

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

"Implementación de un sistema de recolección y utilización de agua lluvia en Ramblas de Cayalá , Fase 3, ciudad de Guatemala"

PROYECTO DE GRADO

DALIA MARGARITA AGUILAR FLORES DE RIVERA
CARNET 20318-16

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

"Implementación de un sistema de recolección y utilización de agua lluvia en Ramblas de Cayalá , Fase 3, ciudad de Guatemala"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
DALIA MARGARITA AGUILAR FLORES DE RIVERA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. JOSÉ DAVID HERNÁNDEZ PRERA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

DR. JUAN CARLOS MEJIA MEDINA
MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
MGTR. JULIO ALBERTO RAMÍREZ PAZOS

Guatemala, 26 de junio de 2017

Señores
Miembros del Consejo Académico
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Por este medio informo que he asesorado el Proyecto de Maestría de DALIA MARGARITA AGUILAR FLORES, carnet 2031816, titulado:
"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE AGUA LLUVIA EN RAMBLAS DE CAYALÁ, FASE 3".

A mi criterio el trabajo cumple con todos los requisitos para su presentación a la terna evaluadora. Por lo que lo someto a su consideración para que se realicen los procedimientos administrativos y académicos correspondientes.

Sin otro particular.

Atentamente,



David Hernández Prera
M.A. Arquitecto
Docente Asesor



Universidad
Rafael Landívar
Tradicción Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
No. 031004-2017

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante DALIA MARGARITA AGUILAR FLORES DE RIVERA, Carnet 20318-16 en la carrera MAESTRIA EN DISEÑO Y CONSTRUCCION ECOLOGICOS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03110-2017 de fecha 10 de agosto de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Implementación de un sistema de recolección y utilización de agua lluvia en Ramblas de Cayalá , Fase 3, ciudad de Guatemala"

Previo a conferirsele el grado académico de MAGISTER EN DISEÑO Y CONSTRUCCION ECOLOGICOS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 dias del mes de agosto del año 2017.



MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

ÍNDICE

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN.....	1-3
CAPÍTULO 2	
METODOLOGÍA.....	4
2.1 Planteamiento del Problema.....	5-7
2.2 Objetivo General.....	8
2.3 Objetivos Específicos.....	8
2.4 Usuarios.....	8
2.5 Alcances y Límites.....	8
2.6 Antecedentes.....	9-13
CAPÍTULO 3	
TEORÍAY CONCEPTOS.....	14
3.1 Necesidades de agua potable en una vivienda.....	15-17
3.2 Fuentes de abastecimiento de agua potable.....	18-20
3.3 Uso doméstico del agua.....	20-21
3.4 Agua potable.....	22
3.5 Aguas negras.....	22
3.6 Aguas grises.....	22
3.7 Agua lluvia.....	23
3.7.1 Sistemas de recolección de agua lluvia.....	23
3.7.2 Captación de agua lluvia.....	24
3.7.3 Que se necesita para la captación de agua lluvia.....	24-25
3.7.4 Utilización de agua lluvia.....	26
3.8 Reducción del consumo de agua en viviendas.....	27-28
3.9 Xeriscape.....	28-29
3.10 Net Zero Water.....	29

CAPÍTULO 4	
ENTORNO Y CONTEXTO	30
4.1 Delimitación del área de estudio.....	31
4.1.1 Ubicación.....	32
4.1.2 Descripción del condominio Ramblas y sus viviendas.....	33
4.2 Análisis climático de la zona.....	34
4.3 Tipos de viviendas mas usuarios.....	35
4.3.1 Descripción de tipos de viviendas.....	35-42
4.3.2 Artefactos sanitarios y domésticos que consumen agua.....	43
4.3.3 Diseño de jardines.....	44
4.3.4 Descripción de fuentes hídricas.....	45
4.3.5 Manejo de aguas negras y aguas grises.....	45

CAPÍTULO 5	
DIAGNÓSTICO	46
5.1 Caso Base.....	47-48
5.1.1 Cálculo de consumo de agua potable casa tipo J.....	49-51
5.1.2 Cálculo de consumo de agua potable casa tipo H.....	52-54
5.1.3 Cálculo de consumo de agua potable casa tipo G.....	55-57
5.1.4 Cálculo de consumo de agua potable casa tipo C2.....	58-60
CAPÍTULO 6	
PROPUESTA	61
6.1 Propuesta de diseño de jardinerización para reducción de consumo de agua potable.....	62-67
6.2 Propuesta de artefactos de artefactos interiores para reducción de consumo de agua potable.....	68-72

6.3 Propuesta de un sistema de utilización de agua lluvia para riego de jardines y descargas de inodoros.....	73
6.3.1 Sistema de utilización de agua lluvia Casa J.....	74
6.3.2 Sistema de utilización de agua lluvia Casa H.....	75
6.3.3 Sistema de utilización de agua lluvia Casa G.....	76
6.3.4 Sistema de utilización de agua lluvia Casa C2.....	77
CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES.....	78-80
CAPÍTULO 8 RECOMENDACIONES.....	81- 82
CAPÍTULO 9 FUENTES DE CONSULTA.....	83-84

RESUMEN EJECUTIVO

Existen estudios internacionales de organizaciones, como la Organización Mundial de la Salud, que demuestran la importancia y el efecto del acceso al agua potable en la salud de las personas.

La obtención y el acceso al agua es un derecho del que todos los ciudadanos deben gozar.

Afortunadamente son cada vez mas los proyectos locales que consideran en sus procesos constructivos estrategias amigables y consientes con los recursos de los que dependen para su funcionamiento.

Este documento se basa en la aplicación de diferentes estrategias que reducen la dependencia del consumo de agua potable exclusivamente.

La principal estrategia que se propone es la utilización de agua lluvia en los inodoros y en el riego de los jardines de las residencias.

Los cálculos de consumo de agua potable en el interior y exterior de las viviendas se realizarán utilizando como

base la tablas de consumo de agua potable proporcionadas por el GGBC (Guatemala Green Building Council).

Al aplicar estrategias sostenibles para el consumo de agua potable que consisten en el uso de artefactos interiores de bajo consumo de agua potable, y un diseño de jardines con estrategia Xeriscape el consumo de agua potable se reduce considerablemente.

Por lo que los proyectos deberían tomar en cuenta desde la planificación estrategias sostenibles y la implementación de estrategias alternativas que garantizan el uso racional del agua.

Y se deberían crear alianzas entre las autoridades municipales que rigen los lineamientos de la construcción local y los desarrolladores de proyectos para incentivar el uso de estrategias sostenibles.

I

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1.INTRODUCCIÓN

Los sistemas convencionales de consumo de agua potable dependen 100% del abastecimiento de agua potable de conexiones municipales o de las conexiones a pozos propios que abastecen de agua potable a los proyectos.

Estos sistemas convencionales de agua potable comprometen su eficiencia debido a la problemática actual del acceso al agua potable en todas las zonas del país.

Donde no todos los ciudadanos tienen igualdad de acceso a los recursos, motivo por el que se condiciona la salud de los menos favorecidos.

Existen estudios internacionales de organizaciones expertas en el tema, como la Organización Mundial de la Salud, que demuestran la importancia y el efecto del acceso al agua potable en la salud de las personas,

Sumado al desequilibrado acceso al agua potable, están las sequías y el cambio climático, que vuelven día a día mas complicado el manejo de los recursos naturales,

La obtención y el acceso al agua es un derecho del que todos los ciudadanos deben gozar.

Por lo que es necesario el uso racional del mismo y concientizar a los usuarios, constructores y población en general sobre el uso medido y racional del agua potable.

Actualmente existen estrategias sostenibles que reducen el consumo inconsciente del vital recurso.

Afortunadamente son cada vez mas los proyectos locales que consideran en sus procesos constructivos estrategias amigables y consientes con los recursos de los que dependen para su funcionamiento.

Este documento se basa en la aplicación de diferentes estrategias que reducen la dependencia del consumo de agua potable exclusivamente.

Las estrategias se aplican en un proyecto residencial construido en Ciudad Guatemala, en el condominio Ramblas de Cayalá.

La principal estrategia que se propone es la utilización de agua lluvia en los inodoros y en el riego de los jardines de las residencias.

Para hacer una propuesta que responda a las necesidades reales de agua potable, se analizará el consumo interior y exterior de agua potable en las residencias de Ramblas.

Los cálculos de consumo de agua potable en el interior y exterior de las viviendas se realizarán utilizando como base la tablas de consumo de agua potable proporcionadas por el GGBC (Guatemala Green Building Council).

La propuesta de utilizar agua lluvia en las viviendas de Ramblas se basa en un sistema eficiente de consumo de agua potable.

Para obtener un sistema eficiente de consumo de agua potable se proponen artefactos de bajo consumo de agua potable en el interior de las residencias.

Y para el exterior se propone un diseño de jardines adaptado al clima local que reduzca de manera significativa el consumo de agua potable para su mantenimiento.

Demostrando así, que es totalmente posible que el medio constructor local adopte estrategias sostenibles y consiente con los recursos naturales.

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en Ciudad Guatemala se encuentra en desarrollo la construcción del proyecto Ciudad Cayalá.

Se conforma por una burbuja urbana con Centro Comercial, Iglesia, edificios de apartamentos y oficinas, áreas residenciales y restaurantes. El proyecto consta en su totalidad con 335 hectáreas de construcción de los cuales un alto porcentaje está designado a desarrollarse como una zona residencial exclusiva.

La muestra de estudio para fines de la investigación será la Fase 3 de Ciudad Cayalá llamada "Ramblas". Es una zona residencial que consta de 57 viviendas entre 300m² y 400m² cada una aproximadamente. Todo el proyecto cuenta con sistemas de agua lluvia que recolecta y dirige todas las aguas pluviales al sistema de alcantarillado de Ciudad Guatemala.

Considerando que cada vivienda de Ramblas cuenta con su propio jardín interior, 4 o 5 dormitorios y cada uno con su propio baño, y que en diferentes partes del condominio existen amplias áreas verdes y áreas comunes que dependen del agua para su mantenimiento, es ideal que la recolección y reutilización de agua lluvia se dirija a las descargas de los sanitarios dentro de las residencias y al riego y mantenimiento de la fase, reemplazando en un alto porcentaje el agua potable por agua lluvia.

"En los meses de Junio a Septiembre el clima en Ciudad Guatemala se caracteriza por mañanas soleadas y tardes de lluvia, la temperatura puede ser mas elevada en el período de recesión de lluvias que generalmente es en Julio y Agosto. En el período de Septiembre a finales de Diciembre se da un incremento de lluvias, disminución de temperaturas e incremento en la velocidad del viento. El clima también se ve afectado por ciclones tropicales en la región entre los meses de Mayo a Noviembre que se caracterizan por días con lluvia intermitente" (Instituto

Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Guatemala, 2015, Isotermas de temperatura mínima absoluta anual, Atlas Climatológico)

“En países como Inglaterra, Alemania, Japón o Singapur, el agua lluvia se aprovecha en edificios que cuentan con sistema de recolección, para después utilizarla en los baños o en el combate de incendios, lo cual representa un ahorro del 15% del recurso. En la India se utiliza principalmente para regadío, pero cada vez se desarrollan mas políticas encaminadas en ciudades como Bangalore o Delhi. En la República Popular de China se resolvió el problema de abastecimiento de agua a cinco millones de personas con la aplicación de tecnologías de agua lluvia en 15 provincias después del proyecto piloto 121 aplicado en la región de Gainsu” (CIDECALLI, Problemática del agua en el Mundo, 2011).

Implementar el sistema de recolección y reutilización de agua lluvia en Ramblas implicaría el aprovechamiento de un recurso gratuito lo que repercute en el ahorro y conservación del agua potable, disminuyendo así el volumen de agua lluvia que entra al sistema de drenaje, evitando saturaciones e inundaciones por colapsos del sistema de alcantarillados en las temporadas críticas de lluvias.

Los sistemas de reutilización de agua lluvia proporcionan una gran ventaja en la reducción del consumo y gasto de agua potable, es una técnica accesible a través de la cual podemos ser respetuosos con el medio ambiente y los recursos naturales que muchas veces son desperdiciados. Con sistemas alternativos para el uso del agua lluvia se crea una conciencia y hábito de no desperdiciar el agua, un bien que en muchas zonas y regiones del país es lo maspreciado.



IMAGEN 1. Vista aérea de Ramblas 2015, Cayalá

Fuente: <https://www.google.com.gt/search?q=ramblas+de+cayala&source>



IMAGEN 2. Plan maestro de Ramblas, Cayalá.

Fuente: Cayalá, Departamento de Diseño

2.2 OBJETIVO GENERAL:

Implementar un sistema alternativo para la recolección y reutilización de agua lluvia, en el condominio de Ramblas Ciudad Cayalá.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Optimizar el uso de agua lluvia a través de la reutilización en sanitarios y riego de áreas verdes.
- Reducir la saturación de los drenajes pluviales en temporada de lluvias.
- Concientizar al medio desarrollador y constructor con la implementación de sistemas ecológicamente responsables.

2.4 USUARIOS:

Residentes dentro del condominio, 285 personas.

2.5 ALCANCES Y LÍMITES

Alcances:

Las 57 viviendas que conforman el condominio de Ramblas en sus diferentes modelos. Específicamente el consumo interior de agua potable en baños y cocinas, y el consumo exterior de agua potable en el mantenimiento de jardines.

La Casa Club que es el área social del condominio donde se celebran eventos y el Edificio Ramblas se excluyen de la investigación.

Límites:

Utilizar un factor estándar del uso de artefactos de consumo de agua potable para el cálculo del consumo del recurso en las viviendas.

Acoplar la construcción ya existente a un nuevo sistema de drenajes y reutilización de agua lluvia.

2.6 ANTECEDENTES

- **CASA ECCO**

La construcción en Guatemala se adapta cada vez más a la corriente de construcción responsable, un ejemplo de esto es el proyecto Casa Ecco dirigido por la arquitecta Patricia Arenas.

Este proyecto está ubicado en la periferia de Antigua Guatemala, cuenta con un diseño que ha sido pensado y desarrollado para acoplarse amigablemente al ambiente, con un significativo aporte ecológico y sostenible.

Entre las diferentes técnicas auto sostenibles que utilizan se pueden mencionar los paneles solares, techos verdes, luces LED, captación de agua pluvial, etc...

Casa Ecco utiliza la belleza de su entorno y lo integra a su infraestructura, dando relevancia a sus jardines y al huerto ecológico que se mantienen con el riego de un

sistema que funciona a través de la captación de agua lluvia.

Almacenan el agua lluvia en 3 tanques de donde disponen del recurso para el mantenimiento de los jardines y al no utilizar agua potable en los riegos han reducido en un significativo porcentaje el agua potable que se consume dentro de sus instalaciones. Con la estrategia de mantener el huerto con agua lluvia aprovechan una de las grandes ventajas que ofrece este sistema, y es la de aportar nutrientes biológicos que actúan como abono líquido. Este proyecto se convierte en un ejemplo para toda la arquitectura de vanguardia que se desarrolla en Guatemala, demuestra que los proyectos pueden ser exitosos y ecológicamente responsables al mismo tiempo. La manera en la que aprovechan los recursos, especialmente la valorización que le dan al agua debe ser una guía o una mediada a aplicar que todo el medio constructor debería de considerar.

“CASA ECCO ES UN ESPACIO QUE DEMUESTRA QUE ARQUITECTURA Y LA ECOLOGÍA PUEDEN INTEGRARSE”. (Look Magazine, Julio 2016, Online Edition, Guatemala’s Sustainable Ecological Design)

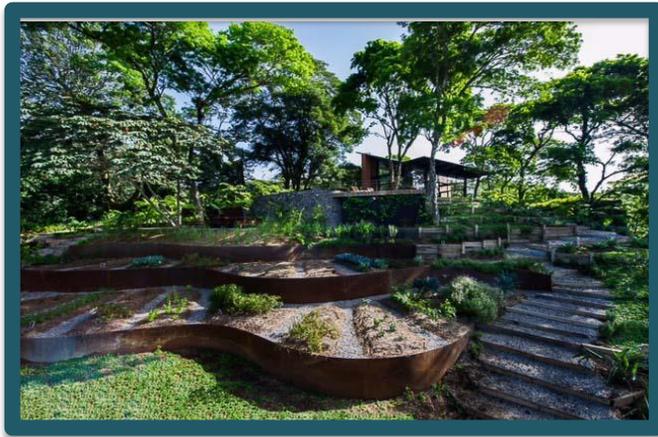


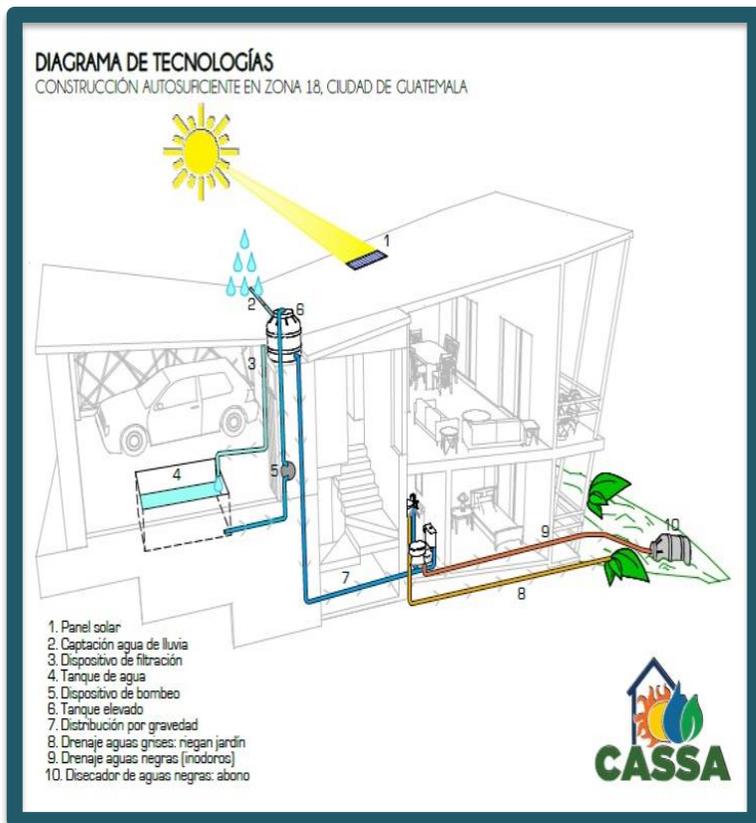
IMAGEN 3. Jardines y huerto, Casa Ecco.

Fuente: https://www.google.com.gt/search?q=CASA+ECCO&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj1qui10ebQAhVDRiYKHcQ6CJAQ_AUICCB#imgrc=83O-CM-YOSO6wM%3A

- **CASSA**

CASSA es una empresa fundada por el guatemalteco Antonio Aguilar graduado de la Universidad de Harvard, que dedica su empresa a la construcción de la vivienda sostenible. Su proyecto piloto es una vivienda auto sostenible en Sololá. Tiene diferentes sistemas que hacen que la casa funcione eficientemente, paneles solares, agua purificada con ecofiltro, tratamiento de aguas negras, etc.

Todo el conjunto de estos sistemas han colaborado en la reducción de gastos de la actual familia que reside en la vivienda, acompañado del beneficio ecológico de este tipo de construcciones. *“Todas las viviendas de CASSA, cuentan con la integración de todos los servicios con elementos de sostenibilidad; recolección de agua de lluvia, cisterna para su almacenamiento, bomba para su redistribución dentro de la casa, separación de aguas grises y negras, huerto familiar alimentado por aguas grises y un tratamiento de disecación para aguas negras”.* (Página web cassa.com.gt)



**IMAGEN 5. Diagrama de tecnologías,
Casa Guanacaste Zona 18.**

Fuente: https://www.google.com.gt/search?q=cassa+diagrama+de+tecnolog%C3%ADas&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj8_InGoubQAhUBcyYKHYvgBwEQ_AUICCGB#imgsrc=P-ztbkeRfBvoCM%3A

CASSA reconoce la necesidad de vivienda de la sociedad Guatemalteca y brinda a sus clientes la oportunidad de obtener y manipular los recursos vitales de manera responsable.

El almacenaje y la reutilización de agua lluvia hace conciencia sobre la importancia y la valorización que debemos de darle al agua, aprovecharla y usarla racionalmente, le otorga a sus usuarios la oportunidad de obtener este recurso en épocas de sequías que golpean anualmente a diferentes sectores de la sociedad del país.

Los proyectos de esta empresa son un gran aporte a la construcción sostenible de Guatemala y brindan una gran enseñanza sobre el manejo de los recursos naturales.

- **PROYECTO DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA EN CHIQUIMULA**

A raíz de una alianza que se estableció entre la Asociación Coordinadora Indígena Campesina de Agroforestería Comunitaria Centroamericana y la Asociación de Servicios y Desarrollo Socioeconómico de Chiquimula se logró la construcción de 2 cisternas pilotos para la cosecha de agua lluvia, con el objetivo de aminorar los problemas de acceso al agua en comunidades del país, principalmente en los meses críticos del verano.

Al momento de escoger las comunidades donde se desarrollaría el proyecto se tomaron en cuenta aspectos como problemas de acceso al agua potable, nivel de pobreza y apoyo comunitario. Siendo escogidas las Aldeas de Maraxco y El Pinalito.

Se inauguró la primera Cisterna en la Escuela Oficial Mixta de la Aldea El Pinalito, y por su parte tanto el MARN como ASEDECHI, se comprometieron en el seguimiento a la gestión de nuevos proyectos de este tipo basados en la experiencia exitosa de estos pilotajes”. (Asociación de Servicios y Desarrollo Socioeconómico de Chiquimula, Abril 2009, Agencia de Desarrollo Económico Local, Proyecto de Captación de Agua Lluvia).

El desarrollo de estos proyectos son vitales en el interior del país donde se le dificulta más a la población el acceso a los recursos, el Gobierno o sus diferentes entidades deberían de fijarse la meta del desarrollo de más proyectos que enseñen a la población que si es posible acceder al agua y utilizarla responsablemente. Que estos proyectos pilotos se desarrollaran en escuelas puede tomarse como estrategia para que el resto de la población conozca el sistema de la re utilización de agua lluvia y busque implementarlo en sus viviendas.



IMAGEN 6. Construcción de cisterna para agua lluvia en Chiquimula.

Fuente: <https://www.google.com.gt/search?q=proyecto+de+captacion+de+agua+lluvia+en+chiquimula&espv=2&biw=1211&bih=803&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUK EwiT58rpo->



IMAGEN 7. Construcción de cisterna para agua lluvia en Chiquimula.

Fuente: https://www.google.com.gt/search?q=proyecto+de+captacion+de+agua+lluvia+en+chiquimula&espv=2&biw=1211&bih=803&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUK EwiT58rpo-bQAhVIHGMMKHUVdAFcQ_AUIBigB#imgrc=j4ICOYIxWPVWfM%3A

- **SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA IMPULSADO EN LOS MERCADOS MUNICIPALES DE CIUDAD GUATEMALA**

Actualmente la responsabilidad ambiental ha sido un compromiso asumido por la Municipalidad de Guatemala, motivo por el que se han implementado diferentes alternativas que sean en beneficio del medio ambiente. Y por este motivo han surgido los proyectos de captación de agua lluvia implementados en los Mercados Municipales que consisten en captar el agua lluvia para utilizarlo en diferentes actividades diarias.

La Dirección de Mercados consciente de la importancia que tiene este vital líquido dentro de los centros de abasto de todas las zonas, en coordinación con la Unidad de Apoyo a las Alcaldías Auxiliares, comenzó con la ejecución del proyecto de captación de agua lluvia, en el Mercado Roosevelt, zona 11.

El sistema cuenta con un depósito destinado a guardar el agua que se obtiene de la lluvia, la cual se colecta a través de canaletas que se colocaron en la parte baja de los techos, luego el agua pasa por un proceso de filtros para que el agua pueda ser utilizada en diferentes actividades.

Todo este proceso se lleva a cabo sin interferir con las tuberías instaladas por la empresa Empagua.

El objetivo de este sistema es ahorrar agua potable y utilizar en su lugar agua lluvia para la limpieza de los sanitarios, limpieza general del centro de abasto, así como para el uso diario de los inquilinos.

Este proyecto se está implementando en diferentes mercados municipales con objetivo de aprovechar y darle buen uso al agua lluvia y con la intención de que los vecinos de las diferentes zonas comiencen a implementar estas prácticas.



IMAGEN 8. Tanques de almacenamiento de agua lluvia en Mercado Roosevelt zona 11.

Fuente: <http://portal.muniguate.com/index.php/rn/14188-capatacionaguamercados>



IMAGEN 9. Tanques de almacenamiento de agua lluvia en mercados municipales.

Fuente:

https://www.google.com.gt/search?q=proyectos+de+utilizacion+de+agua+lluvia+en+guatemala&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiN-eiOwsrVAhUCKCYKHfU1AWEQ_AUICigB&biw=1003&bih=803#imgrc=5Y6obmzMSqpqhM:

Es evidente que a nivel local en el medio constructivo se está desarrollando la conciencia sobre la importancia del uso medido del agua potable.

Razón por la cual se están implementando diferentes estrategias que garanticen la eficiencia con la que el agua potable está siendo utilizada diariamente en las diferentes actividades de la rutina de las personas.

Afortunadamente estos proyectos están relacionados en diferentes ámbitos del medio local, logrando crear conciencia en diferentes rubros constructivos.

Casa Ecco demuestra dentro del círculo hotelero que es posible alcanzar el uso inteligente de los

recursos naturales al utilizar agua lluvia en el mantenimiento de un huerto propio.

A nivel residencial Cassa tiene como prioridad implementar un tanque de almacenamiento de agua lluvia en todos sus proyectos para satisfacer diferentes actividades dentro de las viviendas que dependen de la utilización de agua potable y sustituirla por agua lluvia.

La construcción de cisternas para almacenamiento de agua lluvia en escuelas públicas, da la esperanza de sembrar la semilla de la conciencia ambiental desde edades muy tempranas en los alumnos que son testigos diarios de la utilización de agua lluvia y de la importancia de no desperdiciar recursos naturales.

CAPÍTULO 3
TEORÍA Y CONCEPTOS

3. TEORÍA Y CONCEPTOS

3.1 NECESIDADES DE AGUA POTABLE EN UNA VIVIENDA

La cantidad de agua que se provee y que se usa en las viviendas es un aspecto importante de los servicios de abastecimiento de agua domiciliaria que influye en la higiene y, por lo tanto, en la salud pública. (OMS, 2003 *La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud*).

Se estima 5 litros de agua potable por persona al día. (Vida Sostenible.org, *El Consumo del agua y la sostenibilidad, 2016*). En la siguiente imagen se muestran las diferentes necesidades básicas de las actividades diarias que solo logran satisfacerse con el acceso al agua potable.

La limpieza en las viviendas, la correcta preparación de alimentos dependen del acceso al agua potable, así como la higiene personal, el mantenimiento de áreas verdes o el cultivo de jardines.



IMAGEN 10. Representación gráfica de las diferentes necesidades de agua en una vivienda.

Fuente: Autor original.

ESCENARIO	NIVEL DE SERVICIO	MEDICIÓN DEL ACCESO	NECESIDADES ATENDIDAS	NIVEL DEL EFECTO NEGATIVO EN LA SALUD
1	Sin acceso(cantidad recolectada generalmente de 5 l/d).	Más de 30 minutos de tiempo total de recolección.	Consumo- No se puede garantizar Higiene- No es posible	Muy alto
2	Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar los 20 l/d).	Entre 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección.	Consumo- Se debe asegurar Higiene- El lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible: es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente.	Alto
3	Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 5 minutos de tiempo total de recolección)	Consumo- Asegurado Higiene- la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada: se debe asegurar también la lavandería y el baño)	Bajo
4	Acceso óptimo (cantidad promedio es de 100 l/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos.	Consumo- Se atienden todas las necesidades Higiene- Se deben atender todas las necesidades.	Muy bajo

CUADRO 1. Resumen de los requisitos del nivel del servicio de agua para promover la salud.

Fuente: OMS, 2003 La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud

El desarrollo saludable y óptimo de las actividades de una vivienda y las familias que las habitan necesitan indispensablemente acceso al recurso del agua, proporcionado debidamente por fuentes que garanticen la calidad del mismo.

En el CUADRO 1 se muestra la relación y la manera en la que influye el nivel del servicio del agua con la salud de las personas, desde las condiciones desfavorables de no tener acceso al recurso hasta las condiciones óptimas de acceso.

En el escenario 1 el nivel de servicio del agua es prácticamente nulo o sin acceso. Las personas tardan al menos 30 minutos recorridos a pie para poder llegar a un punto donde puedan obtener agua, debido a esto no se puede garantizar que satisfagan las necesidades de higiene y consumo de agua potable, provocando un impacto negativo muy alto en la salud de las personas.

En el siguiente escenario, el 2, el nivel de servicio de agua es básico, no se obtienen mas de 20 litros diarios de agua. Para obtener el agua las personas representadas en esta fila caminan de 5 a 20 minutos. Se asegura el agua para el consumo y la higiene, pero no se garantiza el agua necesaria para la lavandería y el baño. Esto provoca un impacto negativo alto en la salud de las personas.

El escenario 3 representa a las personas que tienen acceso al agua en un nivel intermedio, aproximadamente 5 litros diarios. Tienen acceso al recurso a través de grifos y satisfacen sus necesidades relacionadas con el agua de consumo, higiene y alimentos, y casi siempre tienen cubiertas sus necesidades de agua para el baño o lavandería, esto repercute en la salud en un nivel bajo.

Por último el escenario 4 muestra a las personas que tienen un acceso óptimo al agua, mas de 100 litros diarios, obtienen el agua de manera continua a través de grifos, y satisfacen todas sus necesidades relacionadas con el agua. Esto genera un impacto negativo muy bajo en la salud de las personas.

3.2 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Una fuente de abastecimiento de agua potable es la unión de varios sistemas que proporcionan agua en el lugar donde se necesita y donde tiene que utilizarse.

(pagina web: fuentesde.com/abastecimiento-de-agua/)

Una vez que el agua ha sido recogida, no puede enviarse directamente a las redes de agua potable. Es necesario que una parte del sistema sea para potabilizar el agua para que sea apta para el consumo y uso humano.

Esta parte del proceso se conoce como el saneamiento del proceso de abastecimiento y recolecta de agua.

Guatemala cuenta con abundante aguas superficiales, aguas subterráneas y agua lluvia. Lamentablemente el mal manejo de los recursos y desperdicios a provocado en gran porcentaje la contaminación de las aguas superficiales.

Los pozos y manantiales son los que representan una fuente importante para responder al abastecimiento de agua potable para las necesidades públicas y domésticas.

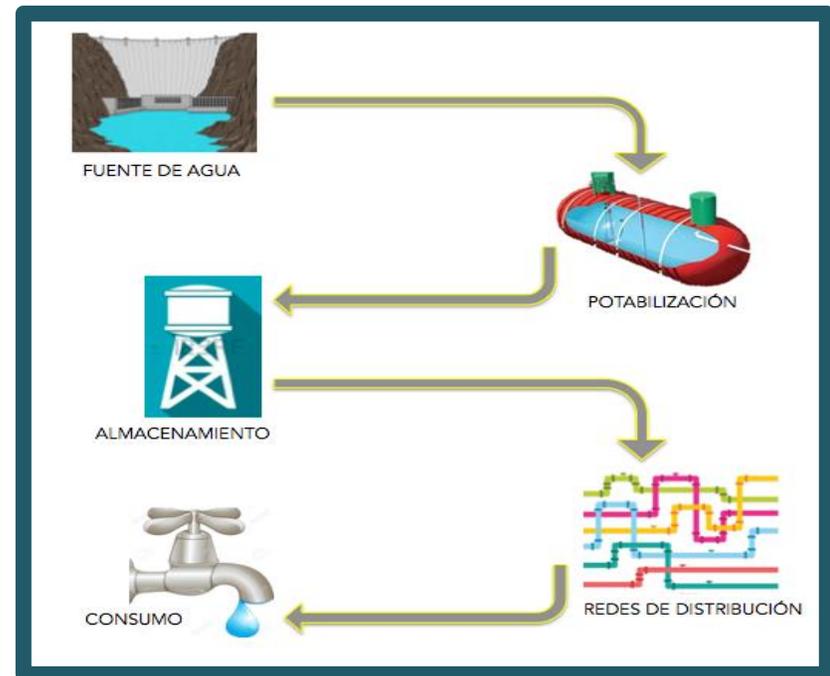


IMAGEN 11. Descripción gráfica del funcionamiento de las fuentes de abastecimiento de agua potable.
Fuente: Autor original.

EXTRACCIÓN DE AGUA			
Extracción total de agua	2006	3324	millones m3/ año
Agrícola (Riego + Ganadería + Acuicultura)	2006	1886	millones m3/ año
Municipal	2006	835	millones m3/ año
Industrial	2006	603	millones m3/ año
Por habitante	2006	256	m3/ año
Extracción de agua superficial y subterránea	2006	3324	millones m3/ año
% sobre los recursos hídricos renovables totales	2006	2.6	%
FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES			
Agua residual municipal producida	2006	668	millones m3/ año
Agua residual municipal tratada	1994	6.5	millones m3/ año
Uso directo de agua residual municipal tratada			millones m3/ año
Uso directo de agua de drenaje agrícola			millones m3/ año
Agua desanilizada producida			millones m3/ año

CUADRO 2. Fuentes de agua en Guatemala

Fuente: AQUASTAT, 2016, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

El Cuadro 4 muestra las diferentes fuentes hídricas de las que se abastecen las diferentes industrias o estratos en Guatemala. Siendo la agricultura la que demanda la mayor cantidad del

recurso anualmente. La mayor cantidad de agua se obtiene de pozos o fuentes subterráneas y las fuentes de agua no convencionales (como reutilización de agua lluvia) son poco utilizadas

en el medio y el agua residual es enviada a drenajes sin implementar estrategias que favorezcan el aprovechamiento de este recurso.

3.3 USO DOMESTICO DEL AGUA

El uso del agua es particular en cada vivienda. Pero existen diferentes estudios y análisis que proporcionan la medición de la cantidad de agua necesaria para una vivienda.

A continuación se describen porcentajes generales del uso del agua en las viviendas promedio:

- En el cuarto del baño, se consumen dos terceras partes del total del agua potable que entra a las casas.
- En la limpieza personal, se utiliza un 35% del agua potable.
- En el retrete y en la eliminación de desechos corporales se utiliza un 30% del agua potable.

- En la cocina para la preparación de alimentos y limpieza de vajillas se utiliza un 20% del agua potable.
- Lavadora un 10%
- Para la limpieza de toda la casa un 5%
- En el jardín es una cantidad variable dependiendo del riego de las plantas.
- Y el consumo imprescindible de agua para beber, uno o dos litros por persona

((Vida Sostenible.org, 2016, El Consumo del agua y la sostenibilidad))

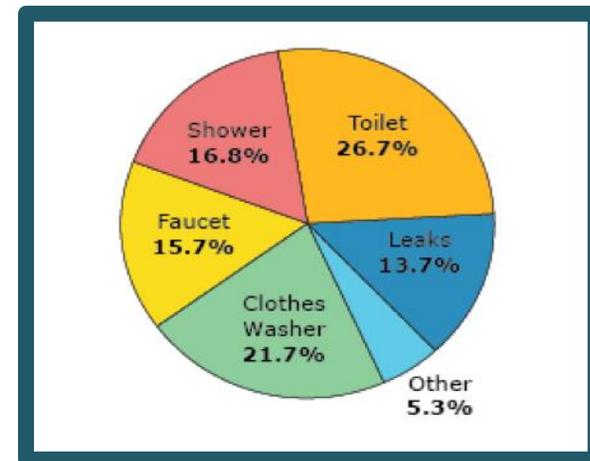


IMAGEN 12. Porcentajes del consumo de agua potable en viviendas.
Fuente: EPA Water Sense, 2017, Water use today.

La imagen 9 representa gráficamente los porcentajes del consumo de agua potable en las viviendas según EPA Water Sense, una organización estadounidense enfocada en fomentar el uso racional y eficiente del agua.

La eficiencia del agua es el uso inteligente de los recursos hídricos a través de tecnologías ahorradoras de agua, y procesos simples que pueden adoptarse en la viviendas. Implementando la eficiencia en el uso del agua se garantiza la disponibilidad del agua hoy y para futuras generaciones. (*Epa Water Sense, Water use today, 2017*).

Posterior al uso doméstico del agua se generan de la misma residuos, denominadas aguas residuales y provienen de los líquidos que han sido utilizados en las actividades domésticas. Las aguas residuales dependiendo su fuente y su contenido se dividen en aguas negras y aguas grises.

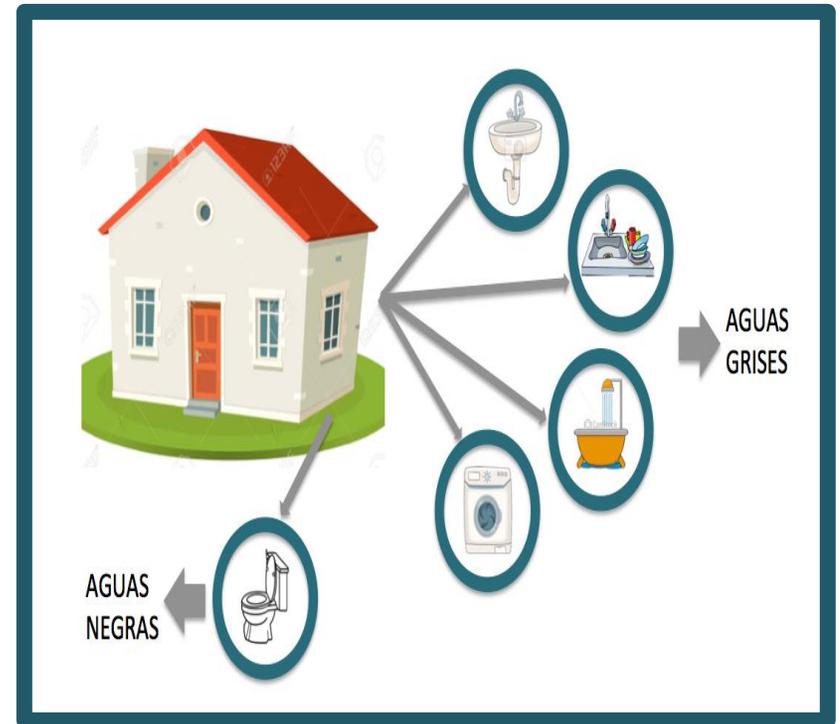


IMAGEN 13. Generación doméstica de aguas residuales.

Fuente: Autor original.

3.4 AGUA POTABLE

El agua potable es la que se utiliza para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar. Se considera que existe acceso al agua potable si la fuente se encuentra a menos de 1km de distancia del punto donde se necesita y si se obtienen al menos 20 litros diarios para cada miembro de la familia.

Agua potable salubre es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: incolora, insípida, libre de elementos en suspensión, PH entre 6.5 y 8.5, y sin contaminantes orgánicos. *(OMS, 2017, Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud).*

3.5 AGUAS NEGRAS

Aguas negras son las que están contaminadas con desechos fecales y orina, normalmente proceden de desechos humanos o animales.

Las aguas negras provienen de los artefactos sanitarios o inodoros.

El tratamiento de esta agua requiere canalización y desalojo de las sustancias de desecho.

3.6 AGUAS GRISES

Son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavabos, pilas de la cocina, lavavajillas o lavadoras. Estas aguas, con un tratamiento sencillo, pueden ser fácilmente reutilizadas para diversidad de usos.

3.7 AGUA LLUVIA

3.7.1 SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA

Los sistemas de recolección de agua lluvia basan el suministro del agua en zonas habitadas a través del agua que cae del cielo en lugar de desperdiciarla. Dejando de lado el sistema convencional de agua potable que se basa en traer el agua de lejos con de redes y tuberías.

(Sitiosolar.com Portal de Energías Renovables, 2013, Los Sistemas de Recolección de Agua Lluvia).

Durante las lluvias una parte del agua se filtra en el subsuelo, otra fluye y forma los estanques naturales de agua como los lagos o los ríos, y otra se evapora y vuelve a la atmósfera.

El agua que se acumula en los estanques naturales, subsuelo, ríos o lagos es la que se utiliza por los seres humanos a través de los sistemas de distribución de agua desde esos puntos hasta los centros urbanos donde se necesita.



IMAGEN 14. Ciclo hídrico

Fuente: Ciclo Integral del agua, 2010, Mancomunidad de Aguas del Sorbe.

3.7.2 CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA

Es la práctica de captar y utilizar el agua que se descarga de las superficies duras, como los tejados o el escurrimiento de los suelos.

Es una técnica que data de tiempos ancestrales y actualmente está volviendo a ser considerada, ahora cada vez son mas las personas que se han concientizado sobre la importancia de este recurso y buscan la manera de utilizar las fuentes de agua de forma mas responsable. (*Guía del agua y la construcción sustentable, Agua.org y la Fundación Gonzalo Río, 2008*).

Actualmente son muchas la áreas rurales que dependen de la recolección de agua lluvia.

Pero las zonas urbanas que son las que cuentan con mayor concentración de población, son atendidas por servicios municipales que no toman en cuenta en sus redes de abastecimiento de agua potable la utilización del agua lluvia.

La captación de lluvia es una solución muy importante para las grandes ciudades en donde se está consumiendo más agua de la que se dispone, problemática que se viene agrandando en los últimos tiempos, sobre todo por las temporadas de sequías y el impacto del cambio climático.

3.7.3 QUE SE NECESITA PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA

Para poder captar el agua lluvia es necesario un sistema que se forma por diferente elementos:

- **CAPTACIÓN:**

El elemento de captación es el techo de la edificación o vivienda, debe de contar con una pendiente y superficie adecuada que facilite el escurrimiento del agua hasta el sistema de recolección.

- RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN:

Se basa en canaletas que se colocan en los bordes mas bajos de los techos, o en los sistemas bajadas de agua lluvia que se instalan como parte del sistema hidrosanitario de la vivienda. Su función es acumular el agua y evitar que caiga al suelo o que el agua lluvia se dirija directamente a los drenajes.

- INTERCEPTOR O FILTRO:

Es un elemento de descarga del agua que proviene del techo y que contiene todos los materiales que se encuentran en el techo al momento que inicia la lluvia.

Funciona como un filtro que evita que todos los materiales indeseables que se encuentran en el techo durante la lluvia ingresen al tanque de almacenamiento, de esta manera se minimiza la contaminación del agua que se almacena.

Al momento de diseñar o construir el interceptor se debe de tomar en cuenta el volumen de agua que se necesita para lavar el techo, normalmente se estima 1 litro por m².

- ALMACENAMIENTO O DEPÓSITO:

Es la infraestructura construida para almacenar el agua de lluvia necesaria para el consumo diario, en especial durante el período de sequía.

Este elemento de almacenamiento debe ser duradero y debe cumplir con las siguientes especificaciones:

1. Impermeable, para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
2. Con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
3. Disponer de una escotilla con tapa lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias,
4. La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insecto y animales.
5. Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje.

(OMS, Área de desarrollo Sostenible y Salud Ambiental, 2004, Guía de Diseño para la Captación de Agua Lluvia).

3.7.4 UTILIZACIÓN DE AGUA LLUVIA

El agua lluvia puede emplearse de diferentes maneras, a nivel particular de vivienda, o a nivel colectivo en edificios o diferentes complejos.

A nivel de vivienda se puede aprovechar este recurso de varias formas en exteriores e interiores.

- USOS EXTERIORES:

Una opción de empleo para el agua lluvia es en riegos de jardines o zonas verdes.

También puede aprovecharse en la limpieza y mantenimiento de calles o áreas exteriores de la vivienda.

- USOS INTERIORES

El saneamiento o proceso de potabilización del agua lluvia es un proceso posible de realizar pero muy costoso para emplear, por lo que se recomienda que la utilización de agua lluvia a nivel interior de las viviendas se dirija a

tanques de sanitarios, jardines y limpieza general del hogar.



IMAGEN 15. Esquema de un sistema de recolección y reutilización de agua lluvia.

Fuente: Sitio Solar.com, Portal de Energías Renovables.

3.8 REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDAS

El ahorro del agua en el uso doméstico se trata de un objetivo que se logra a través de varias acciones que se realizan diariamente y forman parte de la rutina del hogar. Varias de estas medidas son simples de realizar y llegan a tener un gran impacto en la economía del agua.

ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL CONSUMO DEL AGUA POTABLE EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA:

- Instalar aparatos sanitarios y sistemas de tuberías eficientes: Incluyendo aparatos de alta eficiencia en lavamanos, lavado de la cocina, duchas y sanitarios. Los aparatos de alta eficiencia utilizan menos agua que los artefactos regulares. Se aconseja escoger productos certificados EPA WaterSense y Energy Star.
- Utilizar agua sin potabilizar: Para usos que estén permitidos por la jurisdicción correspondiente puede utilizarse agua lluvia o aguas grises. Para

esto es necesario diseñar sistemas de tuberías que permitan la reutilización de estos recursos.

- Instalar medidores: Los medidores internos monitorean los sistemas de agua y el desempeño de los artefactos, otra ventaja es que también pueden detectar fugas.

ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL EXTERIOR DE LA VIVIENDA:

- Escoger plantas locales: La jardinería con plantas nativas requieren menos agua, ya que están adaptadas a las condiciones naturales del hábitat.
- Utilizar Xeriscape: Este tipo de diseño de jardinería tiene un muy bajo consumo de agua. Se utiliza especialmente en regiones áridas.
- Seleccionar tecnologías eficientes de irrigación: Los sistemas de goteo y los controladores

basados en el clima ayudan a ahorrar mucho agua.

- Utilizar agua sin potabilizar: El agua lluvia y aguas grises pueden utilizarse para riegos.
- Instalar medidores: Los sistemas medidores de la irrigación ayudan a controlar el consumo de agua y las fugas. (*LEED Core Concepts Guide Third Edition, Section 4, Green Building Core And Concepts Application Strategies, Water Efficiency, pag. 63*).

3.9 XERISCAPE

Este estilo ha sido de gran utilidad en zonas donde no existe un fácil acceso al agua potable. Xeriscape promueve el uso de plantas apropiadas al clima local. Es un estilo de jardinería sostenible, al enfocar la selección de la vegetación en plantas locales o adaptadas al clima evita la necesidad de aumentar la cantidad de agua potable para riego en el mantenimiento de las áreas verdes.

Evita las pérdidas de agua en los sistemas de riego por la evaporación y escapes, esta corriente considera sistema de riego eficientes que incluyan estrategias ahorradoras de agua y en la manera que la jardinería lo permita reducir la necesidad del riego constante.

A continuación se mencionan algunas ventajas que se obtienen al utilizar este sistema de jardinería:

- Una mayor cantidad de agua disponible para otras personas y para otros usos (duchas, fregaderos, mangueras)
- Menor necesidad de tiempo y trabajo para su mantenimiento, pudiéndose cultivar un huerto de un modo más simple.
- Poco o nada de siega de césped (que ahorra energía)
- Las plantas del xeriscape junto con un apropiado diseño del lecho floral obtienen un aprovechamiento óptimo de las precipitaciones.
- Cuando se ponen en ejecución restricciones de agua, las plantas del xeriscape tenderán a sobrevivir,

mientras que no pueden hacerlo las plantas más tradicionales.

- Suponen un incremento del hábitat para las abejas nativas, las mariposas, y otra fauna de la zona.

(Elizabeth Caldwell (2007-07-15). "With xeriscaping, grass needn't always be greener".)

3.10 NET ZERO WATER

Net Zero Water es un concepto análogo al Net Zero Energy. A través de una combinación de recolección de lluvia, conservación agresiva y reciclaje de agua, los edificios pueden lograr la autosuficiencia de la "red" de agua. *(TerraPass, 2017, A Path to Net Zero Water).*

Para que un edificio o proyecto logre la independencia del agua, se debe dividir las fuentes de agua disponibles y tratarlas de acuerdo su procedencia antes de utilizarlas o ponerlas a disposición del uso humano.

Net Zero Water es una de las condiciones mas difíciles de aplicar en proyectos, un estándar muy estricto para los edificios verdes.



IMAGEN 16. JARDÍN DISEÑADO CON ESTRATEGIAS DE XERISCAPE.

Fuente:https://www.google.com.gt/search?q=xeriscape&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj17Y2e9fDUAhWMZj4KHfWYCTYQ_AUIBigB&biw=1435&bih=803#imgsrc=l0Xtc3KNoEmp8M:

CAPÍTULO 4 ENTORNO Y CONTEXTO

4. ENTORNO Y CONTEXTO

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



IMAGEN 17. Plan maestro de Fase 3 Ramblas de Cayalá.
Fuente: Departamento de Diseño Cayalá, 2013, Master Plan Ramblas.

Dentro del condominio existen 57 viviendas construidas, una Casa Club para uso de los residentes, y un edificio de apartamentos. Para fines de la investigación quedan fuera la Casa Club y el edificio,

dirigiendo el documento únicamente a las residencias de Ramblas.

4.1.1 UBICACIÓN

Coordenadas:

14 ° 36' 42.11" N

90 ° 29' 13.87" O

Altitud:

1493m sobre el nivel del mar.

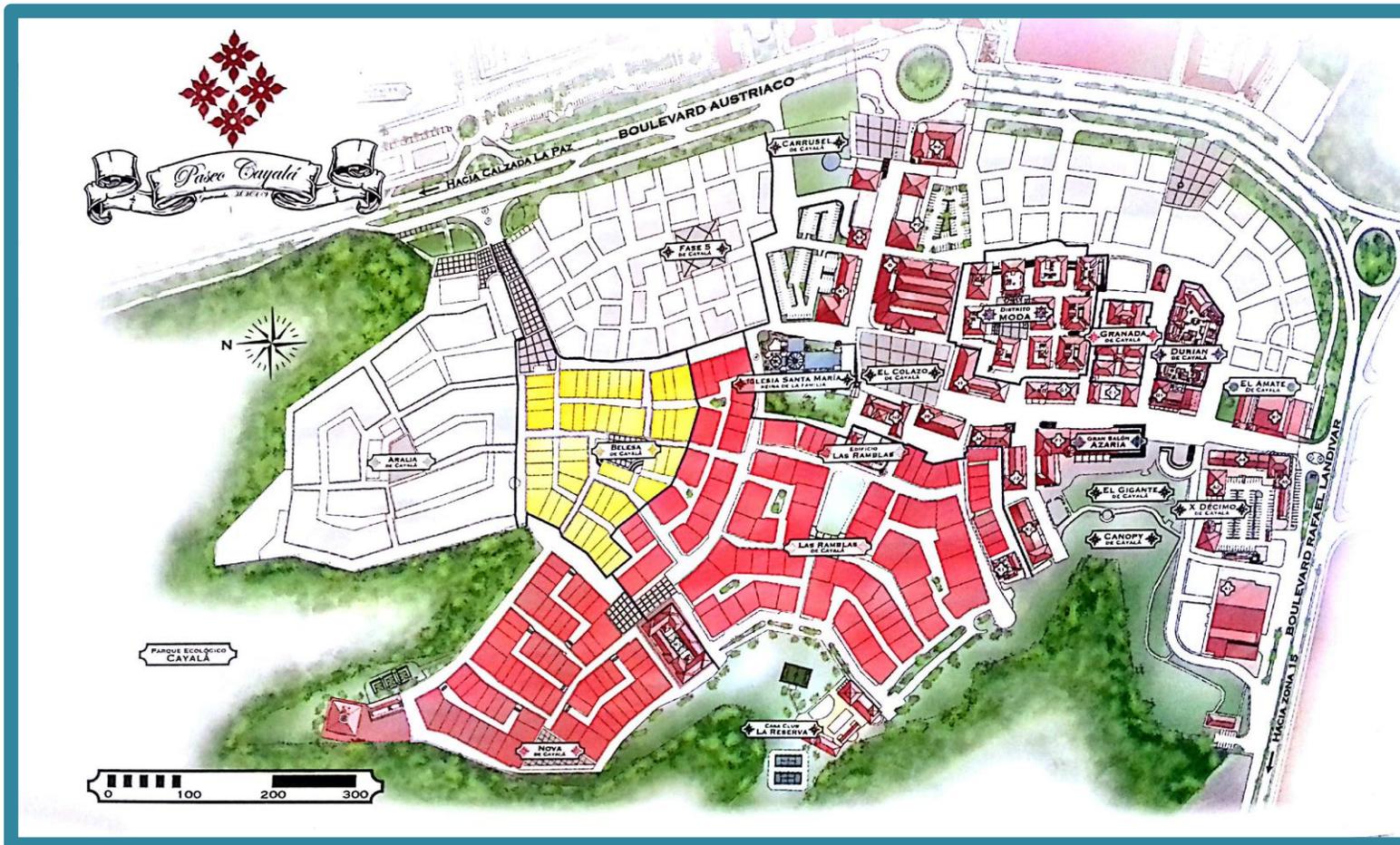


IMAGEN 18. Plan maestro de Ciudad Cayalá
Fuente: Departamento de Ventas Cayalá, 2017, Master Plan Casas Cayalá Catálogo.

4.1.2 DESCRIPCION DEL CONDOMINIO RAMBLAS Y SUS VIVIENDAS

Ramblas es una fase exclusiva de residencias dentro de Ciudad Cayalá, ubicada al costado Oeste de Paseo Cayalá.

Cuenta una amplia área verde central de 1,343m², calles vehiculares de doble sentido vial y 57 viviendas dirigidas a familias de 4 a 7 miembros.

En Ramblas se encuentran diferentes tipos de casas de 2 y 3 niveles, con variaciones en las áreas de construcción, cambios en la distribución de espacios interiores y cambios en las fachadas exteriores.

Cada vivienda cuenta con sistemas de plomería convencionales para el abastecimiento de agua potable y caliente.

El manejo de aguas negras y pluviales es a través de redes de drenajes que se dirigen hacia la planta de

tratamiento diseñada para servir en las fases residenciales de Ciudad Cayalá (Ramblas, Belesa y Nova).

Los diferentes tipos de casas de Ramblas que se analizarán en el presente documento son los siguientes:

- Casa J
- Casa H
- Casa G
- Casa C2

4.2 ANÁLISIS CLIMÁTICO DE LA ZONA

FACTOR CLIMATICO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MEDIA (1990- 2016)	C°	18.09	19.07	20.1	21.1	21.2	20.44	20.52	20.63	19.84	19.78	18.74	18.64	21.33
HUMEDAD MEDIA (1990- 2016)	%	74.19	73.07	72.03	73.81	72.3	81.7	79.59	80.67	84.31	82	80	76	77.45
LLUVIA (1990 - 2016)	mm	2.51	4.77	10.14	31.43	132.3	261.8	190.7	207	240.1	138	44.53	5.83	1253.3

CUADRO 3. Cuadro resumen de datos climáticos de la zona.

Fuente: INSIVUMEH, 2016, Recolección de datos climáticos de la estación meteorológica ubicada en la Ciudad Capital zona 13.

La tabla mostrada anteriormente contiene datos de Temperatura Media, Humedad Media y Lluvia proporcionados por el INSIVUMEH en un período de tiempo del año 1990 al 2016.

Los datos registrados pertenecen a la estación meteorológica del Aeropuerto Aurora.

Según los registros del INSIVUMEH el mes con mayor temperatura media es Mayo, el mayor porcentaje de Humedad Media se presenta en el mes de Septiembre y la mayor cantidad de lluvia registrada es en el mes de Junio.

4.3 TIPOS DE VIVIENDAS MAS USUARIOS

4.3.1 DESCRIPCIÓN DE TIPOS DE VIVIENDAS

➤ CASA TIPO J

- Área de construcción: 501 m²
- Niveles: 2
- Usuarios: 6
- Área de techo: 282 m²
- Área de jardín: 146 m²
- Cantidad de baños: 6
- Lavamanos: 7
- Sanitarios: 6
- Duchas: 5
- Bañeras: 1
- Lavaplatos: 1
- Chorros de agua exteriores: 3
- Sistema de riego: Aspersores



IMAGEN 19. Vista 3D Casa Tipo J, Ramblas de Cayalá.

Fuente: Departamento de Ventas, 2017, Catálogo de Casas Ramblas.

En las plantas arquitectónicas de la casa J se muestra la distribución de los espacios.

El primer nivel con su sala principal, comedor, cocina, estudio, y garaje.

En el primer nivel también se encuentra el área de servicio donde hay un baño que se conforma por un inodoro, ducha y lavamanos y debajo de las gradas el baño de visitas que consiste en un lavamanos y un inodoro.

En el segundo nivel están todos los dormitorios de los usuarios y la sala familiar.

Cada uno de los dormitorios tienen su propio walking closet y baño, que consisten en ducha, inodoro y lavamanos.

El dormitorio principal de la casa tiene un baño mas amplio que se conforma por una bañera o ducha, un bidet (opcional), inodoro y dos lavamanos.

En la planta de techos se muestra el área de la casa que queda bajo techo, exceptuando el jardín y una parte del área de la lavandería.

En los planos de agua potable se muestra una red convencional de agua potable que se conecta a todos los accesorios de consumo de agua potable en el interior de la vivienda.

➤ **CASA TIPO H**

- Área de construcción: 392 m2
- Niveles: 3
- Usuarios: 6
- Área de techo: 150 m2
- Área de jardín: 18m2
- Cantidad de baños: 6
- Lavamanos: 7
- Sanitarios: 6
- Duchas: 5
- Bañeras: 1
- Lavaplatos: 1
- Chorros de agua exteriores: 3
- Sistema de riego: Aspersores



IMAGEN 20. Vista 3D Casa Tipo H, Ramblas de Cayalá.
Fuente: Departamento de Ventas, 2017, Catálogo de Casas Ramblas.

En las plantas arquitectónicas de la casa H se muestra la distribución de los espacios.

El primer nivel con su sala principal, comedor, cocina, y garaje.

En el primer nivel también se encuentra el área de servicio donde hay un baño que se conforma por un inodoro, ducha y lavamanos y debajo de las gradas el baño de visitas que consiste en un lavamanos y un inodoro.

En el segundo nivel están 3 dormitorios de los usuarios y la sala familiar.

Cada uno de los dormitorios tienen su propio walking closet y baño, que consisten en ducha, inodoro y lavamanos.

En el tercer nivel hay un dormitorio con su propio baño que consiste en ducha, inodoro y lavamanos.

El dormitorio principal de la casa tiene un baño mas amplio que se conforma por una bañera o ducha, un bidet (opcional), inodoro y dos lavamanos.

En la planta de techos se muestra el área de la casa que queda bajo techo, exceptuando el jardín.

En los planos de agua potable se muestra una red convencional de agua potable que se conecta a todos los accesorios de consumo de agua potable en el interior de la vivienda.

➤ **CASA TIPO G**

- Área de construcción: 445m²
- Niveles: 2
- Usuarios: 6
- Área de techo: 246m²
- Área de jardín: 80m²
- Cantidad de baños: 5
- Lavamanos: 6
- Sanitarios: 5
- Duchas: 4
- Bañeras: 1
- Lavaplatos: 1
- Chorros de agua exteriores: 3
- Sistema de riego: Aspersores



IMAGEN 21. Vista 3D Casa Tipo G, Ramblas de Cayalá.
Fuente: Departamento de Ventas, 2017, Catálogo de Casas Ramblas.

En las plantas arquitectónicas de la casa G se muestra la distribución de los espacios.

El primer nivel con su sala principal, comedor, cocina, estudio y garaje.

En el primer nivel también se encuentra el área de servicio donde hay un baño que se conforma por un inodoro, ducha y lavamanos y continuo al estudio el baño de visitas que consiste en un lavamanos y un inodoro.

En el segundo nivel están 3 dormitorios de los usuarios, un estudio y la sala familiar.

Cada uno de los dormitorios tienen su propio walking closet y baño, que consisten en ducha, inodoro y lavamanos.

El dormitorio principal de la casa tiene un baño mas amplio que se conforma por una bañera o ducha, un bidet (opcional), inodoro y dos lavamanos.

En la planta de techos se muestra el área de la casa que queda bajo techo, exceptuando parte del jardín.

En los planos de agua potable se muestra una red convencional de agua potable que se conecta a todos los accesorios de consumo de agua potable en el interior de la vivienda.

➤ **CASA TIPO C2**

- Área de construcción: 359m²
- Niveles: 2
- Usuarios: 6
- Área de techo: 228.24 m²
- Área de jardín: 52.72m²
- Cantidad de baños: 5
- Lavamanos: 6
- Sanitarios: 5
- Duchas: 5
- Bañeras: 1
- Lavaplatos: 1
- Chorros de agua exteriores: 3
- Sistema de riego: Aspersores



IMAGEN 22. Vista 3D Casa Tipo C2, Ramblas de Cayalá.

Fuente: Departamento de Ventas, 2017, Catálogo de Casas Ramblas.

En las plantas arquitectónicas de la casa C2 se muestra la distribución de los espacios.

El primer nivel con su sala principal, comedor, cocina y garaje.

En el primer nivel también se encuentra el área de servicio donde hay un baño que se conforma por un inodoro, ducha y lavamanos y continuo a la entrada principal el baño de visitas que consiste en un lavamanos y un inodoro.

En el segundo nivel están 3 dormitorios de los usuarios, y la sala familiar.

Cada uno de los dormitorios tienen su propio walking closet y baño, que consisten en ducha, inodoro y lavamanos.

El dormitorio principal de la casa tiene un baño mas amplio que se conforma por una bañera o ducha, un bidet (opcional), inodoro y dos lavamanos.

En la planta de techos se muestra el área de la casa que queda bajo techo, exceptuando el jardín.

En los planos de agua potable se muestra una red convencional de agua potable que se conecta a todos los accesorios de consumo de agua potable en el interior de la vivienda.

4.3.2 ARTEFACTOS SANITARIOS Y DOMÉSTICOS QUE CONSUMEN AGUA

Dentro de las viviendas de Ramblas se ofrecen accesorios opcionales como el bidet y la bañera en los dormitorios Máster.

Los chorros para agua ubicados en el exterior de la vivienda hacia los jardines y el garaje, y la pila de la lavandería también se encuentran dentro de los accesorios opcionales que se colocan de acuerdo al criterio y gusto de cada propietario.

Para el desarrollo del documento se considerarán los accesorios que se ofrecen en la construcción original de las casas. A continuación se muestra una tabla descriptiva de los accesorios que consume agua dentro de las viviendas con sus respectivos consumos.

ACCESORIO	TIPO	PROVEEDOR	CONSUMO	COSTO
GRIFO DE COCINA 	Grifo de cocina de monomando	Interceramic	7.02 l/min	Q.849.00
DUCHA 	Ducha de mano Awaken	Kohler	7.6 l/min	Q. 1570.99
SANITARIO 	Inodoro de pie de doble descarga	Duravit	2.6/3 l	Q.1724.65
GRIFO DE LAVAMANOS 	Grifo de lavamanos de monocontrol	Kohler	5.7 l/min	Q.499.99
GRIFO DE EXTERIORES 	Grifo standart de 1/2"	V & G de Guatemala S.A	7.9 l/min	Q.52.99

CUADRO 4. Cuadro de accesorios y artefactos sanitarios en las casas de Ramblas.

Fuente: Autor original.

4.3.3 DISEÑO DE JARDINES

En las casas se maneja una jardinería típica que se basa en jardines engramados.

Posterior a la entrega de la casa los propietarios tienen la libertad de utilizar la variedad de plantas de acuerdo a su gusto.

Actualmente los jardines de las casas de Ramblas se encuentran adornados por una variedad de Hortensias, grama San Agustín y ciprés columnar.

El sistema de riego de las casas y de todo el condominio se basa en chorros de agua potable que se encuentran en el exterior de las casas y en las áreas verdes donde los propietarios y encargados del condominio conectan mangueras o aspersores para realizar el riego y el mantenimiento de los jardines.



IMAGEN 23. Ejemplos del diseño de jardines en Ramblas.
Fuente: Autor original.

4.3.4 DESCRIPCIÓN DE FUENTES HÍDRICAS

El suministro de agua potable de las casas de Ramblas es a través de una conexión al pozo que se ubica en la parte Este del condominio detrás del edificio de apartamentos "Ramblas" que sirve solamente a fase residencial de Ramblas.

4.3.5 MANEJO DE AGUAS NEGRAS Y AGUAS GRISES

Las aguas negras y grises de las viviendas son direccionadas a la planta de tratamiento ubicada al final de la Fase Nova entre la manzana U3 y U4, cuenta con una capacidad de 90,000 Litros y sirve a las fases Ramblas, Nova y Belesa.

CAPÍTULO 5 DIAGNÓSTICO

5. DIAGNÓSTICO

5.1 CASO BASE

Basado en la información mostrada previamente en planos arquitectónicos es posible realizar cálculos del consumo actual de agua potable en las residencias de Ramblas.

Para realizar los cálculos se considerarán los usos interiores de agua potable en la residencia en sanitarios, duchas, lavamanos y grifo de la cocina. También se considerarán los usos exteriores de agua potable, específicamente para riego en los jardines que se realiza de forma manual con el uso de grifos para exteriores.

Como fuente para realizar los cálculos se utilizan las tablas de Guías para la Sostenibilidad del Manual Hábitat Sostenible: Vivienda, proporcionadas por el GGBC (Guatemala Green Building Council).

El cálculo del consumo interior de la vivienda depende de la cantidad de usuarios por cada vivienda. En el caso de

Ramblas todas las viviendas están diseñadas para ser utilizadas por un máximo de 6 personas. Otro factor que influye en la cantidad de agua potable que se consume en el interior de las viviendas es el tipo de artefactos que requieren de agua potable, su consumo de la misma y la cantidad de veces que éste se utiliza diariamente.

El consumo de agua potable en exteriores es básicamente para el mantenimiento de áreas verdes en las viviendas por lo que es necesario considerar las áreas de jardín de cada casa, las condiciones de asolamiento y el tipo de vegetación que existe en los jardines.

Actualmente las viviendas son entregadas a cada propietario con los jardines engramados, dejando a libertad de cada cliente el tipo de vegetación que deseen utilizar dentro de los jardines, motivo por el cual el cálculo de consumo de agua potable en exteriores se considerarán solamente como jardines engramados.

Las tablas proporcionadas por el GGBC para el cálculo de irrigación de jardines consideran el área total de la zona a irrigar, coeficiente de especies, coeficiente de densidad, coeficiente de microclima y el índice de irrigación.

El coeficiente de especies depende del tipo de vegetación que conforman el jardín, en el presente documento se ha plasmado que las casas son entregadas con jardines 100% engramados sin ningún otro tipo de vegetación, por lo tanto se toma en cuenta el índice 0.7 que corresponde a céspedes o gramas que resisten medianamente las condiciones de sequía.

El coeficiente de densidad se relaciona con la cercanía y abundancia de las plantas dentro del jardín. Al tener el jardín engramado en su totalidad se considera un coeficiente 1.3 de súper alta densidad que se utiliza cuando las plantas cubren en su totalidad el área del suelo en la zona de jardín considerada. Esta condición se puede dar cuando hay arboles o arbustos que cubren

otras áreas igualmente jardinizadas con cubresuelos o céspedes.

El coeficiente microclima es el que refleja las condiciones de asolamiento en la que se encuentran las diferentes zonas que conforman el área de jardín, el cual varía dependiendo de las sombras que brindan al jardín diferentes paredes de las casas.

Para las casas que se analizaron se utiliza el coeficiente 1.1 que considera una exposición abierta al sol. Y el coeficiente 0.9 considera una exposición que, a pesar que cuenta con aproximadamente el 30% de las horas del día bajo sombra, primordialmente se encuentra expuesto al sol.

Y el índice de irrigación que se toma en cuenta es 1.67 que corresponde al sistema de riego utilizado, superficial por riego manual.

5.1.1 CALCULO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE CASA TIPO J

CASA TIPO:		J						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	ASKO	D5656XXLHS/TH	7.02	l/min	49.14	litros
DUCHA	5	5.52	Kohler	Exhale	7.6	l/min	41.952	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Kohler	Forte	5.7	l/min	285	litros
TOTAL							486.124	litros

CUADRO 5. Cálculo de consumo interior diario de agua potable Casa tipo J.
Fuente: Autor original.

CASA TIPO:		J											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE						Riego de jardines							
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	7.34	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	14,054.79	litros
2	Zona 2	18.32	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	35,079.54	litros
3	Zona 3	9.86	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	18,880.14	litros
4	Zona 4	116.46	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	272,555.76	litros
										IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN		340,570.24	litros
										IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN		933.07	litros

CUADRO 6. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo J.

Fuente: GGBC, 2014, Hábitat Sostenible para Viviendas, Cap. Agua.

El cuadro 5 representa el consumo interior de agua potable de una vivienda tipo J.

Tomando en cuenta que el tipo de artefactos que se usan actualmente, una casa de este tipo diariamente consume al menos 486.12 litros de agua potable en actividades indispensables para la salud y vida de las personas.

El cuadro 6 representa el consumo exterior de una vivienda tipo J.

Actualmente existen diferentes zonas por microclimas generados en el jardín de la vivienda debido a la sombra que brindan las paredes de la casa como se muestra en el plano de jardinería, el mantenimiento del jardín con un sistema de riego superficial y manual requiere 933.07 litros de agua potable diarios.

5.1.2 CÁLCULO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE CASA TIPO H

CASA TIPO:		H						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	ASKO	D5656XXLHS/TH	7.02	l/min	49.14	litros
DUCHA	4	5.52	Kohler	Exhale	7.6	l/min	41.952	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Kohler	Forte	5.7	l/min	285	litros
TOTAL							486.124	litros

CUADRO 7. Cálculo de consumo interior diario de agua potable Casa tipo H.

Fuente: Autor original.

CASA TIPO:		H											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE				Riego de jardines									
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	2.65	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	5,074.28	litros
2	Zona 2	5.83	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	11,163.41	litros
3	Zona 3	2.94	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	5,629.58	litros
4	Zona 4	7.29	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	13,959.05	litros
5	Zona 5	2.94	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	5,629.58	litros
6	Zona 6	6.81	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	13,039.04	litros
7	Zona 7	43.13	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Superficial por riego manual	1.67	100,938.78	litros
IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN											155,434.61	litros	
IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN											425.85	litros	

CUADRO 8. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo H.

Fuente: GGBC, 2014, Hábitat Sostenible para Viviendas, Cap. Agua.

El cuadro 7 representa el consumo interior de agua potable de una vivienda tipo H.

Tomando en cuenta el tipo de artefactos que se usan actualmente, una casa de este tipo diariamente consume al menos 486.12 litros de agua potable en actividades indispensables para la salud y vida de las personas.

El cuadro 8 representa el consumo exterior de una vivienda tipo H.

Actualmente existen diferentes zonas por microclimas generados en el jardín de la vivienda debido a la sombra que brindan las paredes de la casa como se muestra en el plano de jardinería, el mantenimiento del jardín con un sistema de riego superficial y manual requiere 425.85 litros de agua potable diarios.

5.1.3 CÁLCULO DE CONSUMO DE AGUA

CASA TIPO G

CASA TIPO:		G						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	ASKO	D5656XXLHS/TH	7.02	l/min	49.14	litros
DUCHA	4	5.52	Kohler	Exhale	7.6	l/min	41.952	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Kohler	Forte	5.7	l/min	285	litros
TOTAL							486.124	litros

CUADRO 9. Cálculo de consumo interior diario de agua potable Casa tipo G.

Fuente: Autor original.

CASA TIPO:		G											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE				Riego de jardines									
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	96.91	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Superficial por riego manual	1.67	226,802.16	litros
2	Zona 2	41.91	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	80,250.19	litros
IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN											307,052.35	litros	
IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN											841.24	litros	

CUADRO 10. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo G.

Fuente: GGBC, 2014, Hábitat Sostenible para Viviendas, Cap. Agua.

El cuadro 9 representa el consumo interior de agua potable de una vivienda tipo G.

Tomando en cuenta el tipo de artefactos que se usan actualmente, una casa de este tipo diariamente consume al menos 486.12 litros de agua potable en actividades indispensables para la salud y vida de las personas.

El cuadro 10 representa el consumo exterior de una vivienda tipo G.

Actualmente existen diferentes zonas por microclimas generados en el jardín de la vivienda debido a la sombra que brindan las paredes de la casa como se muestra en el plano de jardinización, el mantenimiento del jardín con un sistema de riego superficial y manual requiere 841.24 litros de agua potable diarios.

5.1.4 CÁLCULO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE CASA TIPO C2

CASA TIPO:		C2						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	ASKO	D5656XXLHS/TH	7.02	l/min	49.14	litros
DUCHA	6	5.52	Kohler	Exhale	7.6	l/min	41.952	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Kohler	Forte	5.7	l/min	285	litros
TOTAL							486.124	litros

CUADRO 11. Cálculo de consumo interior de agua potable Casa tipo C2.

Fuente: GGBC, 2014, Hábitat Sostenible para Viviendas. Cap. Agua.

CASA TIPO:		C2											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE						Riego de jardines							
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	1.47	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	4,021.13	litros
2	Zona 2	5.05	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	13,814.07	litros
3	Zona 3	1.27	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	3,474.03	litros
4	Zona 4	14.88	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Superficial por riego manual	1.67	49,748.90	litros
IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN											71,058.13	litros	
IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN											194.68	litros	

CUADRO 12. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo C2.

Fuente: GGBC, 2014, Hábitat Sostenible para Viviendas. Cap. Agua.

El cuadro 11 representa el consumo interior de agua potable de una vivienda tipo C2.

Tomando en cuenta el tipo de artefactos que se usan actualmente, una casa de este tipo diariamente consume al menos 568.64 litros de agua potable en actividades indispensables para la salud y vida de las personas.

El cuadro 12 representa el consumo exterior de una vivienda tipo C2.

Considerando diferentes zonas por microclimas generados en el jardín de la vivienda debido a la sombra que brindan las paredes de la casa como se muestra en el plano de jardinización, el mantenimiento del jardín con un sistema de riego superficial y manual requiere 194.68 litros de agua potable diarios.

CAPÍTULO 6 PROPUESTA

6. PROPUESTA

6.1 PROPUESTA DE DISEÑO DE JARDINIZACIÓN PARA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AGUA POTABLE

El diseño para los jardines de las casas de Ramblas consiste en aplicar diferentes estrategias inspiradas en Xeriscape, método de paisajismo que reduce la necesidad de depender del consumo de agua potable para el mantenimiento de los jardines.

La primera estrategia es reducir el área de grama en los jardines. Actualmente estos se entregan engramados en un 100%, con la implementación de una retícula que alterna entre grama y piedrín fino, se reduce a gran escala la cantidad de grama y se reduce al mismo tiempo la cantidad de agua que se necesitará para el mantenimiento de estas áreas verdes.

En los espacios que funcionan como garajes abiertos/ jardín, se propone cambiar el pavimento tradicional por uno de rejilla abierta, que permite que se mantenga la

permeabilidad del suelo sin alterar o saturar los drenajes pluviales por el indebido manejo de la escorrentía.

La grama que se propone utilizar en la retícula de piedrín y en el pavimento de rejilla abierta es una grama nativa que requiere de menos mantenimiento y es de un cultivo menos delicado.

Como un aporte estético se implementarán senderos empedrados dentro de los jardines, material que resiste a la interperie, se encuentra localmente, y no necesita del consumo de agua potable para su mantenimiento.

La vegetación que se propone dentro de los jardines se colocará estratégicamente con respecto a las condiciones de asolamiento de cada casa, las plantas que se recomiendan en el diseño de los jardines son locales y adaptadas al clima local que no necesitan de grandes cantidades de agua potable para mantenerse, dentro de ellas están la gama de Helechos y Colas de Quetzal.

Para garantizar el correcto uso del agua potable que requieren el mantenimiento de los jardines sin generar desperdicios se propone un sistema de riego subterráneo marca Hunter con sensores Solar Sync,

Este sistema ofrece mayor eficiencia del consumo de agua porque se ajusta a las condiciones climáticas locales y detiene automáticamente la irrigación durante lluvias o temporadas de bajas temperaturas, y aplica el agua directamente donde la vegetación la necesita, el suelo y las raíces.

Los accesorios necesarios para la correcta instalación de este sistema de riego lo distribuye localmente el proveedor Hidrotecnia.

CASA TIPO:		J											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE				Riego de jardines									
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	17.9	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	25,085.06	litros
2	Zona 2	22.4	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Medio soleado	0.9	Subterráneo con sensores	1	25,683.84	litros
3	Zona 3	28.37	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	39,757.72	litros
4	Zona 4	23.88	m2	Arbustos grupo 2	0.5	Media densidad	0.8	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	14,710.08	litros
IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN											105,236.70	litros	
IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN											288.32	litros	

CUADRO 13. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo J.

Fuente: Autor original.

El cuadro 13 representa los cálculos de consumo de agua potable basado en la propuesta de diseño de jardines aplicando estrategias Xeriscape.

La propuesta de diseño del jardín consiste en 4 zonas. La zona 1 consiste en pavimento de rejilla abierta en condiciones climáticas soleadas y por componerse en un 50% de grama se considera vegetación de super alta densidad.

Zona 2 consiste en una retícula de piedrín y grama, el 50% compuesto por grama se considera de super alta densidad, en condiciones medio soleadas por la sombra que proporciona la casa.

Zona 3 es grama en condiciones soleadas, vegetación de super alta densidad.

Zona 4 es vegetación local, arbustos grupo 2 porque resisten medianamente las condiciones de sequía y por su ubicación en el jardín se encuentra en condiciones soleadas.

La propuesta de diseño de jardín aplicando estrategias de Xeriscape necesita diariamente 288.32 litros para el mantenimiento del jardín.

CASA TIPO:		H											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE				Riego de jardines									
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	14.4	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	20,180.16	litros
2	Zona 2	13.27	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	18,596.58	litros
3	Zona 3	9.01	m2	Arbustos grupo 2	0.5	Media densidad	0.8	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	5,550.16	litros
IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN											44,326.90	litros	
IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN											121.44	litros	

CUADRO 14. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo H.

Fuente: Autor original.

El cuadro 14 representa los cálculos de consumo de agua potable basado en la propuesta de diseño de jardines aplicando estrategias Xeriscape.

La propuesta de diseño del jardín consiste en 3 zonas. La zona 1 consiste en una retícula de piedrín y grama, el 50% compuesto por grama se considera de super alta densidad, en condiciones soleadas.

Zona 2 es grama en condiciones soleadas, vegetación de super alta densidad.

Zona 3 es vegetación local, arbustos grupo 2 porque resisten medianamente las condiciones de sequía y por su ubicación en el jardín se encuentra en condiciones soleadas.

La propuesta de diseño de jardín aplicando estrategias de Xeriscape necesita diariamente 121.44 litros para el mantenimiento del jardín.

CASA TIPO:		G											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE				Riego de jardines									
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	19	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	26,626.60	litros
2	Zona 2	16.15	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	22,632.61	litros
3	Zona 3	18.01	m2	Arbustos grupo 2	0.5	Media densidad	0.8	Medio soleado	0.9	Subterráneo con sensores	1	9,077.04	litros
IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN											58,336.25	litros	
IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN											159.83	litros	

CUADRO 15. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo G.

Fuente: Autor original.

El cuadro 15 representa los cálculos de consumo de agua potable basado en la propuesta de diseño de jardines aplicando estrategias Xeriscape.

La propuesta de diseño del jardín consiste en 3 zonas. La zona 1 consiste en una retícula de piedrín y grama, el 50% compuesto por grama se considera de super alta densidad, en condiciones soleadas

Zona 2 es grama en condiciones soleadas, vegetación de super alta densidad.

Zona 3 es vegetación local, arbustos grupo 2 porque resisten medianamente las condiciones de sequía y por su ubicación en el jardín se encuentra en condiciones medio soleadas por la sombra que proporciona la casa.

La propuesta de diseño de jardín aplicando estrategias de Xeriscape necesita diariamente 121.44 litros para el mantenimiento del jardín.

CASA TIPO:		C2											
CONSUMO EXTERIOR DE AGUA POTABLE				Riego de jardines									
NOMBRE DE LA ZONA		AREA DE ZONA		COEFICIENTE DE ESPECIES		COEFICIENTE DE DENSIDAD		COEFICIENTE DE MICROCLIMA		INDICE DE IRRIGACION		REQUERIMIENTO DE IRRIGACION POR ZONA	
1	Zona 1	1	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	2,002.00	litros
2	Zona 2	4.01	m2	Céspedes- Grupo 2	0.7	Super alta densidad	1.3	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	8,028.02	litros
3	Zona 3	3.85	m2	Arbustos grupo 2	0.5	Media densidad	0.8	Soleado	1.1	Subterráneo con sensores	1	3,388.00	litros
IRRIGACION TOTAL ANUAL DE JARDIN											13,418.02	litros	
IRRIGACION TOTAL DIARIA DE JARDIN											36.76	litros	

CUADRO 16. Cálculo de consumo exterior de agua potable Casa tipo C2.

Fuente: Autor original.

El cuadro 16 representa los cálculos de consumo de agua potable basado en la propuesta de diseño de jardines aplicando estrategias Xeriscape.

La propuesta de diseño del jardín consiste en 3 zonas. La zona 1 consiste en una retícula de piedrín y grama, el 50% compuesto por grama se considera de super alta densidad, en condiciones soleadas.

Zona 2 es grama en condiciones soleadas, vegetación de super alta densidad.

Zona 3 es vegetación local, arbustos grupo 2 porque resisten medianamente las condiciones de sequía y por su ubicación en el jardín se encuentra en condiciones soleadas.

La propuesta de diseño de jardín aplicando estrategias de Xeriscape necesita diariamente 36.76 litros para el mantenimiento del jardín.

6.2 PROPUESTA DE ARTEFACTOS INTERIORES PARA REDUCCION DE CONSUMO DE AGUA POTABLE

Para mejorar la eficiencia del uso y consumo del agua potable dentro de las viviendas de Ramblas consiste en proponer artefactos de bajo consumo que se encuentran en el mercado local disponibles que reducen de manera muy significativa el agua potable que requieren para funcionar eficientemente.

Los artefactos que se propone sustituir son el grifo de la cocina, la ducha de los baños en los dormitorios, el grifo de los lavamanos de todos los cuartos de baño.

Actualmente las viviendas de Ramblas ya cuentan con sanitarios de bajo consumo de agua potable por lo que estos no se sustituirán en la propuesta de nuevos artefactos de bajo consumo de agua potable.

ACCESORIO	TIPO	PROVEEDOR	CONSUMO	COSTO
 GRIFO DE COCINA	Grifo de cocina de monomando LEX-TRES- ECO	Ecologic Barna	5 l/min	Q1,084.20
 DUCHA	Ducha de pared	Aguaflex	7.4 l/min	Q702.00
 SANITARIO	Inodoro de pie de doble descarga	Duravit	2.6/3 l	Q.1724.65
 GRIFO DE LAVAMANOS	Grifo de lavamanos electrónico con sensor	Atika	1.89 l/min	Q1,366.32
 GRIFO DE EXTERIORES	Grifo standart de 1/2''	V & G de Guatemala S.A	7.9 l/min	Q.52.99

CUADRO 17. Propuesta de artefactos interiores de bajo consumo de agua potable.
Fuente: Autor original.

CASA TIPO:		J						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	Ecologic Barna	Lex- tres- eco	5	l/min	35	litros
DUCHA	5	5.52	Aquaflux	De pared	7.4	l/min	40.848	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Aika	Electrónico con sensor	1.89	l/min	94.5	litros
TOTAL							280.38	litros

CUADRO 18. Cálculo de consumo interior de agua potable en Casa tipo J.

Fuente: Autor original.

El cuadro 18 representa el cálculo de consumo interior de agua potable considerando los artefactos de bajo consumo propuestos en el Cuadro 17.

En la casa J el consumo interior diario de agua potable con los nuevos artefactos propuesto es un total de 280.38 litros diarios.

CASA TIPO:		H						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	Ecologic Barna	Lex- tres- eco	5	l/min	35	litros
DUCHA	4	5.52	Aquaflux	De pared	7.4	l/min	40.848	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Aika	Electrónico con sensor	1.89	l/min	94.5	litros
TOTAL							280.38	litros

CUADRO 19. Cálculo de consumo interior de agua potable en Casa tipo H.

Fuente: Autor original.

El cuadro 19 representa el cálculo de consumo interior de agua potable considerando los artefactos de bajo consumo propuestos en el Cuadro 17.

En la casa H el consumo interior diario de agua potable con los nuevos artefactos propuesto es un total de 280.38 litros diarios.

CASA TIPO:		G						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	ASKO	D5656XXLHS/TH	5	l/min	35	litros
DUCHA	4	5.52	Aquaflux	De pared	7.4	l/min	40.848	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Aika	Electrónico con sensor	1.89	l/min	94.5	litros
TOTAL							280.38	litros

CUADRO 20. Cálculo de consumo interior de agua potable en Casa tipo G.

Fuente: Autor original.

El cuadro 20 representa el cálculo de consumo interior de agua potable considerando los artefactos de bajo consumo propuestos en el Cuadro 17.

En la casa G el consumo interior diario de agua potable con los nuevos artefactos propuesto es un total de 280.38 litros diarios.

CASA TIPO:		C2						
ARTEFACTOS DE:		LIMPIEZA, COCINA E HIGIENE PERSONAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	USOS DIARIOS	MARCA	MODELO	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO DIARIO TOTAL	UNIDAD
GRIFO DE COCINA	1	7	ASKO	D5656XXLHS/TH	5	l/min	35	litros
DUCHA	6	5.52	Aquaflux	De pared	7.4	l/min	40.848	litros
INODORO	6	42.32	Duravit	San Rafael	2.6	l/descarga	110.032	litros
GRIFO DE LAVAMANOS	7	50	Aika	Electrónico con sensor	1.89	l/min	94.5	litros
TOTAL							280.38	litros

CUADRO 21. Cálculo de consumo interior de agua potable en Casa tipo C2.

Fuente: Autor original.

El cuadro 21 representa el cálculo de consumo interior de agua potable considerando los artefactos de bajo consumo propuestos en el Cuadro 17.

En la casa C2 el consumo interior diario de agua potable con los nuevos artefactos propuesto es un total de 280.38 litros diarios.

6.3 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE UTILIZACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE JARDINES Y DESCARGAS DE INODOROS

Considerando estrategias que minimicen la dependencia de las casas de Ramblas del agua potable para el funcionamiento de sus actividades diarias, se plantea la utilización de agua lluvia.

Este sistema de utilización de agua lluvia se implementará en el riego de los jardines y en las descargas de agua en los inodoros en el interior de las casas.

Para el diseño de este sistema se considera el área del techo de cada vivienda, el techo es el área de captación del que depende la cantidad de agua lluvia que se puede captar y almacenar.

Las bajadas de agua lluvia se conectarán a un ramal que dirija el agua a un tanque subterráneo de

almacenamiento que generalmente se colocará debajo del jardín o del garaje.

El dimensionamiento de los tanques de almacenamiento estará relacionado con el área de techo de cada vivienda y el índice de lluvia del mes de Junio (261.8mm) que es el mes mas lluvioso, por lo tanto será el mes en el que mas cantidad se pueda almacenar.

Para poder conectar el agua lluvia al sistema de riego y a los inodoros en el interior de las viviendas se utilizará una bomba eléctrica.

En las temporadas de sequías o temporadas en las que el agua lluvia no llene el tanque de almacenamiento se controlará el uso de la red convencional de agua potable con válvulas check que permita el paso del agua potable al sistema de riego y a los inodoros.

6.3.1 SISTEMA DE UTILIZACION DE AGUA LLUVIA CASA J

Con la implementación del diseño de jardines que requiere menos agua potable para su mantenimiento la casa necesita 288.32 litros de agua potable diarios.

Utilizando los artefactos de bajo consumo de agua potable, para los inodoros la casa necesita 110.03 litros diarios.

Entre el mantenimiento de los jardines y el uso de los inodoros la casa consume un total de 398.35 litros de agua potable diarios, lo que representa 145,397.75 litros de agua potable anuales.

De acuerdo al área de techo la casa 282m², y al índice anual de lluvia 1,253.3mm, la casa puede captar 353.436m³ de agua lluvia anualmente, que significan 353,436.00 litros de agua lluvia anuales.

Por lo que las condiciones climáticas locales y la arquitectura de la casa permiten que el sistema de utilización de agua lluvia funcione eficientemente para abastecer el agua necesaria para el sistema de riego y el uso de los inodoros.

El tanque de almacenamiento de agua lluvia tendrá las siguientes dimensiones: 8.00 x 4.80 y 2m de profundidad, siendo suficientes para poder captar el agua lluvia en la temporada mas lluviosa durante el mes de Junio.

CASA TIPO: J	
Necesidad de agua potable anual en riego e inodoros:	145,397.75 litros
Área de techo:	282m ²
Índice de lluvia anual:	1,253.3mm
Capacidad de captación de agua lluvia anual:	353,346 litros

CUADRO 22. Capacidad de captación de agua lluvia casa Tipo J.

Fuente: Autor original.

6.3.2 SISTEMA DE UTILIZACION DE AGUA LLUVIA CASA H

Con la implementación del diseño de jardines que requiere menos agua potable para su mantenimiento la casa necesita 121.44 litros de agua potable diarios.

Utilizando los artefactos de bajo consumo de agua potable, para los inodoros la casa necesita 110.03 litros diarios.

Entre el mantenimiento de los jardines y el uso de los inodoros la casa consume un total de 231.47 litros diarios, lo que representa 84,486.55 litros de agua potable anuales.

De acuerdo al área de techo la casa 150m², y al índice anual de lluvia 1,253.3mm, la casa puede captar 188 m³ de agua lluvia anualmente, que significan 188,000.00 litros de agua lluvia anuales.

Por lo que las condiciones climáticas locales y la arquitectura de la casa permiten que el sistema de utilización de agua lluvia funcione eficientemente para abastecer el agua necesaria para el sistema de riego y el uso de los inodoros.

El tanque de almacenamiento de agua lluvia tendrá las siguientes dimensiones: 8.00 x 4.80 y 2m de profundidad, siendo suficientes para poder captar el agua lluvia en la temporada mas lluviosa durante el mes de Junio.

CASA TIPO:		H
Necesidad de agua potable anual en riego e inodoros:		84,486.55 litros
Área de techo:		150m ²
Índice de lluvia anual:		1,253.3mm
Capacidad de captación de agua lluvia anual:		128,550 litros

CUADRO 23. Capacidad de captación de agua lluvia casa Tipo H.

Fuente: Autor original.

6.3.3 SISTEMA DE UTILIZACION DE AGUA LLUVIA CASA G

Con la implementación del diseño de jardines que requiere menos agua potable para su mantenimiento la casa necesita 159.83 litros de agua potable diarios.

Utilizando los artefactos de bajo consumo de agua potable, para los inodoros la casa necesita 110.03 litros diarios.

Entre el mantenimiento de los jardines y el uso de los inodoros la casa consume un total de 269.86 litros diarios, lo que representa 98,498.9 litros de agua potable anuales.

De acuerdo al área de techo la casa 246m², y al índice anual de lluvia 1,253.3mm, la casa puede captar 308.31m³ de agua lluvia anualmente, que significan 308,311.80 litros de agua lluvia anuales.

Por lo que las condiciones climáticas locales y la arquitectura de la casa permiten que el sistema de utilización de agua lluvia funcione eficientemente para abastecer el agua necesaria para el sistema de riego y el uso de los inodoros.

El tanque de almacenamiento de agua lluvia tendrá las siguientes dimensiones: 5 x 6 y 2m de profundidad, siendo suficientes para poder captar el agua lluvia en la temporada mas lluviosa durante el mes de Junio.

CASA TIPO: G	
Necesidad de agua potable anual en riego e inodoros:	94,498.9 litros
Área de techo:	246m ²
Índice de lluvia anual:	1,253.3mm
Capacidad de captación de agua lluvia anual:	308,238 litros

CUADRO 24. Capacidad de captación de agua lluvia casa Tipo G.

Fuente: Autor original.

6.3.4 SISTEMA DE UTILIZACION DE AGUA LLUVIA CASA C2

Con la implementación del diseño de jardines que requiere menos agua potable para su mantenimiento la casa necesita 36.76 litros de agua potable diarios.

Utilizando los artefactos de bajo consumo de agua potable, para los inodoros la casa necesita 146.98 litros diarios.

Entre el mantenimiento de los jardines y el uso de los inodoros la casa consume un total de 183.74 litros diarios, lo que representa 67,065.10 litros de agua anuales.

De acuerdo al área de techo la casa 228.24m², y al índice anual de lluvia 1,253.3mm, la casa puede captar 286.05m³ de agua lluvia anualmente, que significan 286,053.19 litros de agua lluvia anuales.

Por lo que las condiciones climáticas locales y la arquitectura de la casa permiten que el sistema de utilización de agua lluvia funcione eficientemente para abastecer el agua necesaria para el sistema de riego y el uso de los inodoros.

El tanque de almacenamiento de agua lluvia tendrá las siguientes dimensiones: 5.00 x 6.00 y 2.00m de profundidad, siendo suficientes para poder captar el agua lluvia en la temporada mas lluviosa durante el mes de Junio.

CASA TIPO:		C2
Necesidad de agua potable anual en riego e inodoros:		67,065.10 litros
Área de techo:		228.24m ²
Índice de lluvia anual:		1,253.3mm
Capacidad de captación de agua lluvia anual:		286,059 litros

CUADRO 25. Capacidad de captación de agua lluvia casa Tipo C2.
Fuente: Autor original.

CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

- Una vivienda tipo J de Ramblas Cayalá actualmente consume diariamente 1,419.19 litros de agua potable.

Al aplicar estrategias sostenibles para el consumo de agua potable que consisten en el uso de artefactos interiores de bajo consumo de agua potable, y un diseño de jardines con estrategia Xeriscape el consumo de agua potable se reduce a 568.70 litros de agua potable diarios.

Lo que representa un ahorro del 59.92% en el consumo del agua potable.

- Una vivienda tipo H de Ramblas Cayalá actualmente consume diariamente 911.97 litros de agua potable.

Al aplicar estrategias sostenibles para el consumo de agua potable que consisten en el uso de

artefactos interiores de bajo consumo de agua potable, y un diseño de jardines con estrategia Xeriscape el consumo de agua potable se reduce a 404.78 litros de agua potable diarios.

Lo que representa un ahorro del 55.61% en el consumo del agua potable.

- Una vivienda tipo G de Ramblas Cayalá actualmente consume diariamente 1,327.36 litros de agua potable.

Al aplicar estrategias sostenibles para el consumo de agua potable que consisten en el uso de artefactos interiores de bajo consumo de agua potable, y un diseño de jardines con estrategia Xeriscape el consumo de agua potable se reduce a 440.21 litros de agua potable diarios.

Lo que representa un ahorro del 66.83% en el consumo del agua potable.

- Una vivienda tipo C2 de Ramblas Cayalá actualmente consume diariamente 680.80 litros de agua potable.

Al aplicar estrategias sostenibles para el consumo de agua potable que consisten en el uso de artefactos interiores de bajo consumo de agua potable, y un diseño de jardines con estrategia Xeriscape el consumo de agua potable se reduce a 317.14 litros de agua potable diarios.

Lo que representa un ahorro del 53.41% en el consumo del agua potable.

- De acuerdo a las condiciones climáticas y de lluvia en Ciudad Guatemala, es posible la implementación de estrategias sostenibles en la construcción.

- Las estrategias sostenibles, como los sistemas de utilización de agua lluvia funcionan eficientemente y garantizan el correcto uso de los recursos naturales.
- En el medio de la construcción local existen y están al alcance de los usuarios y desarrolladores los artefactos y sistemas que ofrecen la eficiencia en el uso y consumo de los recursos.

PORCENTAJE DE AHORRO EN CONSUMO DE AGUA POTABLE		
Tipo de casa	Consumo Interior	Consumo Exterior
Casa Tipo J	42.32%	69.09%
Casa Tipo H	42.32%	71.48%
Casa Tipo G	42.32%	81%
Casa Tipo C2	42.32%	81.11%

CUADRO 26. Porcentajes de ahorro en consumo de agua potable.

Fuente: Autor original.

CAPÍTULO 8 RECOMENDACIONES

8. RECOMENDACIONES

- Promover en el medio constructor y usuarios la conciencia sobre el impacto que los proyectos provocan en el medio donde se desarrollan.
- Tomar en cuenta desde la planificación del proyecto estrategias sostenibles y la implementación de estrategias alternativas que garantizan el uso racional del agua.
- Instruir a los desarrolladores de proyectos las prácticas que proponen estándares como LEED, EPA Water Sense, entre otros, que se basan en el uso sostenible de los recursos y facilitan lineamientos y estrategias que garantizan la optimización de recursos, especialmente del agua.
- Crear alianzas entre las autoridades municipales que rigen los lineamientos de la construcción local y los desarrolladores de proyectos para incentivar el uso de estrategias sostenibles.

CAPÍTULO 9 FUENTES DE CONSULTA

9. FUENTES DE CONSULTA

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Guatemala, 2015, Isotermas de temperatura mínima absoluta anual, Atlas Climatológico.

Look Magazine, Julio 2016, Online Edition, Guatemala's Sustainable Ecological Design.

Asocioación de Servicios y Desarrollo Socioeconómico de Chiquimula, Abril 2009, Agencia de Desarrollo Económico Local, Proyecto de Captación de Agua Lluvia.

IICA, Sistemas de Captación de Agua Lluvia para Uso Doméstico en América Latina y El Caribe, 1998, Manual Técnico.

GGBC de hábitat sostenible para viviendas, Capítulo Agua, página 20.

FAO, Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia.

Ecología Verde, 2014, Sistemas de recuperación de agua lluvia.

CIDECALLI, 2011, Problemática del agua en el Mundo.

Guías para la Sostenibilidad del Manual Hábitat Sotenible: Vivienda, proporcionadas por el GGBC (Guatemala Green Building Council).

Departamento de Ventas, 2017, Catálogo de Casas Ramblas.

INSIVUMEH, 2016, Recolección de datos climáticos de la estación meteorológica ubicada en la Ciudad Capital zona 13.

TerraPass, 2017, A Path to Net Zero Water.

Elizabeth Caldwell (2007-07-15). "With xeriscaping, grass needn't always be greener"

OMS, Área de desarrollo Sostenible y Salud Ambiental, 2004, Guía de Diseño para la Captación de Agua Lluvia.

Guía del agua y la construcción sustentable, 2008, Agua.org y la Fundación Gonzalo Ríos.

Ciclo Integral del agua, 2010, Mancomunidad de Aguas del Sorbe.

Sitiosolar.com Portal de Energías Renovables, 2013, Los Sistemas de Recolección de Agua Lluvia.

OMS, 2017, Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud.

Epa Water Sense, 2017, Water use today.

Vida Sostenible.org, 2016, El Consumo del agua y la sostenibilidad.

AQUASTAT, 2016, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

OMS, 2003, La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud.

Departamento de Diseño Cayalá, 2013, Master Plan Ramblas.

GGBC, 2014, Hábitat Sostenible para Viviendas, Cap. Agua.