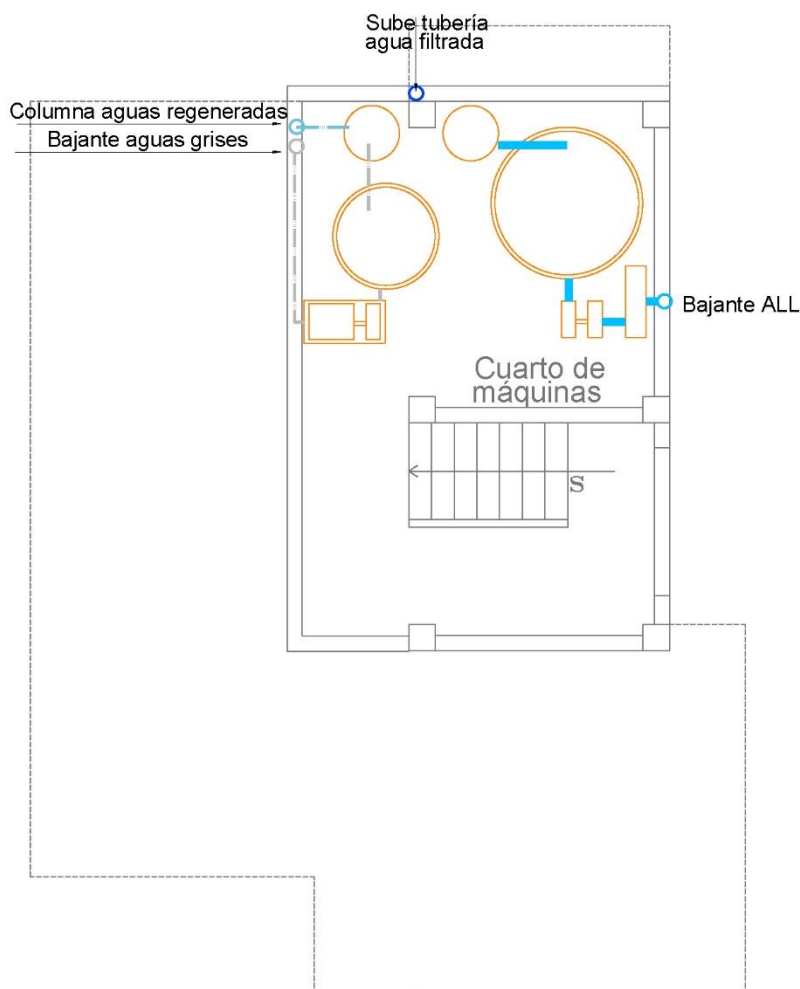
### Sistema de redes de saneamiento

El sistema de saneamiento de aguas grises de la vivienda estará dado por:

- Red general de saneamiento público
- Red alternativa de tratamiento de aguas grises para su reutilización

Las aguas grises a tratar provienen de los grifos de lavamanos de los baños, del área de lavado (lavadora y tanque de agua) y de los sifones de agua lluvia de los balcones, para ser reutilizadas en el llenado de las cisternas de los inodoros. El resto de aguas se evacuarán a la red principal de saneamiento.

#### Plano 9. Red de saneamiento. Planta subsuelo

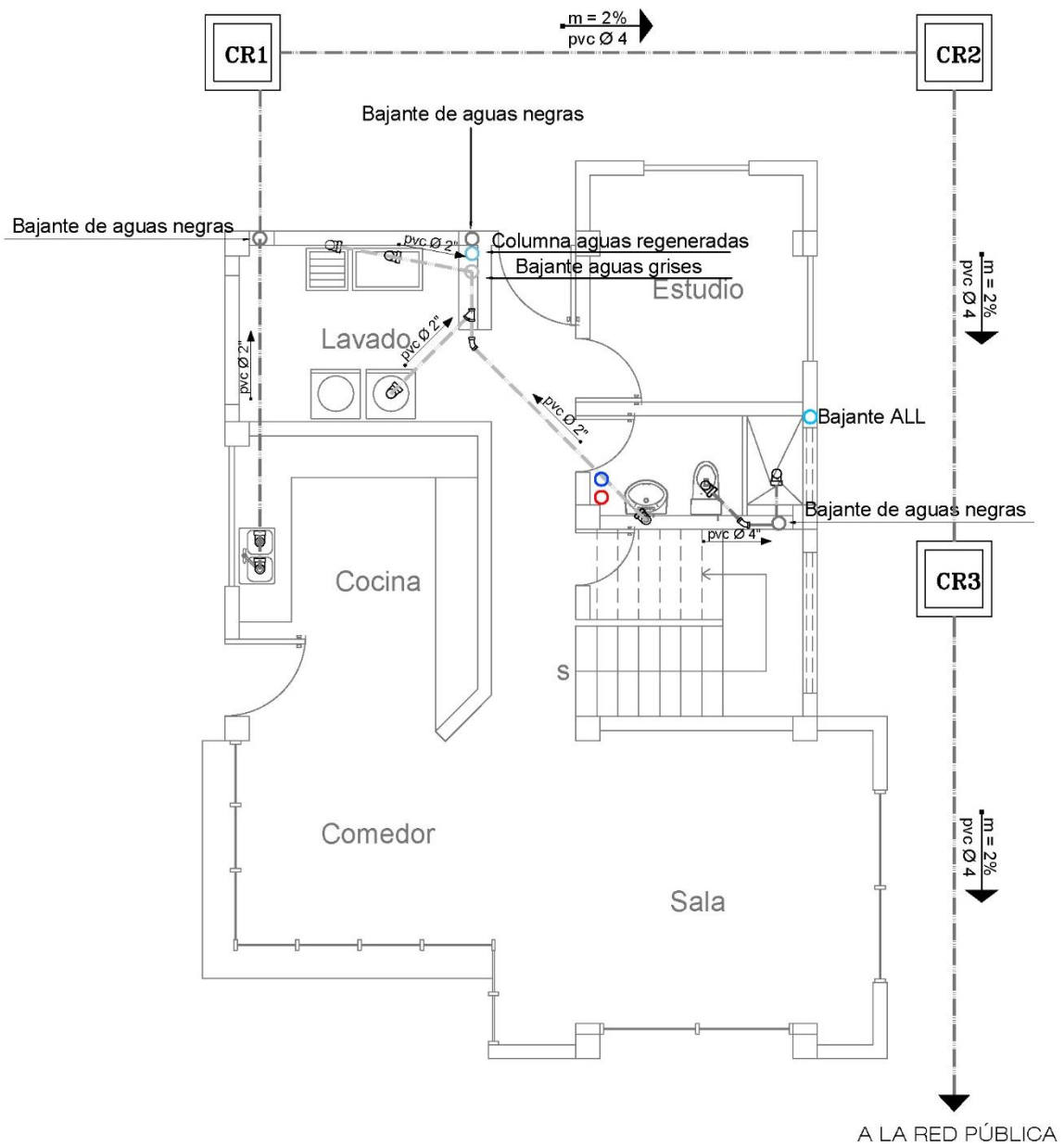


PLANTA SUBSUELO NIVEL -2.80

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

Realizado por: Karla Aguilar

**Plano 10. Red de saneamiento. Planta baja**



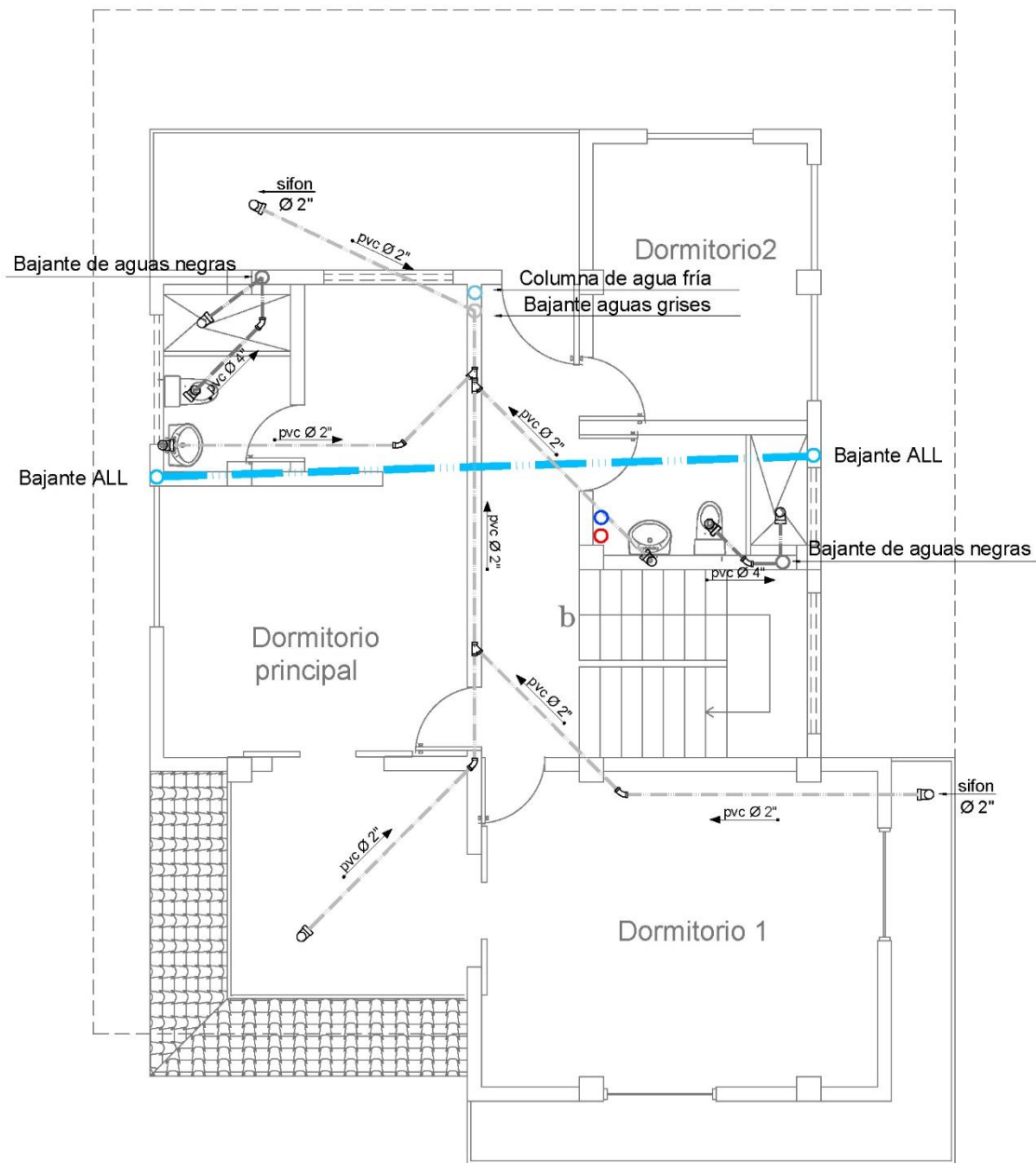
PLANTA BAJA NIVEL + 0.20

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

SIMBOLOGÍA	
	Agua lluvia
	Alimentacion de agua potable
	Agua filtrada
	Agua caliente
	Aguas grises a tratar
	Aguas grises a drenaje
	Aguas regeneradas
	Uniones Y , codos de PVC
	Caja de Revisión

Realizado por: Karla Aguilar

Plano 11. Red de saneamiento. Planta alta



PLANTA ALTA NIVEL + 3.40

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

SIMBOLOGÍA	
	Agua lluvia
	Alimentacion de agua potable
	Agua filtrada
	Agua caliente
	Aguas grises a tratar
	Aguas grises a drenaje
	Aguas regeneradas
	Uniones Y , codos de PVC
	Caja de Revisión

Realizado por: Karla Aguilar

## 6.5 Sistemas de ahorro

Para un correcto funcionamiento y dimensionado de los sistemas de captación de agua lluvia y reutilización de las aguas grises es necesario aplicar dispositivos que colaboren con el control del consumo del agua, ya que se ha demostrado la cantidad de agua que se desperdicia en las viviendas es alta y si se usa los datos actuales, se puede dar un sobre dimensionado de cisternas y equipos pertenecientes a los sistemas mencionados.

**Tabla 32. Dispositivos de ahorro de agua**

ESPACIO	UBICACIÓN	EFICIENCIA EN EL CONSUMO DEL AGUA
<b>BAÑOS</b>	Cisternas con un volumen de descarga máximo de 6 L	(ahorro del 50%)
	Grifería monomando en todos los aparatos	(ahorro del 40 y 50%.)
	Grifería con dispositivos de ahorro de agua en lavabos	(ahorro del 40 y 50%.)
	Dispositivos de ahorro de agua en duchas	(ahorro de 25%)
<b>COCINAS</b>	Grifería monomando en los fregaderos y lavaderos	(ahorro del 40 y 50%.)
	Instalar grifería con dispositivos de ahorro de agua en los fregaderos y lavaderos	(ahorro de 40 y 50%.)

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. (Instituto Valenciano de la edificación, 2009)

## 6.6 Aplicabilidad en las regiones del Ecuador

### 6.6.1 Sistema de captación de agua lluvia

Para la verificación de aplicabilidad de un sistema de captación de agua es necesario conocer el área de captación, la precipitación media de la zona (tabla. 3 precipitaciones anuales e Ilustración 5. Mapa de Isoyetas media anual entre 1981 y 2012) y la demanda anual que tendrá el sistema para una familia de cuatro personas (tabla 5. Consumos aproximados en un hogar de 4 personas).

La precipitación anual de recogida se obtiene de: la precipitación media anual  $\times$  192 m<sup>2</sup> que es el área de la proyección de la cubierta  $\times$  0.9 que es el coeficiente de escorrentía de la teja. El valor del superávit se obtiene comparando la demanda con la producción en el que la producción debe ser mayor para la viabilidad del sistema en la región.

**Tabla 33. Aplicabilidad del sistema de agua lluvia**

Regiones	Precipitación media anual (mm)	Demanda anual del sistema (L)	Producción anual de recogida (L)	Superávit
Amazonía	3060	474500	528768	54268
Sierra	1719	283240	297043	13803
Costa	2235	391280	386208	-5072

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: tablas 3, 5, ilustración 5, método de cálculo de (Aqua España, 2011)

Se observa que para las regiones que es viable la aplicación del sistema es para la Amazonía y Sierra, por lo que se continúa con el cálculo de la cisterna o almacenamiento. Para este cálculo es necesario saber la cantidad de meses de verano o sequía del sector dentro del año.

### 6.6.2 Reutilización de las aguas servidas

El destino de las aguas grises será limitado, las aguas provenientes de lavamanos, lavadoras y grifos de tanques de lavado serán destinadas a la cisterna del inodoro y a limpieza de pisos exteriores. Esta reutilización será un complemento para el ahorro de la vivienda.

**Tabla 34. Oferta y demanda de aguas grises de una familia al día**

Regiones	AMAZONÍA	SIERRA	COSTA
Origen			
Lavamanos (baño)	64 L	12 L	36 L
Lavadora	180 L	150 L	180 L
Grifo (área de lavado)	40 L	10 L	30 L
Total	284 L	172 L	246 L
Destino			
Inodoro	252 L	256 L	196 L
Limpieza exteriores	277 L	75 L	150 L
Total	529	331	346

Realizado por: Karla Aguilar  
Fuente: tabla 31 consumos en regiones por hogares

### 6.6.3 Dispositivos de ahorro de agua

Al aplicar dispositivos de ahorro en los puntos de consumo y mayor gasto, se puede obtener grandes beneficios, sobre todo económicos que a largo plazo permiten recuperar la inversión. Un promedio de los consumos obtenidos anteriormente, permite observar el gasto innecesario que genera el ocupar grifos e inodoros convencionales, la siguiente tabla muestra el ahorro que se produce con dispositivos de ahorro de agua y control en el consumo real.

**Tabla 35. Dispositivos de ahorro aplicados dentro de la vivienda**

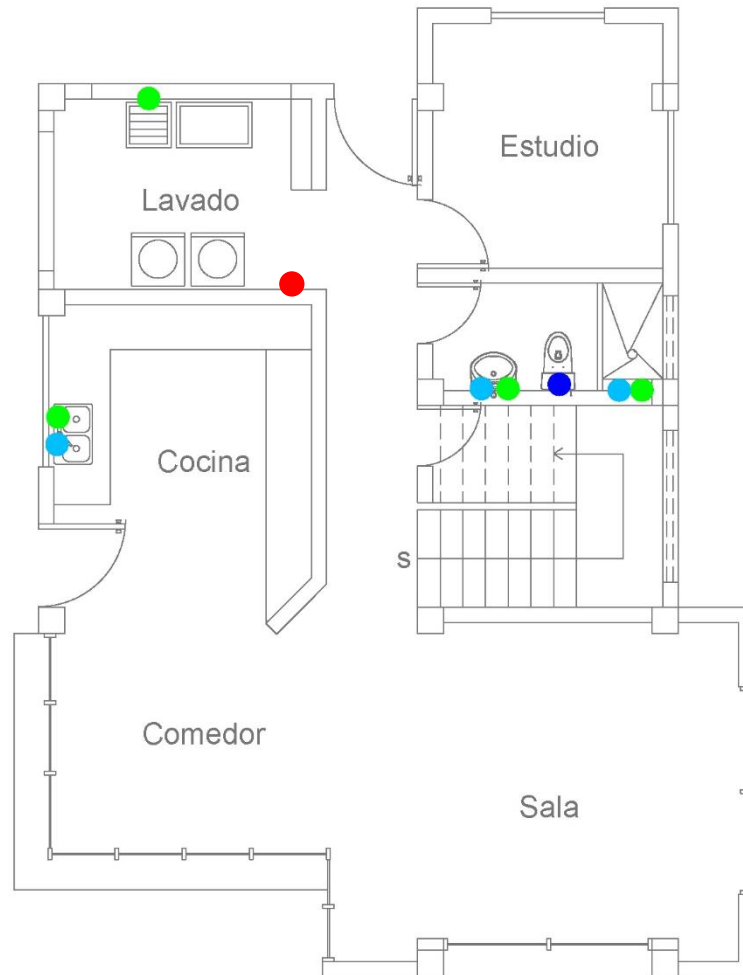
	Doble descarga	Grifería monomando	Dispositivos de ahorro de agua
<b>Espacios</b>	En los cuartos de baño (inodoros)	En cocinas, área de lavado y cuartos de baño	En cocinas, área de lavado y cuartos de baño
<b>Consumo</b>	19% de consumo dentro de la vivienda	8% de consumo dentro de la vivienda	30% de consumo dentro de la vivienda
<b>Sistemas actuales</b>			
<b>Sistemas Nuevos</b>			
<b>Ahorro</b>	50%	40%	25% y 40%
<b>Total consumo</b>	Al aplicar sistemas de doble descarga el porcentaje de consumo de los inodoros dentro de la vivienda pasa a ser de 19% a 10%	Utilizando grifería monomando se ahorra de un 8% de consumo normal a un 4%	Al aplicar dispositivos de ahorro en las duchas el porcentaje de consumo dentro de la vivienda pasa a ser de 30% a 12%

Realizado por: Karla Aguilar

Fuente: tabla 21. Dispositivos de ahorro de agua y tabla 7. Resultados de consumo por hogar

A continuación, se presenta la ubicación de los sistemas de ahorro de agua dentro de la vivienda:

**Plano 12. Planta baja con sistemas de ahorro de agua**



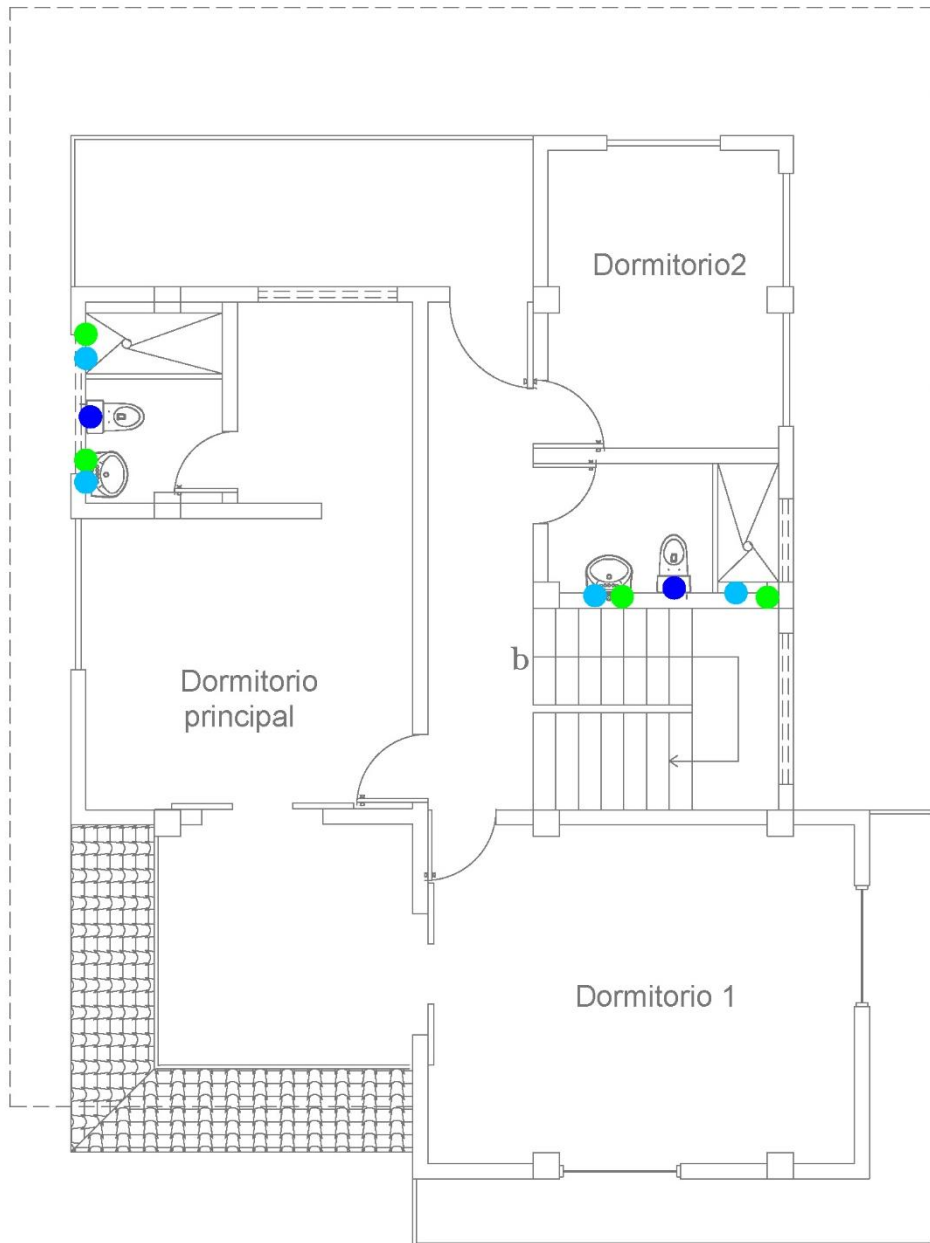
PLANTA BAJA NIVEL + 0.20

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

SIMBOLOGÍA	
●	Cisterna de doble descarga
●	Grifería monomando
●	Dispositivos de ahorro
●	Lector de consumo

Realizado por: Karla Aguilar

**Plano 13. Planta alta con sistemas de ahorro de agua**



PLANTA ALTA NIVEL + 3.40

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:100

SIMBOLOGÍA	
●	Cisterna de doble descarga
●	Grifería monomando
●	Dispositivos de ahorro
●	Lector de consumo

Realizado por: Karla Aguilar



## 6.7 Conclusiones

- El consumo del agua en el Ecuador se realiza de manera descontrolada, por lo que es necesario la aplicación de sistemas que ayuden a consumir menos cantidad de agua y así las personas puedan controlar su uso. Para esto existen muchos sistemas que en el mercado del Ecuador se pueden encontrar fácilmente con costos accesibles, que a largo plazo se presentaran como ahorros. Estos sistemas requieren mantenimiento constante para garantizar su tiempo de funcionalidad.
- Un sistema de captación aplicado a una vivienda de cuatro personas se hace viable en las regiones de la Amazonía y en la Sierra por el motivo que en la primera zona existe un alto nivel pluvia, y en la segunda existe un consumo moderado del recurso por lo que con el nivel pluvial existente es suficiente para abastecer a una vivienda.

En la región Costa al tener un alto nivel de consumo de este recurso, debido a que es una de las regiones más calurosas, y con menos nivel pluvial se hace difícil la aplicación de estos sistemas. Pero al aplicar los sistemas de ahorro de agua ya mencionados, se observa que el consumo de las viviendas puede reducirse en promedio de un 25% a 40 %, por lo que se haría viable este sistema en las tres regiones, y el agua lluvia abastecería completamente al país. También es necesario recalcar el doble abastecimiento (sistema de captación y red pública de agua) en casos de sequías o daños de algún sistema.

- El sistema de reutilización de agua gris, abastecería en las tres regiones a la cisterna del inodoro, pero no para limpieza y riego, ya que estas cantidades son muy grandes por las extensas áreas verdes o exteriores que suelen tener las viviendas. Si se llegan a aplicar los sistemas de ahorro de agua, la cantidad de agua gris se reduciría por lo que la cisterna del inodoro debe contar también con una red de abastecimiento externa o pública que complete su cantidad en caso de no existir el agua regenerada.



---

CAPÍTULO 7. DIRECTRICES PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA

CON CARÁCTER PRE - NORMATIVO

## 7. DIRECTRICES PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA CON CARÁCTER PRE - NORMATIVO

### **DISPOSICIONES GENERALES**

El objeto del presente documento es una introducción a unas especificaciones técnicas sobre sistemas de ahorro y uso eficiente del agua, incluyendo la adopción de medidas de aprovechamiento, captación y reutilización, aplicadas a construcciones de viviendas unifamiliares. Estas pautas y especificaciones pueden ser añadidas al código de construcción o arquitectura del Ecuador o ser un código independiente que puedan utilizarlo las municipalidades para su control y funcionamiento.

El objetivo específico es lograr un uso sostenible del agua en las viviendas, por lo que desarrolla estrategias y directrices reguladoras para su consumo. Es necesario proteger su calidad adecuándola a los usos y así racionalizar su consumo en armonía con el medio ambiente, esto solo se conseguirá con una adecuada planificación del proceso constructivo, aplicando mejores tecnologías que incrementen un ahorro y eficiencia del uso del agua, promover la reducción y el control del consumo de agua por parte de los usuarios, regular y fomentar la utilización de los recursos alternativos para usos que no requieran agua potable.

### **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Estas directrices son aplicables para viviendas unifamiliares, sean independientes o dentro de urbanizaciones, de interés social (conjuntos habitacionales que promueve el estado) o privadas. Pueden ser de nuevas edificaciones o construcciones que estén sometidas a rehabilitación, incluso con un buen desarrollo de los sistemas para viviendas de uso mixto (planta baja comercio y planta alta vivienda) que no requieran de instalaciones especiales y no requieran un alto consumo de agua.

### **REQUISITOS GENERALES**

#### **Profesionales**

Para la aplicación de sistemas alternativos de ahorro y captación de agua, es necesario que el profesional encargado del diseño, cálculo o construcción tenga dentro de su formación educativa o profesional la capacidad y conocimiento de manejo y desarrollo de estos sistemas, que puedan ser comprobados. Ya que muchos profesionales encargados del diseño arquitectónico no se han especializado en la aplicación de sistemas alternos de manejo de agua, y se debe fomentar capacitaciones técnicas tanto para profesionales del diseño como para los que se encuentran en las municipalidades encargados de la aprobación de planos.

## Planificación

Los diseños arquitectónicos deben estar planificados desde un enfoque de sostenibilidad, pensando en una óptima utilización de los recursos naturales, esto para que al momento del desarrollo del proyecto ya se tenga conocimiento del ahorro que se va a producir en la vivienda, y la nueva forma de vida a la que se debe adecuar el habitante. Para esto se realizarán ciertos cálculos según la necesidad y sistema a implementar. Para esto es necesario conocer:

- La zona en la que va a ser ubicada la vivienda y su nivel pluviométrico (para esto el instituto de meteorología debe brindar información constante sobre los niveles pluviales, para que el profesional pueda realizar cálculos reales).
- La demanda de agua que tendrá la vivienda, número de habitantes, hábitos y cantidades por uso. (se puede realizar encuestas a los habitantes para conocer datos de consumo personal)
- Superficie destinada a la captación de agua lluvia
- Espacios dentro de la vivienda que serán destinados a la ubicación de las máquinas o equipos especiales
- Número de espacios de baño, cocina área de lavado, en donde se aplicarán los sistemas de ahorro de agua. Esto para un cálculo real de uso y análisis de sistemas de ahorro que se pueden implementar.

## Aprobación de planos (permisos y licencias)

Si la vivienda se encuentra en suelo urbano, para la concesión de la licencia de construcción se establece la proyección de un sistema alternativo de abastecimiento de agua y sistemas de ahorro para este recurso, dentro del ámbito doméstico.

Se dispondrán los planos no solo arquitectónicos y constructivos de la vivienda, si no se añadirá planos definitivos del montaje de todas las instalaciones, así como de diagramas esquemáticos de los circuitos existentes, con indicación de las zonas a las que prestan servicio, número y características de los mismos. Además, se deben presentar los cálculos con valores reales y con la firma del profesional encargado del diseño y cálculo.

Debe quedar demostrado la aplicabilidad, funcionalidad y ahorro que generara el sistema adoptado.

Para obtener una licencia de actividad o permiso de construcción será necesario presentar un certificado acreditativo emitido por el técnico municipal competente que corrobore que las instalaciones ejecutadas funcionan correctamente y se ajustan al proyecto presentado por el solicitante.

## REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

### Cuartos de máquinas

- Estos espacios se recomiendan colocar en el subsuelo, para evitar el ruido que ocasionan las máquinas, deben tener una altura no mínima a 2.80 m desde el nivel del suelo a la cara inferior de la losa.
- Su dimensión debe ser en base a la dimensión de los equipos a instalarse y la cantidad, debe tener un ducto de ventilación que permita la regeneración del aire para un correcto funcionamiento de las máquinas. Si no se puede obtener un nivel adecuado de ventilación natural se puede aplicar una ventilación mecánica.
- Evitarse humedades o goteras en estos espacios, para no dañar las bombas o equipos eléctricos.

### Baños, cocinas y áreas de lavado

- Las piezas sanitarias deben tener distancias adecuadas para una correcta distribución de las tuberías de abastecimiento de los diferentes sistemas.
- En todos los puntos de consumo, es necesario que llegue la red de agua pública separada totalmente de la red alterna, en caso de que no exista agua en las reservas, el agua de la red pueda completar la cantidad necesaria para consumo.
- De ser necesario se deben ubicar puntos a los que se pueda acceder en caso de falla de algún sistema, y así evitar daños en la mampostería.
- Se recomienda que el diseño de la red de abastecimiento del agua y la red de drenaje, sea lo más sencilla posible.
- Debe existir llaves de paso visibles, que permitan manipular el paso de agua a ciertos puntos de consumo, esto para facilitar la reparación en caso de fallas del sistema.

## DISPOSITIVOS DE AHORRO

Para una aplicación correcta de dispositivos de ahorro es necesario realizar un cálculo de consumo de la vivienda, los ahorros que producirán los dispositivos, valorar su ahorro económico y calcular su amortización.

Se establecen los siguientes dispositivos de ahorro:

- **Contadores individuales.** Todas las construcciones pueden incluir medidores de consumo individuales de agua para cada vivienda. En el caso de instalaciones de agua caliente centralizada, esta instalación dispondrá de un contador individual para cada vivienda o local.
- **Mecanismos reductores de caudal en grifos y duchas.** Deben instalarse mecanismos que permitan regular o reducir el caudal de agua (como aireadores, economizadores de agua o similares), de manera que para una presión de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> tengan un caudal máximo de ocho litros por minuto (8 l/min) para grifos y de diez litros por minuto (10 l/min) para duchas.

- **Temporizadores en grifos.** Todos los grifos deberán disponer de temporizadores, o de cualquier otro mecanismo similar de cierre automático, que limiten el consumo de agua, como la grifería monomando con apertura en frío o con apertura en dos fases.
- **Mecanismos para cisternas de urinarios e inodoros.** Las cisternas de inodoros y urinarios deberán disponer de un mecanismo que dosifique el consumo de agua limitando las descargas. Las cisternas deben tener un volumen de descarga máximo de seis litros (6 l) y permitir detener la descarga o disponer de un doble sistema de descarga (6 litros para descarga completa, y 3 litros para descarga parcial).
- **La red de distribución de ACS** debe ser lo más compacta posible, evitando largas distancias que generen pérdida de temperatura
- **Diseñar la red de saneamiento separativa:** Para aguas pluviales y residuales. Y otra para aguas pluviales, negras y grises, con reutilización de aguas grises.
- **Utilizar jardinería eficiente** en agua con especies de bajo requerimiento hídrico, y sistemas de riego que controlen su distribución
- Sugerir la utilización de electrodomésticos que consuman agua que tengan una clasificación energética A

## INSTALACIONES DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA

Fuente: (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural, 2001)

### Aplicación

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

### Cálculo

Para el cálculo del sistema de captación de agua es importante conocer el área de la cubierta o superficie de captación, el material de la misma y su coeficiente de escurrimiento (ver en la siguiente tabla), la precipitación media de la zona y la demanda.

**Tabla 36. Coeficientes de escurrimiento**

Tipo de captación	Ce
Concreto	0.6 – 0.8
Pavimento	0.5 – 0.6
Geomembrana de PVC	0.85 – 0.90
Azulejos, tejas	0.8 – 0.9
Hojas de metal acanaladas	0.7 – 0.9
Orgánicos (hojas con barro)	< 0.2

Fuente: <https://www.scribd.com/document/250394096/Prediseño-de-un-sistema-de-captación-de-agua>

Debe garantizar que no sea confundida con la del agua potable y la imposibilidad de contaminar su suministro. Por ello, son necesarios sistemas de doble seguridad para no mezclar esta agua con la potable o bien la instalación de un sistema de interrupción del flujo. Todas las bajantes se reunirán en un punto desde donde se conducirán al depósito de almacenamiento. Para garantizar la calidad del agua almacenada se deberá disponer de un sistema de decantación y filtración.

El depósito tendrá una alimentación independiente desde la red municipal sin que en ningún momento puedan juntarse las aguas de ambos orígenes. Tal alimentación no podrá entrar en contacto con el nivel máximo del depósito, deberán cuidarse las condiciones sanitarias del agua almacenada y el rebosadero conducirá al sistema de evacuación de aguas pluviales. Sus componentes son:

**- CAPTACIÓN**

Está conformado por el techo de la vivienda, el mismo que debe tener una pendiente no menor al 5%, en dirección a las canaletas.

**Tabla 37. Pendientes de la superficie de captación**

Materiales para cubrir techos	Pendiente mínima	Requerida Angulo
Techo de paja y hierba	1:1	45°
Bardas de madera		
Madera no tratada	1:1	45°
Madera impregnada a presión	1:15	33°
Tejas de techo de fibra concreto y arcilla cocida		
Tejas planas y tipo españolas	1:15	33°
Tipo romanas (sin membrana impermeable)	1:2	26°
Tipo romanas (con membrana impermeable)	1:3	18°
Láminas corrugadas de hierro galvanizado		
Con extremos salientes (esto es, más de una lámina en dirección de la caída)	1:3	18°
Sin extremos salientes (esto es, una lámina entre el cumbrero y los aleros)	1:5	11°
Canaletas (elementos en forma de artesa, sin extremos salientes)	1:10	5°

Fuente: Mejía, Salamea, año 2011

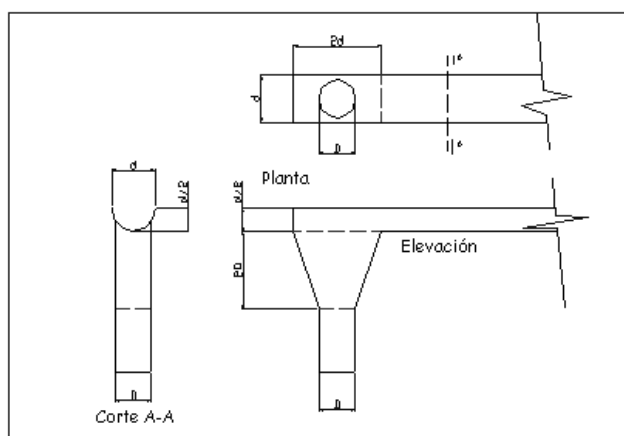
**- RECOLECCIÓN**

- Las canaletas podrán ser de PVC, metálicas, galvanizadas, bambú o cualquier otro material que no altere la calidad físico – química del agua recolectada.
- El ancho mínimo de la canaleta será de 75mm y el máximo de 150 mm y deberán estar fuertemente adosadas a los bordes más bajos del techo.
- El techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta, como mínimo un 20% del ancho de la canaleta.
- La distancia que debe medir entre la parte superior de la canaleta y la parte más baja del techo debe ser la menor posible para evitar la pérdida del agua
- La velocidad del agua en las canaletas no deberá ser mayor a 1 m/s
- Para calcular la capacidad de conducción de la canaleta se podrán emplear formulas racionales que empleen el coeficiente de rugosidad del material.
- Las uniones entre canaletas deben ser herméticas y lo más lisas posibles para evitar el represamiento del agua

## - INTERCEPTOR

- El volumen del interceptor se debe calcular a razón de un litro de agua de lluvia por metro cuadrado del área del techo drenado.
- El techo destinado a la captación del agua de lluvia puede tener más de un interceptor. En el caso que el área de captación tenga dos o más interceptores, ellos deberán atender áreas específicas del techo y por ningún motivo un determinado interceptor deberá captar las primeras aguas de lluvia de un área que haya sido atendida por otro interceptor.
- Al inicio del tubo de bajada al interceptor deberá existir un ensanchamiento que permita encauzar el agua hacia el interceptor sin que se produzcan reboses, y su ancho inicial debe ser igual al doble del diámetro de la canaleta debiendo tener la reducción a una longitud de dos veces el diámetro (ver ilustración).

**Ilustración 58. Detalle de ingreso al interceptor**



Fuente: (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural, 2001)

- El diámetro mínimo del tubo de bajada del interceptor no será menor a 75 mm
- La parte superior del interceptor deberá contar con un dispositivo de cierre automático una vez que el tanque de almacenamiento del interceptor se haya llenado con las primeras aguas de lluvia.
- El fondo del tanque de almacenamiento del interceptor deberá contar con grifo o tapón para el drenaje del agua luego de concluida la lluvia.
- El interceptor contará con un dispositivo que debe cerrarse una vez que se hayan evacuado las primeras aguas de lluvia.

## - FILTRADO

- Debe evitar el ingreso de materia física al almacenamiento. El tamaño de la malla del filtro será como máximo de 150 micras.
- Se puede optar por sistemas de filtrado con limpieza manual, o con auto limpieza, lo necesario es que se mantenga siempre en óptimas condiciones para evitar la generación de hongos o bacterias, que modifiquen la composición de agua de consumo.



## - REBOSADERO

Permite que en días de fuertes lluvias el agua pase a la red general de drenaje evitando inundaciones dentro del almacenaje. Debe estar ubicado a una altura adecuada de la cisterna, (punto alto) que inicie su funcionamiento cuando el agua se encuentre a ese nivel. El rebosadero estará conectado a la red o sistema de evacuación de pluviales y dispondrá de alimentación desde la red municipal de abastecimiento para el caso en que el régimen pluviométrico no garantice el riego durante el año. La conexión desde la red municipal no podrá entrar en ningún caso estar en contacto con el nivel máximo del depósito. Se deberán cuidar las condiciones sanitarias de dicho depósito.

## - ALMACENAMIENTO

- El volumen del tanque de almacenamiento será determinado a partir de la demanda de agua, de la intensidad de las precipitaciones y del área de captación.
- El tanque de almacenamiento podrá ser enterrado, apoyado o elevado y tendrá una altura máxima de 2 m. En este último caso, la parte superior del tanque no deberá estar a menos de 0,30 metros con respecto al punto más bajo del área de captación.
- El tanque de almacenamiento deberá contar con tapa sanitaria de 0,60 x 0,60 m para facilitar la limpieza o el mantenimiento; drenaje de fondo para la eliminación del agua de lavado; grifo situado a 0,10 m por encima del fondo; rebose situado a 0,10m por debajo del techo, e ingreso del agua de lluvia. El ingreso del agua de lluvia podrá realizarse por el techo o por las paredes laterales del tanque de almacenamiento y no deberá ser menor de 75 mm de diámetro.
- El interior del tanque de almacenamiento deberá ser impermeable y por ningún motivo el agua debe entrar en contacto con el medio ambiente a fin de garantizar la calidad del agua.
- Los tanques de almacenamiento apoyados deben tener alrededor de su base una losa de protección contra la infiltración de 0,20 m de ancho. Asimismo, en la zona donde se ubica el grifo para la extracción del agua debe construirse una losa de 0,50 x 0,50 y borde de 0,10 m de alto. Esta losa debe contar con dren para eliminar el agua que pueda almacenarse durante la extracción del agua.
- El extremo de la tubería de drenaje y de rebose deben apartarse de la pared del tanque de almacenamiento no menos de un metro y descargar a una canaleta para su disposición final.
- El volumen del tanque de almacenamiento se determinará por medio del balance de masa a partir del mes de mayor precipitación y por el lapso de un año, entre el acumulado de la oferta de agua (precipitación pluvial promedio mensual de por lo menos 10 años) y el acumulado de la demanda mes por mes del agua destinada al consumo humano. El volumen neto del tanque de almacenamiento es la resultante de la sustracción de los valores máximos y mínimos de la diferencia de los acumulados entre la oferta y la demanda de agua.

- El volumen de diseño del tanque de almacenamiento será igual al 110% del volumen neto.
- Las construcciones que requieran de dos tanques de almacenamiento, uno subterráneo y otro elevado, es necesario que se realice cálculos de la losa que soportará al tanque elevado, ver código de construcción.

Fuente: (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural, 2001)

## INSTALACIONES DE SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

### Aplicación

Estas directrices son aplicadas a viviendas unifamiliares, nuevas a construirse o en rehabilitaciones. Utilizando las aguas que provienen de grifos y áreas de lavado (lavadora y grifo de lavado exterior), destinándolas a uso de cisternas de inodoros y a riego o lavado exterior, restringiendo el uso de consumo.

### Diseño

- **Bajantes de aguas grises**
  - Las bajantes grises que provienen de lavamanos y áreas de lavado circulan por las bajantes y por gravedad se recogen en la parte inferior del edificio.
  - Las tuberías de estas bajantes deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la circulación correcta y directa del agua. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
  - Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
  - Debe contar con sistemas de ventilación adecuados.
  - Estos bajantes no deben ser mezclados con otros bajantes que contengan residuos contaminantes (heces fecales o grasas de cocinas)
- **Sistema de tratamiento**
  - Las aguas grises suelen tener un menor grado de contaminación, pero es necesario un tratamiento de desinfección y purificación para su reutilización. Por lo que el profesional debe asegurar un correcto sistema de tratamiento y demostrar que el agua reutilizada no presenta peligros para los consumos destinados.
  - Este sistema debe garantizar eficacia, higiene y ahorro de costos y consumos.
  - Se debe realizar primero un sistema de depuración y luego un sistema de desinfección, con los elementos más eficaces que se encuentren en el mercado, y que pueda demostrar su funcionalidad.
  - Su dimensión será en función del número de habitantes, cantidad de equipos que generan las aguas y el caudal que se generará.

**- Almacenamiento**

- El depósito donde las aguas grises tratadas permanecerán a la espera de ser enviados a los puntos de consumo, se debe calcular a partir de la producción de aguas grises que se generen al día, y hacer un cálculo de abastecimiento, esto para evitar que permanezcan mucho tiempo almacenadas estas aguas y para que asegure la cantidad necesaria en los puntos de consumo.
- No se debe almacenar por mucho tiempo las aguas grises, por lo que no es necesario un tanque de reserva excesivamente grande.
- Es necesario contar con el acceso de la red pública en los puntos de consumo de las aguas grises, por si falla el sistema o no hay suficiente agua regenerada. La acometida de la red principal no debe mezclarse en ningún caso con el agua gris o regenerada para evitar contaminaciones en el resto de las tuberías y de la vivienda.

**- Gestión de impulsión**

- Equipo que impulsa el agua desde el sistema de almacenaje a los lugares de entrega, a la vez que conmuta adecuadamente con agua de la red en caso de insuficiente agua almacenada.
- Los sistemas de impulsión deben ser calculados por un técnico especializado, que proponga una bomba que garantice la subida de agua a los puntos de consumo.
- Los sistemas de bombeo y elevación se alojarán en pozos de bombeo dispuestos en lugares de fácil acceso para su registro y mantenimiento.

**- Mantenimiento**

- El mantenimiento y reparación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes empleados en las instalaciones, deben ser realizados por empresas o instaladores-mantenedores competentes y autorizados. Se debe disponer de un Contrato de Mantenimiento con las respectivas empresas instaladoras autorizadas antes de habitar la construcción.

Si se desea reutilizar las aguas grises de más puntos (ducha, grifos de cocina) se debe plantear un sistema de filtrado de mayor calidad ya que estas aguas cuentan con más contaminantes y químicos que pueden afectar la salud humana.

## MANTENIMIENTO

### Conservación y mantenimiento

El mantenimiento para la duración del sistema puede estar dado por tres partes: en primera instancia está el usuario, que estará al contacto diario con estos sistemas, luego está el técnico de instalación o de fábrica, que deberá supervisar periódicamente los sistemas, y, por último, están las empresas publicas reguladoras, que deben supervisar a modo general los funcionamientos correspondientes hasta el punto de inicio de distribución a cada vivienda.

Los propietarios o arrendatarios, cuya edificación, construcción o instalación estén dotados de alguno de estos sistemas de ahorro de agua, deben realizar las operaciones de mantenimiento y las reparaciones necesarias, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, para mantener las instalaciones en perfecto estado de funcionamiento, eficacia y eficiencia. Y evitar no solo daños a los sistemas sino también a la construcción y mobiliario.

Los instaladores autorizados de sistemas de ahorro de agua también deberán informar, mediante instrucciones protocolizadas, sobre la utilidad, el funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones con una periodicidad de 5 años. Las empresas proveedoras de los contadores de agua estarán obligadas a realizar su revisión y comprobación, bajo su responsabilidad, con una periodicidad de 5 años. Mantener el contacto con el técnico será de vital importancia, para que, en el momento que se presenten fallas acuda de manera inmediata para evitar daños mayores.

### Inspección

En el ejercicio de esta actividad, el órgano municipal competente podrá realizar todas las inspecciones que considere necesarias en las construcciones, edificaciones y demás instalaciones a las que se refiere la presente Normativa, para comprobar el cumplimiento de las previsiones de la misma.

Los titulares de las construcciones estarán obligados a facilitar la labor inspectora de los agentes y servicios técnicos municipales, permitiendo el acceso a las instalaciones. No se precisará notificación previa y la empresa designará una persona responsable para atender a los inspectores. Una vez comprobada la existencia de anomalías en las instalaciones o en su mantenimiento, el órgano municipal competente dictará las órdenes de ejecución que correspondan

### Control

Los servicios técnicos municipales podrán controlar la correcta instalación y el buen funcionamiento de todos los sistemas de ahorro de agua, utilizando los métodos de medida y control que estimen convenientes. A tales efectos, en las inspecciones que realicen podrán solicitar todos los documentos sobre las instalaciones que se consideren necesarios para garantizar el ahorro eficiente de agua.

## RECOMENDACIONES

### - Sanciones

Se puede considerar la aplicación de sanciones para aquellos que no cumpla con la presente normativa. Será deber de la municipalidad o encargados que se rigen a este documento el hacer cumplir las sanciones respectivas según las infracciones cometidas.

### - Señalización

Señalización adecuada dentro de la vivienda de los sistemas aplicados, para evitar confusiones de la calidad del agua de cada punto de consumo a personas ajenas a la vivienda.

Señalización instalada por parte de los profesionales, técnicos e instaladores de empresas sobre el uso o funcionamiento de ciertos equipos, que requieran información adicional.

### - Manual del usuario

Para un uso y mantenimiento correcto de la vivienda, es necesario que se realice un manual dirigido al usuario, en el que tenga información de los sistemas aplicados, contactos de profesionales, uso y manejo de los elementos instalados, que hacer en caso de que un equipo no responda adecuadamente. Es importante que el usuario este siempre informado sobre las tecnologías instaladas en su vivienda.

Estas pautas normativas son recomendaciones que pueden ser complementarias al código de arquitectura, con los apartados de abastecimiento de agua potable y el sistema de alcantarillado

### - Garantizar el agua

Es de vital importancia que ante todo se garantice la calidad de agua dentro de las viviendas, el reciclaje del agua no debe implicar, malos olores, mala calidad, o coloraciones oscuras, o cualidades que provoquen efectos adversos a la salud de los habitantes.



## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Las empresas encargadas directamente del suministro de agua son las municipalidades, y no proporcionan correctamente el recurso a toda la ciudadanía por lo que es necesario que cada familia cuente con una red alternativa de abastecimiento, por ejemplo, del agua lluvia. Este sistema se hace más viable en la región Amazónica por tener constantes lluvias durante todo el año, en la región Sierra y Costa se podría realizar solo en los cinco o seis meses de invierno que se presenten.
- El consumo de agua en las viviendas del Ecuador es exagerado y sin control, llegando a ser 262 L/habitante-día, cuando la ley de recursos hídricos del Ecuador determina que máximo debe ser de 200 L/habitante-día, y aun así es el valor más alto que se presenta en América Latina. Pocas son las ciudades que cuentan con agua potable, pero aun así se utiliza esta agua para usos que no requieren su potabilización, generando desperdicios no solo en el recurso sino también para el estado, al invertir tanta plata en plantas purificadoras.
- En el Ecuador las prácticas de ahorro son muy poco mencionadas, por la falta de cultura, información y tecnología en las casas comerciales. Por ejemplo, los sistemas de captación de agua o de reutilización de aguas grises deben ser diseñados por cada habitante, ya que en el mercado solo se encuentran los componentes por separado, provocando desánimo al momento de la planificación. Todo lo contrario, sucede con los dispositivos de ahorro de agua, estos suelen ser más comerciales, pero tienen valores más altos, generando un aumento en el presupuesto final de la construcción.
- Dentro del código de arquitectura y de construcción se hace una aproximación al uso de fuentes alternativas de agua, pero no presenta detalles y especificaciones técnicas sobre su manejo y aplicación. Por lo que los profesionales no tienen bases claras para el diseño de estos sistemas, y las viviendas solo cuentan con el abastecimiento de la red principal. Al mencionar fuentes alternativas, el código de construcción enfatiza en la realización de cálculos de los tanques de reserva sean elevados o subterráneos, para verificar las cargas que se generan dentro de las estructuras. Para el alcantarillado se solicita la canalización de aguas lluvias y sanitarias por separado, pero esto solo para reducir el caudal de las tuberías generales, ya que llegan a un punto en el que se mezclan y de todos modos se desperdician las aguas limpias.
- Los códigos de arquitectura y construcción han dejado de lado la búsqueda de métodos para facilitar el desarrollo eficiente de los sistemas hidro sanitarios, provocando que la población solo quiera depender de las redes principales, por lo que las normativas solo destacan los procedimientos y detalles de diseño y construcción de las redes principales.

- Las características constructivas y arquitectónicas de las viviendas y los sistemas de instalaciones hidro sanitarias dentro del Ecuador se diferencian por zonas: urbana y rural. En las zonas urbanas se observa que el sistema constructivo es de hormigón por lo que sus fachadas presentan similitud, el abastecimiento de agua proviene de la red principal y los desechos son evacuados a la red de saneamiento general. En la zona rural, en cambio, las construcciones se realizan con materiales propios de la zona, manteniendo una relación con su entorno, viviendo de una manera sostenible al utilizar los recursos naturales como el agua de lluvia para ser captada y utilizada como única red de abastecimiento, y los desechos residuales son tratados en pozos sépticos ubicados cerca de las viviendas, para evitar la contaminación en su entorno.
- La innovación de ciertos productos permite que los sistemas constructivos sean más eficientes dentro de las edificaciones. Debido a la mayor conciencia que se está tomando a nivel mundial sobre el uso del agua, se han desarrollado tecnologías de ahorro, control del agua, y redes alternativas, como son los sistemas de captación de agua lluvia, reutilización de aguas grises y dispositivos de ahorro que cada vez se presentan con más variedad en el mercado, lo que lleva a que con el tiempo los precios resulten ser más accesibles. Gracias a los productos de ahorro y control de agua, los sistemas como el de captación y reutilización tienen mejores posibilidades.
- Los sistemas de captación aplicados a viviendas de cuatro personas se hacen viables en las regiones de la Amazonía y en la Sierra por el motivo que en la primera zona existe un alto nivel pluvia, y en la segunda existe un consumo moderado del recurso por lo que con el nivel pluvial existente es suficiente para abastecer a una vivienda. Para la región Costa al tener un alto nivel de consumo de este recurso, debido a que es una de las regiones más calurosas, y con menos nivel pluvial se hace difícil la aplicación de estos sistemas. Pero al aplicar los sistemas de ahorro de agua se puede reducir su consumo por lo que se haría viable este sistema en las tres regiones, y el agua lluvia abastecería completamente al país. También es necesario recalcar el doble abastecimiento (sistema de captación y red pública de agua) en casos de sequías o daños de algún sistema.
- La investigación realizada permite observar la falta de interés por parte de las autoridades en el control del consumo del agua en las viviendas dentro de una legislación. Por lo que se hace necesario la realización de un documento técnico que analice y brinde soluciones tecnológicas aplicables a las necesidades ecuatorianas en materia de ahorro y aprovechamiento de las aguas pluviales y reutilización en la edificación. Este resultado, de las tecnologías del agua se debe poner a disposición de la sociedad y de los organismos públicos para contribuir desde una vertiente tecnológica al desarrollo de soluciones para la gestión sostenible de los recursos hídricos alternativos.



## Recomendaciones

- La creciente urbanización es un proceso normal de desarrollo, pero el reto es que este crecimiento sea sustentable, eficiente y equitativo. Por lo que las autoridades deben promover en el comercio, productos innovadores que puedan aplicarse dentro del proceso constructivo para un uso controlado del agua. Las prácticas de ahorro y los sistemas de captación y reutilización permiten que se disminuya el uso de agua, pero es necesario que en el mercado se oferten productos y sistemas ya desarrollados que solo requieran su implementación en la edificación.
- Las normativas existentes en el Ecuador, podrían ser modificadas y adaptarse para presentar puntos concretos sobre el manejo e implementación de sistemas de captación de agua lluvia, reutilización de aguas grises o tecnologías que permitan un control y ahorro del agua. Para esto es necesario que solicite la realización de cálculos y estudios que aseguren el funcionamiento, durabilidad y mantenimiento tanto para los sistemas de captación, reutilización o saneamiento.
- Una construcción sostenible es un proceso en el que los implicados tanto propietarios, constructores y administración reguladora deben considerar una adecuada gestión de la construcción, en la que se considere parámetros eficientes en relación al uso de recursos naturales dentro de la vivienda, por lo que el estado debe fomentar y regular el proceso edificatorio. En la zona rural se ha preocupado por desarrollar prototipos de viviendas sostenibles, pero se ha dejado de lado al sector urbano, que suele generar problemas por su excesivo consumo. El estado no solo debe encargarse por la dotación de todos los servicios básicos, sino también por el control y manejo que se los da.
- Lastimosamente las tecnologías y nuevos sistemas que existen actualmente no se han generalizado ya que requieren un mayor mantenimiento, dependen del clima, y suele requerir una mayor inversión que un sistema común. Para esto es importante los incentivos por parte de las municipalidades para que se concedan descuentos a los ciudadanos que proyecten sus viviendas con estos sistemas.
- Es necesario urgente la aplicación de sistemas que ayuden a controlar el consumo de agua en las viviendas del Ecuador, ya que se realiza de manera descontrolada. Para esto es preciso una mayor comercialización y descuentos en las casas comerciales, para que sea más accesible la obtención y la instalación dentro de la construcción.
- La expectativa de este proyecto de investigación es la búsqueda de una aplicación real dentro de las construcciones, probando su viabilidad y ahorros que generan. Pero solo se conseguirá con la ayuda de las administraciones y de la sociedad civil, apostando a una clara modernización y gestión del agua con criterios de sostenibilidad.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 9. Bibliografía

- Anaya Garduño, M. (10 de 2004). *Captación del agua lluvia*. (C. d. Postgraduados, Ed.) Recuperado el 20 de 09 de 2016, de Centro internacional de Demostración y Captación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia:  
<http://www.colpos.mx/ircsa/cidecall/odcs/carpeta.pdf>
- Anaya Garduño, M. (2011). *Captación del agua de lluvia: Solución caída del cielo* (Vol. 1). México: Colegio de Postgraduados. Recuperado el 10 de 08 de 2016
- Aqua España. (2011). *Gía técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios*. Recuperado el 20 de 09 de 2016, de  
<http://www.aquaespana.org/repositori/documents/actualitat/es/Guia%20Tecnica%20Aguas%20Lluvia%20AqEsp-2011.pdf>
- Aqua España. (2011). *Guía técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios*. Recuperado el 20 de 09 de 2016, de  
<http://www.aquaespana.org/repositori/documents/actualitat/es/Guia%20Tecnica%20Aguas%20Lluvia%20AqEsp-2011.pdf>
- Asensio, O. (2014). *Casas sustentables* (Primera ed.). Lexus. Recuperado el 11 de 8 de 2016
- Baño, A., & Escalera, A. (11 de 2005). *Guía de construcción sostenible*. España: Instituto Sindical de trabajo, ambiente y salud.
- Caduceus Ecuador. (2000). *Tratamientos de agua*. Recuperado el 12 de 10 de 2016, de  
<http://www.caduceus-ecuador.com>
- Cedeño, J., & Donoso, M. (2010). *Atlas Pluviométrico del Ecuador* (Vol. N°1). (P. internacional, Ed.) Quito, Pichincha. Recuperado el 10 de 2016
- Código técnico de Edificación. (2009). *Documento básico HS*. Recuperado el 20 de 09 de 2016, de salubridad.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2012). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en el Ecuador*. Naciones Unidas, Quito.
- Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América. (09 de 2000). *Evaluación de los recursos de agua del Ecuador*. USACE, Quito .
- Edwards, B. (2009). *Guía básica de la sostenibilidad* (segunda edición ed.). Barcelona: Gustavo Gili, SL. Recuperado el 11 de 8 de 2016
- GAD Provincia chimborazo. (2015). *Gía técnica para cosechar el agua lluvia*. Riobamba: Minka Sumak Kawsay.
- Garrido, L. (2009). *Análisis de proyectos de arquitectura sostenible*. España: Mc Graw - Hill / Interamericana de España. Recuperado el 10 de 10 de 2016
- Garzón, B. (2011). *Arquitectura sostenible Bases, soportes y casos demostrativos*. Bogotá: Ediciones de la U.

- Gobierno Vasco. (2011). Guía de edificación y rehabilitación sostenible para la vivienda en la comunidad autónoma del país Vasco. 3ra . (S. C. Vasco, Ed.) Vasco.
- Gonzaga, F. (11 de 11 de 2015). Universidad Técnica de Machala. *Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia para uso domestico en la isla de Jambelí, cantón Santa rosa, provincia de el Oro*. Machala.
- Gray, N. F. (1994). Calidad del agua potable. *Problemas y soluciones*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Instituto Ecuatoriano De Normalización. (1992). Código Ecuatoriano de la Construcción. *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Ecuador: INEN. Recuperado el 2016
- Instituto Ecuatoriano De Normalización. (2001). Código Ecuatoriano de la construcción. *Requisitos generales de diseño*. Ecuador. Recuperado el 2016
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (03 de 2013). Accesibilidad y uso del agua en los hogares. *e- Análisis revista coyuntural, Séptima edición , 7-10*. Recuperado el 6 de 10 de 2016
- Instituto Nacional de estadísticas y censos. (2000). Las condiciones de vida de los ecuatorianos. *vivienda*. Ecuador. Recuperado el 15 de 10 de 2016
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (12 de 2012). *Información Ambiental en Hogares*. Recuperado el 06 de 10 de 2016, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/AmbienteHogares.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). *Información Ambiental en hogares*. INEC, Dirección De Estadísticas Agropecuarias Y Ambientales, Quito.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Anuario Meteorológico*. Dirección de gestión meteorológica, Quito.
- Instituto Valenciano De La Edificación. (Marzo de 2009). Guía de proyecto de perfil de calidad específico de ahorro de energía y sostenibilidad . Valencia: Instituto Valenciano De La Edificación.
- Instituto Valenciano de la edificación. (2009). Guías de sostenibilidad en la edificación residencial. En G. Valenciana (Ed.), *Foro para la edificación sostenible e comunitat Valenciana. primera edición* . Valencia: Generalitat Valenciana.
- Instituto Valenciano de la edificación IVE. (25 de 06 de 2009). *Reutilización de las aguas grises en la edificación*. Recuperado el 28 de 09 de 2016, de [http://www.five.es/cursos-jornadas/Agua250609/C\\_Ignacio\\_Palma\\_Carazo/4.pdf](http://www.five.es/cursos-jornadas/Agua250609/C_Ignacio_Palma_Carazo/4.pdf)
- International Renewable Resources Institute. (2008). Manual de captacion de aguas de lluvia para centros urbanos. Mexico: PNUMA.
- Krauel, J. (2013). *Arquitectura para un futuro sostenible*. Barcelona: Links Books. Recuperado el 11 de 8 de 2016

- León, M. a. (2004). *Reutilización de Aguas grises*. Recuperado el 28 de 09 de 2016, de [http://www.medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1236755641704/\\_/\\_/](http://www.medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1236755641704/_/_/)
- Martinez Moscoso, A. (10 de 03 de 2015). El consumo de agua en el Ecuador. *El Mercurio*, pág. 1. Recuperado el 03 de 10 de 2016, de [http://www.elmercurio.com.ec/470834-el-consumo-de-agua-en-el-ecuador/#.V\\_KRYPArKhD](http://www.elmercurio.com.ec/470834-el-consumo-de-agua-en-el-ecuador/#.V_KRYPArKhD)
- Metcalf, E. (1995). *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización*. Madrid: McGraw – Hill, Inc. Interamericana de España S.A.
- Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. (05 de 2013). *Prototipos de vivienda para las cuatro regiones del país*. Recuperado el 10 de 10 de 2016, de <http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/ponencias2.pdf>
- Municipalidades ecuatorianas. (2000). *Código de Arquitectura y Urbanismo del Ecuador*. Ecuador.
- Pourrut , P. (1995). *El agua en el Ecuador, Clima, precipitaciones, escorrentía* (Vol. 7). Quito, Pichincha: Corporación Editorial Nacional. Recuperado el 10 de 2016
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (08 de 2012). Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. *ONU-Hábitat*. Recuperado el 03 de 10 de 2016
- Robles Cuevas, J. E. (2013). *Desarrollo De Nuevos Modelos De Gestión En Empresas De Agua Potable Y Alcantarillado. Trabajo de Graduación*. Quito. Recuperado el 14 de 10 de 2016
- Rodriguez Vivanco, J. (2012). *Ecología de la vida cotidiana*. (C. N. Ambiental, Ed.) Recuperado el 20 de 09 de 2016, de Reutilizar el Agua: [http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/agua02reutilizar\\_tcm7-13506.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/agua02reutilizar_tcm7-13506.pdf)
- SENPLADES, UN-HABITAT, OACNUDH, UNIFEM. (2008). *El derecho a vivienda, a la ciudad, y al hábitat sostenible*. Quito, Ecuador: UN-Habitat. Recuperado el 11 de 8 de 2016
- Solanas, T. (2007). *Vivienda sostenible en España* (Vol. uno). Barcelona: Gustavo Gili SL. Recuperado el 11 de 8 de 2016
- Sorgato, V. (14 de 11 de 2015). Ecuador consume más agua en la región. *El comercio*.
- Texas Water Development Board. (2005). *The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third edition* , 5-7. (C. M. P.E, Ed.) Austin, Texas. Recuperado el 20 de 09 de 2016
- Unicef Ecuador. (2010). *Mejorando la calidad de vida: Proyecto de Agua en la Amazonía de Ecuador*. Unicef, Programas . Recuperado el 10 de 2016, de [http://www.unicef.org/ecuador/activities\\_29030.htm](http://www.unicef.org/ecuador/activities_29030.htm)
- Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural. (01 de 2001). *Guía De Diseño Para Captacion Del Agua de Lluvia*. Guía de diseño, Lima. Recuperado el 25 de 09 de 2016
- Vasquez, L., & Saltos, N. (2008). *Ecuador: su realidad*. Quito: Fundación José Peralta. Recuperado el 10 de 2016