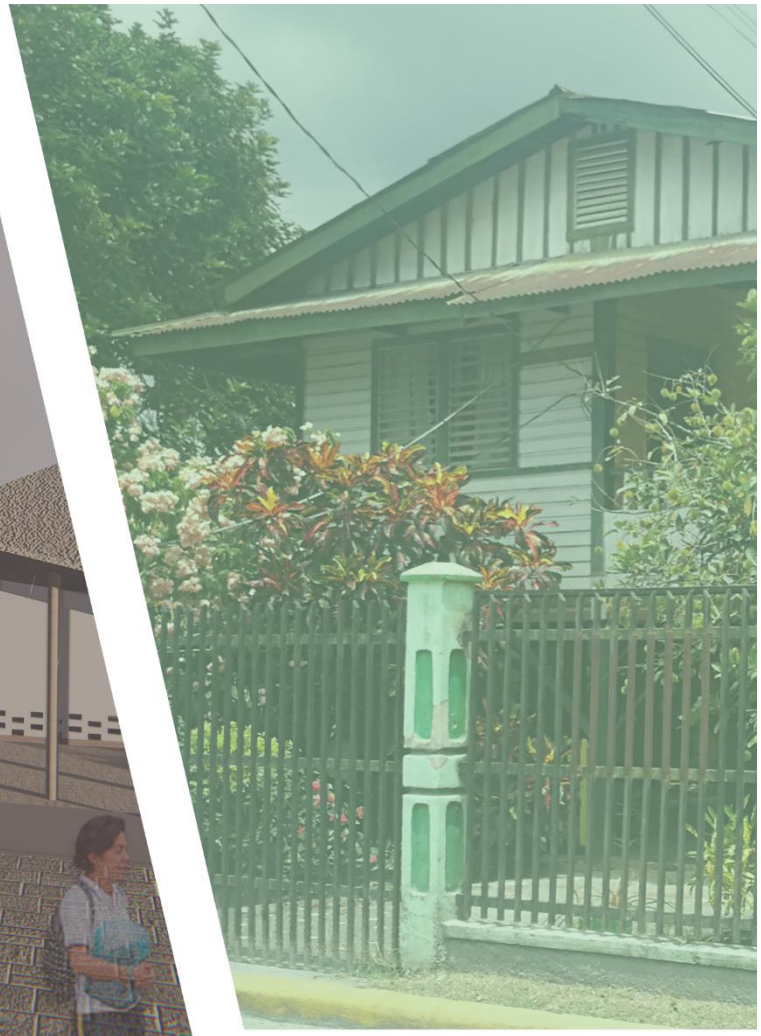


Espacios Comunitarios Recolectores de Agua Lluvia para la Vivienda Social en el Clima Cálido Lluvioso

Caso de estudio: La Ceiba, Honduras

Ana María Mejía Zelaya
Profesores Guía:
Javier del Río y Felipe Encinas

Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos
Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía

Enero, 2020
Santiago, Chile

©2020, Ana María Mejía Zelaya
Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor

Agradezco principalmente a Dios, que sin él nada es posible, a mis padres y hermano por su apoyo incondicional; a mis profesores Felipe Encinas y Javier del Rio por guiarme en todo este proceso; a la familia Benavente por recibirme y cuidarme durante mi estadía en Chile; finalmente, a Francisco por el apoyo emocional aun estando lejos.

ABSTRACT

El déficit habitacional de Honduras para el 2018 superaba el millón de viviendas. En la necesidad por reducir este déficit se construyen proyectos que no alcanzan los estándares mínimos de calidad. Uno de los principales problemas es que la mayoría de estos hogares tienen un servicio intermitente de agua potable o simplemente no tienen una conexión a la red pública. Paradójicamente hay ciudades, como La Ceiba, que llueve más de 3,000 mm de agua anuales.

Con el fin de proponer una solución para el déficit de abastecimiento de agua, para un barrio de vivienda social, en el clima cálido lluvioso, se proponen distintas estrategias arquitectónicas de recolección de aguas lluvias que se integran a espacios comunitarios para maximizar el área de captación y reducir los costos. Estos espacios comunitarios tienen una función socio-técnica ya que no solo ayudan a captar y almacenar eficientemente el agua sino también promueven la cohesión social.

Para esto se realizó una investigación con el fin de conocer y determinar cuáles son las estrategias de diseño espacial, formal y material más efectivas para la captación y manejo de aguas lluvias. Posteriormente se sometieron a cálculos hidráulicos para dimensionar los sistemas de recolección de aguas lluvias y así alcanzar el consumo nulo de agua potable desde la red pública y evaluar su aplicabilidad en La Ceiba, Honduras. Para finalizar, se analizaron los beneficios técnicos y sociales de recolectar agua a nivel comunitario versus a nivel celular.

Se espera poder encontrar una solución viable al déficit de abastecimiento de agua para familias de escasos recursos. Con esto mejorar la calidad de vida de las personas fomentando la cohesión social a través de la autogestión de los espacios comunitarios y los recursos hídricos.

Palabras clave: Vivienda social, recolección de aguas lluvias, espacios comunitarios, clima cálido lluvioso.

ÍNDICE

Abstract..... 1
Siglas..... 7

CAPÍTULO 1: Introducción y Formulación de la Investigación
1.1. Introducción..... 11
1.1.1. Contexto..... 12
a. Localización..... 12
b. Clima..... 13
1.1.2. Definición del problema..... 14
1.2. Formulación de la Investigación..... 19
1.2.1. Preguntas de Investigación..... 20
1.2.2. Hipótesis..... 20
1.2.3. Alcances..... 20
1.2.4. Objetivos y Metodología..... 21

CAPÍTULO 2: Problemática de la vivienda social en Honduras
2.1. Normativa y programas de vivienda social en Honduras..... 25
2.1.1. Normativa de Construcción de la vivienda social en Honduras..... 26
a. Servicios básicos..... 26
b. Áreas Verdes, de recreación y equipamiento urbano..... 27
2.1.2. Programas de vivienda social en Honduras..... 28
2.2. Casos de Estudio..... 29
2.2.1. Presentación de casos de estudio..... 30
a. Residencial San Fernando, Atlántida..... 31
b. Santa Ana, Atlántida..... 32
c. Primero de mayo, Olancho..... 33
d. Colonia Solidaridad, Olancho..... 34
e. Colonia Orle Solís, Olancho..... 35
2.2.2. Análisis de casos de estudio..... 36

CAPÍTULO 3: Recolección de aguas lluvias para vivienda

3.1. Componentes de los sistemas de recolección de aguas lluvias para vivienda..... 45

3.1.1. Área de Captación: Techos..... 46

a. Material..... 46

b. Pendiente..... 47

3.1.2. Diseño de Canaletas..... 48

a. Material..... 48

b. Dimensiones de la sección..... 48

c. La pendiente de las canaletas..... 49

d. Forma de la sección..... 50

3.1.3. Bajantes de Agua..... 51

3.1.4. Tanques de almacenamiento de agua..... 52

3.1.5. Filtros de agua..... 56

a. Pre filtros..... 56

b. Interceptor de Primeras Aguas..... 57

c. Filtros y desinfectantes..... 58

3.2. Diseño del terreno y pavimentos..... 59

3.2.1. Pavimentos..... 60

3.2.2. Jardines de lluvia..... 62

a. Vegetación..... 64

3.3. Referentes 67

3.3.1. Plaza Mercado Nuevo Gramalote, Colombia..... 68

3.3.2. Thread: Residencia para Artistas y Centro Cultural, Senegal. 69

CAPÍTULO 4: Espacios comunitarios para barrios de vivienda social

4.1. Calidad del espacio comunitario: Repercusión en la cohesión social..... 73

4.1.1. Conceptos básicos: Espacio público, espacio comunitario y cohesión social..... 74

4.1.2. La Importancia del espacio comunitario para la cohesión social 76

4.1.3. Características del espacio comunitario de calidad..... 76

4.2. Referentes de espacio comunitario para la vivienda socia..... 79

4.2.1. Prototipos de vivienda auto sostenible..... 80

4.3. Referentes locales de espacios comunitarios..... 81

4.3.1. Muelle de Cabotaje..... 82

4.3.2. Canchas deportivas..... 83

4.3.3. Otras actividades comunitarias..... 84

CAPÍTULO 5: Evaluación de Sistemas de recolección de aguas lluvias: Sistema individual vs. comunitario

5.1. Evaluación del sistema de recolección de aguas lluvias a nivel celular..... 87

5.1.1. Presentación del caso a evaluar..... 88

5.1.2. Diseño y dimensionamiento de los sistemas de captación de aguas lluvias..... 91

a. Demanda de agua..... 91

b. Potencial de captación de agua..... 92

c. Sistema de recolección de aguas lluvias U-1..... 96

d. Sistema de recolección de aguas lluvias U-2..... 98

e. Sistema de recolección de aguas lluvias U-3.....100

5.2. Evaluación: sistema de recolección de aguas colectivo 103

5.2.1. Presentación del caso a evaluar..... 104

a. Sistema C-1.....106

b. Sistema C-2.....108

c. Sistema C-3.....110

5.3. Ventajas y Desventajas del sistema comunitario de recolección de aguas lluvias.....113

5.3.1. Análisis de inversión inicial y m3 de agua obtenidos de cada sistema propuesto.....114

5.3.2. Análisis del valor del m3 del agua 116

5.4. Influencia del sistema recolector de aguas lluvias en la arquitectura del espacio público y conjunto: propuesta.....117

5.4.1. Diseño de techos y sistema constructivo 118

a. Referente de estructuras de bambú.....119

5.4.2. Uso y Configuración 120

a. 86.40 m2 de área comunitaria.....120

b. 172.80 m2 de área comunitaria.....120

c. 345.60 m2 de área comunitaria.....121

d. Jardines de lluvia: drenaje del terreno.....123

CONCLUSIONES.....125

BIBLIOGRAFÍA.....127

ANEXOS.....131

A1. Entrevista a gobernador.....131

A2. Encuestas y resultados 137

A3. Tarificación Marginal.....153

SIGLAS

BANHPROVI: El Banco Hondureño para la producción y la Vivienda. La institución, tiene por objeto promover, el crecimiento y desarrollo socioeconómico inclusivo e integral de todos los hondureños, mediante la prestación de servicios financieros de banca universal para la producción y vivienda, con énfasis en el sector social de la economía, así como la inversión en obras y proyectos de infraestructura rentables que promuevan la competitividad nacional y el empleo digno.

CONASA: El Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento, es el representante legal del gobierno de Honduras en materia de Agua potable y Saneamiento fija las políticas, estrategias y planes nacionales del sector.

CONVIVIENDA: Comisión Nacional de Vivienda y Asentamientos humanos, es entidad descentralizada de la Presidencia de la República, de interés público y cuyo fin es la aplicación de la ley del Fondo Social de Vivienda (FOSOVI)

COPECO: Comisión Permanente de Contingencias. trabaja en el cumplimiento de los tres objetivos estratégicos del Marco de Acción de Hyogo: desarrollo y fortalecimiento institucional, incorporación sistemática de los enfoques de la reducción del riesgo en la implementación de programas de preparación, atención y recuperación de emergencias, e integración de la reducción del riesgo de desastres en las políticas y la planificación del desarrollo sostenible

FOSOVI: Fondo Social de Vivienda, es una entidad desconcentrada de la Presidencia de la República, de interés público, cuya finalidad es establecer políticas para el Sector Vivienda y Asentamientos humanos

SANAA: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados es una empresa estatal encargada de desarrollar los abastecimientos públicos de Agua potable y alcantarillados sanitarios en el país.

Introducción y Formulación de la Investigación

1.1. Introducción

1.1.1. CONTEXTO

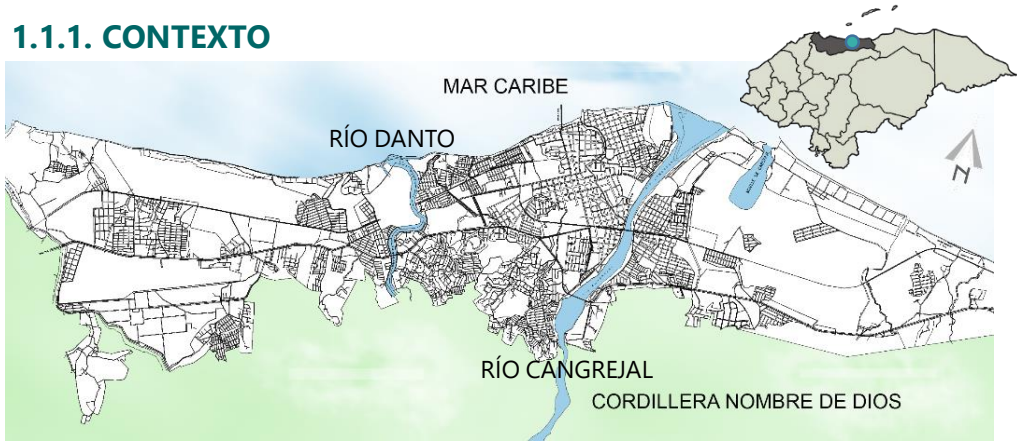


Figura 1 Mapa de la Ceiba
Fuente: CATASTRO, Honduras

a. Localización y cultura

El lugar de estudio es la Ceiba, Honduras, la cabecera departamental de Atlántida. Una ciudad ubicada en el litoral atlántico (El Caribe). Honduras dependió durante mucho tiempo de la exportación de banano, aunque actualmente el rubro bananero ha decaído para dar paso a la siembra de palma africana (Wallace, 2017). La Ceiba fue siempre una fuente de trabajo, que atraía a personas con un nivel económico bajo, para trabajar como granjeros. Es por esto que la migración hacia La Ceiba resultó en un aumento de la demanda de vivienda sin tener recursos para construirlas. La población total es de aproximadamente de 200,000 personas. Es la tercera ciudad más importante de Honduras ya que es sede de empresas bananeras (Smith et al., 2011).

Es una de las ciudades más pobres de Latinoamérica, siendo vulnerable a inundaciones dado a su ubicación y que la atraviesan dos ríos de gran caudal, el río Cangrejal y el río Danto (ver figura 1). Las fuertes lluvias y los desastres naturales (huracanes y tormentas tropicales) han sido causa de pérdidas materiales difíciles de reponer.

Figura 2 Casa Garífuna
Extraída de: El Heraldo, 2015

Figura 3 Casa de arquitectura Bananera
Extraída de: laceiba.com, 2018

A pesar de su accidentada historia y las desventajas por su geografía, tiene una riqueza cultural que la posiciona como uno de los atractivos turísticos del país. En este sector conviven dos grupos étnicos: los ladinos o mestizos (mezcla entre indígena y español) y los garífunas (von Gleich & Gálvez, 1999). Los garífunas son los descendientes de los africanos, tienen su propia gastronomía, música y dialecto. Son dos culturas que han tenido problemas de convivencia, siendo los mestizos el grupo dominante.

Ambos grupos tienen tradicionalmente formas muy distintas de construir sus hogares. Dos estilos arquitectónicos que predominaron en la ciudad durante mucho tiempo. Por un lado, está la arquitectura propia de los garífunas, que es más vernácula, construyen con los materiales de la zona, palma, caña de azúcar y paja (ver figura 2). Por otro lado, la arquitectura bananera, que son todas las casas que construyeron las empresas bananeras, de madera y elevada sobre el nivel del suelo (ver figura 3)(Stagno & Row, 1999). En una visita reciente a la Ceiba se observó que estas tradiciones se están perdiendo, los garífunas ya no construyen con materiales vegetales sino concreto armado.

b. Clima

El clima de La Ceiba está clasificado como selva tropical húmedo según el departamento de meteorología de Aeronáutica Civil de Honduras. Es muy cálido con una temperatura media máxima anual de 34°C, media mínima anual de 19°C y media anual de 27°C (SOPTRAVI. Dirección General de Aeronáutica Civil, 2013). La humedad promedio del aire es de 82%. La precipitación anual promedio alcanza los 3,363 mm de lluvia repartidos en 167 días. Siendo el mes de noviembre el más lluvioso (ver figura 4) y el mes en que más inundaciones se reportan (ver figura 5). Con las altas temperaturas y una humedad relativa por sobre el 80% es muy difícil alcanzar el confort higrotérmico.

Según la clasificación climatológica de Köppen-Gaiger el clima es Sabana (Aw) porque tiene una temporada seca donde hay uno o dos meses que llueve por debajo de los 60mm de agua. Además, en noviembre llueve casi un tercio de la precipitación anual.

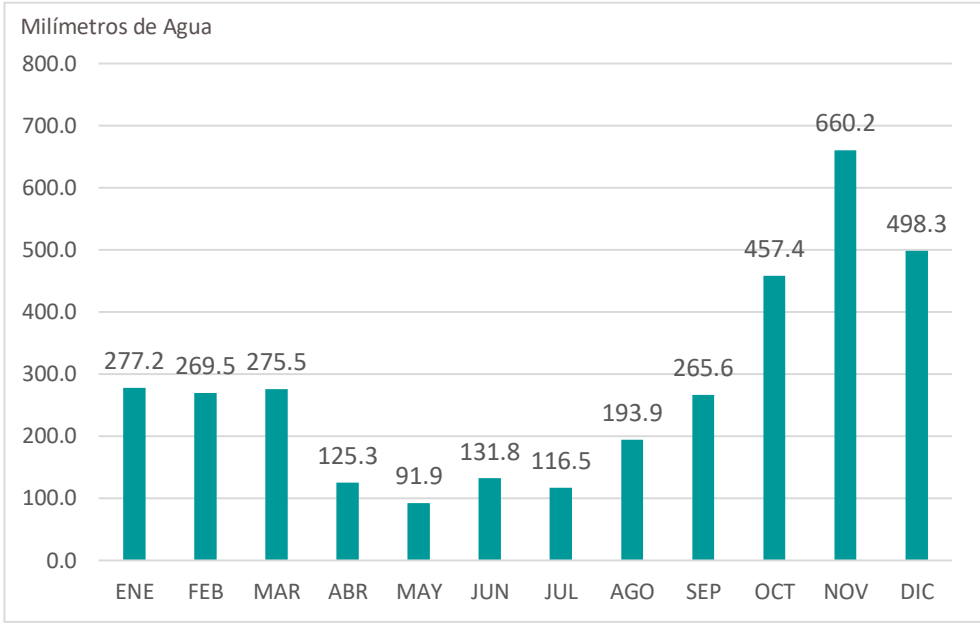


Figura 4 Precipitación Promedio Mensual de La Ceiba
Datos obtenidos de: Aeronáutica Civil, 2017

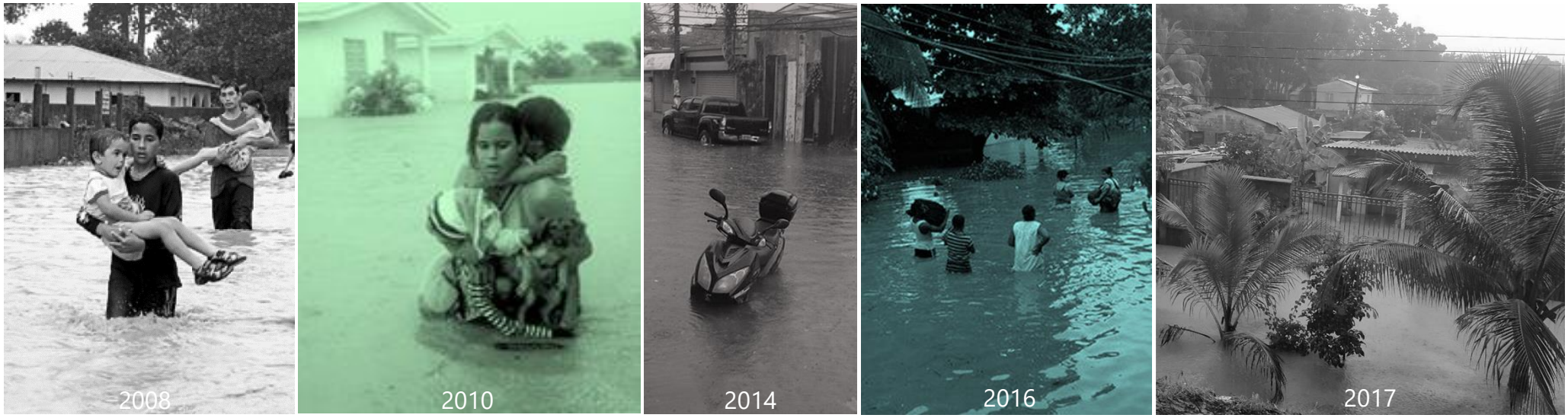


Figura 5 Inundaciones en La Ceiba, Honduras
Extraídas de: La Prensa,2008; Biblioteca Médica Nacional, 2010; Canal 6, 2014; Abriendo Brecha, 2016; Radiohause, 2017

1.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Figura 6 Ciudad Mateo, Honduras
Extraída de: El Heraldo, 2018

El déficit de vivienda es un problema que siempre ha estado presente en Honduras y Latinoamérica en general. Para el 2018, según la Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción, el déficit era mayor a 1,200,000 casas. En el afán por cumplir metas y números se construyen proyectos que ofrecen viviendas que no cumplen con los estándares de calidad que establece la OMS, lo que conlleva a otros problemas.

Hay casos en los se aprueban proyectos que ni siquiera cumplen con abastecer los servicios básicos como agua potable, saneamiento y electricidad. Por ejemplo, el caso de Ciudad Mateo (ver figura 6), este proyecto de 690 casas fue declarado inhabitable porque no tiene conexión al agua potable ni a la red pública de aguas negras. El dinero requerido para poder habilitar estas viviendas es mayor que la inversión inicial y no garantiza que durante verano tengan como abastecerlas de agua. O como en el caso de Residencial San Fernando, la Ceiba, que la conexión a la red principal de aguas negras es inexistente y todos los desechos se vierten en la calle, a tan solo unos metros de las viviendas (ver figura 7).

Figura 7 Aguas Negras, Residencial San Fernando, La Ceiba

"Honduras está reconocido entre los cinco países latinoamericanos con mayores indicadores de desigualdad social y se refleja directamente en aspectos de suelo y vivienda" (Hábitat para la Humanidad, 2017). La pobre construcción de los proyectos de vivienda genera descontento y abre aún más la brecha de estratos sociales que existe. Los problemas con la vivienda social en Honduras son muchos, pero unos más críticos que otros. Se identifica un problema de carácter urgente: el **déficit de abastecimiento de agua potable.**

El agua ha sido un recurso abundante para Honduras, pero debido al crecimiento poblacional en las principales ciudades, la falta de recursos económicos, la urbanización y la expansión de terrenos para destinarlos a la agricultura, se han contaminado las fuentes secundarias de agua (ríos, aguas subterráneas, lagos) (Butera et al., 2014). Es por esta razón que las principales represas del país están teniendo problemas para abastecer de agua a la creciente población.

"Aproximadamente, 1 millón de hondureños y hondureñas carecen de acceso a servicio de agua" (López, 2011). En un estudio hecho por CONASA revela que solo un 46% de los hogares de Honduras tienen tubería de agua potable instalada dentro de la casa (ver figura 8) y solo 1.4% de los hogares que tienen conexión a la red principal de agua potable reciben un servicio diario continuo de 24 horas (ver figura 9) (Mairena, Smits, & Uytewaal, 2011). El problema del agua se ve agravado en la ciudad de La Ceiba ya que una de sus principales represas dejó de funcionar en el 2017 por el mal mantenimiento del equipo (La Prensa, 2017). En los últimos dos años un sector de la población ha tenido que buscar formas alternativas de abastecerse de agua, por ejemplo: con carros cisternas que provee el estado, comprar a la empresa privada, incluso hay personas que van a los ríos a recoger agua (ver figuras 10 y 11).

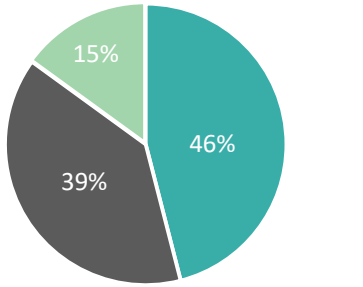


Figura 8 Conexión a red Pública de Agua Potable
Datos: López, M. A. (2011).

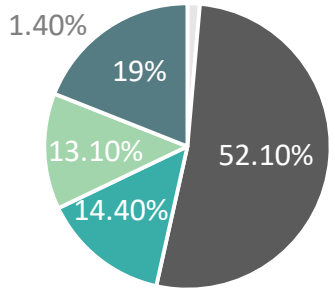


Figura 9 Tiempo de servicio de agua potable en las viviendas de Honduras
Datos: López, M. A. (2011).

Figura 10 Escases de agua potable en Honduras
Extraída de: La Prensa, 2017

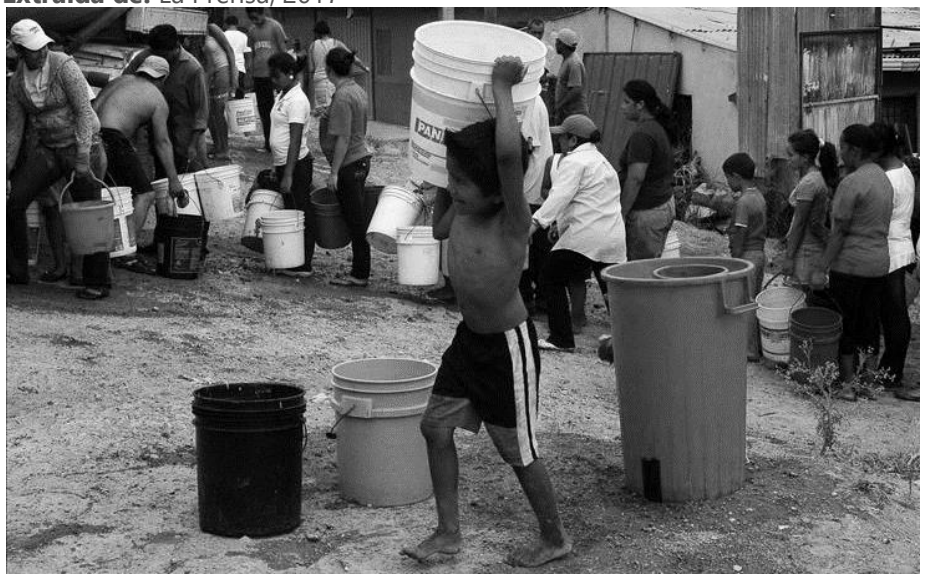


Figura 11 Carros cisterna abastecen de agua potable las comunidades.
Extraída de: El Pulso, 2017

Figura 12 Anuncio de venta de casas Villa Foresta, proyecto de interés social
Extraído de: Ficohsa.hn, 2018

A esto se le suma el hecho de que el agua que proviene del SANAA (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados) no es cien por ciento potable, entonces los hondureños se ven en la obligación de comprar bidones (llamados botellones) de agua potable para beber y cocinar. Un bidón de agua de veinte litros cuesta alrededor de 1.15 dólares, que para una familia de escasos recursos es un precio alto. Las personas que no pueden pagarlo consumen el agua de la red pública, pero se arriesgan a contraer varias enfermedades como tifoidea y cólera.

Los anuncios como el de la izquierda (ver figura 12) son comunes. En la esquina superior derecha ofrecen un "Rotoplas" (es el nombre de la marca de un tanque de almacenaje de agua) gratis por la compra de una casa. El servicio intermitente agua potable no siempre tiene horarios establecidos y si los tiene no es seguro que se cumplan. Haciendo el uso de estos artefactos una necesidad a la cual no todos tienen acceso por falta de recursos económicos. En la mayoría de los casos las personas almacenan el agua en pilas (recipiente de material resistente que tiene un rival y almacena agua para usos varios) o baldes. Estos, si se descuidan y no se mantienen limpios atraen plagas como el zancudo que son transmisores de enfermedades como el Dengue y la Malaria.

Por la falta de recursos económicos no es factible dar una solución individual al problema del agua. Entonces surge la necesidad de llevarla a escala comunal. Dar una solución a nivel de barrio, que, mediante la creación de espacios comunitarios se facilite la autogestión de los recursos hídricos para lograr poner en contacto a sus habitantes. Propone una solución a un segundo problema de gran importancia: la **falta de cohesión social y el sentimiento de inseguridad** que transmiten estos barrios.

Debido a la desigualdad social y el estigma que tienen los barrios de vivienda social, ya que por lo general están ubicados en áreas marginales, sus habitantes son víctimas de injusticias y prejuicios que generan el desprecio hasta entre los mismos vecinos (Hábitat para la Humanidad, 2017). Hay una directa relación entre la seguridad y el diseño del ambiente construido, se puede reducir la violencia si los espacios públicos están bien diseñados (Byrne, 2017). Estos espacios son donde la gente comparte, se conoce y desaparecen los estigmas y la desconfianza. Así mismo dar el control del agua a la población permite que haya más interacción entre ellos haciendo posible la cohesión social.

Los barrios de vivienda social en Honduras por normativa cumplen con proporcionar un espacio público, que por lo general son los retazos que sobran de la retícula del loteo. Espacios que terminan siendo inutilizados por la población por la falta de equipamiento, por lo que no son efectivos en uso. Para que un espacio público logre que la gente se integre al barrio, este debe efectivamente responder a las necesidades de sus posibles usuarios y no solamente a una norma. Son espacios que, lejos de promover la convivencia en el barrio, son peligrosos y sucios, por lo que las personas los evitan (ver figura 13).

Figura 13 Parque infantil en barrio de vivienda social, Santa Ana, Atlántida.

1.2. Formulación de la Investigación

1.2.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

a. ¿Cómo se puede reducir consumo de agua potable desde la red pública a través de estrategias arquitectónicas de recolección de aguas lluvias en un barrio de vivienda social en La Ceiba, Honduras?
b. ¿Cómo, al integrar las estrategias de aguas lluvias a los espacios públicos, se maximiza la cantidad de agua captada y se reducen los costos del sistema?

1.2.2. HIPÓTESIS

Es posible que, al integrar distintas estrategias arquitectónicas de recolección de aguas lluvias a los espacios comunitarios, se logre maximizar la captación de agua, con el fin de dar una solución al déficit de agua potable, al mismo tiempo que se promueve la cohesión social a través de la autogestión de los espacios comunitarios y los recursos hídricos de un barrio de vivienda social en el clima cálido lluvioso.

1.2.3. ALCANCE

La tesis explora la problemática de la vivienda social en Honduras, la cual espera beneficiar a personas que tienen un ingreso económico de uno a cuatro salarios mínimos (entre 260 y 1,040 dólares). Busca crear una solución sustentable a bajo costo al déficit de abastecimiento de agua potable y la falta de cohesión social por la carencia de espacios públicos.

Se centra en el estudio de recolección y manejo de aguas lluvias. No se abarca el tema de aguas grises porque se procura que el agua recolectada pueda ser usada para consumo humano. Además, ocuparía instalaciones independientes que alzaría los costos del sistema.

1.2.4. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Objetivo General: Proponer distintas estrategias arquitectónicas de recolección de aguas lluvias, que integradas a los espacios comunitarios permitan maximizar la captación de agua en los barrios de vivienda social para reducir la demanda desde la red pública, en el clima cálido lluvioso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METODOLOGÍA
1. Caracterizar la problemática de la vivienda social en Honduras.	**1.1.** Análisis de la normativa de construcción y programas de vivienda social en Honduras.
	1.2. Observación de distintos casos de estudio de vivienda social en Honduras, para determinar la configuración del barrio y como es el manejo de los servicios básicos.
	1.3. Entrevista a personas que viven en vivienda social para detectar cuales son los principales problemas de la comunidad.
2. Analizar estrategias arquitectónicas de recolección de aguas lluvias a nivel celular, en un contexto de vivienda de consumo nulo de agua.	**2.1.** Investigación bibliográfica de sistemas de recolección de aguas lluvias para vivienda en un clima lluvioso.
	2.2. Cálculos hidráulicos para determinar las dimensiones técnicas necesarias de los sistemas de recolección de aguas lluvias para alcanzar el consumo nulo de agua en la vivienda social.
3. Definir el espacio comunitario efectivo para la vivienda social en Honduras.	**3.1.** Investigación bibliográfica sobre los efectos de la carencia de espacios comunitarios en la cohesión social.
	3.2. Estudio de referentes internacionales de espacios comunitarios para barrios de vivienda social.
	3.3. Análisis de casos de espacios comunitarios exitosos existentes en Honduras.
4. Evaluar la aplicación de las estrategias arquitectónicas de recolección de aguas lluvias a nivel comunitario.	**4.1.** Cálculo hidráulico de la infraestructura necesaria para la recolección y distribución del agua lluvia a nivel comunal.
	4.2. Explicación de las ventajas y desventajas de recolectar agua lluvia a nivel comunitario.
	4.3. Análisis de cómo se beneficia el espacio comunitario de la recolección de aguas lluvias y viceversa.

PROBLEMÁTICA DE LA VIVIENDA SOCIAL EN HONDURAS

2.1. Normativa y programas de la vivienda social en Honduras

2.1.1. NORMATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL EN HONDURAS

La Comisión Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos (CONVIVIENDA) es la entidad gubernamental que vela por que el "Manual de Normas Mínimas de Planificación y Construcción de Urbanizaciones y Viviendas de Interés Social" se cumpla. La última versión de este manual entró en vigencia en el año 2015. En él se detallan las consideraciones de diseño que se deben tener cuando se va a presentar un proyecto para la aprobación de CONVIVIENDA.

En este capítulo se analizará este manual desde dos puntos de vista:

1. ¿Cómo se aborda el tema de los servicios básicos?
2. ¿Qué especificaciones existen para el diseño de áreas verdes, de recreación y equipamiento urbano?

Esto con el propósito de ver cuáles son esas debilidades que tiene la normativa actual que permite que se siga construyendo proyectos de vivienda social sin cubrir las necesidades básicas de sus habitantes.

a. Servicios básicos:

En la ley antes mencionada se describe en varias secciones los requerimientos en cuanto a los servicios básicos con los que debe abastecer un desarrollador un proyecto de vivienda social. Para empezar en el capítulo 2 dice que todas las viviendas contarán con "agua potable domiciliar de uso permanente". Posteriormente agrega que debe haber "drenaje sanitario o tanque séptico para cada vivienda" (Gobierno de La República de Honduras, 2015). En la investigación de campo tres de los once casos visitados no cuentan con drenaje de aguas negras. Además de eso de todas las personas encuestadas solo el 24% tienen el servicio de agua potable todos los días, como se ve en la figura 14. En otras palabras, solo un cuarto de esta población tiene el servicio de agua como lo establece la ley.

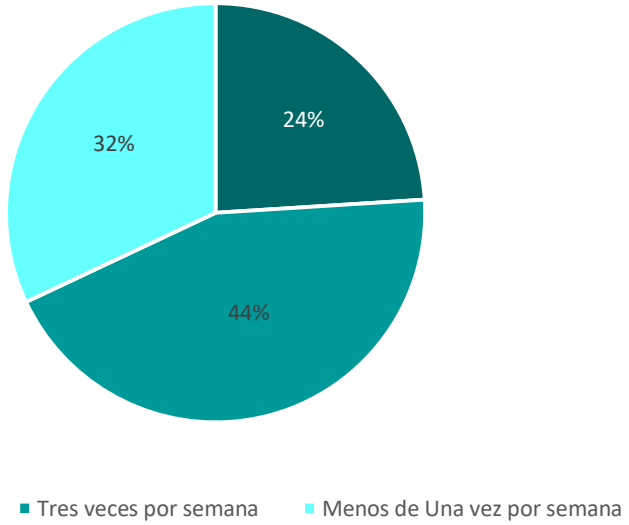


Figura 14 Veces por semana que tiene servicio de agua

Más adelante en el documento se vuelve a reiterar que "la fuente de servicio de agua potable deberá ser constante por las horas del día y continua para todo el año" (Gobierno de La República de Honduras, 2015). Esto no se aplica en casi ningún caso. El servicio de agua potable, por lo general, según las entrevistas que se hicieron, se proporciona en horas de la noche o de la madrugada. Son muchas las incongruencias que se observaron en campo con lo que dice la ley. Continúa describiendo en el capítulo siete: "Con el propósito de dar un buen servicio a los futuros adquirientes debe proveerse un tanque de reserva adicional a la pila de almacenamiento, con el volumen mínimo que permita cubrir la demanda diaria"(Gobierno de La República de Honduras, 2015). De todos los casos que se visitaron (26 en total) ninguno tiene un tanque de reserva adicional de agua. Por lo que abastecerse de agua es un reto diario para estas familias.

b. Áreas verdes, recreación y equipamiento urbano:

En esta área las leyes son más escasas y menos específicas. Por ejemplo, en el capítulo dos dice que:

> "El proyecto de vivienda social tendrá áreas verdes, áreas deportivas, escuelas, etc. Para determinar el tamaño de estas áreas, habrá que tomar la magnitud del proyecto de acuerdo a los requerimientos municipales donde se harán las viviendas y la carencia de estos servicios en las cercanías del proyecto" (Gobierno de La República de Honduras, 2015).

Para fines de la investigación se visitaron varios proyectos de vivienda social a nivel nacional. De los proyectos visitados todos tenían un área destinada para recreación, pero solo estaba el terreno sin equipamiento y los que sí tienen algún tipo de mobiliario se encuentran en un muy mal estado y no se utilizan. En cuanto a la ley deberían ser más específicos con el diseño de áreas comunitarias, porque en casi todo el documento se menciona que es responsabilidad del desarrollador, pero no dan lineamientos de diseño. Con las áreas comunitarias pasa algo muy curioso, ya que en la ley pide que el tamaño sea el 15% del terreno del proyecto total, lo que hacen la mayoría de los desarrolladores es hacer proyectos pequeños o casas aisladas para no tener que cumplir con estos requisitos. En cuanto a equipamiento, como escuelas y centros de salud, solo tres proyectos de los once visitados cuentan con estas instalaciones dentro de la urbanización.

Entonces se llega a la encrucijada, de ¿por qué, si hay una ley que prohíbe todo lo antes mencionado, se siguen construyendo proyectos como los que se visitaron durante la investigación de campo? CONVIVIENDA como la institución reguladora de los proyectos de vivienda social, solicita dentro de sus requisitos para dar un permiso de construcción que cada proyecto tenga aprobación de cada uno de los entes prestadores de servicios públicos.

Cada proyecto propuesto debe pasar por varias instituciones antes de obtener el permiso de construcción. En el caso de vivienda social CONVIVIENDA, es la entidad que tiene la última palabra y aprueba el presupuesto. Pero antes de que CONVIVIENDA reciba una propuesta esta debe haber sido analizada por:

1. La ENEE: empresa nacional de energía eléctrica
2. El SANAA: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
3. ICF: Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal
4. Gerencia de Evaluación de Riesgos
5. Gerencia de la Movilidad Urbana

El Cuerpo de Bomberos " (Gobierno de La República de Honduras, 2015).

Cuando se le hizo esta pregunta al gobernador de Olancho (persona que aprueba el presupuesto para este tipo de proyectos a nivel departamental o el equivalente a una región en Chile) este respondió que: "Responsable número uno: el gobierno local. Ellos tienen que poner orden. El deber de ellos es poner una sanción a quien no está haciendo las cosas bien" (ver transcripción de entrevista en anexos). En otras palabras, todas las organizaciones que se supone deben otorgar los permisos y supervisar que los proyectos se construyan según lo plasmado en los planos. De parte de CONVIVIENDA hay un grupo que se encarga a la supervisión de proyectos para asegurar que se haga bajo el marco de la ley, pero aún bajo esta supervisión se construyen proyectos que no tienen los servicios básicos ni el equipamiento.

Además, hay que hacer leyes más específicas, actualmente son muy generales en cuanto a diseño y es por eso que los desarrolladores se dan la libertad de entregar proyectos con acabados pobres y que no responden efectivamente a las necesidades de sus habitantes. Es necesario reevaluar el manual de construcción para que se hagan reformas más claras y concisas. Lo cierto es que la corrupción y la necesidad de las personas hace posible estas situaciones. Las personas están tan acostumbradas a esta situación que han normalizado el que no les llegue el servicio de agua todos los días o tener un lugar seguro donde reunirse.

2.1.2. PROGRAMAS DE VIVIENDA SOCIAL EN HONDURAS

En el reglamento operativo que regula el programa gubernamental de vivienda social define a estas como: "una solución habitacional destinada a familias que permanecen en condiciones económicas apremiantes, ingresos familiares de 0 a 4 salarios mínimos, con el fin de contribuir a la reducción del déficit habitacional del país" (Comisión Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2015). Bajo esta definición se puede decir que una familia cuyos ingresos mensuales estén entre 0 y 1,560 dólares. Lo cual es una diferencia alta. Es por esto que dentro de los programas de vivienda social en Honduras se pueden identificar dos grandes grupos: el primero son aquellos proyectos que la ayuda viene a través de un subsidio, que puede variar la cantidad según el proyecto; y el segundo son todas aquellas casas que son cien por ciento donadas por una entidad gubernamental.

Las viviendas a las cuales se les otorga un subsidio trabajan bajo la siguiente modalidad: el aspirante a una casa con ayuda debe dar un aporte propio, además sacar un crédito a través de BANHPROVI, y a esto se le suma el subsidio. El aporte propio puede ser ahorros que tenga la familia, compra de materiales, el terreno o mano de obra no calificada. Los subsidios por parte del gobierno solo se dan a través de BANHPROVI (Banco Hondureño para la Producción y la Vivienda), y se aplica directamente al crédito que solicita la familia.

Los requisitos para que una familia pueda acceder a vivienda social son los siguientes: ser hondureño mayor de 21 años, no poseer ningún otro inmueble, ni terreno además de en el que se va a construir la casa, evidenciar el aporte propio y que no haya recibido un bono de vivienda por parte del estado con anterioridad. Los subsidios y el aporte mínimo se aplican de la siguiente forma:

Tabla 1. Subsidios para Vivienda Social

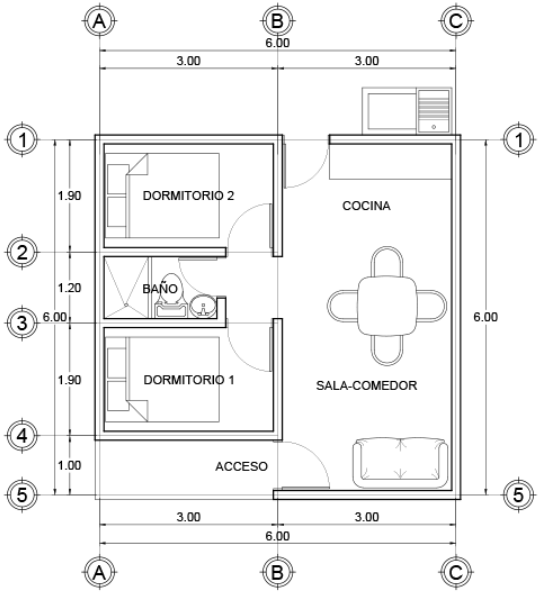
Ingreso Familiar	Bono	Aporte propio mínimo sobre valor de vivienda	Valor máximo de la vivienda
½ a 2 Salarios Mínimos	US$2443.49	5%	$16,289.96
2 a 3 Salarios Mínimos	US$2036.25	5%	$20,362.45
3 a 4 Salarios Mínimos	US$1832.62	5%	$24,434.94

Fuente: (Comisión Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2015)

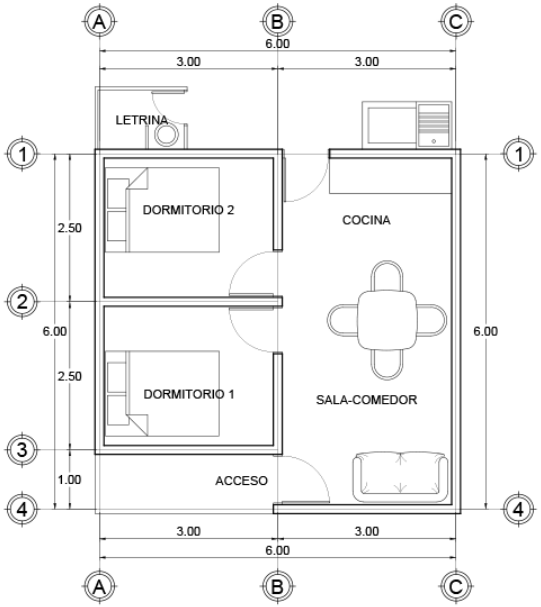
Se hace un estudio socio económico de cada familia. El crédito se brinda a una tasa de interés baja. Se espera que las cuotas que pague cada familia sean igual o menor al alquiler de una casa (alrededor de 250 dólares mensuales). Los proyectos que funcionan con subsidio son construidos por desarrolladores ajenos al gobierno, cuyos proyectos han sido aprobados por CONVIVIENDA.

En el caso de una vivienda gratuita, estas viviendas son directamente construidas por CONVIVIENDA y SEDIS, en conjunto con el gobierno local. Estos programas son para las personas más pobres que no pueden pagar una cuota mensual. En estos casos se pide que la persona disponga de un terreno con las escrituras y apoyar con mano de obra no calificada. También se dan casos en los que el gobierno departamental dona el terreno cuando hay varios beneficiarios. Por lo general estas son personas que han perdido sus casas por desastres naturales o que se encuentran en algún tipo de desventaja económica.

2.2. Casos de Estudio



PLANTA ARQUITECTÓNICA TIPO
BAÑO ADENTRO



PLANTA ARQUITECTÓNICA TIPO
BAÑO AFUERA

2.2.1. Presentación de Casos de Estudio

Durante la visita que se hizo para conocer distintos proyectos de vivienda social, tanto vivienda subsidiada como vivienda solidaria, se observaron distintas debilidades que son común para todos los proyectos, y otros que son particulares para cada caso (se discutirán a detalle más adelante).

Para comenzar la planta tipo es muy parecida en todos los casos estudiados. Son casas de mínimo 36 m2 que tienen un espacio para sala, comedor y cocina, dos habitaciones y un baño. Según las encuestas hechas viven cuatro personas por cada casa, a excepción de algunos casos. El baño puede estar ubicado al interior de la casa (como se puede observar en la figura de la izquierda) o se instala una letrina en la parte exterior. Esta diferencia depende de si la vivienda está conectada a la red pública de aguas negras o no.

Los materiales de construcción utilizados son los mismos para todos los proyectos visitados: las paredes de bloque de concreto; la estructura de concreto armado; y el techo de lámina de zinc. Este último sin ningún tipo de aislamiento térmico, lo que provoca que en verano estas casas tengan temperaturas muy altas en su interior.

Un problema en común es la falta de espacios comunitarios que sean efectivos en uso. Algunos barrios si tienen un espacio comunitario, pero estos están en condiciones paupérrimas. Cuando se analice cada caso visitado se verán cuáles son las principales carencias y porque son lugares que se perciben abandonados.

Todos los proyectos analizados tienen falencias que no deberían existir, ya que, si se apegan a la ley, estos deberían ser declarados inhabitables por carecer de algún o algunos servicios públicos. El déficit habitacional que sufre Honduras es tan grande que las personas agradecen tener un techo que los cubra de la lluvia. Ya que es mejor tener un techo "malo" a no tener nada.

a. Residencial San Fernando, Atlántida

Figura 15 Casas en Residencial San Fernando

Figura 16 Problema de aguas negras en Residencial San Fernando

Residencial San Fernando es una colonia en la cual sus propietarios obtuvieron un subsidio del gobierno. De los proyectos visitados esta es la que se encuentra en una mejor posición económica. Se encuentra a las afueras de La Ceiba. Las casas tienen los materiales de construcción y la distribución típica presentada en la pagina anterior.

El desarrollador responsable de esta urbanización hizo una perforación para construir un pozo de agua para abastecer de agua potable a las personas que habitan este proyecto. El principal problema que enfrentan estas personas es la carencia de un sistema de aguas negras y alcantarillado público. Como se puede ver en la figura 16, las aguas negras corren por el tereno a menos de cinco metros de la construcción más cercana. Esto conlleva a otros problmas, como malos olores, plagas y enfermedades.

Otro claro problema es la falta de espacio público, no hay espacios de recreación ni equipamiento urbano. Lo más cercano es una guardería que es administrada por una fundación estadounidense. Hay que caminar una distacia constiderable para acceder al transporte público. Los terrenos no tienen las medidas requeridas, son mucho más pequeños. No hay un tratamiento de aguas lluvias. Todas estos problemas no deberían de existir ya que por ley no es posible construir bajo estas condiciones.

Por otro lado los habitantes de esta colonia expresaron que es un lugar seguro para vivir. De las colonias visitadas es la unica que tiene servicio de agua potable todos los días, las 24 horas del día, y tienen servicio de energía. Los acabados son de mejor calidad. Los acabados con los que se entrega la casa son de mejor calidad que muchas de las colonias de vivienda social.

b. Santa Ana, Atlántida

Figura 17 casas en Santa Ana, Atlántida

Figura 18 Parque infantil de Santa Ana, Atlántida

Esta residencial es un proyecto de Hábitat para la Humanidad, Son un total de 20 casas. Estas casas empiezan a ser habitadas. Hasta ahora tiene un 30% de ocupación. Por lo que se pudo observar en campo estas casas tienen mejores acabados que todos los proyectos que se visitaron. La distribución en planta cambia un poco a lo que se mostró antes pero también son viviendas de dos habitaciones, un baño y sala-comedor-cocina.

Como se puede apreciar en la figura superior izquierda estas casas si tienen canales de aguas lluvias que drenan en los patios. Tienen energía eléctrica y están conectados a la red de agua potable. Estas viviendas están conectadas a un proveedor regional de agua, por lo tanto, no tienen problemas de abastecimiento. También tienen tratamiento de aguas negras. Los terrenos son de mayor dimensión que las otras viviendas sociales.

Esta es una residencial que se encuentra alejada de La Ceiba, la comunidad más cercana es Santa Ana. Lo que la hace difícil de acceder, el transporte público no llega hasta esta comunidad. Este es uno de los pocos proyectos que, si cuenta con un área de juegos para niños, aunque como se ve en la foto es un espacio sucio y sin mantenimiento. No está techado, lo que en una ciudad como La Ceiba es un problema por la cantidad de lluvia y radiación solar que recibe, lo ubicaron bajo muchos árboles.

Además de esta área de juegos no existe otro tipo de espacio comunitario. Los niños para asistir a la escuela deben recorrer grandes distancias. Otro de los problemas observados es que no hay tanques de almacenaje de agua, solo se cuenta con pilas (un recipiente de material resistente que tiene un rival y almacena agua para usos varios) hasta ahora no están techadas lo que provoca que el agua en ellas se ensucie muy rápido.

c. Primero de Mayo, Olancho

Figura 19 Problema de aguas negras en la colonia Primero de Mayo

Figura 20 Parque en colonia Primero de Mayo

Este barrio a diferencia de los otros que se han analizado se encuentra en el casco urbano de la ciudad. Inicialmente se construyó con subsidios del gobierno y tiene mucho tiempo de estar habitada. Las casas han sido modificadas para acomodarse a las necesidades de cada familia.

Esta colonia tiene muchos problemas con los servicios básicos. Lo que se puede observar en la figura superior izquierda son las aguas negras que las tiran a la calle porque no hay instalaciones de aguas negras. En todo el tiempo que tiene de estar habitada nadie se ha preocupado por dotar de estos servicios a esta colonia.

Las personas que se entrevistaron expresaron que a veces pasaban hasta dos semanas sin agua potable. Entonces tienen que comprar carros cisternas de agua que los abastezca. Lo que incurre en gastos del presupuesto de estas familias.

Si se suma lo que pagan por el servicio de agua potable, más el gasto para comprar agua para tomar y además la cisterna de agua cuando se quedan sin el servicio público, esto incurre en un porcentaje importante del presupuesto de una familia promedio.

Además de las aguas negras y el problema de agua potable, las áreas verdes que se dejaron para esta colonia están en abandono, como se puede ver en la imagen superior derecha. Se nota que inicialmente este fue un predio que sobró de la reticula del barrio.

Tambien se evidencia un problema más, por ley es responsabilidad de la junta de vecinos darle mantenimiento a estos espacios, pero hay varios factores que pueden impedir que la junta logre hacerse cargo de estos espacios, por lo general el factor económico es la principal causa. El problema es que estos espacios despues son cuna de plagas que transmiten enfermedades.

d. Colonia La Solidaridad, Olancho

Figura 21 Casas en Colonia la Solidaridad

Figura 22 Parque en Colonia la Solidaridad

La Solidaridad fue construida por la Cruz Roja Hondureña como un proyecto de reubicación para las personas que perdieron sus casas durante el Huracán Mitch, hace más de veinte años. Ya que esta colonia tiene mucho tiempo de estar habitada, las casas han sufrido muchas modificaciones. Se encuentra en la periferia urbana, haciendo el transporte un poco problemático.

Entre los problemas detectados en esta colonia son:

1. Carencia de tratamiento de aguas lluvias. Todas las aguas lluvias terminan en la calle de acceso que no tiene alcantarillado público, entonces se hacen pozos de agua que atraen plagas.
2. Esta colonia está conectada al servicio público de agua potable del SANAA, y las personas entrevistadas dijeron que el agua les llegaba una vez cada diez días, con suerte. Problema que ya se ha normalizado entre la comunidad.
3. Los espacios de recreación existentes no reciben mantenimiento y por eso las personas no los utilizan.

Entre las fortalezas que tiene este barrio está una institución educativa, que también fue construida después del Huracán Mitch y que funciona actualmente. Está muy bien equipada y brinda sus servicios a todos los niños de la comunidad. También cuentan con instalaciones de aguas negras que drenan en la red pública.

Este es el barrio que más equipamiento urbano posee, los niños pueden ir a la escuela o kínder ahí mismo. Lo que hace falta es mejorar los espacios de recreación. Además, algunos habitantes de esta colonia expresaron que los talleres de trabajo serían de gran ayuda, dado a la lejanía que tiene esta colonia del casco urbano. Hay muchas madres solteras que se beneficiarían de recibir talleres de oficio también.

e. Colonia Orle Solís, Olancho

Figura 23 Casa Orle Solís, Vivienda Solidaria

Figura 24 Escuela en la Colonia Orle Solís

Este es por mucho el caso más crítico que se visitó. Las viviendas de la Colonia Orle Solís fueron donadas en su totalidad por el gobierno de la república, incluso cada casa tiene una insignia que así lo determina. Esto proyecto se encuentra en la periferia de la ciudad.

Son viviendas de 36 metros cuadrados, los terrenos no cumplen con las medidas establecidas por ley. Los acabados de estas viviendas son muy pobres, el piso es de concreto, no tiene puertas ni ventanas. La mano de obra que se utilizó para construirlo no es mano de obra calificada.

Uno de los problemas más críticos es que no cuentan con tuberías de aguas negras, así que todas las heces van a dar al patio de la vivienda. Existió alguna vez la intención de hacer una fosa séptica, pero con el paso del tiempo se abandonó el proyecto. Condenando a estas personas a vivir entre sus desechos.

Solo un par de casas tienen conexión a la red de agua potable y de ahí se distribuyen entre los vecinos. El único espacio comunitario que hay es una escuela (figura 24) que en un solo recinto reciben clases desde primer hasta sexto grado. Esta escuela tampoco cuenta con servicios sanitarios, puertas o ventanas. Los niños tienen que llevar sillas de sus casas para poder sentarse.

Las condiciones en esta colonia son muy precarias. No hay un lugar de recreación y mucho menos un centro de salud. Al preguntarle al Gobernador específicamente por este proyecto dijo que: "Ese proyecto que usted menciona legalmente no debería de estarlo habitando".

Darle una solución habitacional con tantos problemas genera otros problemas, como enfermedades y una falta enorme de oportunidades de educación para los niños.

2.2.2. Análisis de Casos de Estudio

Para efectos de esta investigación se hizo una encuesta a personas que habitan proyectos de vivienda social en Honduras. Con el objetivo principal de caracterizar la problemática que enfrenta la vivienda social en Honduras en general. Esta encuesta se realizó en 11 colonias distribuidas en el país. Las colonias/barrios que se encuestaron son:

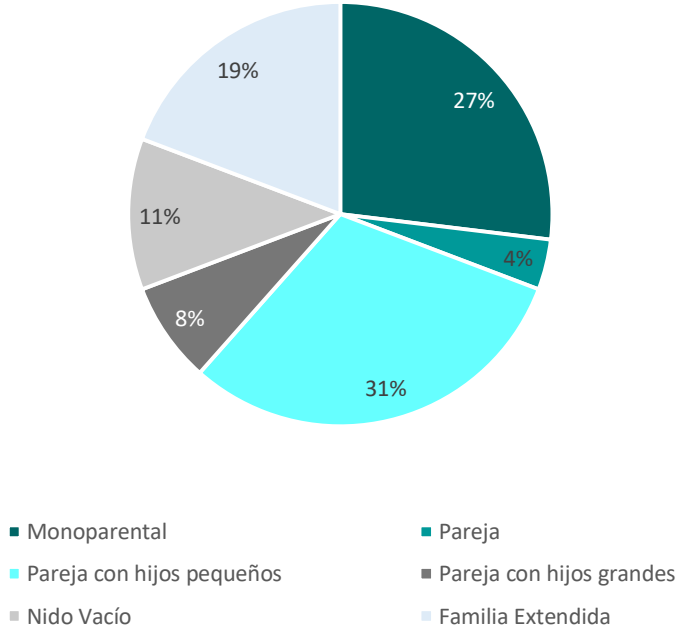
1. El Porvenir, La Ceiba
2. Casa Blanca, La Ceiba
3. Barrio el Centro, La Ceiba
4. Colonia Orle Soliz, Olancho
5. Rubén Armando López, Juticalpa
6. Colonia Brisas del Porvenir Sur, Juticalpa
7. La Pascuala, Olancho
8. Colonia 5 de Marzo, Olancho
9. Santa Ana, La Ceiba
10. Primero de Mayo, Juticalpa
11. La Solidaridad, Olancho

La encuestas se realizaron durante el 1 de agosto al 17 del mismo mes de 2019. Cada una de las 26 encuestas realizadas se hicieron de forma presencial. Contiene un total de 27 preguntas divididas en tres secciones (ver encuestas y resultados en los anexos). El primer bloque se enfoca en preguntas demograficas para determinar las características generales de una familia promedio que ocupa las casas de vivienda social. El segundo bloque busca saber a través de las preguntas cuales son los principales problemas con el abastecimiento de los servicios básicos primando el agua potable. Por ultimo la encuesta se enfocaba en los espacios públicos y las relaciones intervecinales.

Para iniciar es importante caracterizar las familias que habitan en las viviendas sociales de Honduras. De las encuestas realizadas el promedio de personas por cada vivienda es de cuatro personas. Aunque en algunos casos había hacinamiento, siendo la casa más poblada una en la que viven 12 persona. Aún con estas diferencias el promedio se mantiene en cuatro personas por hogar.

El tipo de familia más común son parejas con hijos pequeños seguido por familias monoparentales que en su gran mayoría son hogares con mamás solteras con sus hijos. Estos dos tipos de familia constituyen el 58% de las familias encuestadas (ver ver figura 25). Estas familias son personas con bajos recursos economicos, casi todos se dedican a oficios menores, por ejemplo: aseo, albañilería, carpintería, tiendas de conveniencia locales, militares de bajo rango, etc. Los jefes de hogar no tienen una educación superior, la mayoría solo tiene la educación media básica (31% de las personas encuestadas) o estudiaron hasta el segundo grado (31% de las personas encuestadas). En otras palabras las personas que optan por adquirir una viviendas social, son personas de muy escasos recursos.

Figura 25 Tipo de Familias en los hogares de vivienda social



En cuanto a servicios basicos hay una problemática muy clara de deficit de agua potable y saneamiento de aguas negras. La mayoría de los proyectos visitados no tienen un servicio de agua potable permanente y no hay una conexión a la red de aguas negras. De los hogares encuestados solo el veinticuatro por ciento tienen un servicio de agua potable continuo de veinticuatro horas, y 32 por ciento de las personas encuestadas dijeron que reciben agua menos de una vez por semana (ver figura 26). Haciendo que sea necesario comprar agua aumentando la cuenta mensual de pago por el servicio de agua. El tema con el agua potable en Honduras es que se ha normalizado no tener un servicio continuo. Las personas encuestadas que reciben dos o tres veces a la semana el servicio del agua califican como "bueno" este servicio. Muchas veces estas personas tienen que economizar el agua y no alcanza para todas las actividades diarias. Pero ya están tan acostumbrados que no lo ven como un problema.

La empresa nacional de agua en Honduras se llama SANAA (Servicio Autonomo de Nacional de Acueductos y Alcantarillados). Esta empresa pública no tiene una cobertura total en el país y es por esta razón que se permite que otros entes provean de este servicio a lugares donde no está cubierto por el SANAA. En la figura 27 se muestra que de los hogares encuestados el SANAA provee servicio a 35% de los ellos. Los otros proveedores son: la alcaldía, el cual es el gobierno local de cada comunidad; entes privados, muchas veces los desarrolladores de un proyecto proveen el servicio de agua potable, esta agua se extrae de una fuente natural cercana o del subsuelo, pero tiene que estar aprovado por el SANAA; y por ultimo carros cisternas, estas son pipas de agua que puede proveer el estado o comprar a un ente privado.

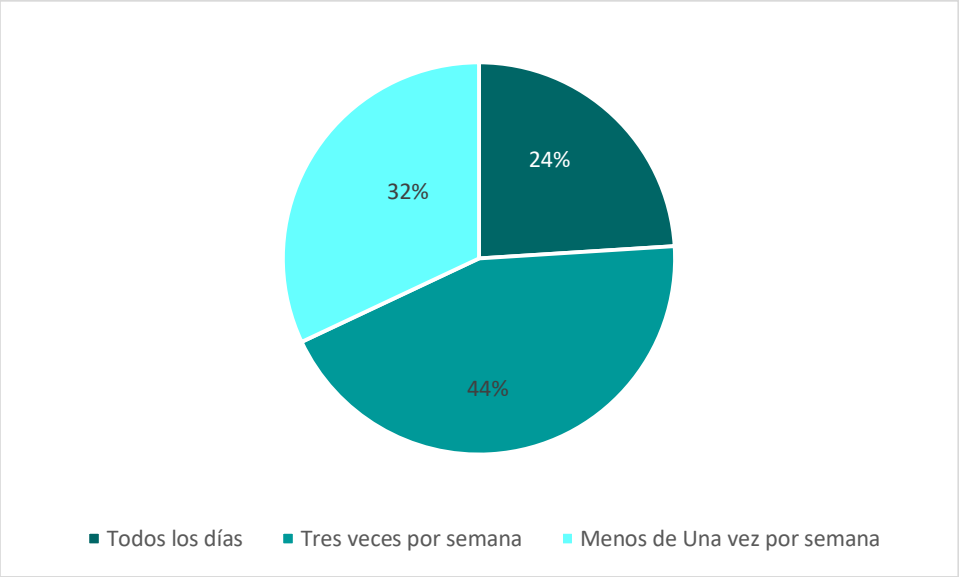


Figura 26 Hogares según las veces por semana que tiene servicio de agua

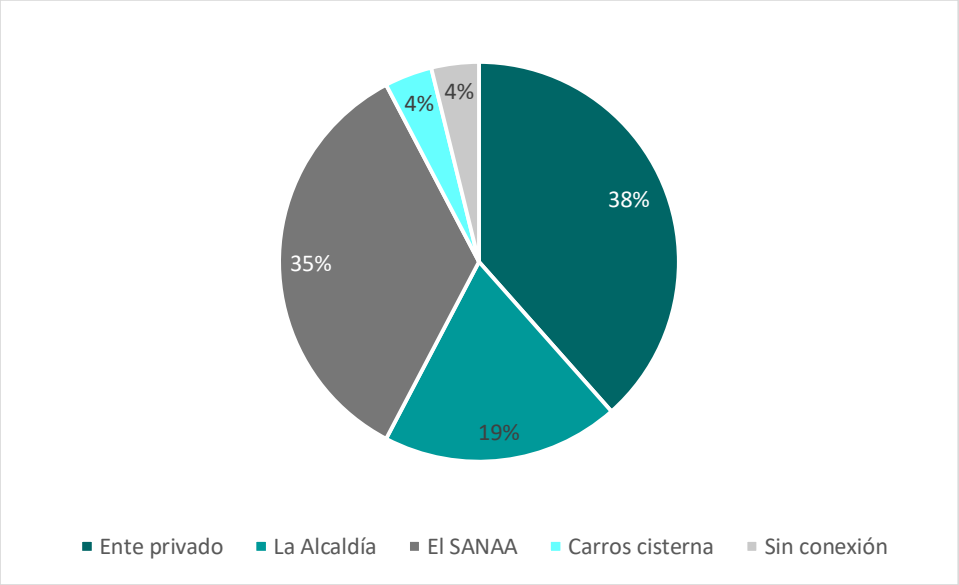


Figura 27 Proveedor del Servicio de Agua Potable

El agua que proporciona el SANAA no es totalmente potable. Es por eso que el agua que viene de la llave se usa principalmente para aseo personal y aseo de la casa (ver figura 28). Las personas no la pueden tomar el agua directamente de la llave. En muchos casos las personas que tienen conexión al SANAA, lo que hacen es comprar agua en botellones. Un botellón de agua es agua purificada que venden en botes de 20 litros y en Honduras cuestan actualmente aproximadamente US$ 1.13. Por ejemplo en el gráfico superior derecho se muestra que de los hogares encuestados el 62% compran botellones de agua para tomar y cocinar. Todos esto suma a la cuenta que paga una familia promedio por el servicio de agua potable.

En todos los casos donde la familia tiene que comprar botellones para el agua que consume, la cuenta de los botellones supera por mucho la cuenta que se paga por el servicio de agua potable. Como se puede ver en la tabla numero dos, el SANAA, tienen en promedio la cuota por servicio de agua más alta de los tres proveedores. Las personas pagan aproximadamente el doble por botellones. En algunos casos la gente no compra botellones y opta por clorar en casa el agua que le llega de la llave (15% de los encuestados). Hay proveedores, como los privados que si proporcionan agua que está lista para consumo humano. Es por eso que como se ve en la figura 29, las personas que obtienen el servicio de un ente privado por lo general tienen un gasto menor que los que obtienen el servicio de cualquier otro proveedor. Al final, si se suma lo del servicio, más los botellones y los carros cisternas que se deben comprar cada vez que no hay agua, una familia tiene que incurrir en gastos que estan fuera de su presupuesto. Estos gastos pueden representar hasta el 5% de un salario mínimo.

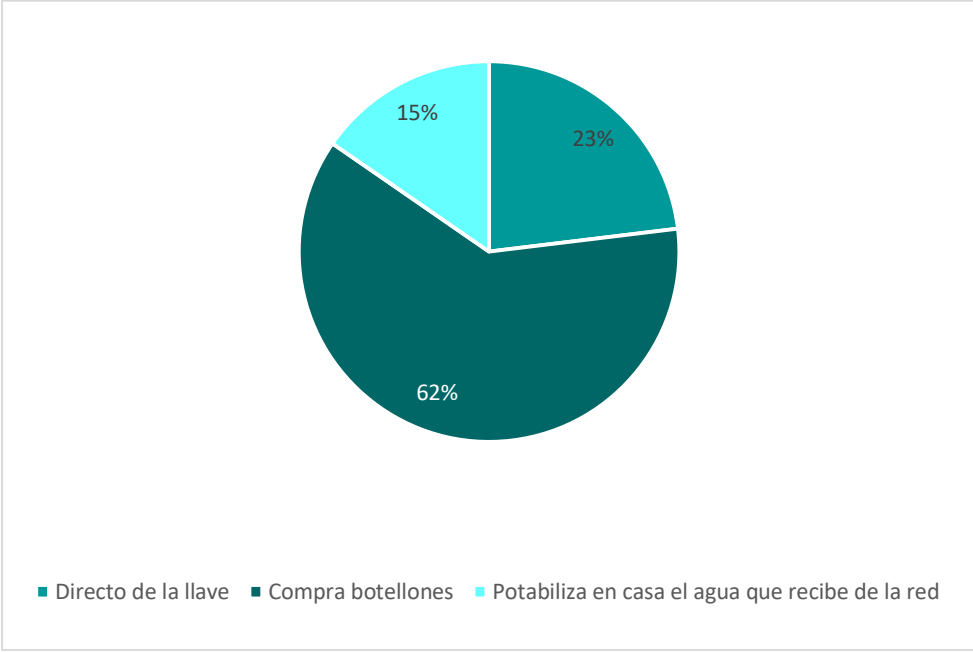


Figura 28 Encuestas: ¿De dónde obtiene el agua que consume?

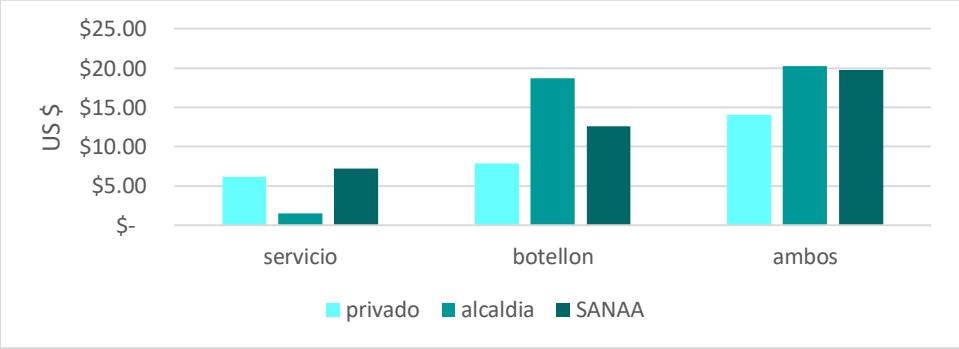


Figura 29 Promedio de pago mensual por el servicio de agua potable y compra de botellones

A cada una de las personas encuestadas se les preguntó que proveedor tenía de servicio de agua potable y cuantas veces a la semana le llegaba el agua a la semana. Cruzando estas dos variables se puede observar claramente que el SANAA es la empresa con mayor problema de abastecimiento de agua. De las nueve personas encuestadas, 8 reciben menos de una vez a la semana el servicio de agua. Hay quien incluso expresó que tenía más de un mes sin recibir agua de la red pública y que el recibo del agua siempre le llega por la misma cantidad.

El SANAA es el ente que regula a todos los demas proveedores de agua, también es el más caro y el de peor servicio. Otra pregunta que se le hizo a las personas encuestadas es: ¿normalmente les alcanza el agua que les llega desde la red para realizar todas las actividades diarias? Se cruzó esta respuesta con el proveedor de servicio y el resultado es que todas las personas cuyo proveedor es el SANAA, respondieron que no les alcanza el agua.

Por ende estas personas tienen que buscar otras formas de satisfacer su demanda de agua. El 42% de las personas dijo que en caso de necesitar agua de otra fuente, por lo general compra una pipa de agua (un carro cisterna). En algunos casos que tienen una fuente natural cercana, las personas se avocan a ella para abastecerse. El problema con esta última opción es que no se sabe que tan contaminada puede estar esta fuente de agua. Las personas que viven en vivienda social por lo general tienen muchos problemas de abastecimiento de agua, como se pudo evidenciar con las encuestas. ¿Cómo es posible que Honduras siendo un país rico en recursos hídricos tenga a más de un tercio de la población por más de diez días continuos sin servicio del agua?

Tabla 2 Encuestas: Según empresa proveedora de agua ¿Cuántas veces a la semana recibe el servicio?

	Todos los días	Tres veces por semana	Menos de Una vez por semana
Ente privado	1	9	0
La Alcaldía	5	0	0
El SANAA	0	1	8

Tabla 3 Encuestas: ¿Quién le provee el servicio de agua?, según si alcanza o no el agua para realizar todas las actividades diarias

	Ente Privado	La Alcaldía	El SANAA
Si alcanza	10	5	0
No alcanza	0	0	9

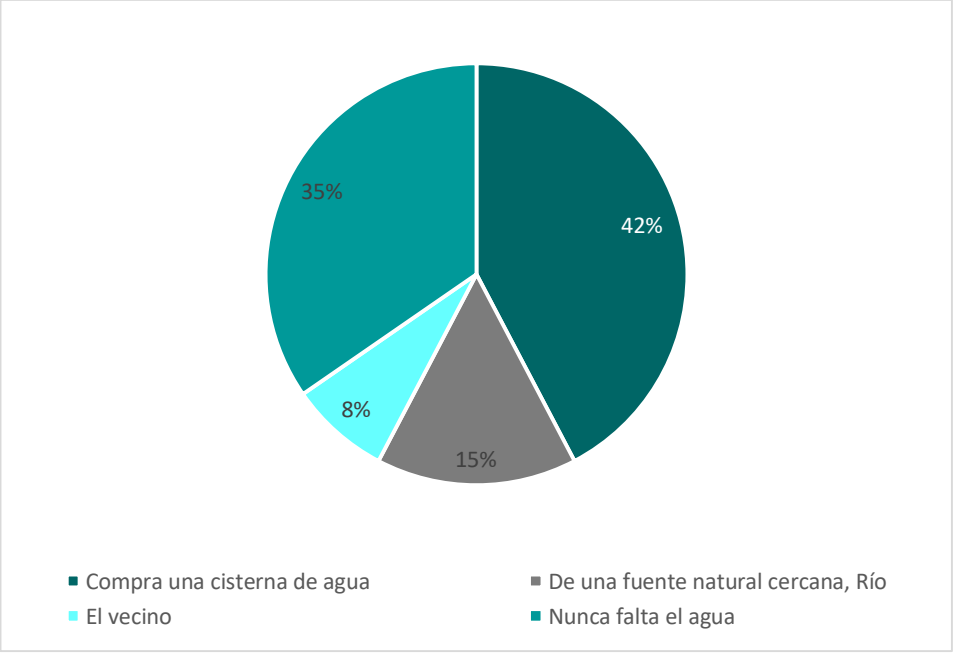


Figura 30 ¿De dónde obtiene el agua en caso de que no tenga de la red?

La última sección de la encuesta se enfocó en hacer un diagnóstico de las áreas publicas y la vida en comunidad de los barrios. Por simple observación se pudo ver que de los 11 barrios visitados el espacio comunitario más común era canchas de futbol. Pero en todos los casos estas no tenían el equipamiento necesario y eran terrenos valdíos con vegetación descuidada y que no son utilizados por las personas de la comunidades. Tres de los proyectos visitados tienen parques, tambien en muy mal estado y sin ser utilizados.

Los espacios que si se utilizan son aquellos destinados para la educación de los niños. Estos centros aunque no estuvieran equipados adecuadamente, si son utilizados, y casi siempre no solo es un centro de estudios sino tambien sirven como centro de reuniones para la junta de vecinos. Tambien en estos centros los niños se reunen a jugar cuando no están en clase, tal vez por ser el único espacio techado de uso comunitario.

Una de las preguntas es si las personas encuentran seguro el barrio donde viven, a lo que el 77% de los encuestados respondieron que sí es seguro. Pero de este 77% el 25% dijeron que no permiten que sus hijos salgan a la calle a jugar a menos que sea bajo supervisión. Al cruzar los resultados de si encuentran el barrio seguro con el tipo de relación que tiene con sus vecinos, se puede visualizar que los barrios que la gente encuentra seguros sus vecinos tiene una relación más cercana que aquellos barrios donde la gente percibe más inseguridad, ver tabla 4. Eso quiere decir que la cercanía con los vecinos ayuda a que los barrios sean más seguros. Es por esta razón que los espacios comunitarios juegan una labor importante, ya que son los espacios que promueven una relación más cercana entre vecinos.

Tabla 4 Según la percepción de seguridad que tiene del barrio, ¿qué tipo de relación tiene con los vecinos?

Tipo de relación	Seguro	Inseguro
Amistad, se visitan frecuentemente	11	0
Cordial, solamente se saludan	9	5
Formal, se reúnen para tomar decisiones sobre la colonia o barrio	0	0
No hay relación	0	1

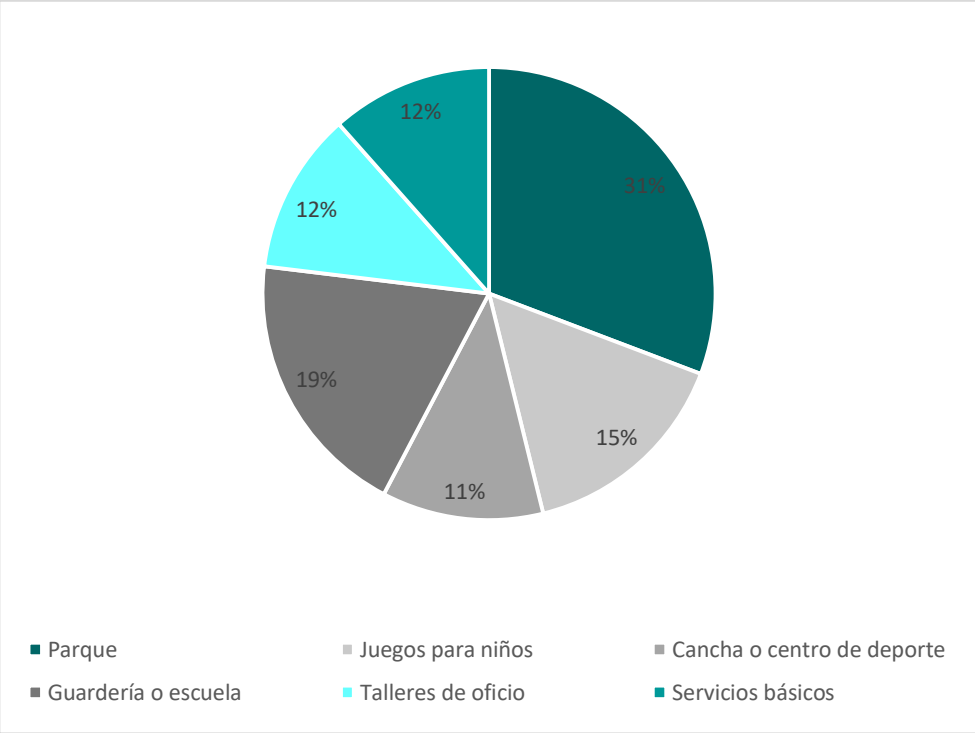


Figura 31 Espacio comunitario que se necesita

Otro de los principales intereses de esta encuesta es saber qué espacio es el que más se necesita dentro de las comunidades. En esta pregunta las respuestas fueron muy variadas. Los barrios donde hacen falta servicios básicos como alcantarillado o agua potable la gente dijo que sin resolver esta problemática el espacio común no es una prioridad. La respuesta más popular fue un parque con 31%, seguido por guardería o escuela con un 19%. Ver otras respuestas en la figura 31.

Pasa que las personas prefieren reunirse en espacios techados por las distintas situaciones climáticas, como las fuertes lluvias y la alta radiación solar. Sobre todo, en un clima como en Honduras que si no está lloviendo hay una radiación muy alta. Si en la comunidad hay un espacio comunitario techado, las personas prefieren reunirse en él, en el caso de que no exista este espacio la gente se reúne en la casa de alguien. Lo que es evidente es que si hay un espacio la gente lo utiliza. Esto entre los adultos, reunirse en la calle es muy poco común (ver figura superior derecha). Por otro lado, los niños si suelen reunirse a jugar en la calle. Aunque por cuestión de seguridad, el lugar más frecuentado por los niños para jugar es el patio de su propia casa. Pero estas casas no siempre tienen un terreno lo suficientemente grande para que los niños puedan jugar en él. El problema de que los niños jueguen en la calle es que se exponen a otros peligros como por ejemplo que los atropelle un auto.

Otros espacios sugeridos son talleres de oficio. Esta respuesta la dieron sobre todo mamás que se quedan en casa durante el día ya que preferirían estar aprendiendo algo mientras los niños están en la escuela. Las necesidades de espacio público son muchas. Por lo general en estos barrios este tipo de espacios son olvidados y no se le da la importancia que debería. Muchas veces las necesidades son tan básicas que se dejan de un lado aquellas cosas que dan calidad de vida a las personas.

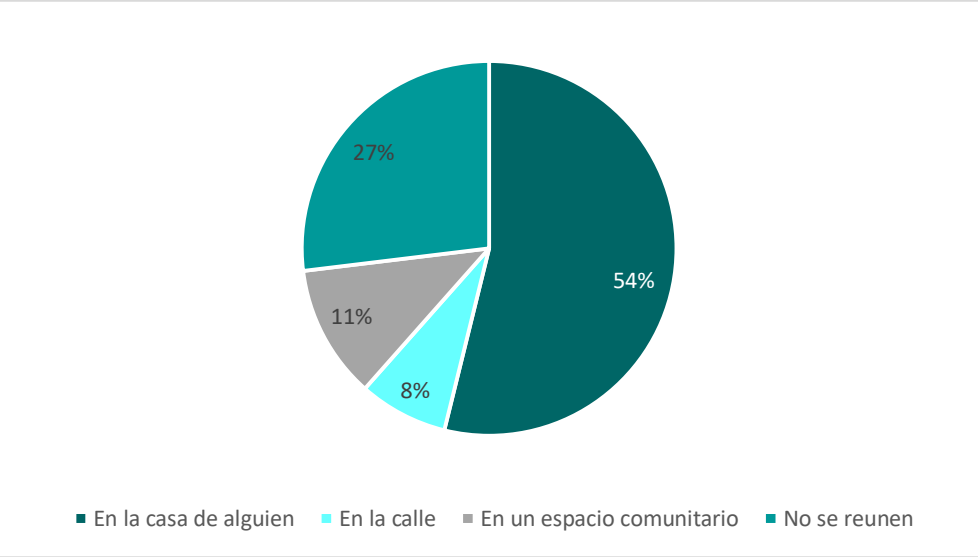


Figura 32 ¿Dónde se reúnen?

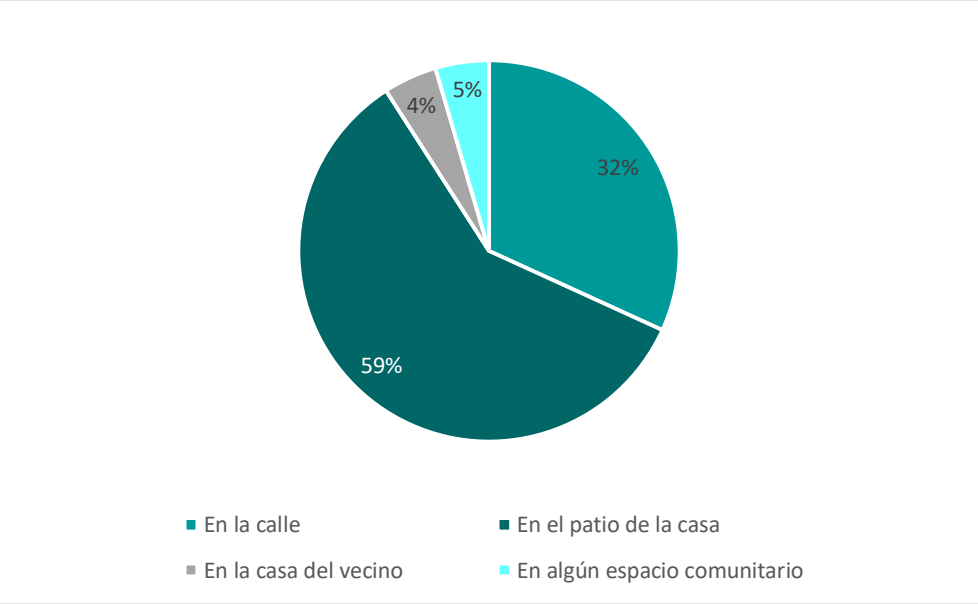


Figura 33 ¿Dónde juegan los niños normalmente?

Recolección de Aguas Lluvias a Nivel Celular

3.1. Componentes de los sistemas de recolección de aguas lluvias para la vivienda

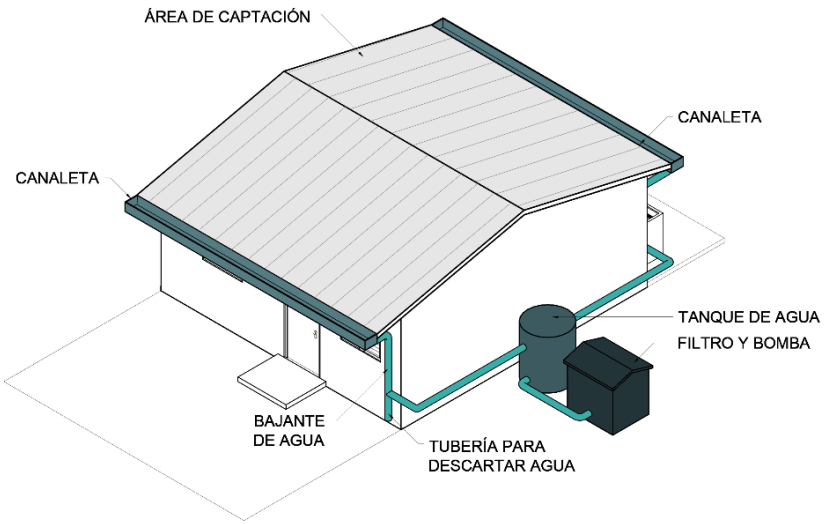


Figura 34 Partes de un sistema de captación de aguas lluvias para una vivienda

Hay distintos componentes que forman parte de un sistema de recolección de aguas lluvias y sus especificaciones influyen directamente en la eficiencia de un sistema de aguas lluvias. Entre estos componentes se encuentran (ver figura 34):

1. El área de captación de aguas lluvias
2. Las canaletas
3. Bajantes de agua
4. Tanques de almacenamiento de agua y accesorios
5. Mantenimiento, tratamiento, filtros para purificar el agua

(Board Texas Water Development, 2005).

3.1.1. Área de captación: Techos

El techo de un proyecto juega un papel importante en los sistemas de recolección de aguas lluvias, ya que, si se maneja de forma correcta, el agua lluvia que cae sobre el techo es muy limpia. Las opiniones sobre si se puede consumir esta agua sin ningún tipo de tratamiento previo varían según algunos autores. Pero la mayoría coinciden que el tratamiento para potabilizar el agua que se recolecta a través de los techos requiere tratamientos simples que pueden llevarse a cabo en casa, estos se especificarán más adelante. El agua lluvia pura está muy poco contaminada dependiendo de la calidad de la atmósfera, la mayoría de los contaminantes acumulados en el área de captación se lavan con las primeras lluvias (Helmreich, Horn, & Coulombwall, 2009).

a. Material

Escoger el material con que va a estar construido el techo es muy importante ya que esto determinará la calidad del agua que se va a colectar y el coeficiente de rendimiento. Hay algunos materiales que pueden ser fuente de metales pesados y sustancias orgánicas, los que menos contaminantes aportan son los techos construidos con tejas, pizarras y láminas de aluminio (Helmreich et al., 2009). Hay otros autores que no recomiendan las tejas y las pizarras por la cantidad de polvo y residuos que pueden acumular. En el libro "Captación de Agua de Lluvia en el Hogar Rural" afirma que la teja no es un material ideal, aunque si se puede usar, solo necesita más mantenimiento, limpiar y reparar las piezas antes de que inicie cada ciclo de lluvia (Radulovich, Rodríguez, & Moncada, 1994). Los techos de zinc, cobre y otros materiales que tienen una capa de pintura metálica tampoco se recomiendan porque tienen grandes concentraciones de metales pesados (Helmreich et al., 2009).

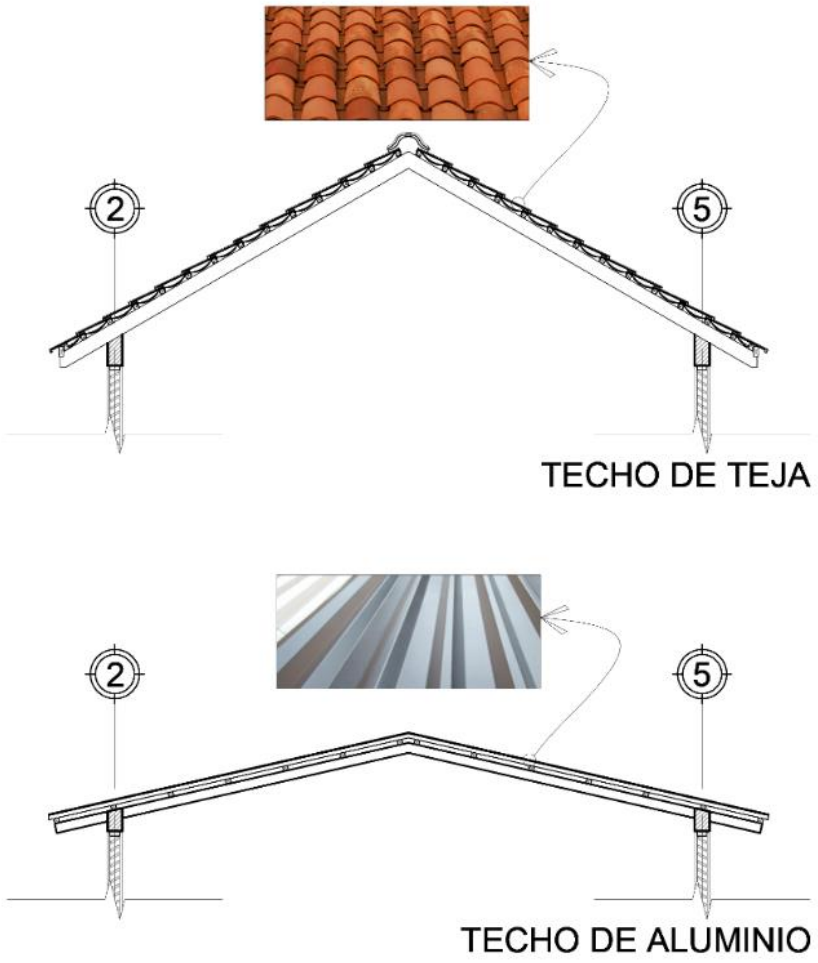


Figura 35 Material óptimo para recolectar agua lluvia

En algo que si concuerdan la mayoría de los autores es que el aluminio es el material óptimo para la recolección de aguas lluvias ya que su coeficiente de rendimiento de captación de agua lluvia es muy alto. La teja no está del todo descartada. Al final, para hacer una decisión se debe considerar otros factores de gran importancia: por un lado, el costo monetario que tiene el material, su instalación y mantenimiento, y por el otro lado la transmitancia térmica.

En un clima donde casi todo el año es muy caluroso, la transmitancia térmica es un factor determinante. Por ejemplo, el aluminio tiene una transmitancia térmica mayor que la teja de barro. Aunque al techo de aluminio se le puede agregar un aislante térmico, o construirlo de tal forma de que sea un techo ventilado. Aquí presentamos la primera variable importante (ver figura 19).

b. Pendiente del techo

Existe la creencia general que entre más alta la pendiente mayor la velocidad con la que drena el agua. Still y Thomas afirman que la velocidad del agua disminuye en gran manera cuando el techo tiene una pendiente inusualmente baja, por debajo de los 10°. El agua que corre sobre un techo con una pendiente mayor a esta tienen un comportamiento muy parecido.

3.1.2. Diseño de las canaletas

El objetivo principal de los canales es interceptar el agua que cae en el techo y transportarla hasta la bajante de agua. De los sistemas de captación de aguas lluvias las canaletas es la parte que por lo general presenta las mayores problemas (Still & Thomas, 2002). Si no se diseñan correctamente la cantidad de agua que se recolecta se reduce considerablemente. También se puede estancar el agua lo cual puede atraer plagas.

Son cuatro consideraciones básicas que se deben tener con respecto al diseño de las canaletas (Radulovich et al., 1994):

a. Material

el material con el que se hace la canaleta afecta en gran manera su rendimiento. Ya que la aspereza del material determina como fluyen los líquidos (Zankowski, Sun, Poon, Nassar, & Mehta, 2013). Para empezar no se puede utilizar ningún canal cuya soldadoras sean hechas con plomo, ya que el agua puede contaminarse (Adler, Carmona, & Bojalil, 2008). Después de varios experimentos Still y Thomas concluyeron que el material que mejor desempeño tiene es el hierro galvanizado (Still & Thomas, 2002). Aunque se pueden utilizar otros materiales, incluso si se quiere reducir costos se pueden utilizar materiales vegetales que se encuentren en la zona. Por ejemplo hay autores que recomiendan el bambú para hacer canaletas aunque si el caudal es mucho, por lo general, este material no tiene las dimensiones suficientes (Radulovich et al., 1994). En una investigación hecha en Centroamérica se encontró que el tronco del árbol del coyol (Acrocomia aculeata) puede adaptarse para ser un canal eficiente. Este árbol es muy abundante en Honduras (Radulovich et al., 1994). Otro material que se recomienda es el PVC por la durabilidad, el costo y la facilidad que hay para conseguirlo (Adler et al., 2008).

b. Dimensiones de la sección

Hay varios factores que influyen en las dimensiones de una canaleta: el primero es el tamaño del área de captación, el segundo cuanta lluvia recibe esta área y la pendiente que va a tener la canaleta. En otras palabras, el caudal de agua que se prevé que va a tener que transportar el canal. Una regla muy útil de pre dimensionamiento es por lo menos un cm2 de área en la sección de canaleta por cada m2 de techo (Worm & Hattum, 2006). En su investigación Still y Thomas recomiendan los siguientes anchos para canaletas cuadradas:

Tabla 5 Ancho recomendado para canaletas en el Trópico Húmedo

Ancho de la Canaleta (mm)	Área (m2) de techo que puede drenar la canaleta
55	13
60	17
65	21
70	25
75	29
80	34
85	40
90	46
95	54
100	66

Fuente: (Still & Thomas, 2002)

Si la canaleta se diseña muy pequeña el agua se rebalsará y causará pérdidas importantes en el total de agua recolectada (Worm & Hattum, 2006).

c. La pendiente de las canaletas

Para que el agua fluya constantemente y no se produzcan encharcamientos la canaleta debe tener una pendiente que dirija el agua hacia la bajante. La mayoría de autores recomiendan una pendiente constante entre el 2 y 4 por ciento (Adler et al., 2008). Sin embargo no es recomendable dejar una canaleta con una sección constante a una pendiente constante porque lo que sucede es que la parte más baja de la canaleta se rebalse de agua mientras el otro extremo está sin agua, por lo tanto se dice que esta sección está sobredimensionada (Still & Thomas, 2002). Still y Thomas agregan que hay dos opciones para evitar este problema: incrementar la sección de la canaleta a medida va acercándose al punto más bajo (lo que es poco práctico) o se puede incrementar la pendiente de la canaleta. Profundizan en este último punto diciendo: "Use una media pendiente para los primeros 2/3 de la longitud de la canaleta y la pendiente completa para el resto". (Still & Thomas, 2002)

Still y Thomas probaron varias configuraciones de pendientes para determinar cuál es la pendiente en la que menos pérdidas de agua se producen. La descripción de estas pendientes que se pusieron a prueba se puede ver en la tabla de la derecha. A la conclusión que llegaron es que la pendiente óptima para instalar las canaletas es la que corresponde a la C2.

Tabla 6 Configuraciones de Pendientes para Canaletas

Canaleta	Descripción	Pendiente de la canaleta (%)		
		Primer 2/3 de tramo	Ultimo 1/3 de tramo	Promedio
C1	Doble pendiente baja	0.25	0.50	0.33
C2	Doble pendiente media	0.50	1.00	0.66
C3	Doble alta pendiente	1.00	2.00	1.33
C4	Pendiente constante baja	0.50	0.50	0.50
C5	Pendiente constante media	1.00	1.00	1.00
C6	Pendiente constante alta	2.00	2.00	2.00

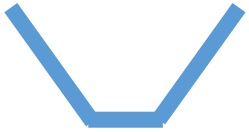
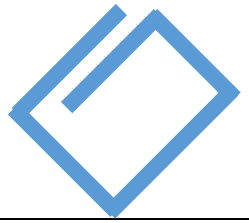
Fuente: (Still & Thomas, 2002)

d. La forma de la sección

Son varias las formas de secciones que se pueden utilizar para las canaletas. La mayoría del tiempo se escoge una forma ya sea porque es más fácil de armar en el sitio o porque el material que se utiliza ya tiene una forma dada. Pero la sección del canal si afecta la eficiencia que ese tiene para transportar el agua.

En un experimento hecho por alumnos de ingeniería de la universidad de Pensilvania, se sometieron estas secciones a una evaluación donde se quería ver el desempeño de cada uno. Se analizaron 4 de las formas que comúnmente se utilizan (semicircular, triangular, cuadrada y trapezoidal) y agregaron una que ellos diseñaron (ver tabla de la derecha). Al final del experimento concluyeron que la canaleta trapezoidal tiene un mejor desempeño cuando la lluvia es menor a 178 mm por hora, pero en casos donde el caudal de lluvia es mayor la canaleta que mostró captar la mayor cantidad de agua fue la que ellos diseñaron (Zankowski et al., 2013).

Tabla 7 Formas de Secciones de las Canaletas

Semicircular	normalmente se hacen de hierro galvanizado o PVC, es una de las formas más utilizadas.
Triangular	Ambas partes forman un ángulo de 90° Mantiene más flujo por metro lineal que la canaleta cuadrada Suele ser menos costosa por lo fácil que es armarla
Cuadrada	Es fácil de armar en el sitio. Tiente la mejor capacidad de flujo de todas las secciones Usa más material por metro lineal que las demás secciones lo que la hace más costosa
Trapezoidal 	Es parecida a la anterior pero sus lados se encuentran a 30° No es muy común Puede contener mayor cantidad de agua debido a su forma. Tiene un costo monetario mayor
	Esta forma fue propuesta por el grupo de estudiantes, con el fin de ver si se producen menos pérdidas de agua.

Fuente: (Zankowski et al., 2013)

3.1.3. Bajantes de Agua:

Consisten en el sistema de tuberías que se encarga de transportar el agua desde las canaletas que interceptan el agua que cae en el área de captación hasta el tanque de almacenamiento. Una bajante de agua mal diseñada puede atrasar el drenaje de la canaleta y por ende provocar que se rebalse causando que se pierda un porcentaje importante de agua lluvias. Dependiendo del área que va a drenar la bajante de agua, se debe instalar más de una (Board Texas Water Development, 2005).

Los materiales que más se utilizan para bajantes de agua normalmente son tubos de PVC o de aluminio. El PVC es más económico, fácil de encontrar e instalar (Board Texas Water Development, 2005).

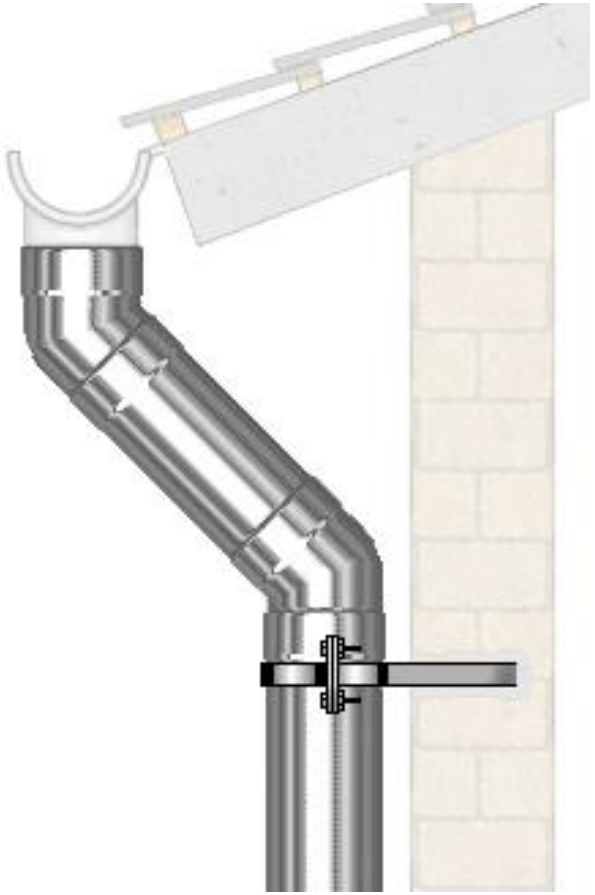


Figura 36 Bajantes de aguas lluvias
Extraído de:
http://www.ecuador.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0%7C0_0_0%7C1%7CISB020%7Cisc_canalones->bajante:_0_5c4_0_1c11_0

Figura 37 Pila, almacenaje de agua en Honduras
Extraída de: https://todonoticiashn.wordpress.com

3.1.4. Tanques de Almacenamiento de Agua

En Honduras comúnmente se almacena el agua en pilas (ver figura 37), que es un tanque superficial. El problema principal con las pilas es que el agua está expuesta, ya que no cuenta con una tapadera o algo que lo cubra. Estas se tienen que estar limpiando cada cierto tiempo para evitar plagas, lo que hace que el almacenaje de agua no sea posible por periodos de tiempos extensos, se recomienda que se esté lavando la pila semanalmente. Por eso es que los tanques de agua son herméticos y no estan expuestos a las inclemencias del clima para que las plagas no puedan acceder al agua.

El diseño del tanque de almacenamiento de agua es muy importante ya que es la parte más costosa económicamente y el que mayor espacio requiere, por lo tanto, si se sobre diseña puede significar en un aumento grande en el costo total del sistema (Adler et al., 2008). El tanque de almacenamiento de agua puede llegar a costar entre el 50% al 70% del total del sistema (Li, Boyle, & Reynolds, 2010). Hay que tener el cuidado de proporcionar suficiente espacio de almacenamiento para cubrir la demanda del hogar al costo más bajo posible. También, si el tanque se sobre dimensiona, el agua no se está renovando lo que compromete la calidad de la misma (Li et al., 2010). Los factores que determinan las dimensiones del tanque son las siguientes:

1. La demanda de agua de las personas que se estarán abasteciendo del tanque.
2. El volumen de lluvia se puede captar.
3. El presupuesto que se tenga para hacer el tanque de almacenamiento
4. el espacio que haya disponible para construir un tanque.

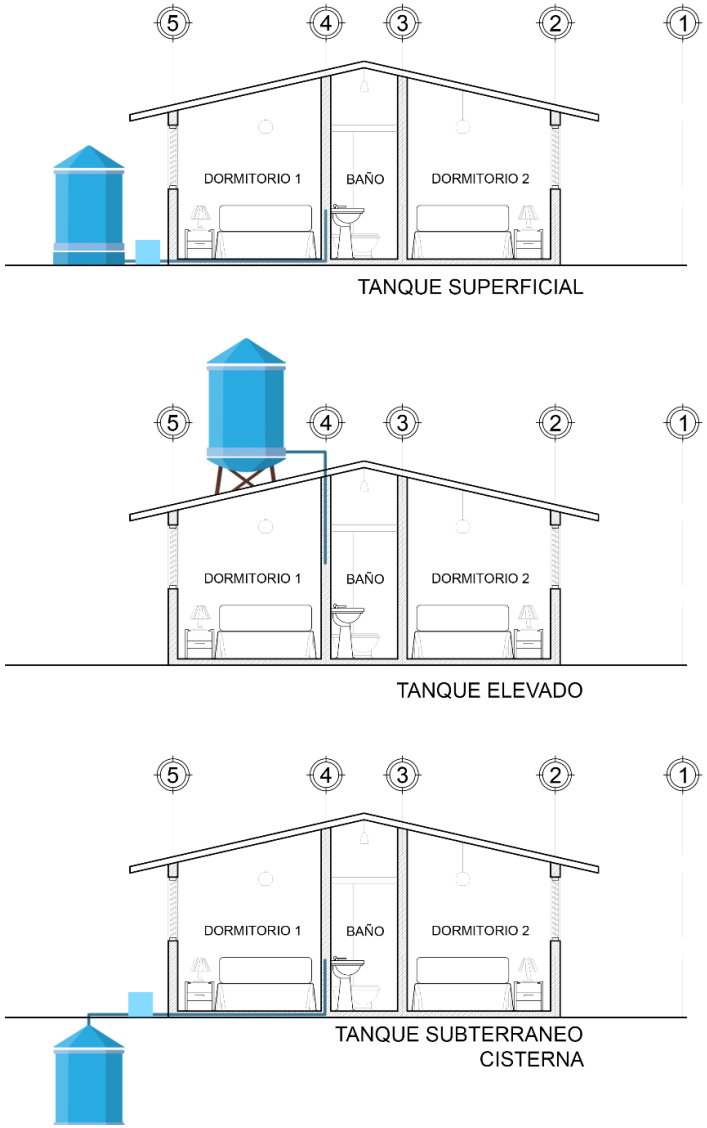


Figura 38 Ubicación del tanque de almacenamiento de agua

Hay muchas opciones en cuanto a tanques de almacenaje. La primera decisión que hay que tomar es ver que conviene más: un tanque enterrado o superficial. Esta decisión se verá afectada por tres factores esenciales: presupuesto, espacio disponible y el tipo de suelo (Adler et al., 2008).

Tanque enterrado: La ventaja del tanque bajo tierra es que no quita espacio útil. Este tipo de almacenaje deben diseñarse de tal forma que cuando estén vacíos puedan soportar la presión del suelo alrededor (Worm & Hattum, 2006). Una ventaja de los tanques bajo el nivel de suelo es que es mucho más fácil controlar que no penetre la luz solar. Los tanques de agua deben ser opacos para que no crezcan seres vivos dentro (ej. Algas) (Board Texas Water Development, 2005). Otro beneficio de enterrar los tanques es que mantienen el agua a una temperatura más estable. Una de las mayores desventajas es que se puede contaminar por agua freática o por agua que cae en el terreno.

Tanques superficiales: ofrece más facilidades de mantenimiento y limpieza, se puede observar con mayor facilidad si hay fisuras o rupturas. Pueden construirse de casi cualquier material de construcción siempre y cuando no sean materiales tóxicos. Cuando el tanque está construido sobre el nivel del terreno este se puede construir con una sección rectangular o circular, a diferencia de cuando está bajo tierra que se recomienda que la sección del tanque sea circular para que resista mejor la presión del suelo (Li et al., 2010). Otra ventaja de estos tanques es que si se dejan elevados estos pueden distribuir el agua por gravedad, ahorrándose así un sistema de bombeo y la carga eléctrica que este tendrá toda su vida útil (ver figura 38).

La segunda decisión es si se utilizará un tanque prefabricado o, en caso de ser construido en el sitio, el material que se quiere utilizar. Por lo general el tanque más económico es aquel cuyo material de construcción se encuentra con facilidad en el área.

Tabla 8 Materiales para tanques de almacenaje de agua

Polipropileno: son prefabricados se caracterizan por ser durables y no pesar mucho. Se instalan normalmente sobre el nivel del suelo ya que se requiere de tanques especialmente reforzados para que aguanten la presión ejercida por el suelo a su alrededor. Son fáciles de instalar (figura 39).
Madera: los tanques de agua de madera son muy cotizados por su apariencia. Se hacen normalmente con madera de pino, cedro o ciprés. Se construyen en el sitio sobre el nivel del terreno (figura 40).
Metal: son tanques que pesan poco a comparación de los otros materiales, se pueden transportar con facilidad. Debe estar recubierto al interior con algún material impermeabilizante. Si se pintan debe ser con pintura que no desprenda residuos tóxicos (figura 41).
Concreto: Los tanques de concreto pueden ser prefabricados o construidos en el sitio. La ventaja de los tanques de concreto es que pueden ser considerados dentro del diseño de la casa, por ende, puede ponerse bajo suelo o en algún sótano. No se pueden transportar de un lado a otro. En terrenos arcillosos, si se encuentran bajo tierra, tienden a presentar fisuras y fugas (figura 42).
Ferro cemento: Es un material compuesto de malla de alambre y mortero. Es un sistema constructivo que es barato cuando se usa para tanques de gran tamaño. Se recomienda pintar el exterior de blanco para reflectar la luz. Muy usado en países en vías de desarrollo por sus bajos costos y la facilidad de obtener los materiales (figura 43).
Fibra de vidrio: estos tanques son prefabricados, son cilíndricos y suelen ser caros cuando son de gran tamaño. Se reparan con facilidad y son muy durables (figura 44).

Fuente:(Board Texas Water Development, 2005)

Figura 39 Polipropileno
Extraído de:
https://www.fluidfeeder.com

Figura 40 Madera
Extraída de:
http://www.watertanksales.com

Figura 41 Metal
Extraída de:
https://rainwaterequipment.com

Figura 42 Concreto
Extraída de:
https://www.dntanks.com

Figura 43 Fibrocemento
Extraído de:
https://www.region20.com.ar/tanque-de-fibrocemento

Figura 44 Fibra de Vidrio
Extraída de:
http://www.suaymar.com/fibra-de-vidrio/

Otras consideraciones que se deben tener en cuenta cuando se escoge o construye un tanque de almacenamiento de agua son las siguientes (ver figura 45):

a. La tapa: tiene que ser lo suficientemente grande para que una persona pueda acceder a hacer el mantenimiento debido. Además, debe sellar bien el tanque de manera de que ningún ser vivo tenga acceso al agua que tiene al interior. Debe ser hermética para que no haya fugas por evaporación ni haya paso de fluidos externos que puedan contaminar el agua almacenada (Worm & Hattum, 2006). Es muy importante el mantenimiento de la tapa del tanque. También es preferible que la tapa esté un poco más elevada que el nivel del terreno para evitar que entre agua al tanque.

b. El tanque debe contar con una tubería para drenar el agua excedente. Un tanque de agua lluvia está diseñado para cumplir con la demanda de agua de un hogar o almacenar tanta agua lluvia como sea posible, pero no considera aquellos eventos aislados donde llueve más de lo "normal". Cuando esto sucede el tanque debe estar equipado con una tubería que desborde para sacar el exceso de agua y drenarla en un alejado del tanque para que no vaya a dañar la estructura de este (Worm & Hattum, 2006).

c. En el caso que el tanque se encuentre bajo el nivel del terreno, este debe contar con un sistema de bombeo de agua para poder llevarla desde tanque hasta donde se necesite en la casa. He aquí una diferencia grande entre los tanques elevados y los tanques subterráneos, en caso de que la bomba deje de funcionar, el hogar se quedará sin agua (Worm & Hattum, 2006).

d. El método para sacar el agua del tanque varía según el tanque. Como se mencionó en el inciso anterior, hay tanques que utilizan una bomba eléctrica. Si el tanque está elevado solo necesita una tubería con una válvula de cierre en caso de que sea necesario cortar el flujo del agua para reparar alguna tubería. Existen bombas manuales, que son económicas y no necesitan electricidad, pero no están conectadas a la tubería del hogar. También se puede usar baldes con cuerdas para extraer el agua, aunque esta aumenta el riesgo de que se contamine el interior del tanque (Board Texas Water Development, 2005).

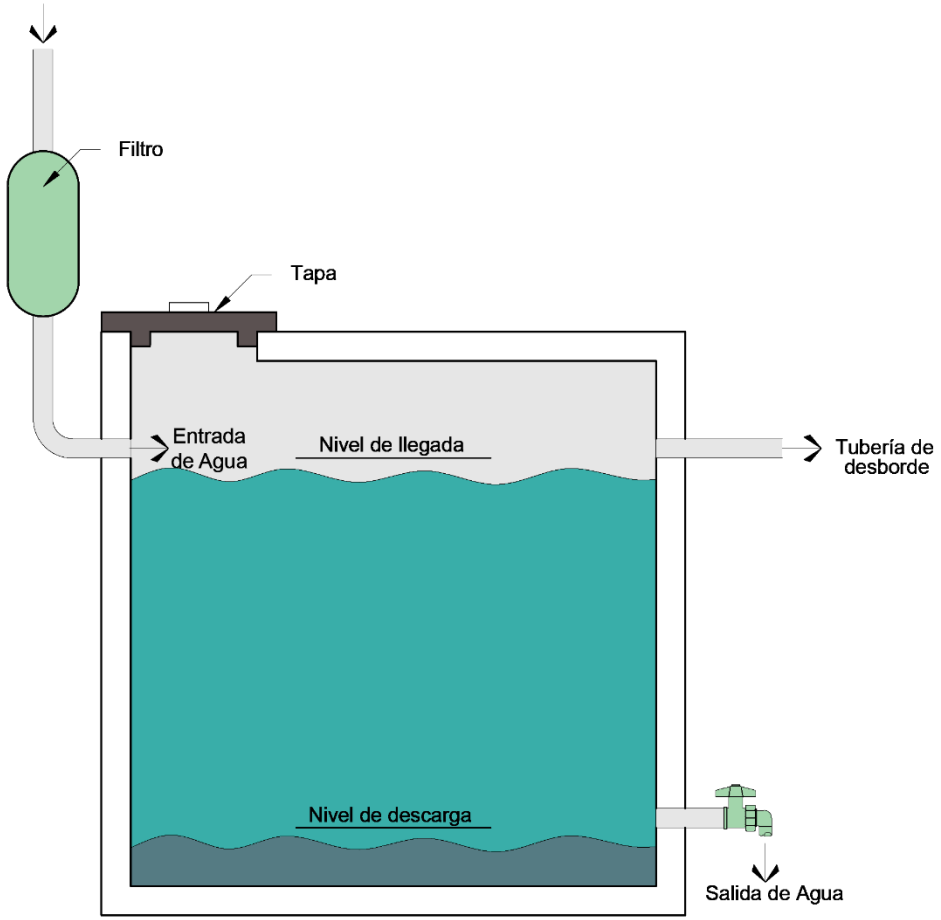


Figura 45 Partes de un tanque de almacenamiento de agua

3.1.5. Tratamiento y filtros para potabilizar el agua

El agua lluvia es una de las fuentes de agua más limpias que hay (Lancaster, 2013). Esta agua suele contaminarse cuando entra en contacto con el área de captación y el tanque de almacenamiento. Es por esta razón que es necesario darle mantenimiento a el sistema de recolección de aguas lluvias. El tratamiento del agua captada en techos depende del uso para que se quiera destinar. Por ejemplo, si es para irrigación el agua no necesitará un tratamiento. Esta sección se concentrará en el tratamiento de agua para consumo humano.

Para iniciar, hay que tener un correcto mantenimiento del sistema de captación. Se necesita un compromiso por parte del usuario para que se haga de la mejor forma. Las tareas que debe realizar son:

1. Estar revisando los niveles del tanque.
2. Limpiar las canaletas
3. Reparar las fugas que pueda haber.
4. Reparar cualquier problema en el sistema
5. Emplear prácticas más eficientes de utilizar el agua.
6. Cambiar los filtros regularmente
7. Hacer pruebas de contaminación al agua periódicamente (Board Texas Water Development, 2005).

Si el agua se quiere utilizar para consumo humano, además de estos cuidados, se debe hacer un tratamiento para matar microorganismos que puedan ser dañinos para la salud. Hay tratamientos muy básicos que se pueden realizar en casa, como hervir el agua o clorarla, además de ser fáciles, son económicos. El problema que estos métodos ayudan a limpiar el agua después de que ya estuvieron almacenados en el tanque. Lo más recomendable es que el agua se limpie antes de ingresar a la unidad de almacenaje. De modo que no se contamine toda el agua, y haya la menor cantidad de sedimentos dentro del tanque, para que no tomen espacio que puede ser utilizado para almacenar agua (Board Texas Water Development, 2005).

a. Pre filtros

Hay diferentes etapas en los filtros. El primero es aquel que ayuda a que objetos grandes (como hojas de árboles) no pasen por la bajante de agua hasta el tanque de almacenaje, estas deben ser fáciles de limpiar y no debe bloquearse con facilidad (Worm & Hattum, 2006). Ver figura 46 y 47.

Figura 46 Rejas para Canaletas
Extraída de https://infonegocios.info/infoarquitectura/recolectando-agua-de-lluvia

Figura 47 Rejas para canaletas
Extraída de
http://wiremeshguardrails.com/expanded-metal-rain-leaf-gutter-guard/

b. Interceptor de primeras aguas

Además, se recomienda que las primeras lluvias de cada ciclo de lluvia se descarten, porque estas son las que recogen el sucio acumulado en el área de captación y las canaletas durante el periodo de lluvia (Barton, Udvardi, & Architects, 2017). Para esto se utiliza un interceptor de primeras aguas. Esto sirve para que el agua que viene contaminada por los sedimentos acumulados en el techo no vaya al tanque de almacenaje.

Este interceptor es un dispositivo muy simple que se instala en la bajante de agua antes del tanque de almacenaje. Consiste en una cámara que recolecta el agua de las primeras lluvias. A medida esta cámara se va llenando de agua, una esfera flotante va subiendo, hasta tapar la cámara (ver figuras 48 y 49). Una vez se cierra este dispositivo entonces el agua limpia puede pasar sin ningún problema hasta el tanque. Al finalizar el ciclo de lluvias anual, se drena esta cámara para dar paso al nuevo ciclo (Ntale & Moses, 2003).

Una de las preocupaciones al escoger el interceptor, es la capacidad que debe tener. Un pre dimensionamiento que se puede hacer es desviar alrededor de 4 a 7 litros por cada 10 m2 de área de captación, aunque esta medición es muy vaga ya que hay que analizar el caudal de la lluvia y el material del techo (Board Texas Water Development, 2005).

Este es un elemento muy importante para mantener el tanque de agua limpio. Hay que recordar que se debe instalar uno por cada bajante de agua.

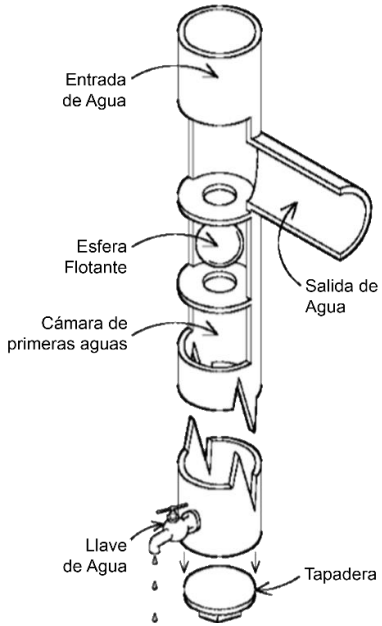


Figura 48 Interceptor de primeras aguas
Fuente: Board Texas Water Development, 2005

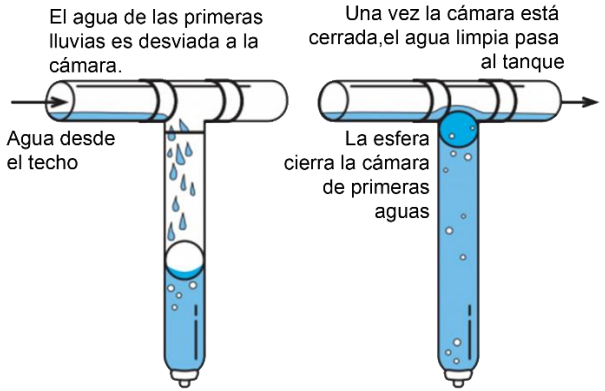


Figura 49 Funcionamiento del Interceptor de primeras aguas
Extraído de: https://ecosustainablehouse.com.au/products/first-flush-downpipe-water-diverter

c. Filtros de agua

Cuando el agua es para consumo humano a estos sistemas que se han discutido se le debe agregar un filtro de agua. Estos suelen ser Hay una gran variedad de filtros de agua en el mercado. A la hora de escoger un filtro hay que tener en claro el uso que se le dará al agua y un aproximado de la cantidad de agua a la que debe servir (Adler et al., 2008).

Cuando el agua no se trata correctamente hay una enorme variedad de enfermedades que pueden afectar a una persona, por ejemplo, cólera, tifoidea, disentería, hepatitis, etc. (Witt Vicente M; Reiff. Fred M, 1993), algunos de los contaminantes más comunes se pueden ver en la tabla 9. Cabe destacar, como se ha mencionado antes que el saneamiento del agua potable en Honduras no es bueno. Los consumidores deben tratar el agua que llega desde la red potable para poder tomarla o cocinar. Así que la utilización de filtros y de métodos de potabilización caseros están presentes en los hogares hondureños.

Algunos de los filtros más comúnmente usados están:

a. Filtros de Arena: los filtros de arena han sido usados durante mucho tiempo para eliminar la turbiedad del agua, pero no elimina las bacterias o los virus. Hay que lavarlos constantemente (Witt Vicente M; Reiff. Fred M, 1993).

b. Filtro de carbón activado: elimina el olor, color y sabor del agua. Se debe lavar con regularidad usando un método llamado retro lavado que es echar agua en el sentido contrario que se filtra (Adler et al., 2008).

c. KDF Kinetic degradetion fluxion: consiste en una aleación de cobre y zinc el cual elimina los metales pesados y el cloro, es muy común verlo mezclado con carbón activado para hacerlo más durable (Adler et al., 2008).

d. Osmosis inversa: es uno de los mejores métodos de filtrado, tiene una membrana por la cual pasa el agua separándolo de otros tipos de materia. Este filtro necesita electricidad para funcionar.

e. Filtros de cartucho: son de uso común, se necesita estar cambiando los cartuchos cada cierto tiempo (Board Texas Water Development, 2005).

f. Filtros de rayos ultravioleta: deben ser reemplazados después de 10,000 horas de uso. Se compran según la cantidad de agua que pueden limpiar por hora (Board Texas Water Development, 2005).

Otro tipo de filtros o desinfectantes son:

a. Cloro
b. Ozono
c. Plata Coloidal
d. Desinfección Solar
e. iones de plata

Tabla 9 Contaminantes presentes en el agua

Físicos	Químicos	Gaseosos	Biológicos
-Color -Olor y sabor -Grasas y aceites -Espumas -Radiactividad -Temperatura -Sólidos disueltos -Sólidos en suspensión	-Materia Orgánica -Acidez Alcalinidad -PH -Nitrógeno -Fósforo -Salinidad -Metales Pesados -Detergentes -Compuestos tóxicos -Pesticidas	-Anhidro carbónico -Metano -Ácido Sulfúrico	-Bacterias -Hongos -Protozoos -Algas -Animales -Plantas -Virus

Fuente: (Chunculluy, 2011)

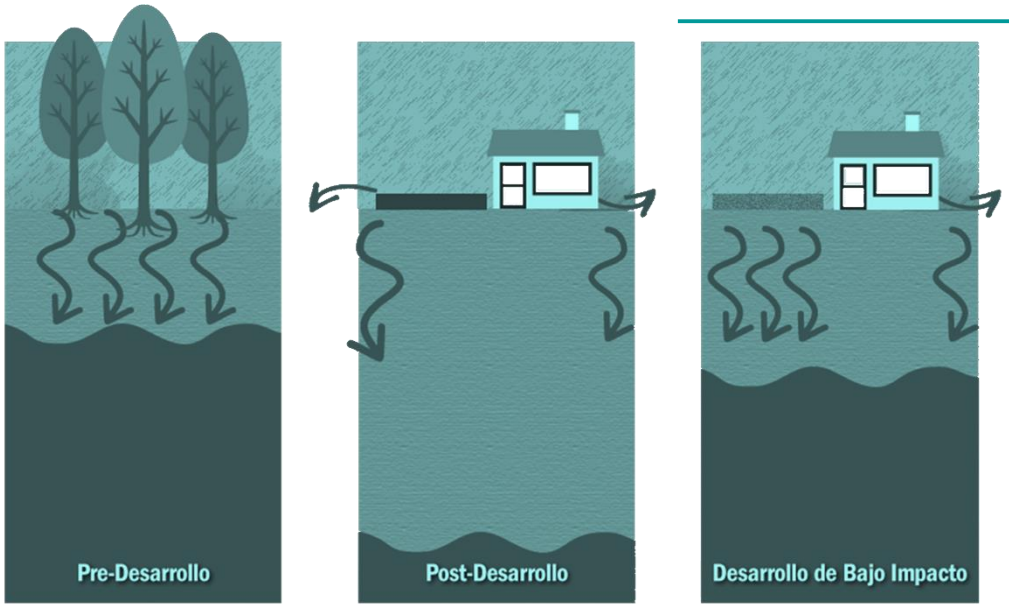


Figura 50 Diseño sustentable del terreno
Fuente: Arango, S., 2014

Parte de la recolección de aguas lluvias es tener en cuenta toda aquella agua que cae fuera del área de captación. En esta sección se discutirá como puede devolverse esta agua a su cauce natural lo menos contaminada posible. El agua que cae en pavimentos y en el terreno tiene 2 posibles destinos, en la mayoría de casas que se diseñan actualmente:

1. El agua corre y drena en el sistema público de aguas lluvias (si este existe) para posteriormente ser vertido en una fuente de agua (río o lago). Cabe mencionar que es agua que recoge los contaminantes de las superficies que toca y una vez se echa a la fuente de agua principal contamina todo lo que entra en contacto con ella (Lancaster, 2013).
2. Si es que el terreno es permeable, un porcentaje del agua penetrará la tierra, se filtrará naturalmente e irá a parar al manto freático (ver figura 50) (Lancaster, 2013).

Durante mucho tiempo se ha considerado el agua una amenaza para cualquier elemento construido. Por ello se ha enseñado que hay que drenar el agua fuera del terreno lo más rápido y eficientemente posible. Es paradójico que se diseñen los terrenos para drenar el agua, después se planta vegetación que necesita agua y se riegan con agua potable de la red de abastecimiento. Lo ideal sería que se retenga el agua lluvia para irrigar la vegetación.

Por lo general se pavimentan terrenos completos, las calles y áreas públicas con materiales impermeables que no permiten que el agua siga su ciclo natural. El problema es que, en ciudades como La Ceiba, Honduras la cantidad de lluvia en los meses de noviembre sobrepasa la capacidad que tiene el alcantarillado de evacuarla, en consecuencia, son muchas las inundaciones que se registran anualmente.

3.2.1. Pavimentos Permeables

Cada vez que se pavimenta o se construye el curso del agua se altera gravemente. Se han propuesto muchas soluciones, soluciones que alteran aún más el ciclo del agua. La mejor forma de lidiar con el agua es interferir lo menos posible con su proceso (Booth & Leavitt, 1999). Una de las formas menos invasivas de pavimentar una superficie es utilizando pavimentos permeables cuya principal función es "recolectar, tratar, e infiltrar la escorrentía de agua para ayudar a la recarga de los acuíferos subterráneos" (Scholz & Grabowiecki, 2007). En otras palabras, este tipo de pavimentos no tan solo sirven para drenar el agua sino también para limpiarla para que regrese a su origen.

Hay una gran variedad de pavimentos permeables, pero la estructura es muy parecida para la mayoría (ver figura 51). Las capas que lo conforman son las siguientes:

1. Una superficie permeable, que puede ser de concreto, asfalto o plástico.
2. Una capa de base granular fino que permite la instalación de la superficie permeable.
3. Una sub base de material granular de mayor tamaño. (Cárdenas Gutiérrez, Albiter Rodríguez, & Jaimes Jaramillo, 2017)

En cuanto a la durabilidad, los materiales porosos tienden a tener un tiempo de vida menor a uno impermeable, ya que hay más área de contacto con elementos que los oxiden (Booth & Leavitt, 1999). Pero las ventajas de un material permeable son muchas. Ayudan al control de drenaje de una forma superior que los pavimentos tradicionales, sirven para filtrar el agua que logran captar y además en muchas ocasiones se puede descartar el uso de un sistema de drenaje o alcantarillado (reduciendo los costos) (Cárdenas Gutiérrez et al., 2017).

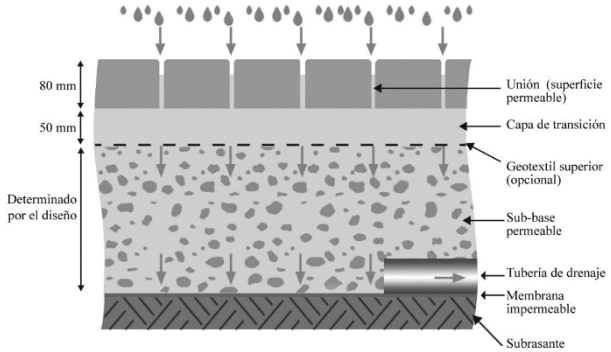


Figura 51a Estructura de pavimento permeable **con infiltración total**
Fuente: Castro, E. M. L. (2011), adaptado de Cárdenas Gutiérrez et al., 2017

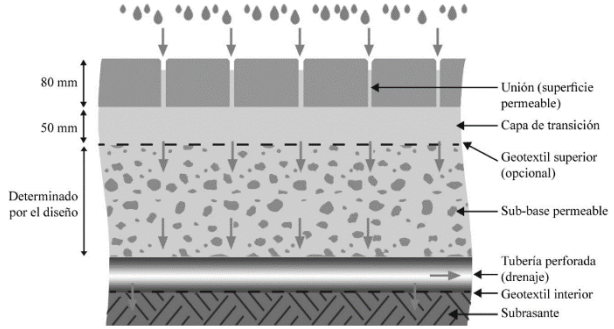


Figura 51b Estructura de pavimento permeable **con infiltración parcial**
Fuente: Castro, E. M. L. (2011), adaptado de Cárdenas Gutiérrez et al., 2017

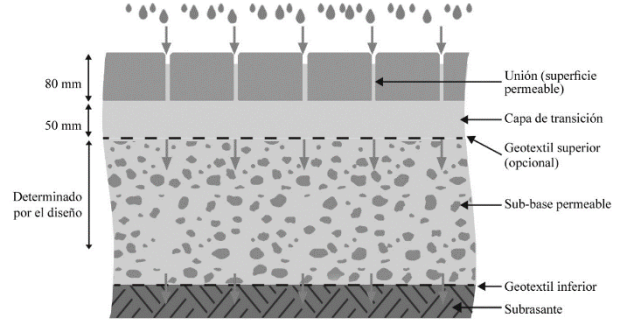


Figura 51c Estructura de pavimento permeable **sin infiltración alguna**
Fuente: Castro, E. M. L. (2011), adaptado de Cárdenas Gutiérrez et al., 2017

Hay una diversidad de pavimentos permeables en el mercado, distintas formas, colores y materiales. La selección del mismo dependerá del tráfico que va a tener la superficie, si es liviano o pesado, y de estética. Algunos de estos son:

1. El asfalto permeable: es una alternativa al asfalto impermeable, hasta ahora se utiliza sobre todo para estacionamientos. Está hecho de granito triturado. Es una tecnología nueva (ver figura 52a).
2. Bloques de concreto permeable: estos pueden ser prefabricados o hechos en el sitio. Las formas que puede tener son infinitas, es una cuestión de estética. Se utilizan en su mayoría para tráfico peatonal (ver figura 52c).
3. Rejilla de plástico: estas rejillas se han ido introduciendo en el mercado en los últimos años, tienen más espacio para relleno de otro material que los bloques o rejillas de concreto. En otras palabras son más permeables (ver figura 52d) (Imran, Akib, & Karim, 2013).

Estos sistemas tienen muchas ventajas sobre los materiales impermeables. Incluso se les puede agregar un sistema de recolección de aguas lluvias en bajo la sub base permeable, o simplemente se deja que el agua fluya hasta el manto freático.

Figura 52a Asfalto Permeable
Fuente: Asphalt Institute

Figura 52b Rejilla de hormigón
Fuente: Alamy Stock, 2016

Figura 52c Bloque de concreto permeable
Fuente: Forterra

Figura 52d Rejilla de plástico
Fuente: Landscape Discount

3.2.2. Jardín de lluvia

Los jardines de lluvia son aquellos jardines que se diseñan como una depresión en el terreno para recolectar y tratar el agua que cae en pavimentos y terrenos (Cahill, Godwin, & Tilt, 2018). El agua se almacena temporalmente en el jardín hasta que se infiltra en la tierra. Existen dos tipos:

1. Jardín de Infiltración: este limpia, retiene el agua hasta que es absorbida por la tierra y continúa su ciclo natural. El propósito de estos jardines es detener la escorrentía de agua.
2. Jardín de filtración: este se usa para limpiar y retener el agua para después mediante un tubo redirigir el agua hasta donde se desee. Esta agua incluso podría recolectarse para usar en otras actividades.

En la figura 53 se puede ver la estructura de ambos jardines. El sistema de un jardín de infiltración es mucho más sencillo que el de filtración. Básicamente a este último se le agrega algunas capas de roca para filtrar el agua, y además un tubo perforado de polietileno de alta densidad para poder captar el agua y redirigirla posiblemente a un tanque de almacenaje. Esta agua posteriormente se podrá usar para inodoros, riego, lavar automóviles y limpiar la casa.

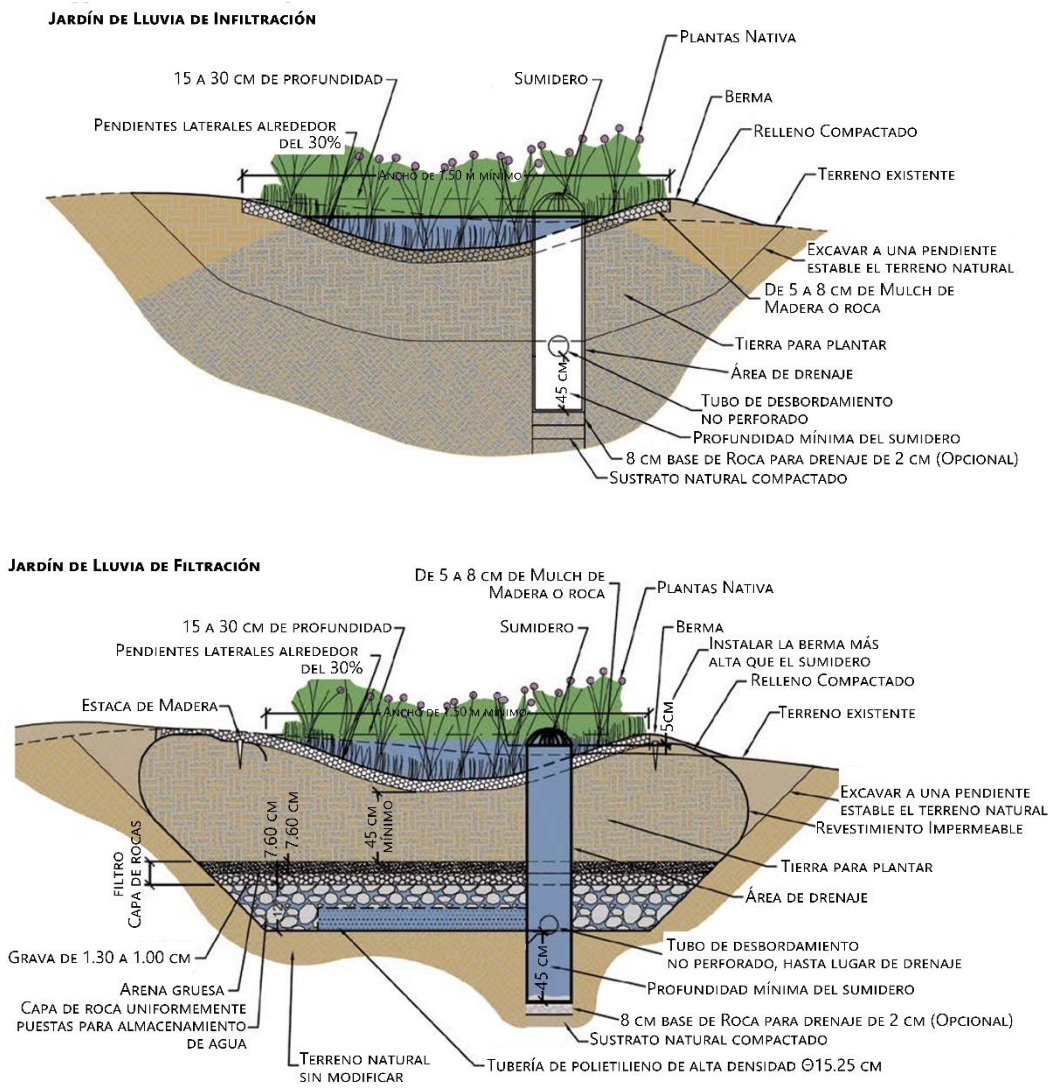


Figura 53 Estructura de Jardín de Infiltración y Filtración
Fuente: María Cahill, 2018

En su tesis Ornelas Badillo plantea que el primer paso para decidir la instalación del jardín de lluvia es hacer una prueba de suelo para saber qué tan permeable es. Ella propone excavar un orificio en el suelo de 25*25cm y 16 cm de profundidad, donde se quiere construir el jardín de lluvia, y llenarlo de agua para testear cuanto tiempo tarda en infiltrarse el agua en su totalidad. Si el agua tarda menos de 6 horas en infiltrarse, el suelo es óptimo para un jardín de lluvia; si tarda entre 6 y 18 horas, la permeabilidad es regular y habrá que agregarle otros materiales a la tierra como composta; si se tarda más de 18 horas no se debe hacer este sistema (Ornelas Badillo, 2017).

Una vez se haga la prueba de suelo, se tiene que observar cual es el lugar en el terreno indicado para instalar el jardín. Cuando se está trabajando en un proyecto existente, es importante que se observe como es el recorrido del agua desde el punto más alto hasta que deja el predio (Lancaster, 2013). Identificar que espacios del terreno tienen mayor potencial para captar más cantidad de escorrentía, y ahí hacer una depresión de tierra, la cual va a contener el sistema (ver figura 54).

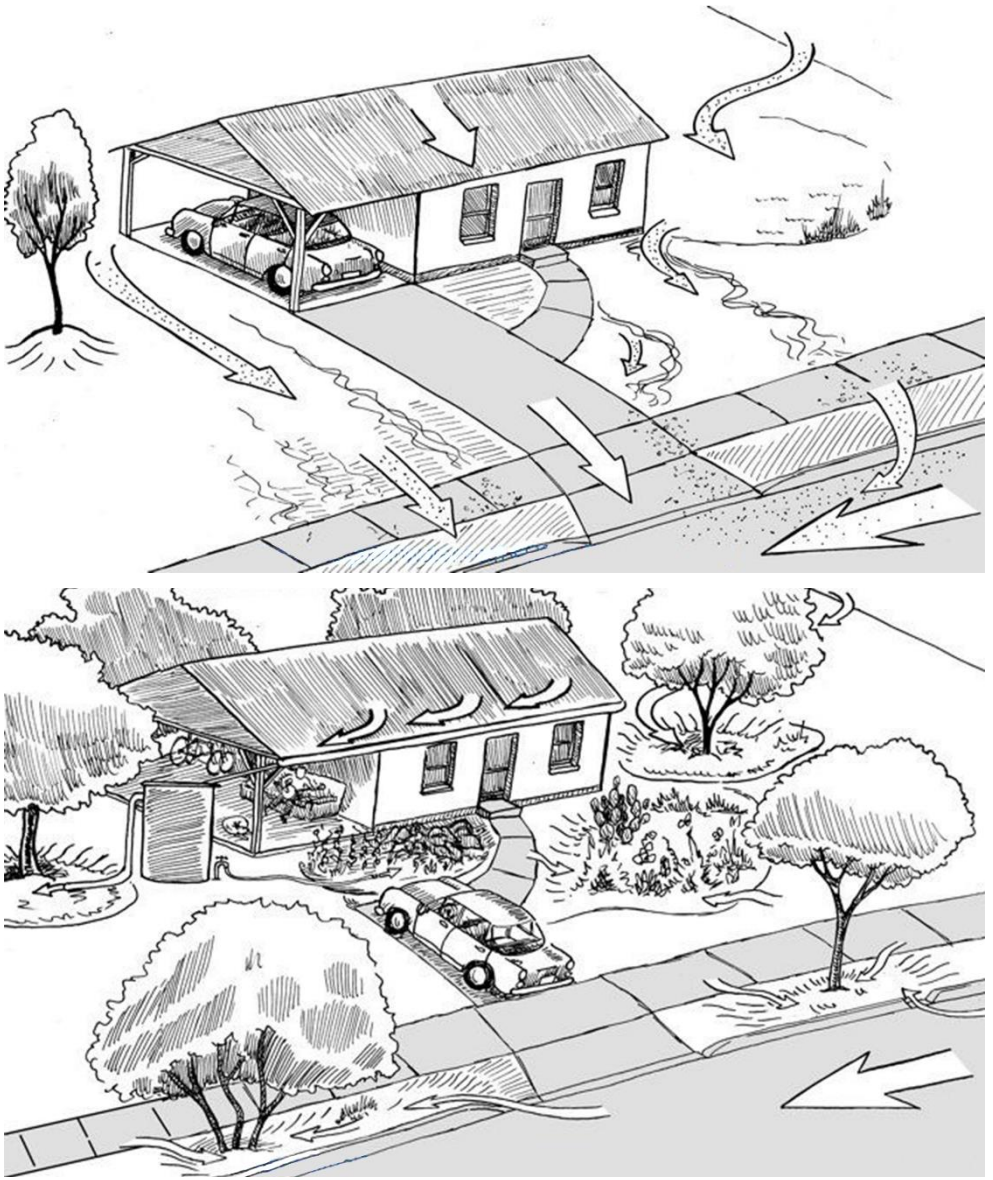


Figura 54 Jardines de lluvia para control de escorrentía
Fuente: Lancaster, 2008

a. Vegetación de La Ceiba

Cuando se decide construir un jardín de lluvia las plantas que va a contener deben ser nativas para no alterar el ecosistema, se adapte mejor a las condiciones climáticas y requiera menos mantenimiento (Ornelas Badillo, 2017). Los climas tropicales húmedos suelen tener una biodiversidad muy amplia dando así múltiples opciones para escoger especies que sembrar. Casi el 40% de La Ceiba está cubierto por bosque, del cual más del 38% es bosque latifoliado húmedo (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), 2015).

Son muchas las especies de plantas que se pueden encontrar en la zona, en las figuras 56 a la 73 se puede ver una pequeña muestra de la variedad de tamaño, color y función de algunas plantas nativas de Honduras. Lo que hay que tomar en consideración para hacer el jardín de lluvia es la distribución de las plantas dentro del mismo. Ya que las plantas que se encuentren al medio deberán resistir grandes cantidades de agua, a diferencia de las que se encuentren en la parte más alta del jardín (ver figura 55).

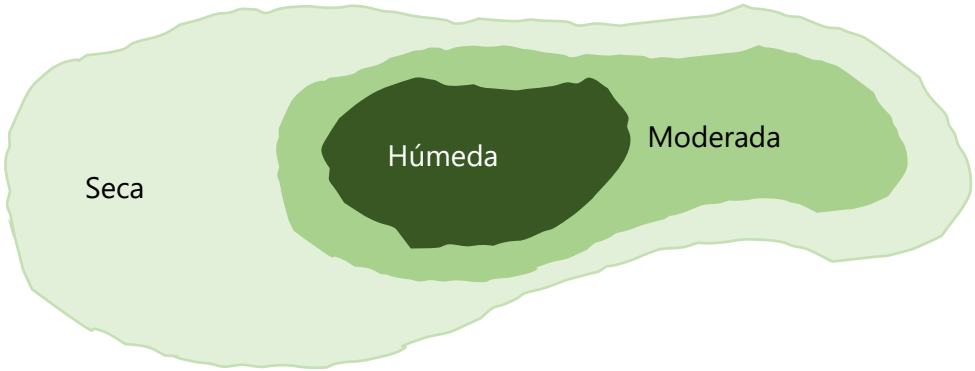


Figura 55 Zonas de humedad de un jardín de lluvia
Fuente: Cahill, Godwin, & Tilt, 2018

Figura 56 Pinus Caribaea var. Hondure
Fuente: Forest & Kim Starr

Figura 57 Ceiba petandra
Fuente: EcuRed

Figura 58 Bougainvillea
Forest & Kim Starr

Figura 59 Ochroma lagopus
Fuente: Patil, N., 2018

Figura 60 Vochysia aurífera
Varma, Puneet, 2018

Figura 61 Orquidea brassavola
Fuente: HondruasTips.hn

Figura 62 Acacia Farnesiana
Arbusto espinoso, perennifolio
Fuente:

Figura 63 Centrosema virginianum
Rastrera/trepadora
Extraída de: Levypreserve.org

Figura 64 Bocconia frutescens
Árbol
Extraída de: naturalmedicinefacts.info

Figura 65 Buddleja americana
Arbusto
Fuente: Jayden, W.J., 2011

Figura 66 Nicotiana glauca
Arbusto
Extraída de: worldseedsupply.com

Figura 67 Plumeria rubra
Arbusto
Extraída de: articulo.mercadolibre.com

Figura 68 Tecoma stans
Arbusto
Fuente: Perry, Robert

Figura 69 Telanthophora grandifolia
Arbusto
Extraída de: anniesannuals.com

Figura 70 Wigandia urens
Arbusto
Extraída de: naturalista.mx

Figura 71 Dioon mejiae
Arbusto
Extraída de: pacsoa.org.au

Figura 72 Petrea volubilis
Trepadora
Extraída de: mercadolibre.com

Figura 73 Plantas flamenco
Arbusto Extraída de:
jardineriakuka.com

3.3. Referentes

3.3.1. Plaza Mercado Nuevo Gramalote, Colombia

Gramalote en Colombia es un municipio que sufre de lluvias intensas casi todo el año, causando graves deslaves de tierra y pone en peligro cualquier estructura existente. La ciudad de nuevo gramalote tuvo que ser relocalizada después de un deslave por lluvias que hubo en el año 2010.

Se hizo una licitación para hacer el proyecto de la Plaza Mercado de nuevo Gramalote, que sería el centro de la comunidad además de ser un centro de comercio para los agricultores de la zona. La propuesta ganadora fue la de los arquitectos Jheny Nieto y Rodrigo Chain. La visión de este proyecto es enaltecer a los agricultores, sobre todo a los caficultores de la zona.

Es por esta razón anexaron un área para hacer un huerto comunitario. Para poder darle mantenimiento a este, agregaron un techo que capta el agua lluvia y la almacena. La cubierta de este proyecto intercepta el agua y por medio de las columnas, que actúan como embudo, el agua se dirige hacia tanques de almacenamiento. Posteriormente esta agua será utilizada para el huerto comunitario y otros usos del mercado. Estos enormes embudos son piezas prefabricadas de concreto que después se trasladan al sitio para ser ensambladas (Nieto, J. + Chaín R., 2014).

Además de trabajar como un sistema, en su totalidad, recolector de aguas lluvias también lleva en su centro una historia y se focaliza en las necesidades de la comunidad (Nieto, J. + Chaín R., 2014).

Figura 1 Plaza Nuevo Gramalote, Colombia
Fuente: Nieto, J. + Chaín R.

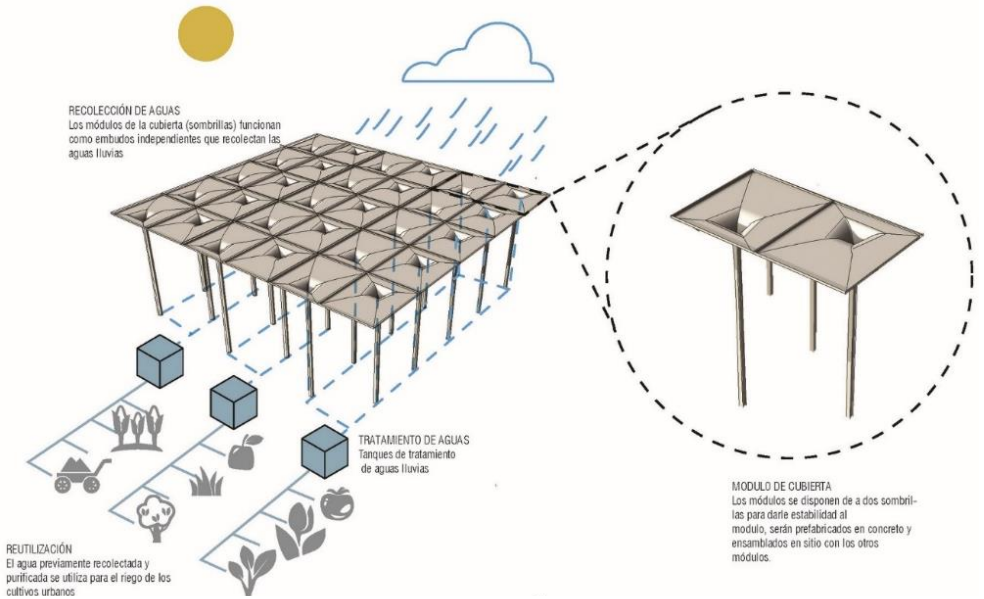


Figura 75 Plaza Mercado Nuevo Gramalote sistema de recolección de aguas lluvias
Fuente: Nieto, J. + Chaín R.

3.3.2. Thread: Residencia para artistas y centro Cultural, Senegal

Este proyecto se diseñó y construyó para una comunidad muy pobre de Senegal. Estuvo en manos de la arquitecta Toshiko Mori. A pesar de que el clima de esta comunidad es muy distinto al de La Ceiba, estas dos comparten otros factores que las hacen comparables:

1. El bajo presupuesto que se tiene para construir.
2. La técnica local de construcción.
3. Falta de mano de obra y materiales sofisticados.
4. Es un clima muy caluroso, puede alcanzar hasta 40°C (JapanSocietyNYC, 2019)

A pesar de las limitantes la arquitecta logró diseñar un proyecto que es atractivo, que tiene la aprobación de la comunidad y además es ecológicamente sustentable. Este proyecto toma en cuenta las necesidades de los habitantes y se preocupa por generar espacios que tengan diversas utilidades (JapanSocietyNYC, 2019). Actualmente este edificio además de albergar a artistas también es el epicentro de las actividades comunitarias.

El diseño toma en cuenta la orientación y la ventilación para que sea más confortable posible. Usan materiales locales, el techo está hecho de una estructura de bambú y paja. Las paredes fueron construidas con ladrillos producidos por locales. Recubrieron el piso con pedazos de cerámica sobrantes de otras construcciones. El proceso de construcción fue muy interesante ya que las personas de la comunidad se involucraron en todo el proceso (JapanSocietyNYC, 2019).

Figura 76 Thread: Residencia para Artistas y Centro Cultural
Fuente: Iwan Baan, 2015

Figura 77 Proceso de Construcción de Thread: Residencia para Artistas y Centro Cultural
Fuente: Josef and Anni Albers Foundation,

Además de adaptarse a las prácticas locales de construcción, los arquitectos introdujeron nuevas técnicas como la recolección de aguas lluvias. La forma del techo está diseñada para que logre captar el agua y dirigirla a unos canales que se encuentran en el suelo. El techo recolecta el 30% de la demanda de agua que utiliza el edificio (JapanSocietyNYC, 2019). Todo el complejo fue pensado con el fin de captar aguas lluvias. La posición estratégica de los tanques de agua y como los canales en el suelo transportan el agua, al mismo tiempo que estos delimitan los espacios.

Esta recolección de agua ha dado paso a nuevas actividades, por ejemplo, algunas personas utilizan esta agua para cultivar vegetales que, por el hecho de utilizar más agua para su producción, se cotizan a un mayor precio en el mercado local (JapanSocietyNYC, 2019). Generando así un ingreso para los habitantes de la comunidad.

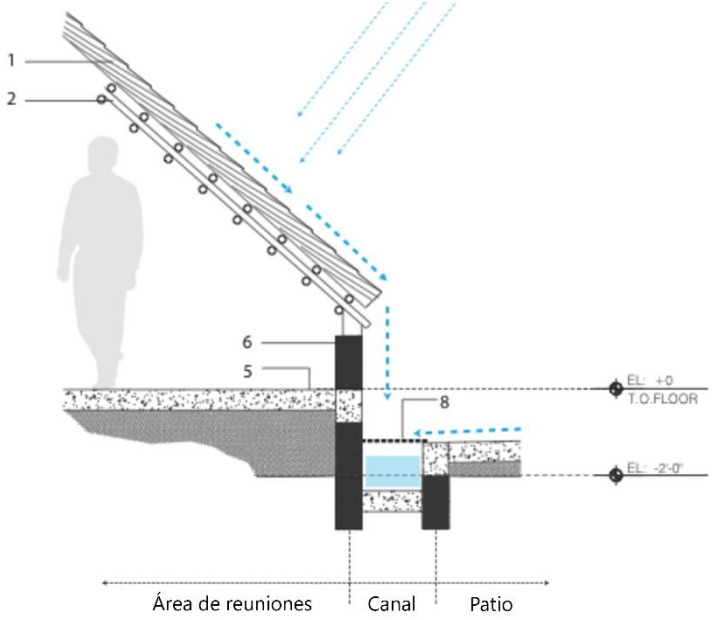
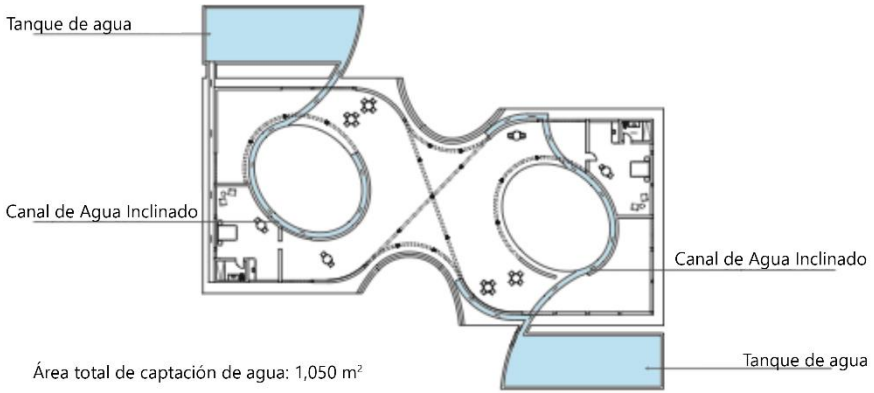
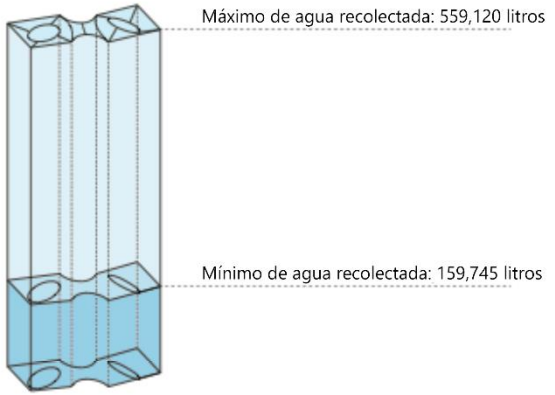


Figura 78 Thread, Sección de pared
Fuente: http://thread-senegal.org/building





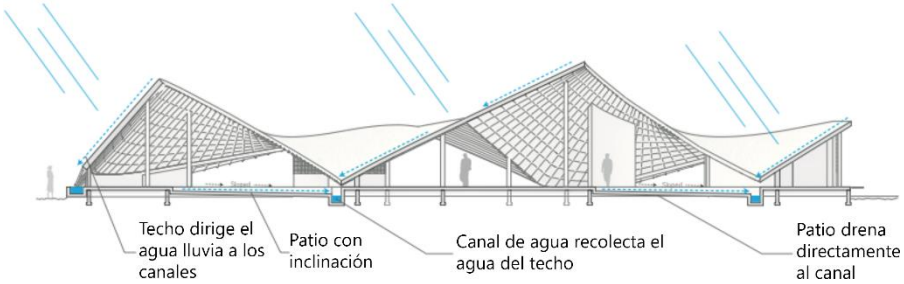


Figura 79 Recolección de Aguas Lluvias, Thread
Fuente:http://thread-senegal.org/building

ESPACIOS COMUNITARIOS PARA LA VIVIENDA SOCIAL

4.1. Calidad del espacio comunitario:

Repercusión en la cohesión social

"La propia razón de ser del espacio público acredita su uso como vehículo de expresión ciudadana, cohesión social e integración intergeneracional"
(García & Martí, 2014)

4.1.1. Conceptos básicos: Espacio público, Espacio comunitario/colectivo y cohesión social

Hay una variedad de definiciones para espacio público y espacio comunitario/colectivo, es más es muy difícil establecer una línea de la diferencia de la primera con la segunda. Algunos autores definen al espacio público como:

> La arquitectura caracteriza como públicos todos aquellos espacios que son accesibles públicamente. (Schlack, 2007)
>
> Aquella que es de "dominio público", aquella que pertenece al "public realm". En otros términos, aquella parte de la ciudad que es propiedad de la propia ciudad, es decir es de propiedad pública. (Remesar & Ricart, 2013)

Y algunos autores definen espacio comunitario como:

> El término "comunitario" comprende así una serie de espacios de propiedad privada o pública, de uso colectivo y complementario, que se encargan de prestar diversos servicios y posibilitar el intercambio y la relación social en áreas tanto "edificadas" como "no cubiertas" al interior del barrio, en las cuales se desarrollan actividades imposibles de llevar a cabo dentro de la vivienda. (Castellano Caldera & Pérez Valecillos, 2003)
>
> Tienen una incidencia directa sobre la vida colectiva, aquellos que definen un uso común de la población y que constituyen la sede y los lugares de su experiencia colectiva. (Marín Duran, 2015)

Bajo estas definiciones se puede notar que las definiciones sobre espacio público hacen referencia a el derecho de propiedad y accesibilidad. En otras palabras, un espacio público es todo aquel espacio que es de dominio público y que no hay restricciones para accederlos. Por el contrario, un espacio comunitario o colectivo es aquel espacio que puede o no ser de propiedad privada, pero en el cual se propician reuniones de uno o varios grupos de personas. Se podría decir que algunos espacios comunitarios podrían tener algunas limitaciones de acceso. Remesar y Ricart dicen que el espacio público es un espacio comunitario, más un espacio comunitario no necesariamente es un espacio público (Marín Duran, 2015). En esta investigación se continuará por hablar de espacio comunitario, ya que el espacio que se quiere proponer es para una población determinada y tendría ciertas restricciones de acceso.

Figura 80 Espacio Comunitario, Espacio público y espacio comunitario privado
Fuente: Remesar & Ricart, 2013

En lo que si concuerdan los autores es que todos los espacios comunitarios fungen una labor importante dentro de la sociedad. Por ejemplo, Mehta sostiene que un buen espacio público es esencial para mantener la salud mental y social de las comunidades (Mehta, 2014). Es por esto que el fin de estudiar el espacio público radica en: ¿cómo estos ayudan a mejorar la cohesión social en una comunidad?

La cohesión social es un tema ampliamente discutido y abordado desde muchas disciplinas, por lo tanto, son muchas las definiciones que se le ha dado. Algunas de estas son:

> La cohesión puede entenderse como el efecto combinado del nivel de brechas de bienestar entre individuos y entre grupos, los mecanismos que integran a los individuos y grupos a la dinámica social y el sentido de adhesión y pertenencia a la sociedad por parte de ellos. (Ottone et al., 2007)

> La integración continua del comportamiento individuales en el entorno social (el barrio). (Dempsey, 2008)

> La cohesión social se define como la capacidad de una sociedad para asegurar el bienestar de todos sus miembros, al minimizar las disparidades y evitar la polarización. (Consejo Europeo 2004, citado en Sojo, 2018)

Cuando se habla de cohesión social hay tres conceptos que saltan a la vista: integración social, sentido de pertenencia y disminución de la desigualdad. He ahí la importancia de hablar de cohesión social cuando se habla de espacio comunitario, ya que su fin es ser el punto de encuentro para que los individuos de una comunidad se conozcan, socialicen y como consecuencia se integren. Si el espacio es exitoso en lograr la interacción de sus participantes, estos individuos se adueñarán del espacio y sentirán que pertenecen al barrio o comunidad.

4.1.2. La Importancia del espacio comunitario para la cohesión social

Muchos autores concuerdan que la calidad de vida de las personas se ve directamente afectada por la calidad de los espacios comunitarios. Por ejemplo, Kazmierczak y James además de afirmar lo anterior también sostienen que en zonas socialmente marginadas el espacio colectivo juega un papel crucial (Kazmierczak & James, 2007). El espacio comunitario es un lugar donde los miembros de una comunidad se encuentran y comienzan el proceso de conocerse, integrarse y como consecuencia, sentir que pertenecen a dicho lugar (García & Martí, 2014).

Pérez y Castellano afirman que el hecho de dotar con espacios comunitarios determinado barrio, el constructor está favoreciendo esta comunidad. Si, por el contrario, se les niega el derecho a un espacio colectivo donde puedan llevar a cabo distintas actividades, se les está privando de distintos beneficios. Ellos también dicen que al limitar a un grupo de lugares de encuentro se les está negando un espacio donde haya un encuentro cotidiano y así es como se van deteriorando las costumbres, se contamina el ambiente social y se pierden valores (Pérez Valecillos & Castellano Caldera, 2013). En otras palabras, es en el espacio comunitario donde se empieza a construir las relaciones interpersonales a nivel de barrio y como consecuencia la cohesión social.

¿Por qué se insiste tanto en la cohesión social? Cuando no hay cohesión social hay falta de igualdad e integración, las personas se sienten más marginalizadas y perciben que tienen menos posibilidades económicas y de educación. La vulnerabilidad que enfrentan los barrios más pobres de Latinoamérica está directamente relacionada con el tema de desigualdad (Ottone et al., 2007). El resentimiento social crece y con ello el sentimiento de inseguridad y violencia, algo muy común en los barrios más pobres en Latinoamérica.

4.1.3. Características del espacio comunitario efectivo

Para que un espacio comunitario logre el objetivo de promover la cohesión social en un barrio este debe cumplir con algunos requisitos sino terminará siendo un espacio inutilizado, sucio y peligroso. En primer lugar, para poder diseñar espacios que sean efectivos es primordial que se tomen en cuenta las necesidades y preferencias de las personas del barrio, si esto no se incluye en el análisis puede causar el abandono del espacio (citado en Castellano Caldera & Pérez Valecillos, 2003). Con base a esta aseveración se puede decir que son las personas el elemento más importante del espacio público.

"Un buen espacio público es receptivo, democrático y significativo" (traducido de Mehta, 2014). Un espacio público receptivo es aquel que se diseña para que el mayor número de personas se puedan reunir en él, tiene considerado que el espacio comunitario es para niños, adultos, ancianos, personas con necesidades especiales, distintas razas, culturas, etc. El espacio además debe diseñarse con el fin de beneficiar a la mayoría, tomando en cuenta que es un espacio que tiene el potencial para tener gran importancia dentro de la comunidad y ser un hito, además de ser el centro de relaciones entre vecinos.

Pérez y Castellano además agregan que los espacios públicos no deben ser diseñados con materiales costosos, muy sofisticados y que resistan al vandalismo, tanto los materiales como la arquitectura deben ser propios del lugar, que sea fácilmente reconocible (Pérez Valecillos & Castellano Caldera, 2013). Es importante que el espacio comunitario represente a las personas para las cuales se diseña, para que posteriormente se apropien del lugar.

Muchos urbanistas proponen distintas formas de evaluar un espacio público efectivo. Por ejemplo, Crowhurst Lennard y Lennard proponen que se debe evaluar el espacio según las siguientes características:

1. Debe tener un acceso fácil y seguro.
2. Facilitar el uso constante de espacio. Los espacios públicos por lo general tienen distintas funciones, donde se pueden realizar distintas actividades.
3. Debe hacer sentir a las personas que son significativas. En este aspecto se debe tomar en cuenta el tamaño del espacio, los elementos que conforman el espacio comunitario y de los edificios que la rodean.
4. La creación visual de que hay un límite, para que se entienda que es un espacio.
5. El diseño de los espacios debe ser capaz de orientar a las personas a distintas actividades, mediante cambios de nivel, distintos pavimentos, mobiliario urbano (Crowhurst Lennard & Lennard, 1993).

Mehta dice que un espacio público de calidad cuenta con cinco dimensiones (ver figura 81). El continúa por explicar que cada una de estas dimensiones se puede alcanzar cumpliendo con ciertos requisitos entre los cuales se pueden destacar:

1. Integrador:
    a. Debe tomar en cuenta que tendrá usuarios de distintas edades y capacidades físicas.
    b. Que se perciba abierto y accesible. Que haya conectividad con otras actividades.
2. Actividades significativas:
    a. El espacio debe ser flexible y acomodarse a las necesidades del usuario.
    b. Debe haber acceso a comida en espacios próximos.
    c. Que alrededor haya otras actividades complementarias y comercio.
3. Comodidad
    a. Que haya lugares donde sentarse sin tener que pagar o adquirir algo.
    b. Que haya lugares donde protegerse del sol y la lluvia.
    c. Que haya cierto control de ruido.
4. Seguridad
    a. Que haya conexión visual y física entre espacios, calles y lugares adyacentes.
    b. Que haya control lumínico
5. Placentero:
    a. Que se perciba cierto cerramiento que cree un límite.
    b. Que haya variedad de sub-espacios
    c. Crear puntos focales
    d. Que el espacio sea atractivo e interesante. (Mehta, 2014)

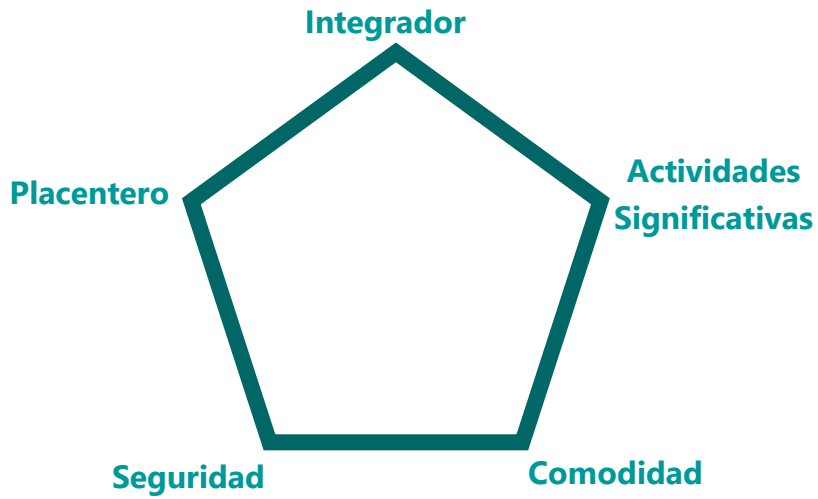


Figura 81 Las 5 dimensiones del espacio público
Fuente: Mehta, 2014

4.2. Referentes: Espacio comunitario para la vivienda social

4.2.1. Prototipos de vivienda auto sostenible para viviendas de bajo costo

Figura 84 Espacios Comunitarios, prototipos de vivienda auto sostenible.

Este proyecto está situado en Colombia. Propuesta hecha por DAMM Arquitectura. Este proyecto propone un barrio de vivienda de bajo costo, que utiliza materiales locales. Recolecta agua con el fin de usarla para que los espacios comunitarios funcionen. Usa la autogestión del recurso hídrico para fomentar la cohesión social.

Lo interesante de este proyecto es los distintos usos que proponen para los espacios comunitarios y como estos funcionan con el agua lluvia recolectada. Como se puede ver en la figura 84, ellos proponen los siguientes programas:

1. Parque techado, para juegos de niños. En climas tropicales es importante tener áreas techadas para las actividades diarias, ya que más de la mitad del año llueve y el resto del tiempo la radiación es muy alta.
2. Comercio: dado a la lejanía de los terrenos para la vivienda social es importante que la gente pueda abastecerse de víveres y cosas esenciales en las cercanías, así mismo se reactiva la economía.
3. Huertos
4. Talleres de Trabajo: para que las personas puedan producir y aprender oficios.
5. Comedor comunal (DAMM Arquitectura, 2011)

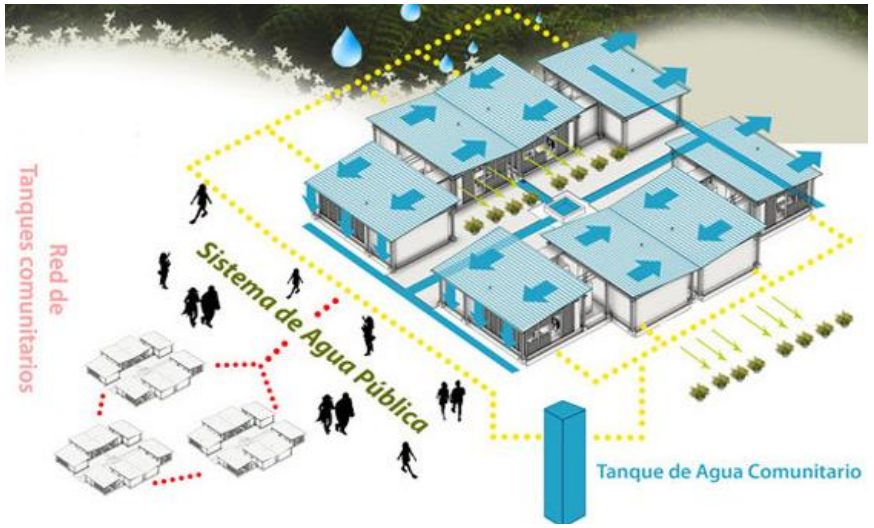


Figura 82 Prototipos de Vivienda Auto Sostenible, recolección de aguas lluvias

Figura 83 Recorrido del agua, prototipos de vivienda auto sostenible

4.3. Referentes locales: Espacio comunitario en la Ceiba

4.3.1. Muelle de Cabotaje

Figura 85 Recorrido principal de Muelle de Cabotaje

Figura 86 Plaza principal del Muelle de Cabotaje

Figura 87 Área comercial del Muelle de Cabotaje

El muelle de cabotaje de La Ceiba es uno de los espacios públicos con más afluencia de personas. Por lo que se pudo observar durante la visita, es un lugar que mezcla varias actividades: juegos para niños, lugares de reunión, escenarios, ciclo vías, comercio, lugares de descaso, etc. Es un lugar en el que distintas generaciones de personas pueden encontrar actividades para hacer. Tiene áreas techadas que protegen de la radiación y la lluvia, ver figura 86.

Es un lugar que tiene mantenimiento de parte de las autoridades municipales, principalmente porque es, además, uno de los atractivos turísticos de la zona, pero muy frecuentado por las personas locales.

4.3.2. Canchas deportivas

Figura 88 Cancha deportiva

Figura 89 Cancha de Colonia primero de Mayo

Las canchas deportivas son uno de los espacios comunitarios que más se encuentran dentro de las colonias y barrios de Honduras. Por observación en distintas visitas que se hicieron, se puede determinar que están enfocadas a un grupo particular de la sociedad. La mayoría del tiempo están ocupadas por jóvenes y adolescentes que practican algún tipo de deporte. Son espacios que, si se usan, pero no todo el día. Debido a la carencia de un techo estas canchas pasan desocupadas durante el día por la fuerte radiación y durante los períodos de lluvia.

Lo que se pudo observar es que se mantienen vigentes, aunque el mantenimiento ni el equipamiento sea el óptimo. El principal problema es que no integran a todos los grupos de la sociedad, así que deberían de estar acompañados de espacios que alberguen otras actividades en paralelo.

4.3.3. Otras actividades

Figura 90 Juegos para niños

Figura 91 Juego de naipes en comunidad garífuna

Durante la visita de campo a las distintas colonias se pudo observar distintas actividades que llevaban a cabo las personas cotidianamente. Entre estas actividades están:

1. Los juegos de niños, estos independientemente si hay equipamiento o no. Los niños salen a la calle a jugar con sus amigos, en caso de que no haya un espacio destinado para estas actividades, se toman la calle o terrenos baldíos, pero es una actividad que siempre está vigente y se puede observar en estas comunidades.
2. Las reuniones de adultos: es curioso como, sobre todo en las comunidades garífunas, se pudo observar que la gente se reúne a jugar o a platicar. Utilizan sus patios o aceras para hacerlo, pero es algo cotidiano, que logra que las personas de la comunidad forjen lazos y exista la cohesión social. A diferencia de las actividades para niños, los adultos si utilizan mayoritariamente áreas techadas que contengan algún tipo de mobiliario para sentarse o descanso.

EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

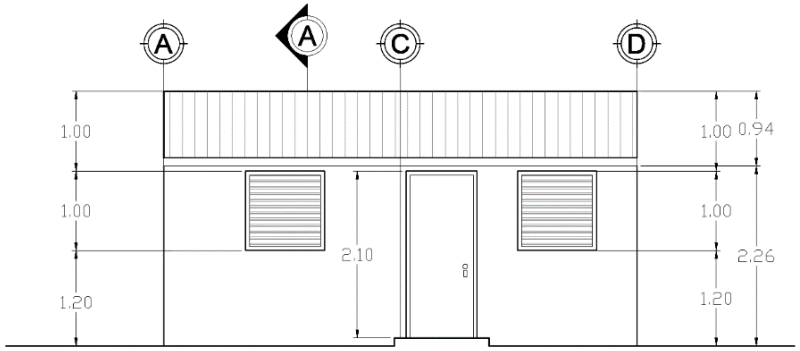
SISTEMA INDIVIDUAL VS. COMUNITARIO

5.1. Evaluación de los sistemas de recolección de aguas lluvias para la vivienda social tipo de La Ceiba

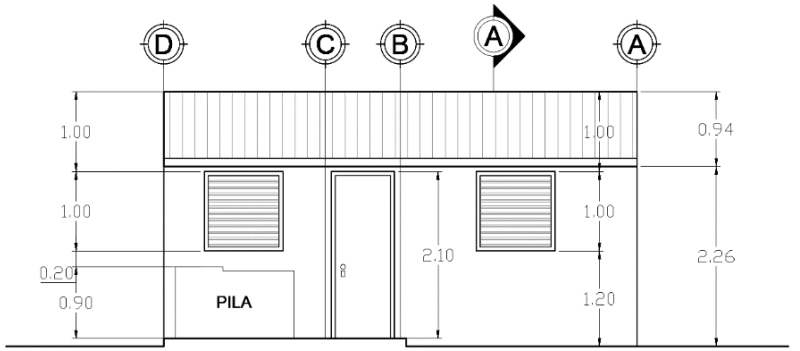
5.1.1. Presentación del caso a Evaluar

Se analizará el potencial que tienen las casas existentes para captar el agua lluvia y las modificaciones arquitectónicas que deben sufrir para ser unidades que capten y utilicen eficientemente el agua lluvia. Las dimensiones de las casas de los casos de estudio son las siguientes (esto por lo observado en la visita de campo y complementado con la normativa):

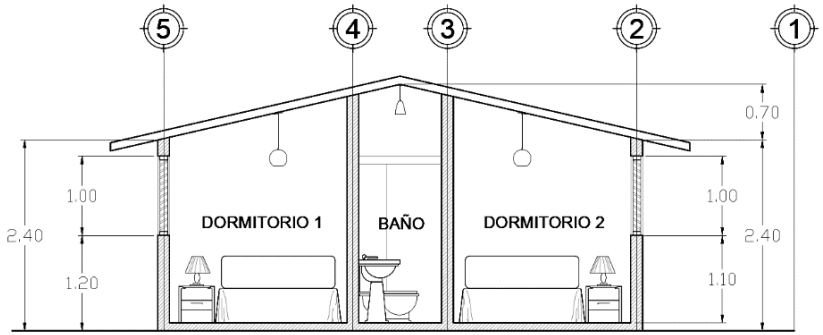
a. Espacios: 2 habitaciones, 1 baño, sala, comedor, cocina y lavandería.
b. Con 36 m2 de construcción, una sola planta.
c. Materiales de construcción:
    paredes: bloque de concreto
    estructura: concreto armado
    techo: lámina de zinc
    ventanas: celosías de vidrio simple y marco de aluminio
    puertas: de madera comprimida
    piso: concreto pulido
    pila: bloque de concreto
d. el terreno en total tiene 72 m^2 (6 x 12 metros), es el mínimo permitido por ley para vivienda social en Honduras.
e. Son vivienda ocupadas por una familia que vive en la ciudad de La Ceiba. Se analizará para una familia tipo de 4 personas (promedio según encuestas).
f. Que dicha familia es de muy bajos recursos.
g. Se quiere analizar qué porcentaje del consumo de agua se puede cubrir utilizando los recursos disponibles en el predio de la vivienda para poder dar paso a dimensionar el aporte de agua que debe tener el espacio público (capítulo 5).



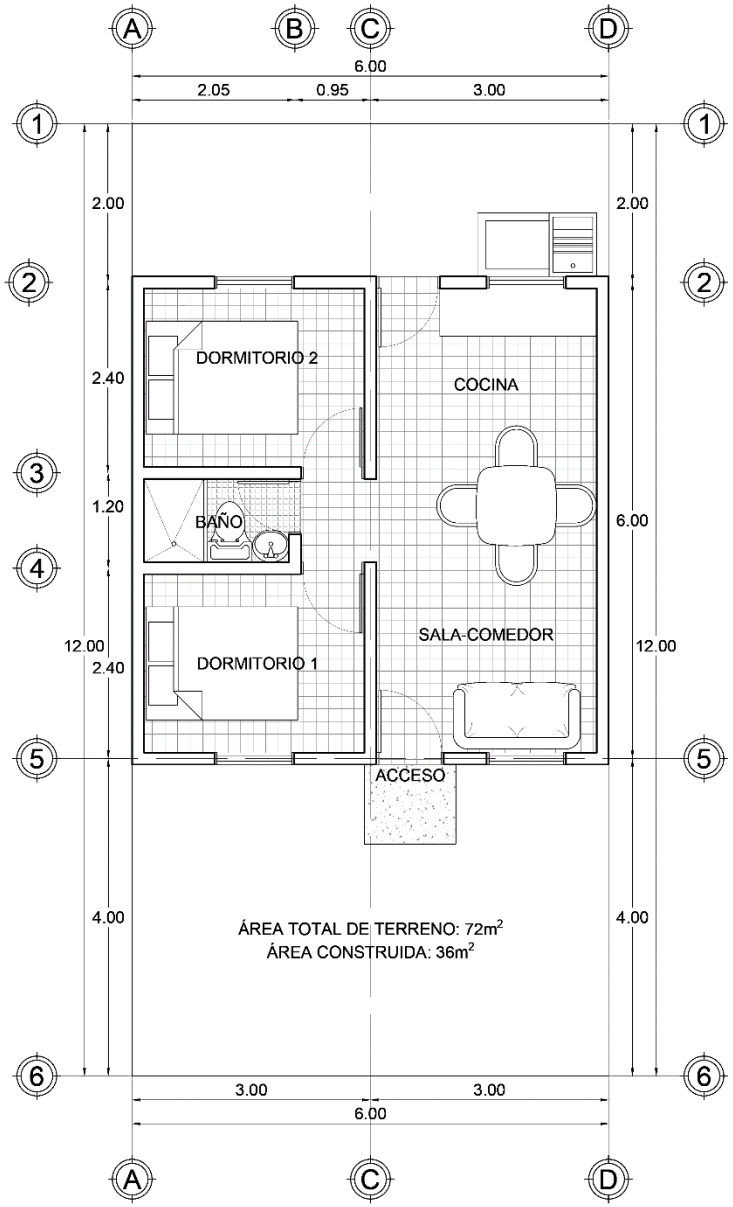
ELEVACIÓN FRONTAL
CASO BASE



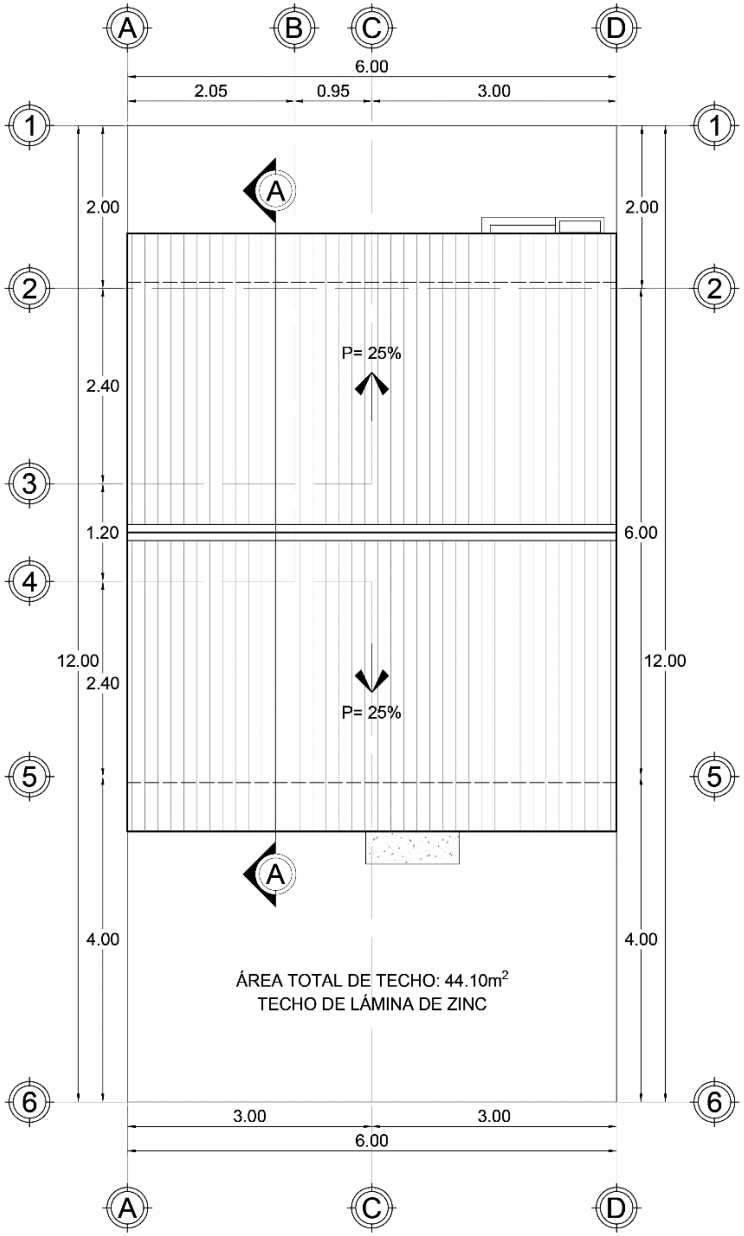
ELEVACIÓN POSTERIOR
CASO BASE



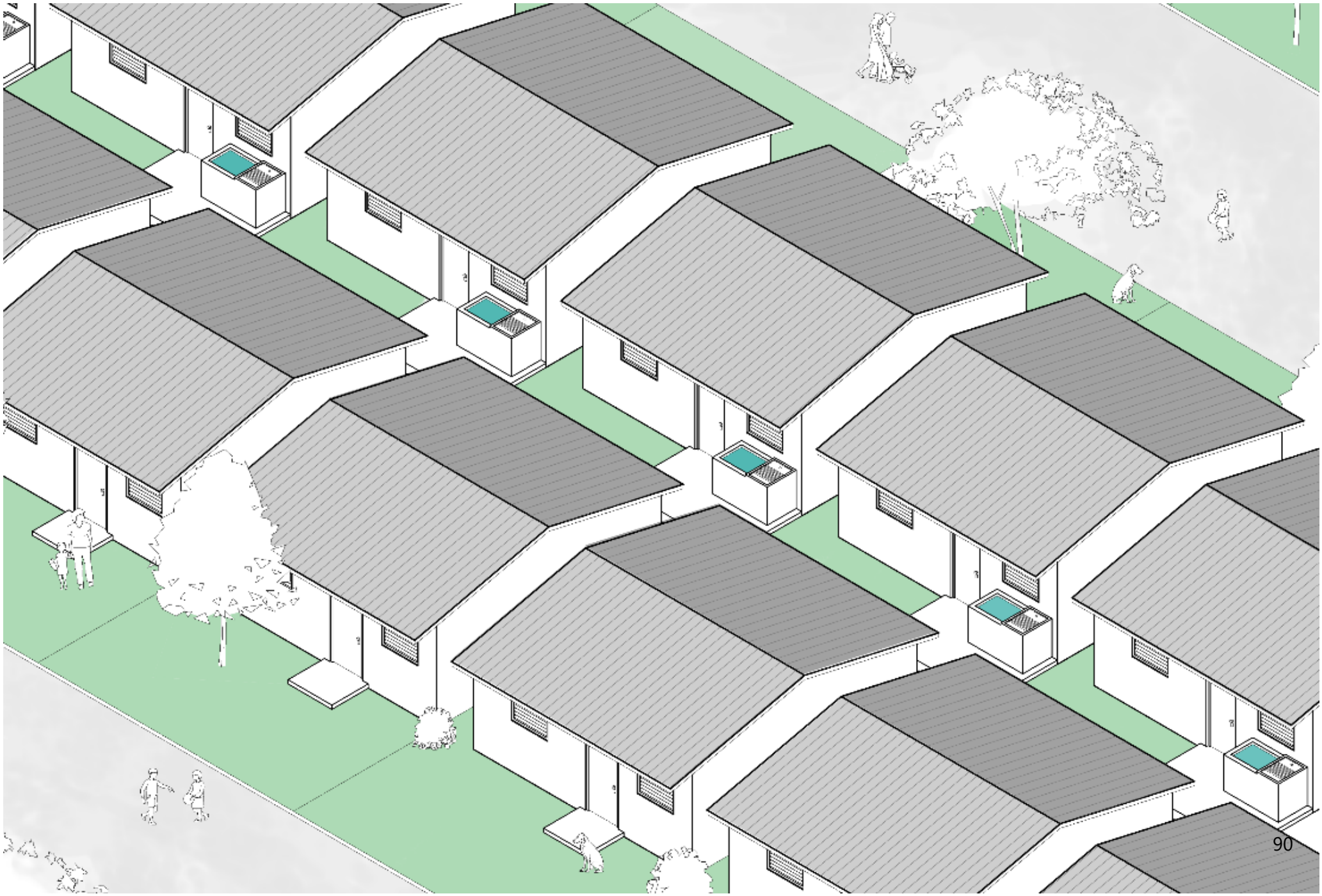
CORTE A-A
CASO BASE



PLANTA ARQUITECTÓNICA TIPO
CASO BASE



PLANTA DE TECHOS
CASO BASE



5.1.2. Diseño y dimensionamiento del sistema de captación de aguas lluvias

Lo esencial para el diseño del sistema de captación es determinar las siguientes variables:

1. La demanda de agua que tiene el hogar para el cual se está diseñando.
2. La cantidad de agua lluvia que se puede captar tomando en cuenta el clima y el área de captación que se tiene.
3. El presupuesto disponible para hacer el sistema.
4. Los materiales y mano de obra que hay disponibles en la zona que se está analizando

a. Demanda de agua

La fórmula para determinar la demanda de agua que tiene un hogar es la siguiente:

$$\textbf{Demanda} = L_{P/D} \times P \times D_{mes}$$ (Worm & Hattum, 2006)

$L_{P/D}$: Son los litros requeridos por persona al día. Según la Organización Mundial de Salud el consumo óptimo de agua por persona al día es de 100 litros de agua.

P: es el número de personas que el tanque de almacenamiento va a estar abasteciendo. En este caso son cuatro personas por hogar, como se mencionó antes.

D_{mes}: Días en el mes para el cual se está calculando. Esto si el cálculo se quiere hacer mensual. Si el cálculo es anual, esta variable se reemplaza por 365 (los días en un año).

Tabla 10 Demanda de agua cada por cada unidad de vivienda social.

Mes	D_{mes}	$L_{P/D} \times D_{mes}$	$L_{P/D} \times P \times D_{mes}$ Demanda (L)	Volumen (m^3)
Enero	31	3,100	12,400	12.40
Febrero	28	2,800	11,200	11.20
Marzo	31	3,100	12,400	12.40
Abril	30	3,000	12,000	12.00
Mayo	31	3,100	12,400	12.40
Junio	30	3,000	12,000	12.00
Julio	31	3,100	12,400	12.40
Agosto	31	3,100	12,400	12.40
Septiembre	30	3,000	12,000	12.00
Octubre	31	3,100	12,400	12.40
Noviembre	30	3,000	12,000	12.00
Diciembre	31	3,100	12,400	12.40
Anual	**365**	**36,500**	**146,000**	**146.00**

b. Potencial de captación de agua

Se entiende que, el potencial de agua que se puede capturar, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$S = R \times A \times C_R$$ (Still & Thomas, 2002)

S: es la recolección mensual de agua lluvia [litros/mes]
R: es la precipitación mensual [litros/m^2 *mes] o [mm/mes]
A: Es el área de captación de agua, en este caso el techo. Se determina por la proyección plana horizontal del techo [m^2] (ver figura 92).
C_R: Es el coeficiente de rendimiento. Esto está determinado por la posición, la pendiente, orientación y composición del techo (ver tabla 11).

El coeficiente de rendimiento toma en consideración las pérdidas que hay durante la captación y transporte de aguas lluvias. Estas pérdidas se pueden ocasionar por distintos factores:

1. Las pérdidas en los techos causado por salpicaduras, absorción y evaporación.
2. Rebalse del agua en las canaletas, sobre todo en las lluvias intensas, esto pasa cuando la sección no se diseña bien y se acumula agua en la parte más cercana a la bajante de agua. Una canaleta que sea económicamente factible de construir pierde del 3% al 6% del agua lluvia que recibe anual.
3. Que el tanque de almacenamiento se llene y tenga que drenarse el excedente, pasa cuando el tanque es muy pequeño o las lluvias son más intensas de lo que se tenía previsto. Un tanque bien diseñado pierde 10% o 30% del agua lluvia anual que cae en el área de captación (Still & Thomas, 2002).

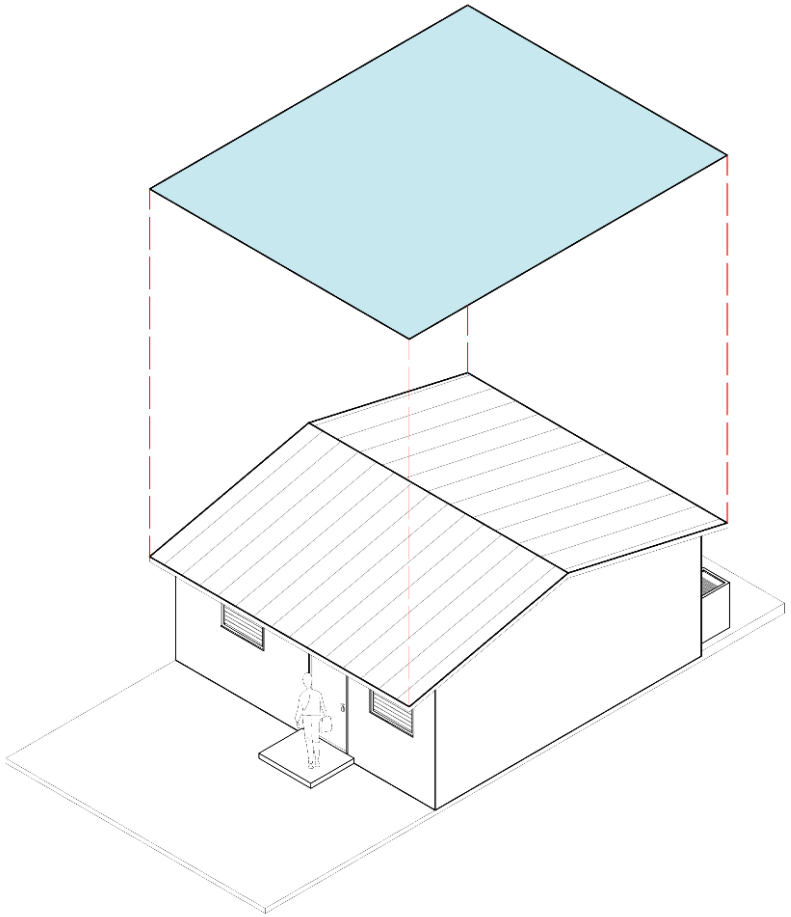


Figura 92 Área de Captación

Tabla 11 Coeficientes de rendimientos (C_r)

Tipo de Superficie	e
Techo de acero galvanizado	>0.9
Azulejos o techos esmaltados	0.6-0.9
Techos de aluminio	0.8-0.9
Techo de cemento plano	0.6-0.7
Techo de materiales orgánicos (ej. Paja)	0.2

Fuente: (Still & Thomas, 2002)

Tabla 12 Potencial de recaudación de agua lluvia de la vivienda socia tipo en Honduras

Mes	R	x A	x C_R	/1000
	mm de lluvia	litros	litros	m^3
Enero	277.20	12,224.52	11,002.07	11.00
Febrero	269.50	11,884.95	10,696.46	10.70
Marzo	275.50	12,149.55	10,934.60	10.93
Abril	125.30	5,525.73	4,973.16	4.97
Mayo	91.90	4,052.79	3,647.51	3.65
Junio	131.80	5,812.38	5,231.14	5.23
Julio	116.50	5,137.65	4,623.89	4.62
Agosto	193.90	8,550.99	7,695.89	7.70
Septiembre	265.60	11,712.96	10,541.66	10.54
Octubre	457.40	20,171.34	18,154.21	18.15
Noviembre	660.20	29,114.82	26,203.34	26.20
Diciembre	498.30	21,975.03	19,777.53	19.78
Anual	3,363.10	148,312.71	133,481.44	133.48

Cabe destacar que cada una de estas pérdidas no se calculan por separado es por eso que hay un solo coeficientes. Por ejemplo, en el 10% y 30% que se considera en las pérdidas de agua por el tanque de almacenamiento ya se ha considerado que parte de este porcentaje se perdió en las canaletas. Still y Thomas dicen "La misma agua no puede perderse más de una vez" (Still & Thomas, 2002).

Si se calcula el potencial de captación de agua que tiene una vivienda social actual de 36m^2 de construcción vemos que esta es capaz de recolectar 133.48 m3 de agua (ver tabla 12). La figura 93 muestra la demanda de agua, que es una línea casi constante versus la posible recaudación de agua. Hay meses en los cuales la demanda de agua no logra cubrirse, pero otros meses hay un excedente enorme. Si se utiliza únicamente el área de techo disponible, con un sistema de agua que logre captar toda el agua lluvia, entonces se puede cubrir el 91% de la demanda de agua anual.

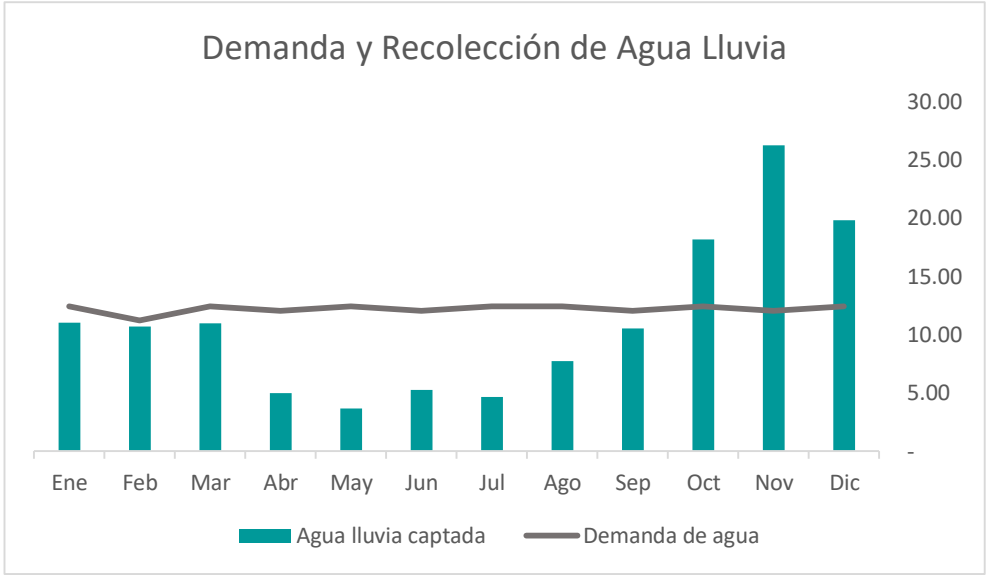


Figura 93 Demanda de agua versus potencial de captación de agua

Este 91% de demanda de agua se puede alcanzar siempre y cuando el diseño del sistema de captación de aguas lluvias se lo permita. Principalmente es la capacidad de metros cúbicos de agua que pueda almacenar el tanque de agua durante la época más lluviosa para ser utilizada durante la estación seca. A nivel celular (por unidad de vivienda) esta tesis propone 3 opciones:

1. **U-1:** Tanque de agua para una vivienda, que tenga la capacidad de almacenar el agua para cubrir la **demanda de un mes**.
    a. Capacidad de almacenamiento: 12.40 m^3 de agua
2. **U-2:** Tanque de agua para una vivienda, que tenga la capacidad de almacenar el agua para cubrir la **demanda de dos meses**.
    a. Capacidad de almacenamiento: 24.80 m^3 de agua
3. **U-3:** Tanque de agua para una vivienda, que tenga la capacidad de almacenar el agua para cubrir la **demanda de tres meses**.
    a. Capacidad de almacenamiento: 37.20 m^3 de agua

Los tres tanques se proponen subterráneos, de concreto armado, hechos en el sitio. Paredes de bloque de concreto. En la parte superior, una losa de concreto armado que permite el transito diario normal de una vivienda. Se decidió hacer un tanque subterráneo por cuestión de espacio en el terreno además que es más facil el control de luz solar que ingresa al tanque. Sumado a esto, mantiene el agua a una temperatura constante. Hacer un tanque de concreto subterráneo hace que se necesite menos refuerzo en las paredes del tanque ya que la tierra a su alrededor recibe parte del esfuerzo que ejerce el agua sobre las paredes. Lo que cambia entre los tanques antes mencionados, son las dimensiones ancho y largo, la altura es constante a 2.50 metros (Ver figura 94).

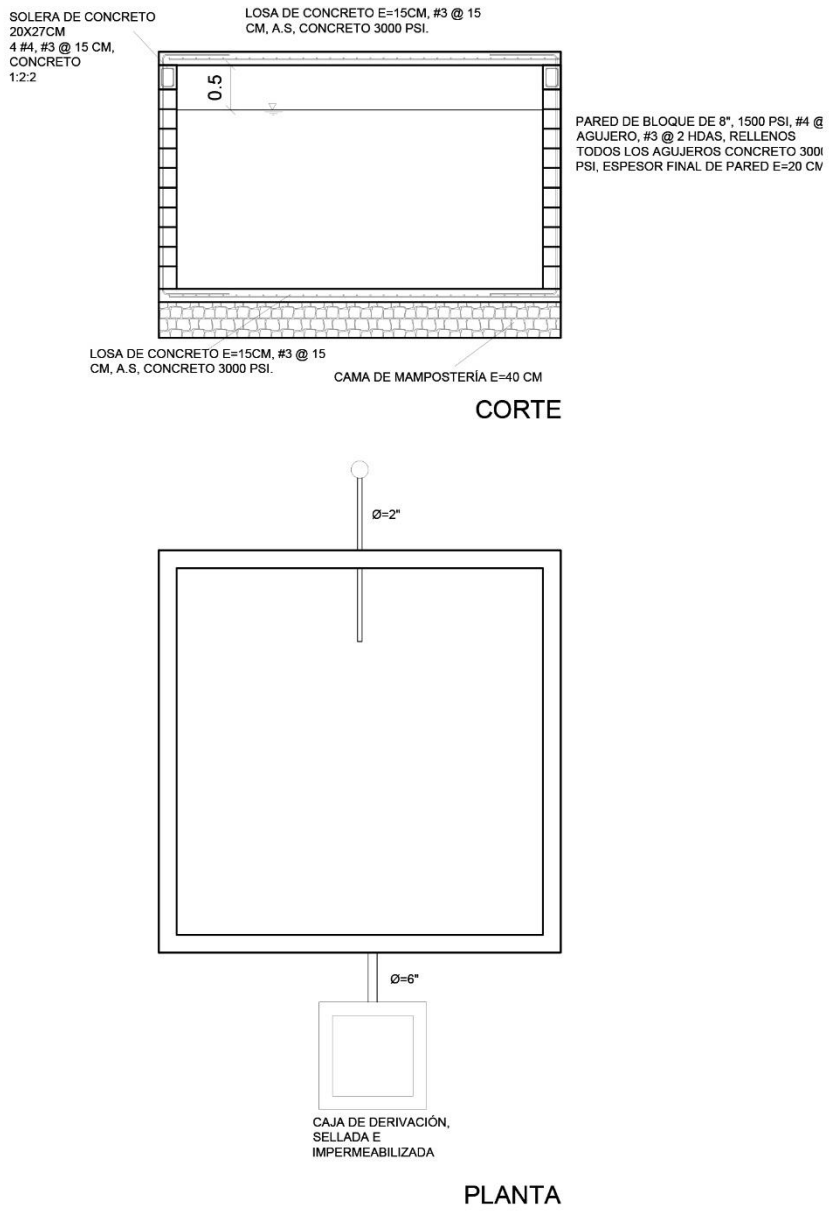


Figura 94 Planta y Corte de tanque unitario
Diseño: Ingeniero Meza

En cuanto al filtrado y purificación del agua se propone (ver Figura 95):

1. Un pre filtro de sedimentos, para que el agua que llegue al tanque limpia y no contamine la que está guardada.
2. Y un sistema de purificación de carbón activo y cloración. Esto para permitir que el agua sea apta para consumo humano y mantener el agua en el tanque limpia por el tiempo de almacenaje.

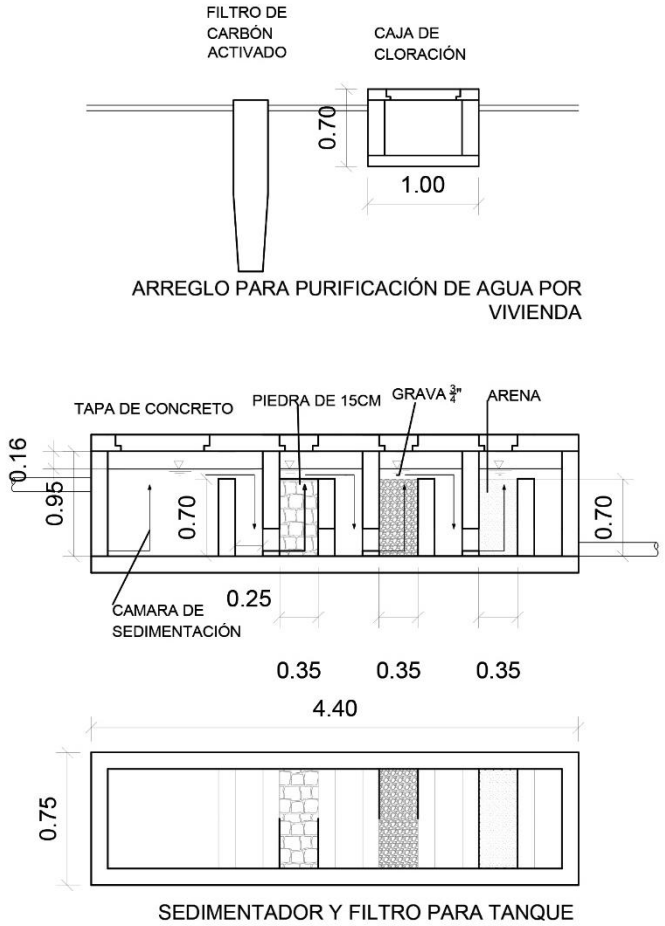


Figura 95 Filtrado y purificación de agua propuesto para sistema unitario
Diseño: Ingeniero Meza

c. Sistema U-1

Tabla 13 Comportamiento mensual de tanque de almacenamiento U-1

U-1 (tanque 12.40 m3 capacidad)					
mes	Agua lluvia disponible (m^3)	Demanda de agua mensual (m^3)	Déficit de Agua (m^3)	Agua que se logra almacenar (m^3)	Desperdicio de agua (m^3)
enero	11.00	12.40	0.00	11.00	0.00
febrero	10.70	11.20	0.00	10.50	0.00
marzo	10.93	12.40	0.00	9.03	0.00
abril	4.97	12.00	0.00	2.00	0.00
mayo	3.65	12.40	6.75	0.00	0.00
junio	5.23	12.00	6.77	0.00	0.00
julio	4.62	12.40	7.78	0.00	0.00
agosto	7.70	12.40	4.70	0.00	0.00
septiembre	10.54	12.00	1.46	0.00	0.00
octubre	18.15	12.40	0.00	5.75	0.00
noviembre	26.20	12.00	0.00	12.40	7.55
diciembre	19.78	12.40	0.00	12.40	7.38
total	**133.47**	**146.00**	**27.46**		**14.93**

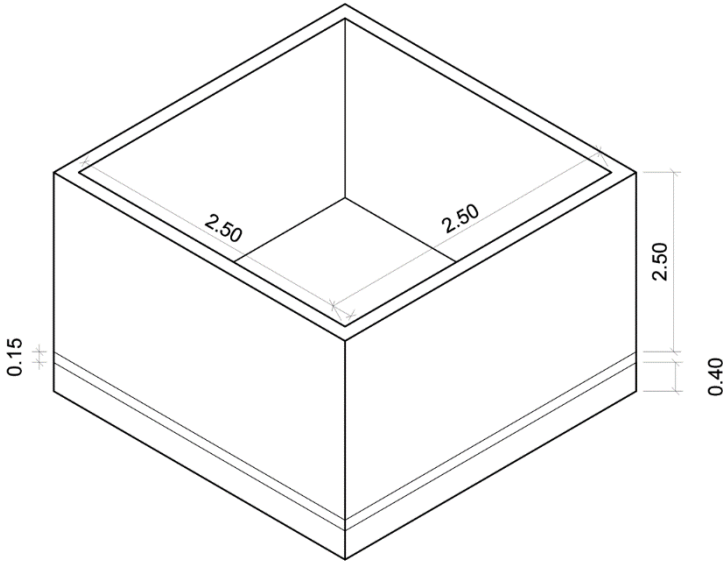


Figura 96 Dimensiones tanque U-1

Tabla 14 Porcentaje de demanda de agua que se logra cubrir con tanque U-1

Demanda de agua Anual	Porcentaje de demanda que se logra cubrir	Porcentaje de demanda que no se logra cubrir
146.00	**81%**	**19%**

Tabla 15 Presupuesto de sistema de recolección de aguas lluvias U-1

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US$	Precio total US$
1	**Actividades Preliminares**				
1.1	Limpieza	m^2	6.25	0.39	2.46
1.2	Trazado y marcado	ml	10.00	0.78	7.80
Subtotal de obras preliminares					**10.26**
2	**Excavación**				
2.1	Excavación de material común	m^3	19.6	10.81	206.11
Subtotal de excavación					**206.11**
3	**Tanque de Almacenamiento**				
3.1	Cama de mampostería E=40 cms	m^3	2.50	106.62	266.56
3.2	Losa inferior de concreto E = 15 cms #3@20 cms A/S concreto 3000 PSI	m^2	6.25	36.80	230.02
3.3	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 20 cms	m^2	2.30	50.70	1,130.67
3.4	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	10.00	24.57	245.68
3.5	Losa superior de concreto E=15cm, #3 @ 15 cm, A.S, concreto 3000 PSI	m^2	6.25	62.39	289.91
Subtotal de excavación					**2,262.84**
4	**Tratamiento de Agua lluvia**				
4.1	Tanque sedimentador, filtro floculador	Unidad	1.00	704.31	704.31
4.2	Caja cloradora	Unidad	1.00	117.05	117.05
4.3	Suministro e instalación de filtro de carbón activado	Unidad	1.00	512.21	512.21
Subtotal de excavación					**1,333.58**
5	**Estación de bombeo**				
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA 1.5 HP	Unidad	1.00	1,068.02	1,068.02
Subtotal de estación de bombeo					**1,068.02**
6	**Limpieza**				
6.1	Limpieza final	Global	1.00	141.59	141.59
Subtotal de estación de limpieza					**141.59**
Costo total de obra					**5.022.41**

d. Sistema U-2

Tabla 16 Comportamiento mensual de tanque de almacenamiento U-2

U-2 (tanque 24.80 m3 capacidad)					
mes	Agua lluvia disponible (m^3)	Demanda de agua mensual (m^3)	Déficit de Agua (m^3)	Agua que se logra almacenar (m^3)	Desperdicio de agua (m^3)
enero	11.00	12.40	0.00	23.40	0.00
febrero	10.70	11.20	0.00	22.90	0.00
marzo	10.93	12.40	0.00	21.43	0.00
abril	4.97	12.00	0.00	14.40	0.00
mayo	3.65	12.40	0.00	5.65	0.00
junio	5.23	12.00	1.12	0.00	0.00
julio	4.62	12.40	7.78	0.00	0.00
agosto	7.70	12.40	4.70	0.00	0.00
septiembre	10.54	12.00	1.46	0.00	0.00
octubre	18.15	12.40	0.00	5.75	0.00
noviembre	26.20	12.00	0.00	19.95	0.00
diciembre	19.78	12.40	0.00	27.33	2.53
total	133.47	146.00	15.06		2.53

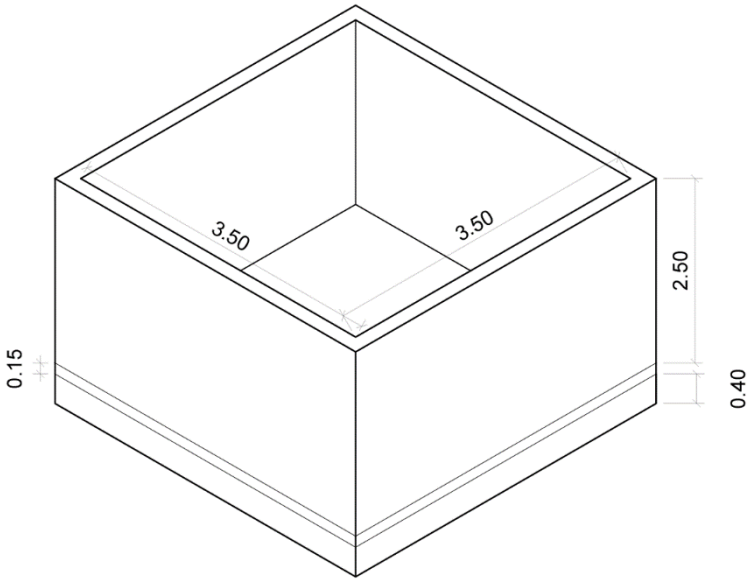


Figura 97 Dimensiones tanque U-2

Tabla 17 Porcentaje de demanda de agua que se logra cubrir con tanque U-2

Demanda de agua Anual	Porcentaje de demanda que se logra cubrir	Porcentaje de demanda que no se logra cubrir
146.00	**90%**	**10%**

Tabla 18 Presupuesto de sistema de recolección de aguas lluvias U-2

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US$	Precio total US$
1	**Actividades Preliminares**				
1.1	Limpieza	m^2	12.25	0.39	4.77
1.2	Trazado y marcado	ml	14.00	0.78	10.92
Subtotal de obras preliminares					**15.69**
2	**Excavación**				
2.1	Excavación de material común	m^3	37.36	10.81	403.86
Subtotal de excavación					**403.86**
3	**Tanque de Almacenamiento**				
3.1	Cama de mampostería E=40 cms	m^3	4.90	106.62	522.43
3.2	Losa inferior de concreto E = 15 cms #3@20 cms A/S concreto 3000 PSI	m^2	12.25	36.80	450.80
3.3	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 20 cms	m^2	31.22	50.70	1,582.85
3.4	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	14.00	24.57	343.98
3.5	Losa superior de concreto E=15cm, #3 @ 15 cm, A.S, concreto 3000 PSI	m^2	12.25	62.39	764.27
Subtotal de excavación					**3,6664.33**
4	**Tratamiento de Agua lluvia**				
4.1	Tanque sedimentador, filtro floculador	Unidad	1.00	704.31	704.31
4.2	Caja cloradora	Unidad	1.00	117.05	117.05
4.3	Suministro e instalación de filtro de carbón activado	Unidad	1.00	512.21	512.21
Subtotal de excavación					**1,333.58**
5	**Estación de bombeo**				
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA 1.5 HP	Unidad	1.00	1,068.02	1,068.02
Subtotal de estación de bombeo					**1,068.02**
6	**Limpieza**				
6.1	Limpieza final	Global	1.00	141.59	141.59
Subtotal de estación de limpieza					**141.59**
Costo total de obra					**6,627.07**

e. Sistema U-3

Tabla 19 Comportamiento mensual de tanque de almacenamiento U-3

U-3 (tanque 37.20 m3 capacidad)					
mes	Agua lluvia disponible (m^3)	Demanda de agua mensual (m^3)	Déficit de Agua (m^3)	Agua que se logra almacenar (m^3)	Desperdicio de agua (m^3)
enero	11.00	12.40	0.00	25.93	0.00
febrero	10.70	11.20	0.00	25.43	0.00
marzo	10.93	12.40	0.00	23.96	0.00
abril	4.97	12.00	0.00	16.93	0.00
mayo	3.65	12.40	0.00	8.18	0.00
junio	5.23	12.00	0.00	1.41	0.00
julio	4.62	12.40	6.37	0.00	0.00
agosto	7.70	12.40	4.70	0.00	0.00
septiembre	10.54	12.00	1.46	0.00	0.00
octubre	18.15	12.40	0.00	5.75	0.00
noviembre	26.20	12.00	0.00	19.95	0.00
diciembre	19.78	12.40	0.00	27.33	0.00
total	133.47	146.00	12.53		0.00

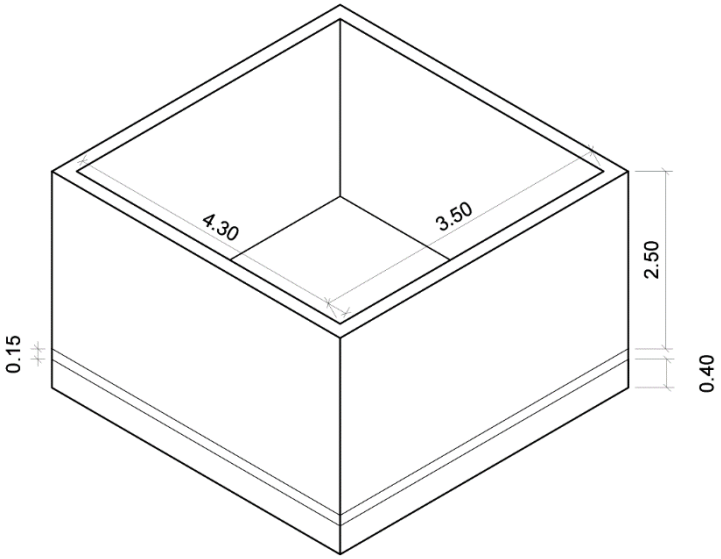


Figura 98 Dimensiones tanque U-3

Tabla 20 Porcentaje de demanda de agua que se logra cubrir con tanque U-3

Demanda de agua Anual	Porcentaje de demanda que se logra cubrir	Porcentaje de demanda que no se logra cubrir
146.00	**91%**	**9%**

Tabla 21 Presupuesto de sistema de recolección de aguas lluvias U-3

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US$	Precio total US$
1	**Actividades Preliminares**				
1.1	Limpieza	m^2	15.05	0.39	5.86
1.2	Trazado y marcado	ml	15.60	0.78	12.16
Subtotal de obras preliminares					**18.02**
2	**Excavación**				
2.1	Excavación de material común	m^3	45.90	10.81	496.17
Subtotal de excavación					**496.17**
3	**Tanque de Almacenamiento**				
3.1	Cama de mampostería E=40 cms	m^3	6.02	106.62	641.85
3.2	Losa inferior de concreto E = 15 cms #3@20 cms A/S concreto 3000 PSI	m^2	15.05	36.80	553.84
3.3	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 20 cms	m^2	34.79	50.70	1,763.85
3.4	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	15.60	24.57	383.29
3.5	Losa superior de concreto E=15cm, #3 @ 15 cm, A.S, concreto 3000 PSI	m^2	15.05	62.39	938.96
Subtotal de excavación					**4,281.79**
4	**Tratamiento de Agua lluvia**				
4.1	Tanque sedimentador, filtro floculador	Unidad	1.00	704.31	704.31
4.2	Caja cloradora	Unidad	1.00	117.05	117.05
4.3	Suministro e instalación de filtro de carbón activado	Unidad	1.00	512.21	512.21
Subtotal de excavación					**1,333.58**
5	**Estación de bombeo**				
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA 1.5 HP	Unidad	1.00	1,068.02	1,068.02
Subtotal de estación de bombeo					**1,068.02**
6	**Limpieza**				
6.1	Limpieza final	Global	1.00	141.59	141.59
Subtotal de estación de limpieza					**141.59**
Costo total de obra					**7,339.17**

5.2. Evaluación de los sistemas de recolección de aguas lluvias colectivos para la vivienda social tipo de Honduras

5.2.1. Presentación del caso a Evaluar

En el "Manual de Normas Mínimas de Planificación y Construcción de Urbanizaciones y Viviendas de Interés Social" dice que si se construye un tanque de agua comunitario este puede abastecer máximo 8 hogares (Gobierno de La Repúbica de Honduras, 2015). También se especifica que el área para espacio público corresponde al 15% de los terrenos lotificados. Entonces si se considera que el terreno tipo de una vivienda social tiene un área de 72m^2 (12.00m x 6.00), el 15% es 11.25m^2 y se multiplica por 8 casas para las cuales se está diseñando, el área total, que corresponde por ley, para espacio público es de 86.40m^2 (ver figura 78). Si además esta área se suma al área de captación existente, entonces se puede recolectar aún más agua lluvia.

El tanque propuesto para el sistema comunitario es de bloque de concreto. Se propone que sea subterráneo por las dimensiones del mismo. En el caso de hacer un tanque elevado este ocuparía mucho refuerzo en la estructura misma y la que lo sostiene para poder contener el agua que se necesita almacenar. Al igual que los tres sistemas anteriores, este sistema cuenta con un pre-filtro de sedimentos, de arena y piedras para evitar que lleguen partículas sólidas a la unidad de almacenamiento. Además, se agrega un sistema de purificación de carbón activado y cloro (Ver figura 79). Se proponen tres sistemas:

a. **C-1:** almacena agua para **un mes de demanda** de ocho casas.
b. **C-2:** almacena agua para **dos meses de demanda** de ocho casas.
c. **C-3:** almacena agua para **tres meses de demanda** de ocho casas.

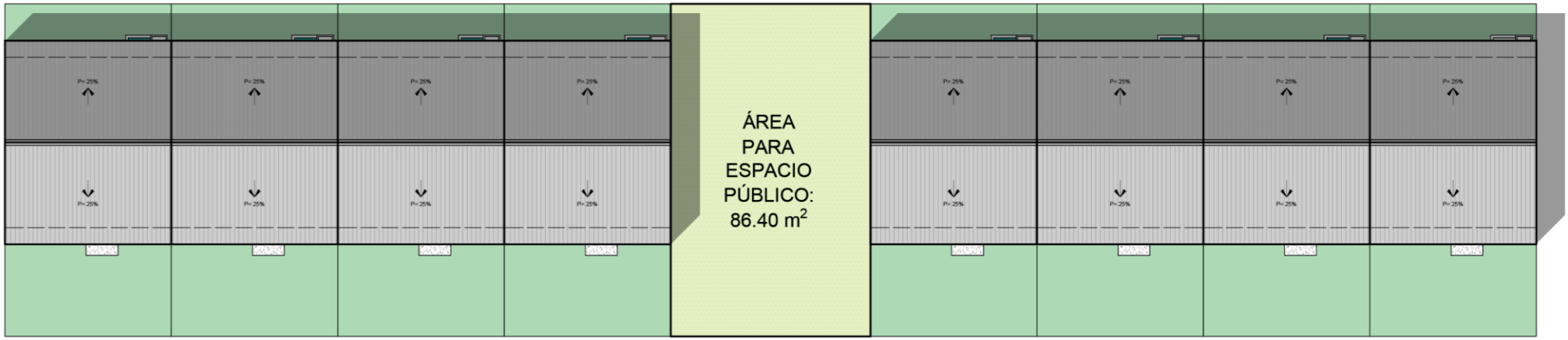
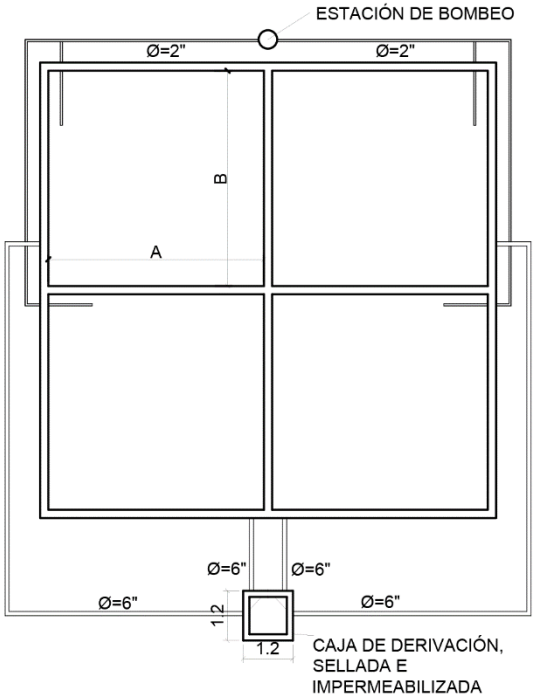
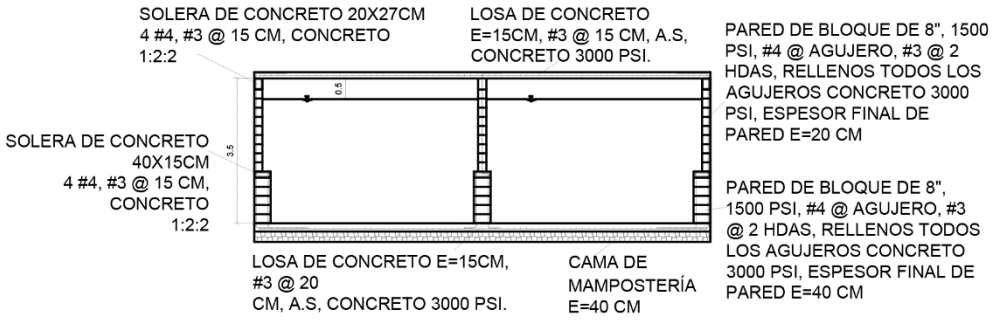


Figura 99 Área que corresponde al espacio público.





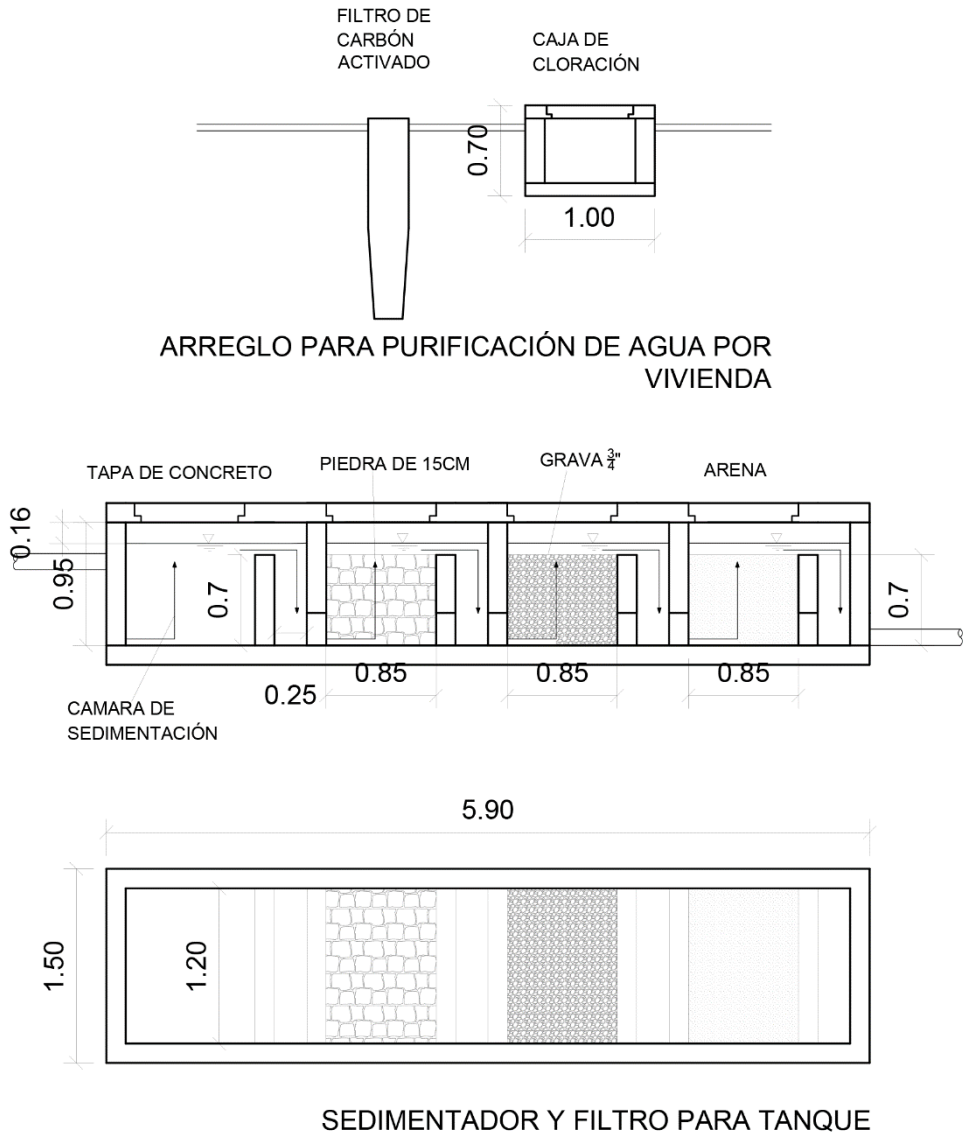


Figura 100 Diseño de sistema de recolección de aguas lluvias colectivo Diseño del Ingeniero Meza.

a. Sistema C-1

Tabla 22 Comportamiento mensual de tanque de almacenamiento C-1

C-1 (tanque 99.20 m3 capacidad)					
mes	Agua lluvia disponible (m^3)	Demanda de agua mensual (m^3)	Déficit de Agua (m^3)	Agua que se logra almacenar (m^3)	Desperdicio de agua (m^3)
enero	11.00	12.40	0.00	98.39	0.00
febrero	10.70	11.20	0.00	99.20	5.26
marzo	10.93	12.40	0.00	97.79	0.00
abril	4.97	12.00	0.00	46.27	0.00
mayo	3.65	12.40	20.31	0.00	0.00
junio	5.23	12.00	49.22	0.00	0.00
julio	4.62	12.40	57.85	0.00	0.00
agosto	7.70	12.40	30.37	0.00	0.00
septiembre	10.54	12.00	1.72	0.00	0.00
octubre	18.15	12.40	0.00	63.16	0.00
noviembre	26.20	12.00	0.00	99.20	102.30
diciembre	19.78	12.40	0.00	99.20	77.68
total	1,193.77	1,168.00	159.47		185.24

Tabla 23 Porcentaje de demanda de agua que se logra cubrir con tanque C-1

Demanda de agua Anual	Porcentaje de demanda que se logra cubrir	Porcentaje de demanda que no se logra cubrir
1,168.00	**86%**	**14%**

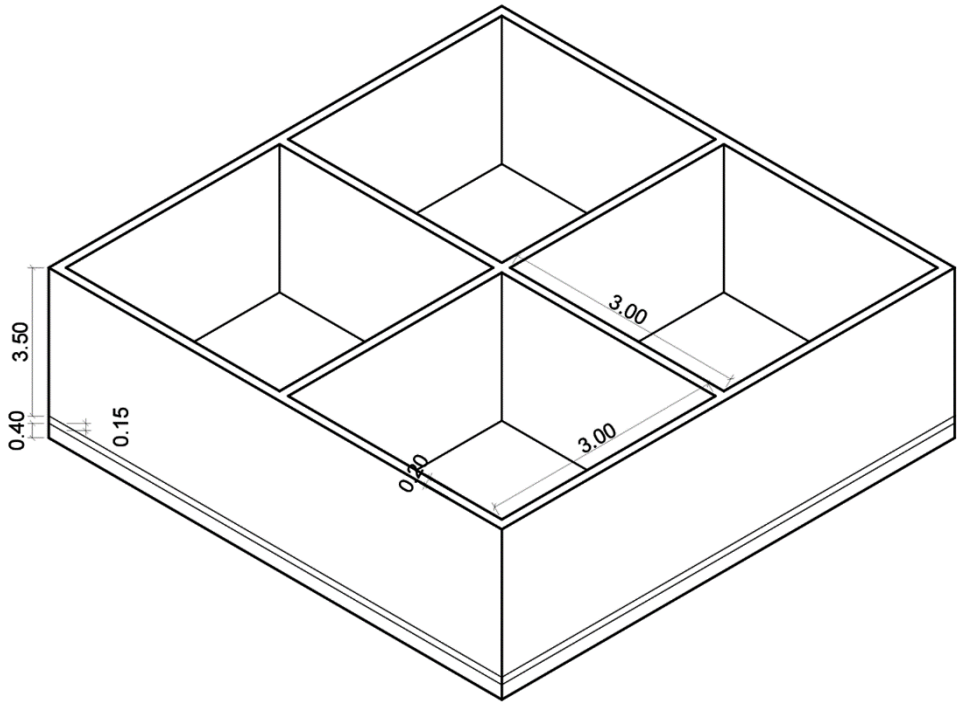


Figura 101 Dimensiones de tanque C-1

Tabla 24 Presupuesto de sistema de recolección de aguas lluvias C-1

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US$	Precio total US$
1	**Actividades Preliminares**				
1.1	Limpieza	m^2	36.00	0.39	14.04
1.2	Trazado y marcado	ml	36.00	0.78	28.08
Subtotal de obras preliminares					**42.12**
2	**Excavación**				
2.1	Excavación de material común	m^3	145.80	10.81	1,576.10
Subtotal de excavación					**1,576.10**
3	**Tanque de Almacenamiento**				
3.1	Cama de mampostería E=40 cms	m^3	14.40	106.62	1,535.33
3.2	Losa inferior de concreto E = 15 cms #3@20 cms A/S concreto 3000 PSI	m^2	36.00	36.80	1,324.80
3.3	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 40 cms	m^2	39.60	100.13	3,965.15
3.4	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 20 cms	m^2	71.28	50.70	3,613.90
3.5	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	36.00	24.57	884.52
3.6	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	24.00	24.67	592.08
3.7	Losa superior de concreto E=15cm, #3 @ 15 cm, A.S, concreto 3000 PSI	m^2	36.00	62.39	2,246.04
Subtotal de excavación					**14,161.82**
4	**Tratamiento de Agua lluvia**				
4.1	Tanque sedimentador, filtro floculador	Unidad	1.00	1,346.05	1,346.05
4.2	Caja cloradora	Unidad	1.00	117.05	117.05
4.3	Suministro e instalación de filtro de carbón activado	Unidad	1.00	512.21	512.21
Subtotal de excavación					**1,975.31**
5	**Estación de bombeo**				
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA 5 HP	Unidad	1.00	3,512.21	3,512.21
Subtotal de estación de bombeo					**3,512.21**
6	**Limpieza**				
6.1	Limpieza final	Global	1.00	141.59	141.59
Subtotal de estación de limpieza					**141.59**
Costo total de obra					**21,409.15**

b. Sistema C-2

Tabla 25 Comportamiento mensual de tanque de almacenamiento C-2

C-2 (tanque 198.40 m3 capacidad)					
mes	Agua lluvia disponible (m^3)	Demanda de agua mensual (m^3)	Déficit de Agua (m^3)	Agua que se logra almacenar (m^3)	Desperdicio de agua (m^3)
enero	11.00	12.40	0.00	197.59	0.00
febrero	10.70	11.20	0.00	198.40	5.26
marzo	10.93	12.40	0.00	196.99	0.00
abril	4.97	12.00	0.00	145.47	0.00
mayo	3.65	12.40	0.00	78.89	0.00
junio	5.23	12.00	0.00	29.67	0.00
julio	4.62	12.40	28.17	0.00	0.00
agosto	7.70	12.40	30.37	0.00	0.00
septiembre	10.54	12.00	1.72	0.00	0.00
octubre	18.15	12.40	0.00	63.16	0.00
noviembre	26.20	12.00	0.00	198.40	3.10
diciembre	19.78	12.40	0.00	198.40	77.68
total	1,193.77	1,168.00	60.27		86.04

Tabla 26 Porcentaje de demanda de agua que se logra cubrir con tanque C-2

Demanda de agua Anual	Porcentaje de demanda que se logra cubrir	Porcentaje de demanda que no se logra cubrir
1,168.00	**95%**	**5%**

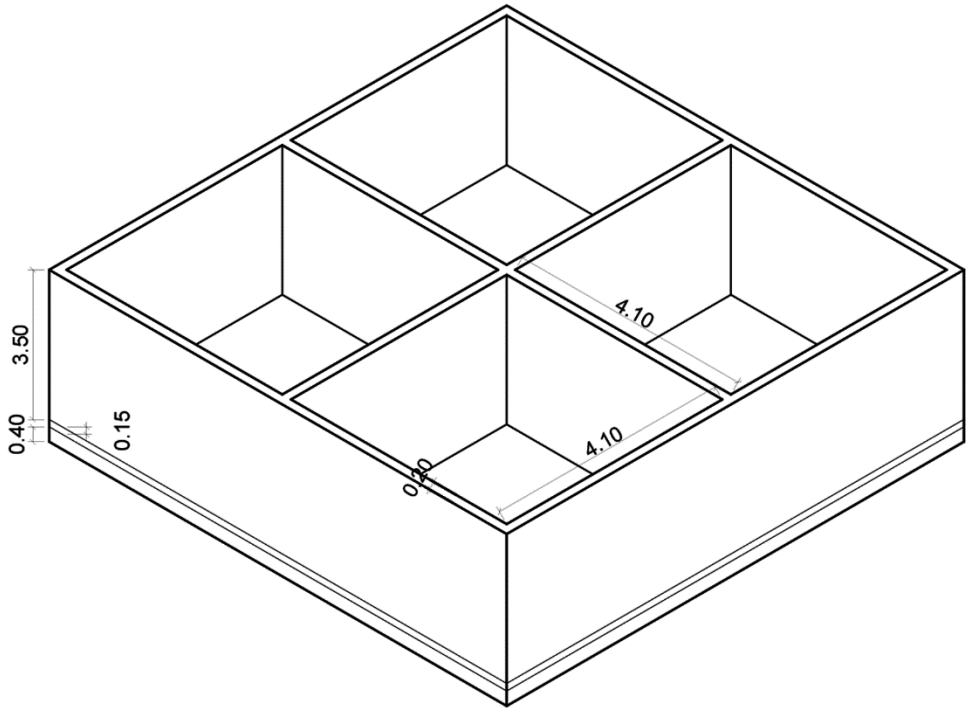


Figura 102 Dimensiones de tanque C-2

Tabla 27 Presupuesto de sistema de recolección de aguas lluvias C-2

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US$	Precio total US$
1	**Actividades Preliminares**				
1.1	Limpieza	m^2	67.24	0.39	26.22
1.2	Trazado y marcado	ml	49.20	0.78	38.38
Subtotal de obras preliminares					**64.60**
2	**Excavación**				
2.1	Excavación de material común	m^3	272.32	10.81	2,943.78
Subtotal de excavación					**2,943.78**
3	**Tanque de Almacenamiento**				
3.1	Cama de mampostería E=40 cms	m^3	26.89	106.62	2,867.01
3.2	Losa inferior de concreto E = 15 cms #3@20 cms A/S concreto 3000 PSI	m^2	67.24	36.80	2474.43
3.3	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 40 cms	m^2	54.12	100.13	5,419.04
3.4	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 20 cms	m^2	97.42	50.70	4,939.19
3.5	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	49.20	24.57	1,208.84
3.6	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2		32.80	24.67	809.18
3.7	Losa superior de concreto E=15cm, #3 @ 15 cm, A.S, concreto 3000 PSI	m^2	67.24	62.39	4,195.10
Subtotal de excavación					**21,912.79**
4	**Tratamiento de Agua lluvia**				
4.1	Tanque sedimentador, filtro floculador	Unidad	1.00	1,346.05	1,346.05
4.2	Caja cloradora	Unidad	1.00	117.05	117.05
4.3	Suministro e instalación de filtro de carbón activado	Unidad	1.00	512.21	512.21
Subtotal de excavación					**1,975.31**
5	**Estación de bombeo**				
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA 5 HP	Unidad	1.00	3,512.21	3,512.21
Subtotal de estación de bombeo					**3,512.21**
6	**Limpieza**				
6.1	Limpieza final	Global	1.00	141.59	141.59
Subtotal de estación de limpieza					**141.59**
Costo total de obra					**30,550.28**

c. Sistema C-3

Tabla 28 Comportamiento mensual de tanque de almacenamiento C-3

C-2 (tanque 297.60 m3 capacidad)					
mes	Agua lluvia disponible (m^3)	Demanda de agua mensual (m^3)	Déficit de Agua (m^3)	Agua que se logra almacenar (m^3)	Desperdicio de agua (m^3)
enero	11.00	12.40	0.00	296.79	0.00
febrero	10.70	11.20	0.00	297.60	5.26
marzo	10.93	12.40	0.00	296.19	0.00
abril	4.97	12.00	0.00	244.67	0.00
mayo	3.65	12.40	0.00	178.09	0.00
junio	5.23	12.00	0.00	128.87	0.00
julio	4.62	12.40	0.00	98.50	0.00
agosto	7.70	12.40	0.00	68.13	0.00
septiembre	10.54	12.00	0.00	66.40	0.00
octubre	18.15	12.40	0.00	129.56	0.00
noviembre	26.20	12.00	0.00	267.90	0.00
diciembre	19.78	12.40	0.00	297.60	47.98
total	1,193.77	1,168.00	0.00		53.24

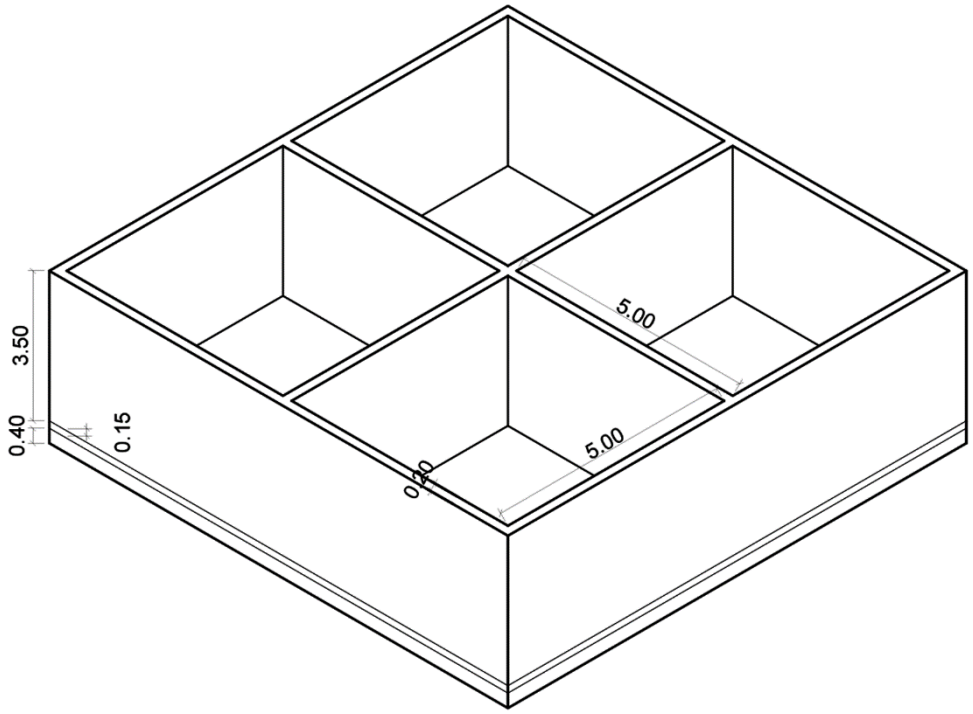


Figura 103 Dimensiones de tanque C-3

Tabla 29 Porcentaje de demanda de agua que se logra cubrir con tanque C-3

Demanda de agua Anual	Porcentaje de demanda que se logra cubrir	Porcentaje de demanda que no se logra cubrir
1,168.00	**100%**	**0%**

Tabla 30 Presupuesto de sistema de recolección de aguas lluvias C-3

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US$	Precio total US$
1	**Actividades Preliminares**				
1.1	Limpieza	m^2	100.00	0.39	39.00
1.2	Trazado y marcado	ml	60.00	0.78	46.80
Subtotal de obras preliminares					**85.80**
2	**Excavación**				
2.1	Excavación de material común	m^3	405.00	10.81	4,378.05
Subtotal de excavación					**4,378.05**
3	**Tanque de Almacenamiento**				
3.1	Cama de mampostería E=40 cms	m^3	40.00	106.62	4,264.80
3.2	Losa inferior de concreto E = 15 cms #3@20 cms A/S concreto 3000 PSI	m^2	100.00	36.80	3,680.00
3.3	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 40 cms	m^2	66.00	100.13	6,608.58
3.4	Pared de bloque de 8" 1500 PSI, #4@ agujero, #3 @ 2 HDAS, todos los agujeros concreto 3000 PSI, espesor final de pared = 20 cms	m^2	118.80	50.70	6,023.16
3.5	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	60.00	24.57	1,474.20
3.6	Solera de concreto 20X27CM, 4 #4, #3 @ 15 cm, concreto, 1:2:2	ml	40.00	24.67	986.80
3.7	Losa superior de concreto E=15cm, #3 @ 15 cm, A.S, concreto 3000 PSI	m^2	100.00	62.39	6,239.00
Subtotal de excavación					**29,276.54**
4	**Tratamiento de Agua lluvia**				
4.1	Tanque sedimentador, filtro floculador	Unidad	1.00	1,346.05	1,346.05
4.2	Caja cloradora	Unidad	1.00	117.05	117.05
4.3	Suministro e instalación de filtro de carbón activado	Unidad	1.00	512.21	512.21
Subtotal de excavación					**1,975.31**
5	**Estación de bombeo**				
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA 5 HP	Unidad	1.00	3,512.21	3,512.21
Subtotal de estación de bombeo					**3,512.21**
6	**Limpieza**				
6.1	Limpieza final	Global	1.00	141.59	141.59
Subtotal de estación de limpieza					**141.59**
Costo total de obra					**39,369.50**

5.3. Ventajas y Desventajas de un sistema comunitario de recolección de agua

5.3.1. Análisis de inversión inicial y litros de agua obtenidos de cada sistema propuesto

Son varios los beneficios de construir un sistema colectivo por sobre el sistema unitario, entre estos se puede mencionar:

1. El costo total del sistema se reduce notablemente como se puede apreciar en la tabla 31 (siguiente página). El sistema colectivo más caro (C-3) es más barato que el sistema unitario más barato (C-4). Al hacer un sistema colectivo se reducen los costos ya que se construye un solo pre filtro, un solo sistema de potabilización y un solo tanque de almacenaje.
2. Además, se aumenta la captación de agua ya que se está agregando más área. En este caso se puede apreciar que los sistemas colectivos alcanzan a cubrir más la demanda de agua. El único sistema que logra alcanzar el 100% de la demanda es el sistema colectivo que almacena agua por tres meses (C-3).
3. Al hacer un sistema hídrico colectivo se está obligando a la comunidad a ponerse en contacto para la gestión del mismo, fomentando así la cohesión social.
4. Se está proporcionando un área comunitaria que servirá para reforzar el tema de la cohesión social. Este espacio será el centro de las actividades comunitarias ya que alberga diversas actividades, de tal importancia incluyendo los recursos hídricos.

Las desventajas que tiene el sistema es que si no logra socializarse de la forma correcta este puede ser un fracaso. Al ser colectivo habrá que asignar tareas de mantenimiento del sistema. Al no hacerse, se puede llegar a dañar. En un sistema unitario cada familia se encarga del mantenimiento de todos los componentes. Para que esto no llegue a ser un problema debe involucrarse a la comunidad en todo el proceso de concepción y construcción del sistema. Así habrá un compromiso de cada una de las partes interesadas y se tendrá mucho más cuidado.

Tabla 31 Comparación de costos y demanda que suple cada uno de los sistemas propuestos.

Tipo	Sistema	Meses de demanda que puede almacenar	Capacidad de Volumen de Agua para almacenar (m^3)	Porcentaje de la demanda anual que logra cubrir	Total volumen de agua que se desperdicia anual por unidad (m3)	Total volumen de agua que se desperdicia anual por 8 casas (m3)	Costo Total del sistema	Costo por unidad de vivienda
Unitario	U-1	1	12.40	81%	14.93	119.44	US$ 5,022.41	US$ 5,022.41
	U-2	2	24.80	90%	2.53	20.24	US$ 6,627.07	US$ 6,627.07
	U-3	3	37.20	91%	-	-	US$ 7,339.17	US$ 7,339.17
Colectivo	C-1	1	99.20	86%	185.24	185.24	US$ 21,409.15	US$ 2,676.14
	C-2	2	198.40	95%	86.04	86.04	US$ 30,550.28	US$ 3,818.79
	C-3	3	297.60	100%	53.24	53.24	US$ 39,369.50	US$ 4,921.19

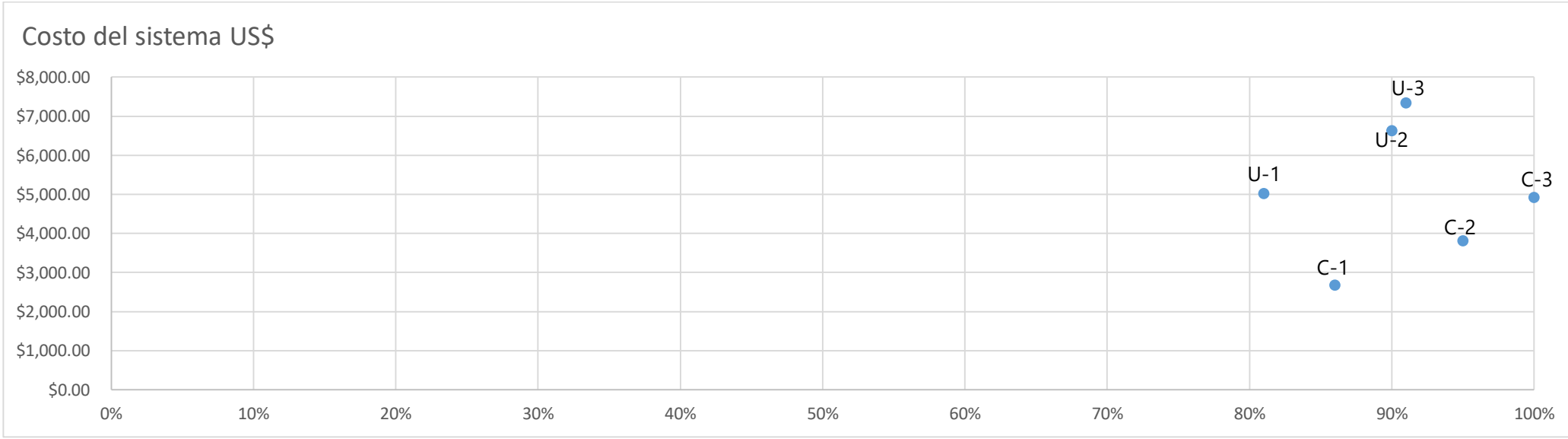


Figura 104 Gráfico comparativo de los sistemas de recolección de aguas lluvias

5.3.2. Análisis del valor del m^3 de agua

El proyecto presentado en esta tesis es de interés social, por esta razón es que no se puede hacer una evaluación de Tasa Interna de Retorno (TIR) o Valor Actual Neto (Van). Se utilizó el método de tarificación marginal (ver anexos A.3) para determinar el valor de producción de cada m3 de agua que entrega el sistema, tomando en cuenta las siguientes variables:

1. La inversión inicial
2. Los costos de operación y reinversión: cambio de bomba de agua, costo energético para bombeo, mantenimiento.
3. La tasa social de descuento, que para Honduras es del 12% (Dirección General de Inversiones Públicas, 2015).
4. El agua que es capaz de captar anualmente el sistema.
5. El tiempo de vida útil del sistema

Con esto obtuvo el valor (US$) al cual es capaz de producir el m^3 de agua cada uno de los sistemas. Se utilizó como punto de referencia el valor del mercado del m^3 de agua (no apta para consumo) al que se obtiene de la empresa privada, ver tabla 32. No se utilizó el de la empresa pública ya que tiene una tarifa fija para un servicio que es muy deficiente, casi inexistente. Tampoco se hizo la comparación con el agua que vende la empresa privada que es apta para consumo por su costo excesivo. Cabe destacar que los sistemas propuestos tienen la capacidad de entregar agua que si es apta para consumo humano.

Los resultados son claros (ver figura 105), los sistemas unitarios producen agua a un valor que está por arriba del valor actual del mercado, en cambio los sistemas colectivos si logran reducir el costo. El más rentable económicamente es el sistema C-1, pero este solo logra cubrir el 86% de la demanda de agua. En cambio, el sistema C-3 cubre el 100% de la demanda de agua y el costo al que produce cada m^3 de agua es menor que el que ofrece el mercado.

Tabla 32 Costo del agua en Honduras

Tipo de agua y proveedor	Costo por galón de agua	Costo por m^3 de agua
Agua potable, apta para consumo Proveedor: privado	US$ 0.21	US$ 55.48
Agua no apta para consumo. Proveedor: privado	US$ 0.02	US$ 5.55
Servicio público de agua, no apta para consumo.	El servicio público de agua potable en Honduras tiene una tarifa fija que para zonas de vivienda social es de US$ 6.50	

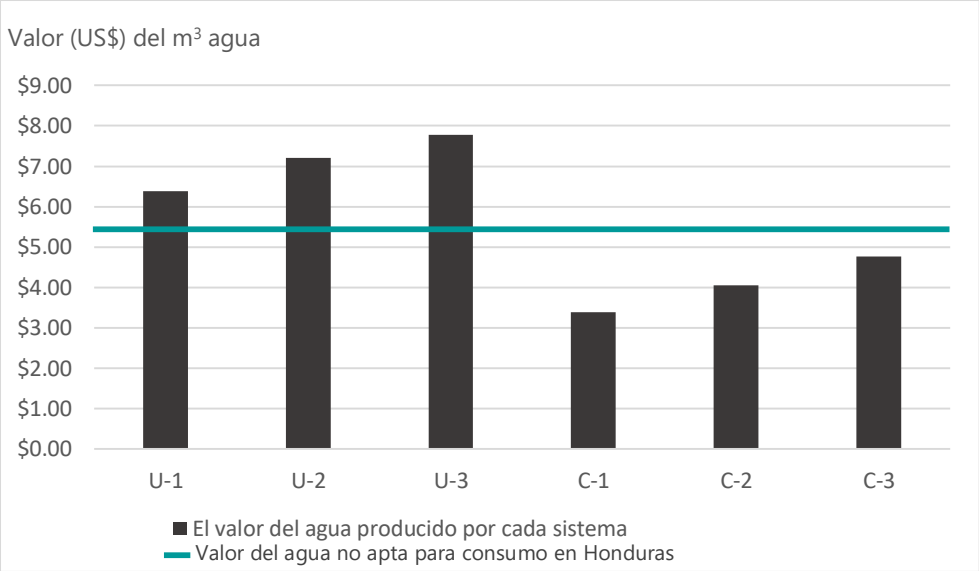


Figura 105 Comparación del valor del m^3 de agua en Honduras actualmente versus el valor al que produce el m^3 de agua cada uno de los sistemas propuestos

5.4. Influencia del sistema recolector de aguas lluvias en la arquitectura del espacio público y conjunto:

Propuesta

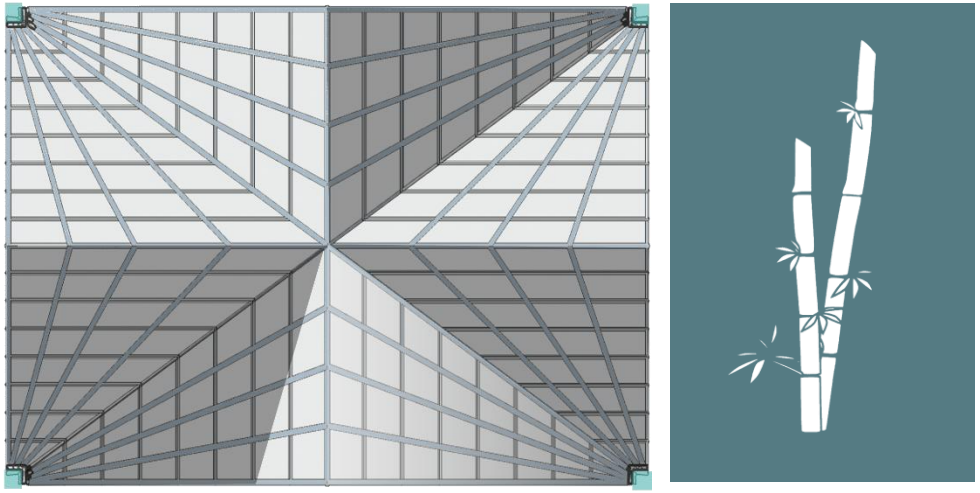


Figura 105 Estructura de cubierta

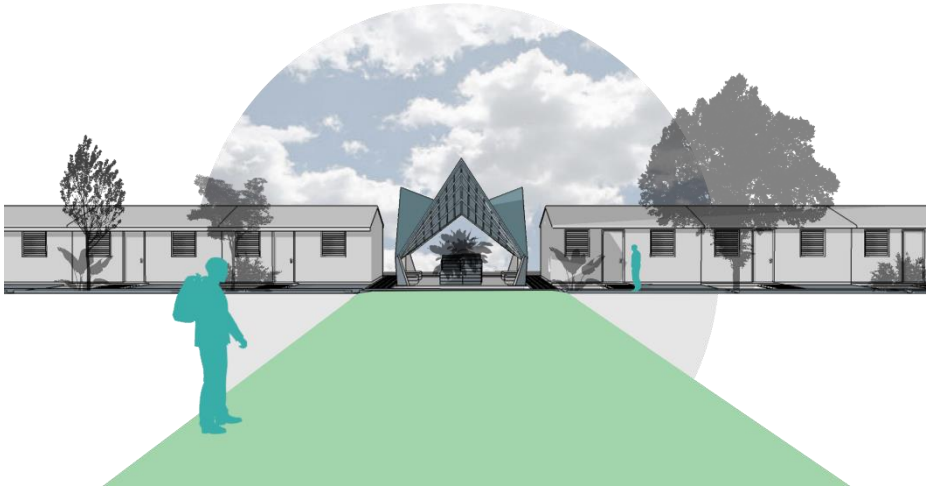


Figura 106 Cubiertas

5.4.1 Diseño de techos y sistema constructivo

Se propone usar un sistema constructivo que considere los materiales disponibles en la zona. Este material es compatible con las estrategias de recolección de aguas lluvias antes descritas. Que respete la arquitectura del lugar. Se propone utilizar materiales vegetales para la estructura principal como ser el bambú (ver figuras 105 y 106).

La mayor diferencia es la forma de techo. Se descompone la forma a dos a cuatro aguas tradicional para redirigir el agua. Con el fin de dirigir el agua hasta la bajante de agua y así prescindir de la instalación de canaletas. Siempre utilizando grandes pendientes características de los techos de arquitectura tropical para evitar el estancamiento del agua. Se propone un techo que mediante su pendiente logre transportar el agua directamente a la bajante sin necesidad de incluir un canal de agua. Esto con el propósito de reducir el recorrido del agua y eliminar las pérdidas de agua en los canales, ver figura 107.

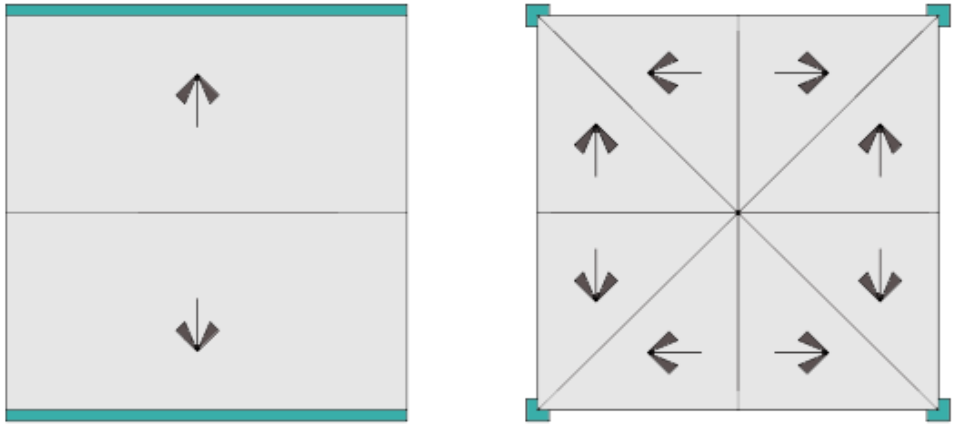


Figura 107 Cubierta tradicional a dos aguas vs. cubierta propuesta

Figura 108 Templo sin religión, por Simón Vélez
Fuente: Plataforma Arquitectura, 2018

a. Referente de arquitectura de bambú

Hay precedentes actuales de arquitectura tropical que utiliza el bambú como material de construcción principal. Su mayor exponente en la zona es el arquitecto colombiano Simón Vélez. Demuestra a través de su arquitectura que es posible utilizar materiales vegetales y lograr grandes estructuras.

El bambú es un material fácil de encontrar en este tipo de climas y también se puede plantar y crece muy rápido. Es un material económicamente accesible y muy resistente que además puede adoptar diversas formas, dando al arquitecto la libertad de diseño.

Figura 109 Proyecto de Simón Vélez
Fuente Plataforma Arquitectura, 2018

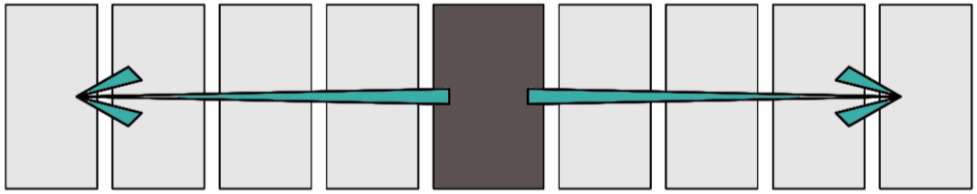


Figura 110 Área de 86.40 metros cuadrados de área comunitaria

Figura 111 Propuesta de huerto comunitario

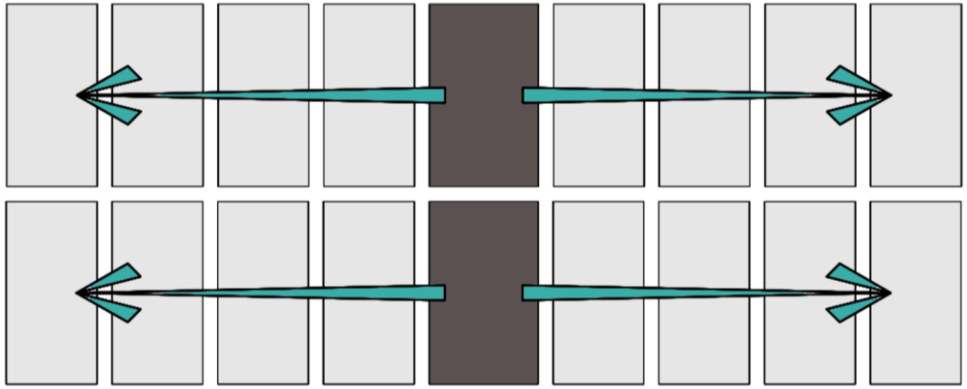


Figura 112 Área de 172.80 metros cuadrados de área comunitaria

5.4.2 Uso y Configuración

Como se dijo anteriormente el área dispuesta por cada ocho casas es de 86.40 metros cuadrados. Según las encuestas hechas al principio de la investigación se detallaron los distintos usos que sugirieron las personas encuestadas. Se propone situar el área comunitaria justo al centro de las ocho casas para que la bomba de agua no tenga que bombear el agua almacenada grandes distancias. Los tanques de agua que son los que mayor espacio abarcan se dejan en el subsuelo por dos motivos:

1. la estructura necesaria para sostener un tanque de tales dimensiones sería muy costosa y aumentaría el presupuesto.
2. El techo que cubre la cisterna bajo tierra sirve como losa para las diversas actividades propuestas.

a. 86.40 metros cuadrados de área comunitaria

En un área como esta puede proponerse diversas actividades en este caso como se puede observar en la figura 111 puede ser un huerto, o bien proponerse distintos programas como:

1. área de descanso
2. anfiteatro
3. área de reuniones

b. 172.80 metros cuadrados de área comunitaria

Al ser un área más grande los posibles usos se amplían (ver figura 112), incluso puede hacerse usos mixtos para que sea un espacio más atractivo para todas las personas de la comunidad. Algunos de estos usos pueden ser:

1. Talleres
2. Juegos de niños
3. Comercio

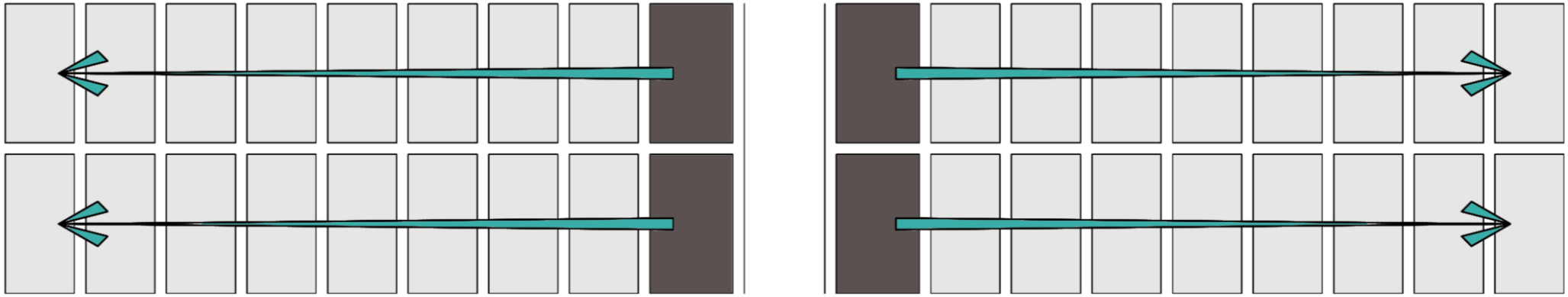


Figura 113 Área de 345.60 metros cuadrados de área comunitaria

c. 345.6 metros cuadrados de área comunitaria

En las áreas de mayor extensión se puede proponer programas más complejos. Una de las principales preocupaciones que presentaron la mayoría de las personas encuestadas fue la falta de centros escolares. Es por eso que la propuesta que se ve en la imagen 114 propone un jardín de niños o escuela que esté al servicio de la comunidad. La ventaja de estos establecimientos es que también se pueden utilizar para diversas actividades.

Ademas se genera un área de gran tamaño techada que será capaz de recolectar más agua. otros usos que se le podría dar son:

1. Comercio
2. Centro de salud
3. Talleres de oficio de mayor extensión

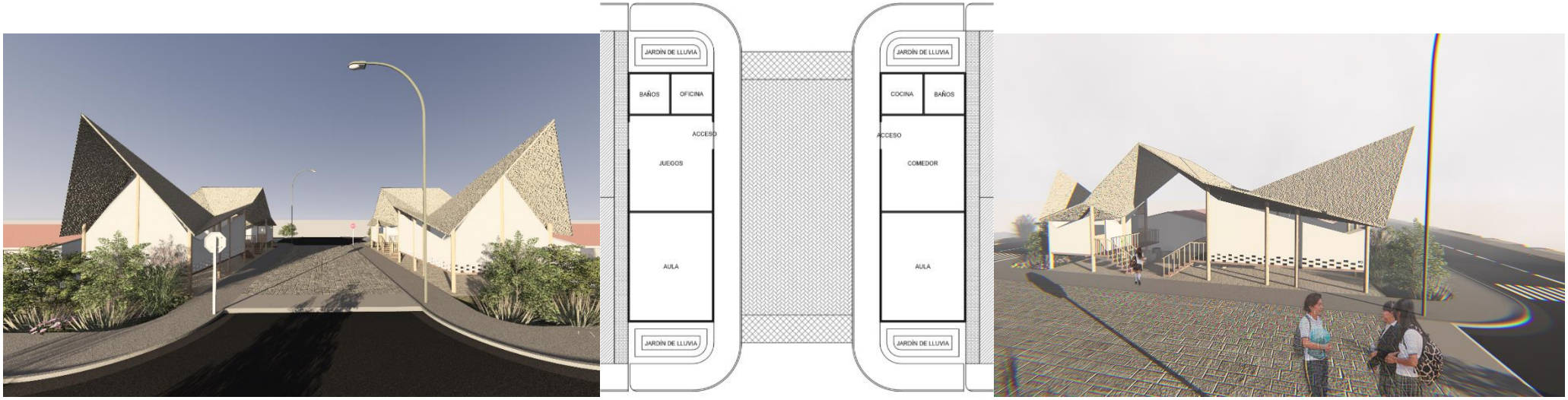
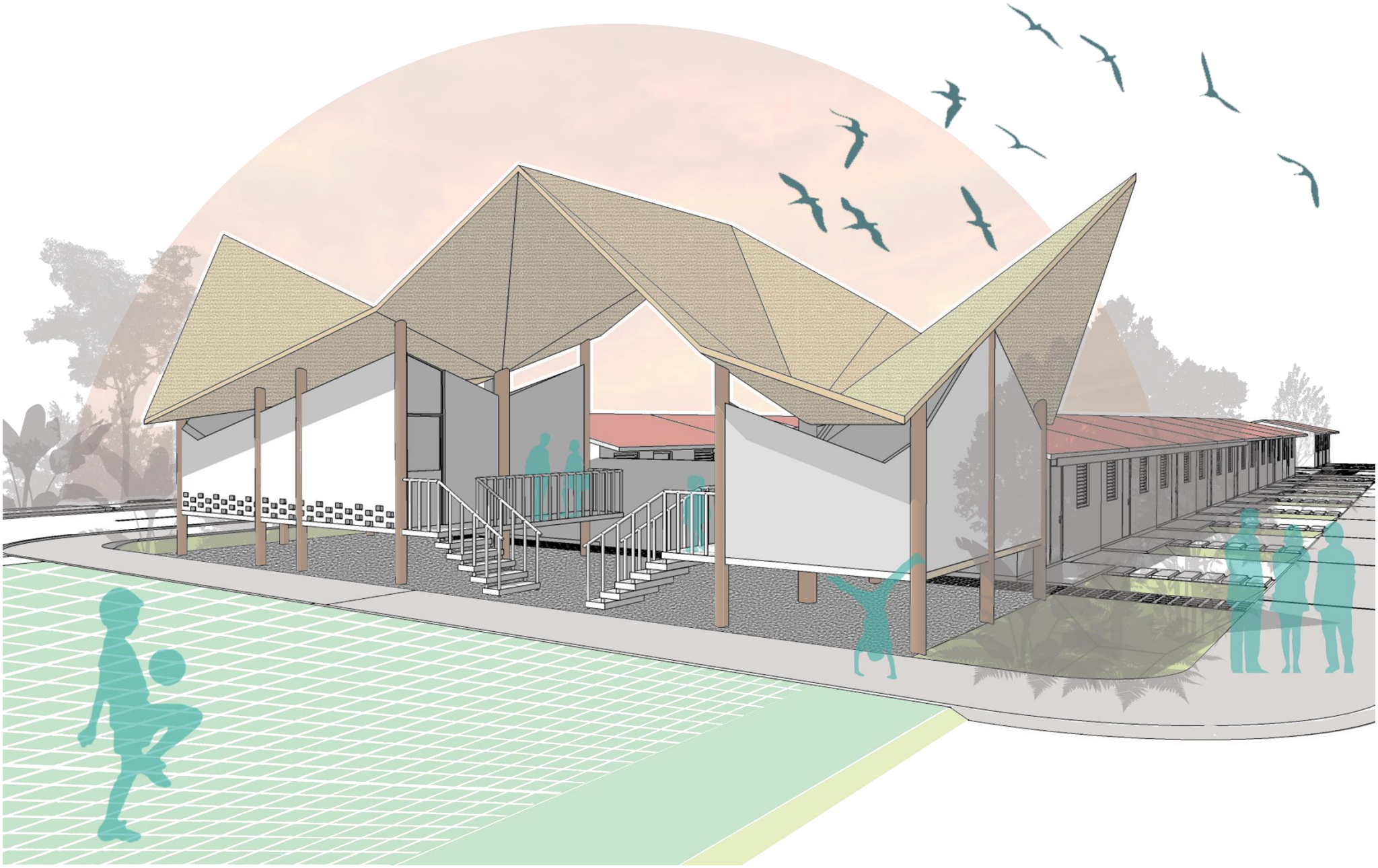


Figura 114 Propuesta: Escuela, Jardín de niños



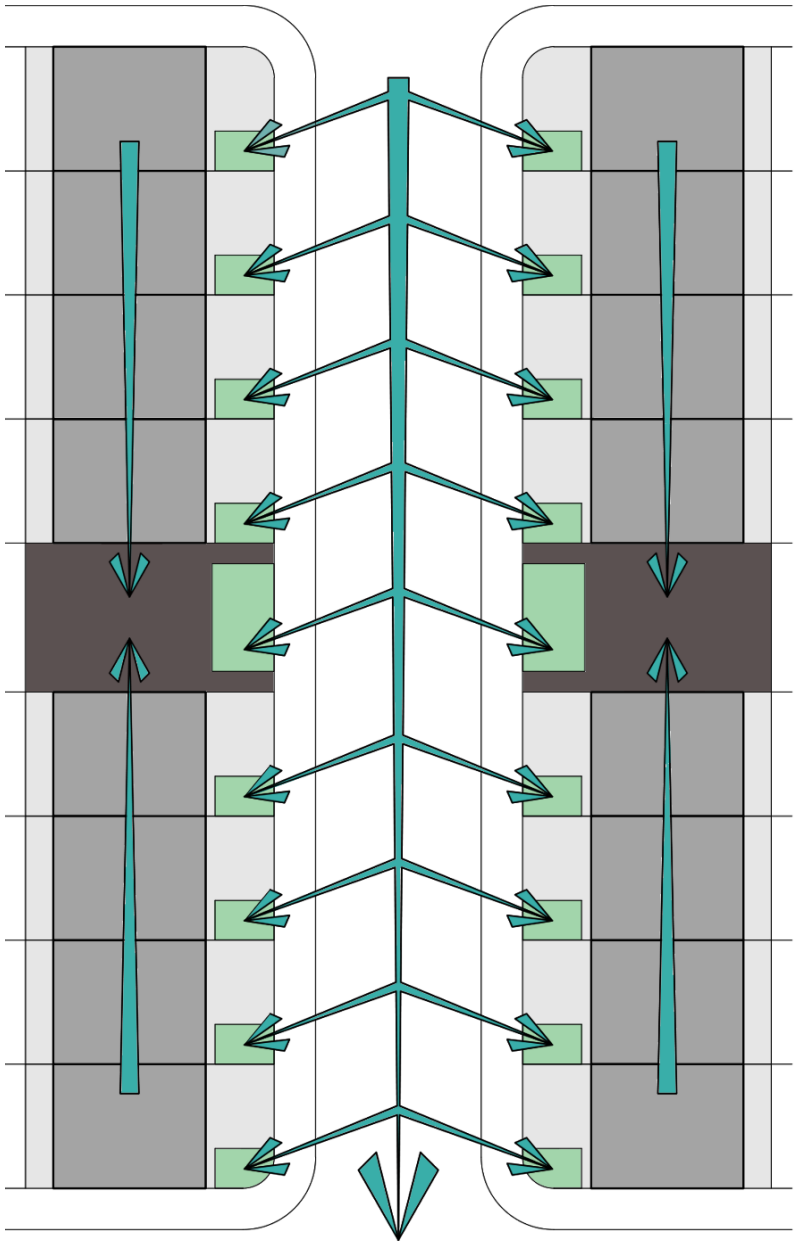


Figura 115 Jardines de lluvia, drenaje de terreno

d. Jardines de lluvia: drenaje de terreno

Los jardines de lluvia se localizan en cada terreno con el fin de drenar el agua que cae sobre todos los pavimentos. Esto ayudará al control de inundaciones ya que el agua drenará con mayor facilidad. Al mismo tiempo que esta agua ayuda a que crezca la vegetación y mejora la imagen del barrio. La ventaja de los climas tropicales es que la vegetación crece con mucha facilidad. Siempre tomando en cuenta que las especies que se escojan no atraigan plagas. Evitar que el agua se estanque en lugares no deseados permitirá que haya mejores condiciones de saneamiento y con esto menos propagación de enfermedades.

Figura 116 Jardines de lluvia propuesta

Conclusiones

Con la investigación de campo se logra identificar el principal problema de la vivienda social en Honduras en general. Siendo este el desabastecimiento de servicios más básicos: agua, saneamiento y electricidad. En este contexto la tesis aquí presentada se centra en la escasez de agua como problema principal. Ya que el agua es un elemento sin el cual no se puede vivir, y que cuando es de mala calidad pueden presentarse múltiples problemas de salud. La gravedad del problema de abastecimiento de agua es tal que hay personas que reciben agua solamente una vez por semana.

La tesis propone la recolección de aguas lluvias como solución al desabastecimiento de agua. Agregado a esto se plantea que la factibilidad de un sistema de recolección de aguas lluvias se ve más prometedora si se hace a nivel colectivo, ya que se reducen los costos y aumenta la cantidad de agua recolectada. Al hacer de forma colectiva el sistema se generan nuevos espacios que contengan el sistema de almacenamiento, y se aprovechan para ofrecer un espacio comunitario. Estos espacios comunitarios dan solución a una segunda problemática: la falta de cohesión social en los barrios de vivienda social. Se analiza la forma de que este nuevo espacio sea el punto de encuentro donde las personas lleguen a conocerse y por ende se forme un sentido de comunidad que fortalezca la cohesión entre sus miembros.

En la hipótesis se establece que: "Es posible que, al integrar distintas estrategias arquitectónicas de recolección de aguas lluvias a los espacios comunitarios, se logre maximizar la captación de agua, con el fin de dar una solución al déficit de agua potable, al mismo tiempo que se promueve la cohesión social a través de la autogestión de los espacios comunitarios y los recursos hídricos de un barrio de vivienda social en el clima cálido lluvioso."

Con esta investigación, y después de hacer los cálculos de recolección de aguas lluvias se logra comprobar que efectivamente al agregar un área comunitaria se logra maximizar la cantidad de agua lluvia que se puede recolectar. Incluso si se logra proyectar un tanque de almacenamiento lo suficientemente grande que puede cubrir el 100% de la demanda de agua. También se logra reducir los costos totales del sistema.

Por otra parte, con el mejor manejo de aguas lluvias se da una solución al problema de inundaciones que sufre la Ceiba actualmente además de mejorar el paisaje que se aprecia en estos barrios actualmente con el uso de jardines de lluvia.

El principal aporte es que además de estar entregando una solución al desabastecimiento del agua también se proporciona un espacio público que beneficiará la gestión de recursos hídricos y mejorará la cohesión social que es muy débil en los barrios de vivienda social hondureños.

Con los cálculos presentados y las propuestas de los espacios se demuestra la hipótesis planteada al inicio de la investigación. Efectivamente se logran ambos objetivos:

1. Reducir el costo del sistema
2. Se logra recolectar más agua lluvia.

REFERENCIAS

Adler, I., Carmona, G., & Bojalil, J. A. (2008). *Manual de Captación de Aguas de Lluvia Para Centros Urbanos*. Recuperado de https://www.academia.edu/6712743/MANUAL_DE_CAPTACIÓN_DE_AGUAS_DE_LLUVIA_PARA_CENTROS_URBANOS_MANUAL_DE_CAPTACIÓN_DE_AGUAS_DE_LLUVIA_PARA_CENTROS_URBANOS

Barton, J., Udvardi, M., & Architects, J. B. (2017). *Roof Water Catchment and Filtration Systems*. Recuperado de http://rci-online.org/wp-content/uploads/2017-bes-barton.pdf

Board Texas Water Development. (2005). The Texas Manual on Rainwater Harvesting. *Texas Water Development Board*, *1*(3ª), 88. https://doi.org/10.1007/s10350-008-9244-1

Booth, D. B., & Leavitt, J. (1999). Field evaluation of permeable pavement systems for improved stormwater management. *Journal of the American Planning Association*, *65*(3), 314–325. https://doi.org/10.1080/01944369908976060

Butera, F. M., Adhikari, R., Aste, N., Agró, M., Buzzetti, M., Butera, M., … del Pero, C. (2014). *Sustainable building design for tropical climates* (S. Ball, Ed.). Recuperado de www.unhabitat.org

Byrne, S. C. O. (2017). *Medir el uso del espacio público urbano seguro*. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.

Cahill, M., Godwin, D. C., & Tilt, J. H. (2018). *Rain Gardens: Low-impact development fact sheet*. Recuperado de https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em9207.pdf

Cárdenas Gutiérrez, E., Albiter Rodríguez, Á., & Jaimes Jaramillo, J. (2017). Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua. *CIENCIA ergo sum*, *24*(2), 173–180. https://doi.org/10.30878/ces.v24n2a9

Castellano Caldera, C., & Pérez Valecillos, T. (2003, diciembre). El espacio barrio y su espacio comunitario, un método para la estructuración de lo urbano. *Revista INVI*, 78–92. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25804806%0ACómo

Chunculluy, N. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial*, *29*(29), 153–170. Recuperado de http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/viewFile/232/208

Comisión Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos. *Reglamento Operativo del Programa del Bono Vivienda para una Vida Mejor*. , (2015).

Crowhurst Lennard, S. H., & Lennard, H. L. (1993). *Companion to Conteporary Architectural Thought* (B. Farmer, H. J. Louw, H. Louw, & A. Napper, Eds.). Recuperado de https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=4eCvXjPi49kC&oi=fnd&pg=PA39&dq=Crowhurst-Lennard+and+Lennard+dimensions+of+public+space&ots=2fkhfMOghd&sig=dcaFmx_JXTOmPr7a3jFuR7F9Acw#v=onepage&q=Crowhurst-Lennard and Lennard dimensions of public space&f=false

Dempsey, N. (2008). Does quality of the built environment affect social cohesion ? *ReseachGate*, (DP3), 105–114. https://doi.org/10.1680/udap.2008.161.3.105

García, S., & Martí, P. (2014, abril). Arquitectura intergeneracional y espacio público. *ARQ (Santiago)*, pp. 62–69. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962014000100009&lng=es&nrm=iso

Gobierno de La Repúbica de Honduras. *Manual de Normas Mínimas de Planificación y construcción de Urbanizaciones y viviendas de Interés social. Sector Urbano y Rural*. , (2015).

Hábitat para la Humanidad. (2017). *Barreras de Acceso a Suelo para Vivienda Social en Honduras*. Recuperado de http://www.suelourbano.org/wp-content/uploads/2017/04/Barreras-de-Acceso-al-Suelo-para-Vivienda-Social-en-Honduras.pdf

Helmreich, B. Ã., Horn, H., & Coulombwall, A. (2009). Opportunities in rainwater harvesting. *DES*, *248*(1–3), 118–124. https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.046

Imran, H. M., Akib, S., & Karim, M. R. (2013). Permeable pavement and stormwater management systems: A review. *Environmental Technology (United Kingdom)*, *34*(18), 2649–2656. https://doi.org/10.1080/09593330.2013.782573

Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). (2015). *Atlas Municipal Forestal y Cobertura de la Tierra: Municipio de La Ceiba, Atlántida*. Recuperado de http://www.atlasmunicipal.org/sites/default/files/0101 La Ceiba Atlas Forestal Municipal.pdf

JapanSocietyNYC. (2019). *Toshiko Mori: Transforming Communities through Architecture*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=mSDtsKle-FA

Lancaster, B. (2013). *Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond* (2da Edició). Tucson: Rainsource Press.

Li, Z., Boyle, F., & Reynolds, A. (2010). Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. *DES*, *260*(1–3), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.05.035

López, M. A. (2011). *Estudio sobre Exclusión en el sector agua y saneamiento en Honduras*. Recuperado de https://www.unicef.org/honduras/Estudio_exclusion_sector_agua_saneamiento_honduras.pdf

Mairena, R., Smits, S., & Uytewaal, E. (2011). *Análisis de la Situación del Sector Agua y Sanamiento en Honduras*. Recuperado de https://www.sdgfund.org/sites/default/files/EDG_ESTUDIO_Honduras_Analisis nacional del sector agua y saneamiento.pdf

Marín Duran, A. (2015). *Espacio colectivo y vivienda: aportaciones a la vida comunitaria en edificios residenciales del siglo XX* (Universidade da Coruña). Recuperado de https://core.ac.uk/download/pdf/61918330.pdf

Mehta, V. (2014). Evaluating Public Space. *Journal of Urban Design*, Vol. 19, p. 1. https://doi.org/10.1080/13574809.2013.854698

Ntale, H., & Moses, N. (2003). Improving the quality of harvested rainwater by using first flush interceptors/retainers. *11th International Rainwater Catchment Systems Conference "Towards a New Green Revolution and Sustainable Development Through an Efficient Use of Rainwater"* . Recuperado de http://www.eng.warwick.ac.uk/ircsa/members/pdf/11th/Ntale.pdf

Ornelas Badillo, P. C. (2017). *Jardines de lluvia, una estrategia paisajista para aprovechar el agua pluvial de las ciudades: caso de estudio, Azcapotzalco* (Universidad Autonoma Metropolitana deAzcapotzalco). Recuperado de http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/5962

Ottone, E., Sojo, A., Espíndola, E., Feres, J. C., Hopenhayn, M., León, A., … Vergara, C. (2007). *Cohesión social: inclusión y sentido de pertenencia en América Latina y el Caribe*. https://doi.org/LC/G.2335/REV.1

Pérez Valecillos, T., & Castellano Caldera, C. E. (2013). Creación del espacio público en asentamientos informales: Nuevos desafíos urbanos. *Bitácora Urbano Territorial*, 95–104. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74830874012

Radulovich, R., Rodríguez, R., & Moncada, O. (1994). *Captación de Agua de Lluvia en el Hogar Rural*. San Jose.

Remesar, A., & Ricart, N. (2013). Reflexiones sobre el espacio público. *on the w@terfront*, 5–35. https://doi.org/1139-7365 REFLEXIONES

Schlack, E. (2007, abril). Espacio público. *ARQ*, *65*, 25–27. https://doi.org/0717-6996

Scholz, M., & Grabowiecki, P. (2007). Review of permeable pavement systems. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.016

Smith, J. B., Strzepek, K. M., Cardini, J., Castaneda, M., Holland, J., Quiroz, C., … Hearne, P. (2011). Coping with Climate Variablility and Climate Change in La Ceiba, Honduras. *Bull Am Meteorol Soc*, *108*, 457–470. https://doi.org/10.1007/s10584-011-0161-2

Sojo, C. (2018). Cohesión social y exclusión . Una mirada desde Centroamérica. *Quórum*, 28–87. Recuperado de http://www.desarrollohumano.org.sv/migraciones/0606/idhes2005pdf/06 capitulo 2.pdf

Stagno, B., & Row, P. (1999). *ARQUITECTURA DE LAS CIUDADES*

BANANERAS. Recuperado de http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/CIUDADES BANANERAS.pdf

Still, G. T., & Thomas, T. (2002). *THE OPTIMUM SIZING OF GUTTERS FOR DOMESTIC ROOFWATER HARVESTING*. Recuperado de https://warwick.ac.uk/fac/sci/eng/research/grouplist/structural/dtu/pubs/wp/wp56/wp56.pdf

von Gleich, U., & Gálvez, E. (1999). *Pobreza étnica en Honduras*. Recuperado de file:///C:/Users/ANA/Downloads/Pobreza-étnica-en-Honduras.pdf

Wallace, A. (2017). ¿Cómo se convirtió Honduras en la república bananera por excelencia? Recuperado 10 de junio de 2019, de BBC Mundo website: https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39693332

Witt Vicente M; Reiff. Fred M. (1993). *La Desinfección del Agua a Nivel Casero en Zonas Urbanas Marginales y Rurales*. 33. Recuperado de http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/Desinfeccion_Agua_Casero_Zonas_ Urbanas_ Marginales_Rurales.pdf

Worm, J., & Hattum, T. van. (2006). Rainwater harvesting for domestic use. En *Water International* (Vol. 16). https://doi.org/10.1080/02508069108686093

Zankowski, J., Sun, Y., Poon, C., Nassar, A., & Mehta, K. (2013). *Gutter Design and Selection for Roof Rainwater Catchment Systems Jillian*. https://doi.org/10.1109/GHTC.2013.6713685

ANEXOS

A1. Entrevista con el Gobernador

Ana: ¿Con qué programas de vivienda social cuenta el gobierno?

Gob.: El gobierno de la republica dentro del plan, dentro de los pilares fundamentales de gobierno, uno de ellos es el programa vida mejor. El programa vida mejor forma parte de lo que es apoyar directamente al núcleo familiar. El programa vida mejor se encarga de ver que las familias vivan en condiciones favorables y que cuenten con todo lo necesario. El programa vida mejor dota de vivienda nueva o vivienda completa, dota también de complementos de una vivienda o bien un techo o bien el piso o una pila o letrina o eco fogón. Eso dentro del marco de una vivienda. ¿y por qué esos componentes? Porque tal vez haya algunas personas que los que no tiene vivienda pues se les hace nueva o los que la vivienda ya está en un estado ya que necesita prácticamente ser cambiada toda entonces se le modifica todo, pero en cambio hay algunas viviendas que tal vez la necesidad no es toda, tal vez necesitan bien el techo por decir, porque es el que más ha sufrido deterioro, entonces ahí se le va dotando.

Esos son los complementos o los componentes en el aspecto de vivienda. El gobierno de la república, en el caso del programa vida mejor eso está enfocado. Se hace a través de, de diferentes instituciones, una de ellas es la secretaría de desarrollo e inclusión social SeDIS y otra es, se llama CONVIVIENDA, que es otra dirección de gobierno que también construye vivienda, pero CONVIVIENDA construye viviendas completas únicamente, CONVIVIENDA es vivienda completa y SeDIS la Secretaría de Desarrollo e Inclusión social es vivienda completa o componentes.

Ana: ¿Pero también tienen subsidios?

Gob.: Si, eso más que todo por la parte de SeDIS, lo que ejecuta SeDIS va completamente gratuito. Lo que ejecuta CONVIVIENDA va completamente gratuito, también va completamente gratuito. El gobierno de la república tiene unos subsidios que son canalizados a través de BANHPROVI, en donde se les apoya a las familias hasta con un subsidio que oscila entre 110 o 120 mil lempiras (4,490 a 4,900 dólares). Hay diferentes escalas, 60 (2,420 dólares) o hasta 120 (4,900 dólares) todo va dependiendo de las condiciones en que conforma la pareja de ese hogar. Y ese fondo o ese subsidio que el gobierno de la república le provee a esa familia, el gobierno en ese caso provee el subsidio, a esa familia le ejecuta ya la vivienda, se la construyen, por decir empresas privadas, ejecutores privados o incluso inmobiliarias privadas. Solo es que sale beneficiado por el bono que el gobierno de la república brinda. Ese bono no es para todas las familias porque ese bono está destinado más que todo a familias que necesitan, que necesitan ese recurso, porque no todas las personas califican.

Ana: Esa es la otra pregunta, ¿cuáles son los requisitos que debe cumplir una familia para optar a subsidio y para optar a una vivienda completa, solidaria?

Gob.: En primer lugar, que sea de escasos recursos, y otra que al igual sea una familia luchadora. Me refiero cuando aquella familia algunos que pueden ganar el salario mínimo o pueden ganar medio salario mínimo, porque tal vez el jefe de hogar puede ganar medio salario, como tal vez es su ingreso módico que tiene, y tal vez la jefa del hogar gane el otro medio salario, entonces ahí hacen hasta un salario mínimo. Porque, ese estudio del salario mínimo se hace porque también esas personas son las que gozan del subsidio. Pero también como lo hacen a través de inmobiliarias privadas, o través de la banca entonces hay una cuota de por medio mensual que tienen que pagar, lógico que son cuotas accesibles para toda aquella familia que incluso recibe el salario mínimo. Y tiene que ser una cuota módica moderada a tal grado que debería andar bajo el estándar de alquiler de una vivienda normal, porque eso es lo que el gobierno va buscando, que esa familia, al final su cuota mensual de su préstamo le sale equitativo al alquiler de una vivienda promedio, para que a través del tiempo esa vivienda ya sea propiedad de ellos.

Ana: En cuanto a vivienda solidaria, ¿Qué es lo que dona el estado? Por ejemplo, si van a dar una casa completa ¿dona el terreno, material de construcción, mano de obra, las instalaciones de agua potable, eléctricas, aguas negras?

Gob.: Las viviendas que la Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social SeDIS las hace bajo diferentes modalidades, hay viviendas que, que, si el dueño del terreno ya cuenta con el predio, el solar, solo nos aseguramos que esta persona sea propietaria de ese terreno, que nos muestre a través de un documento privado o a través de una escritura. Una vez que él nos muestre la escritura que es propietario de ese

terreno, entonces el gobierno de la republica a través de SeDIS o a través del programa vida mejor le manda a hacer la vivienda completa, si los miembros de la familia, son numerosos o si existen varones en esa familia, se les pide que nos apoyen con mano de obra no calificada, si el tiempo de ellos se los permite. Si no hay personas que colaboren, no hay ningún problema porque de todas formas el gobierno cubre todo eso. ¿Pero por qué los invitamos a ellos que formen parte? Porque también queremos que sientan que les costó un poquito.

El gobierno de la republica la entrega equipada, cuando es vivienda completa la entrega equipada. La modalidad de la vivienda es una vivienda que tiene en promedio 36 metros cuadrados. Un promedio puede ser de 6 por 6, o puede ser menos ancho y más larguito, pero si como requisito mínimo, mínimo, mínimo 36m2. Que normalmente tiene su salita, su salita y su cocinita, salita, comedor, cocinita. Luego tiene dos habitaciones y en medio de esas dos habitaciones tiene un baño que sea de utilidad para las dos habitaciones y afuera de la casa tiene una pilita. Y también afuera… más eso, la sala comedor y cocina, las dos habitaciones y su sistema sanitario interno de la casa, y la pila si, normalmente va en la parte exterior, pero siempre pegada a la pared. Se la da ya con todas sus instalaciones eléctricas correspondientes, se las da pintadas ya para que exclusivamente las vayan a habitar.

Existen construcciones de vivienda en bloque o tipo colonial, por decir hace, creo que fue hace como unos dos años que se construyó aquí en Juticalpa un promedio de 30 viviendas. En ese caso hay un convenio ya entre secretaría de nivel central, todo siempre bajo el amparo del gobierno, entonces secretaría de nivel central, pero ya los programas de vivienda así en masa o en mayor cantidad, normalmente se hace un convenio con, ahí si se trabaja con la municipalidad o por los gobiernos locales. Y muchas veces la municipalidad, porque sean familias, muchas veces, digamos son 30 familias, son de escasos recursos y no tienen terreno, entonces muchas veces lo que puede hacer la municipalidad es proveer el terreno y ahí se hacen las viviendas. Y ahí si al beneficiario se le pide más que todo la mano de obra no calificada, porque ya el gobierno le va a construir su vivienda por completo y el gobierno local provee los terrenos. Y al igual el gobierno local porque como es un proyecto en masa, el gobierno local provee el terreno, aguas negras, el sistema de agua, negras, grises y agua potable y el sistema de energía eléctrica.

Ana: Si un desarrollador quiere por su parte realizar un proyecto de vivienda social con subsidio del gobierno ¿cómo el gobierno se asegura que el seguro llegue a manos de esa familia?

Gob.: en ese aspecto los desarrolladores privados tienen diferentes clases de viviendas, van conforme a los montos económicos de las viviendas. Entonces se presenta, normalmente los desarrolladores trabajan con la banca nacional y a través de la banca nacional canalizan los fondos para que lleguen y que esa documentación final llegue a BANHPROVI que es el Banco Hondureño para la Producción y la Vivienda, le hacen ahí un estudio económico y ahí va detallada la vivienda que ese beneficiario escogió, existen diferentes precios, en base al precio va el tamaño y la distribución de la vivienda. Entonces el desarrollador ya tiene sus montos de dicha vivienda. Y simplemente ahí lo que conlleva es que se asegure que a ese monto de esa vivienda se le aplique directamente el subsidio y así el beneficiario va a quedar pagando la diferencia. Por mencionar un ejemplo, una cantidad, que no manejo cifras, pero, solo lo manejo como ejemplo, alguna vivienda de unos 350,000 lempiras (14,280 dólares), si a esa familia se le aplica el subsidio de 110,000 lempiras (4,490 dólares), ya entonces esta familia solo va aquedar pagando un monto de 240,000 lempiras (9,790 dólares).

Ana: En caso de que un desarrollador privado quiera llevar a cabo una urbanización de vivienda social ¿con que requisitos debe cumplir el proyecto para que sea aplicable el subsidio? por ejemplo: el presupuesto máximo de la vivienda, ¿cuál debe ser?

Va en base a la capacidad de pago, hay escalas, porque, como son desarrolladores privados, si es vivienda social tiene que tener un monto establecido, en que escala va a estar clasificado lo que es la vivienda social y normalmente se hacen estudios de mercado en base a los niveles de promedio de ingreso que está entre un salario mínimo a dos salarios mínimos. Para que, como pareja de hogar con un ingreso de dos salarios mínimos se hace un estudio socio económico, y en base a ese estudio económico, es ahí en donde el desarrollador ya tiene un nivel promedio de vivienda. Creo, creo que el nivel de vivienda social que goza este subsidio puede andar entre unos 500 y unos 700 mil lempiras (20,400 dólares y 28,560 dólares) el monto de la vivienda en categoría de vivienda social.

Ana: y el terreno, digamos si el desarrollador provee el terreno, ¿Con qué requisitos debe cumplir?

En primer lugar, que esa lotificación que ese desarrollador está presentando debe estar en un área que esté autorizado por el Comité permanente de Contingencias COPECO, que de fe que ese terreno está en una zona donde no va a sufrir amenazas a futuro como algunos problemas de inundación o tema de desbordamiento, entonces ese terreno debe contar con los permisos autorizados, tanto de COPECO, del cuerpo de Bomberos, del departamento de obras públicas de la corporación municipal. Al igual, esos también son requisitos para que la banca nacional también pueda trabajar de la mano con ellos y al igual más que todo esos son unos de los requisitos necesarios, porque si la lotificación está cerca de algún acceso vehicular sería oportuno y si no lo está se crea una ruta para que pueda haber un transporte y le pueda ser de utilidad a las personas que habiten en ella.

Ana: en la ley dice que, si hay un cierto número de viviendas, el desarrollador tiene que cumplir con proporcionar un porcentaje del terreno como área verde, pero además de cumplir con este porcentaje, ¿hay alguna especificación técnica de cómo debe diseñarse esta área verde o solo se deja el terreno baldío?

Debe, debería, y debe de existir. He escuchado que algunos empresarios del área inmobiliaria el área verde para ellos es algo muy importante y tratan de darle el valor que se merece, pero he escuchado de otras personas como que desestiman el área verde y lo dejan como que sin tanta importancia y delegan esa área verde como allá, por allá como que no valoran esa parte. Y todos sabemos que el área verde hoy en día toda la tendencia mundial está encaminada a los recursos naturales, al medio ambiente, a las áreas de recreación. Es por ello que ese espacio del área verde, considero que en los estatutos inmobiliarios debe de respetarse al cien por ciento.

Ana: Varios proyectos que fui a ver, si entregan el terreno para área verde, pero no le dan un uso específico o tienen el equipamiento necesario. ¿por ley hay algo que obligue al desarrollador a diseñar bajo ciertos parámetros estos espacios?

La ley está, y está escrito según me lo han comentado, pero creo que lo que no se ejerce es la supervisión para que eso se lleve a cabo como debe de ser.

Ana: El equipamiento urbano que necesita una colonia o barrio de vivienda social ¿es obligación del desarrollador o el gobierno también da subsidio para desarrollar la parte urbana?

Gob.: Más que todo va amparado… Existen paquetes, he tenido el conocimiento de que existen paquetes de que el gobierno central aporta para que ese proyecto habitacional cuente con los mejores estándares de calidad de vida, a tal grado que de parte del gobierno de la república es uno de los más interesados para que el ambiente que se desarrolle dentro de ese proyecto habitacional sea de la mejor forma, con mejores carreteras, lo ideal hasta con carreteras pavimentadas ¿y por qué no? El hecho de que sea vivienda social eso no tiene que ser una razón para que no haya los mejores servicios. Más bien debería ser como ejemplo, para que sirva como un proyecto piloto de que cuando se quiere se puede. Y gran parte de esto está en cómo el proyecto el desarrollador lo tenga bien formulado y una vez que comience a ser habitado, todo depende también de la mejor convivencia y comunicación que tiene que haber entre los habitantes. Pero cuando un proyecto ya está habitado ya la responsabilidad no solo es del desarrollador, no solamente es del gobierno local, sino que también de las personas que habitan ahí.

Ana: En caso de un proyecto habitacional de mayor extensión, que por ley se debe equipar con un centro de salud, un centro educativo, áreas de recreación, etc. ¿Hay especificaciones técnicas sobre el diseño de estos centros?

Si, en primera instancia, el área verde va en base al tamaño del proyecto habitacional, una vez que ya está dictaminada el área tanto para área verde… también depende del número de habitantes. Pero si ya es oportuno que puedan colocarle un centro educativo la secretaría de educación ya tiene un formato de construcción de sus centros escolares. Al igual si ya se puede ubicar una unidad de atención de salud, la secretaría de salud también tiene sus planos de construcción de esas unidades de salud. Para el tema del área verde al igual también la institución a nivel central, en este caso puede ser una dirección que se llama Dirección Nacional de Parques y Recreación (DNPR) en donde también en donde también existen diseños y modelos de cómo construir un área de recreación. Hoy en día todo está diseñado. Ahora solo depende de la voluntad de las personas que lo queramos construir como está diseñado. Que es lo correcto, y la ley así lo indica, que así tiene que ser.

Ana: una vez se construye un proyecto de vivienda social, ¿hay alguien que supervise que se cumpla todo lo que se presentó en los planos, el presupuesto y la memoria técnica?

Gob.: Si, por ejemplo, en ese aspecto, un desarrollador que gestiona con la banca privada, la banca privada tiene su equipo de ingeniería que hace supervisión para que este proyecto se vaya construyendo en base al diseño que se presentó inicialmente para la solicitud de fondos. Por parte de BANHPROVI que es la otra institución proveedora de fondos también ellos tienen su equipo de ingeniería, y si fuese por CONVIVIENDA, también ellos tienen su equipo de ingeniería al igual que SeDIS. O sea, está protegido por todos los entes supervisores para que la obra se realice tal y como se presentó inicialmente cuando se realizó la solicitud de fondos.

Ana: ¿hay algo que prohíba el uso de aguas lluvias para abastecer de agua potable un conjunto de vivienda social?

No, no está en contra, más bien está a favor, a que cada familia podamos aprovechar todos los recursos posibles.

Ana: Pero ¿qué leyes hay para regular el manejo y potabilización de esa agua lluvia?

Es responsabilidad del gobierno local, que, si va a haber algún sistema de recaudación de aguas lluvias, el gobierno tiene y cuenta con una unidad de salud que debe asegurarse para darle el mejor tratamiento a esas aguas. Si es de otro tipo de recurso que quiere aprovecharse, al igual también el gobierno local o la corporación municipal tiene conexión con cada una de las secretarías de estado a nivel nacional, ya sea en el aspecto de salud, en el aspecto de medio ambiente, en el aspecto de educación, y todas las necesidades que como familia se necesitan para la mejor convivencia. Existe ese reglamento en la corporación municipal, que lo estén aplicando ahí es otra cosa.

Ana: pero si yo desarrollo todo un sistema de aguas lluvias, por ejemplo ¿Cuál es el ente encargado de supervisar y dar el permiso para que las personas se puedan abastecer de esta agua?

Como gobierno, nosotros estamos interesados a que eso se lleve a cabo, a que estas prácticas se lleven a cabo. En ese aspecto en el momento que usted quiere construir un proyecto habitacional solicita los permisos correspondientes, tanto de construcción como de medio ambiente, y ahí queda plasmada la intención suya de utilizar el sistema de recolección de aguas lluvias, usted presenta la solicitud y el mismo gobierno local le da el seguimiento a través del departamento de obras públicas para que eso se cumpla y se esté haciendo de la mejor manera posible.

Ana: Yo ya visité varios proyectos, y vi que varios proyectos de vivienda social no tenían conexión a la red pública de aguas negras o presentaban muchas fallas el agua potable, ¿por qué cree usted que se está permitiendo construir proyectos que no tienen ni los servicios básicos?

No debería de suceder, debemos de garantizarle a la persona interesada en construir, que cuente con los servicios básicos. Tenemos un déficit de cobertura del servicio de agua potable y servicios públicos y lastimosamente por la misma necesidad de las familias se miran en la necesidad de construir y algunos en el lugar donde no hay aguas negras utilizan su sistema séptico. Y al igual algunas personas que en ese espacio no cuentan con el servicio de agua potable tratan de adquirirla por las vías privadas. Y todo eso lo hace una familia por la necesidad de tener su propio hogar. Pero lo ideal es que el gobierno provea estos servicios. Al igual también cuando un desarrollador va a ejecutar un proyecto habitacional, el desarrollador debe asegurarse de proveer todos esos servicios. Y si ese desarrollador no está proveyendo esos servicios entonces no se le debe autorizar para que pueda construir.

Si una familia, por si sola quiere construir una vivienda en un lugar donde no hay servicios básicos, esa persona lo hace aun sabiendo que faltan esos servicios. Así es que aquí hay dos factores: una que, si reconocemos que no en toda el área urbana contamos con esos servicios, como gobierno si reconocemos que nos falta mayor cobertura, pero también… Existen casos de desarrolladores que, si no hay conexión a la red de agua, ellos perforan pozos, fabrican un tanque de agua para almacenamiento y le continúan proveyendo de manera privada, el servicio de agua potable a esos hogares. Y existen otros desarrolladores que si también en ese terreno no se cuenta con aguas negras entonces ellos utilizan un sistema de agua, al cual le dan un tratamiento para convertirlas en aguas grises. Pero todo eso

depende de cómo y donde el desarrollador tenga planificado hacer, desarrollar dicho proyecto.

Legalmente no debe construirse una vivienda en un terreno que no tenga los servicios básicos porque después va a tener otras consecuencias. En un dado caso, si no hay aguas lluvias va a haber acumulación de aguas lluvias y al haber acumulación de aguas lluvias hay nacimiento de zancudos.

Ana: uno de los proyectos que vimos fue construido 100% por el gobierno, La Rubén Armando López, y tienen muchos problemas con las aguas negras.

Fíjese que, en ese aspecto, que usted me menciona, no debería ser así, porque si bien es cierto que están supliendo una necesidad de una vivienda, donde no se moje una persona cuando llueva, donde no se asolee cuando hace sol, y donde pueda descansar, y donde pueda hacer sus alimentos. ¿Pero qué pasa con los residuos de aguas negras si no hay donde ser depositados? Se están convirtiendo en un foco de infección o de enfermedad.

Ana: incluso en la colonia, Primero de Mayo, que queda en el centro de la ciudad, no tienen aguas negras. Andábamos nosotros caminando en las aguas negras.

Ese proyecto que usted menciona legalmente no debería de estarlo habitando.

Ana: La escuela de La Rubén Armando López no tiene puertas, ventanas, pupitres, ni sanitarios.

No deberían existir esas cosas

Ana: Yo lo que no puede entender es como se le da un permiso de construcción a un proyecto de vivienda como ese.

Y puedo asegurarle que, volviendo al caso del proyecto de Becerra (Rubén Armando López), ellos de no tener aguas negras deberían tener un pozo séptico, pero lo más seguro es que ni lo estén utilizando como debería de ser.

Ana: nunca terminaron de construir el pozo séptico.

Mire, a la larga el responsable número uno es el Gobierno, y le voy a decir porque, porque ellos son los que tiene que velar porque las cosas se hagan como tienen que hacerse

Ana: En ese proyecto, fue el mismo alcalde el que contrató la mano de obra para ese proyecto.

Responsable número uno: el gobierno local. Ellos tienen que poner orden. El deber de ellos es poner una sanción a quien no está haciendo las cosas bien.

A2. ENCUESTA Y RESULTADOS

P01	Ubicación de la vivienda encuestada
1	El Porvenir, La Ceiba
2	Casa Blanca, La Ceiba
3	Barrio el Centro, La Ceiba
4	Col. Orle Soliz, Punuare, Olancho
5	La Solidaridad, Juticalpa
6	La Pascuala, Juticalpa
7	Las Vegas del Guayape, Punuare, Olancho
8	Primero de Mayo, Juticalpa, Olancho
9	Rubén Armando López, Olancho
10	Col. 5 de Marzo, La Concepción, Olancho
11	Col. Brisas del Porvenir Sur, Juticalpa

P02	Edad de la persona encuestada
1	Menor de 30 años
2	Entre 30 y 40 años
3	Entre 40 y 60 años
4	Mayor de 60 años

P03	Sexo de la persona encuestada
1	Femenino
2	Masculino

P04	Sexo del jefe del hogar
1	Femenino
2	Masculino

P05	Nivel de estudios del jefe del Hogar
1	Educación básica
2	Educación media
3	Educación técnica
4	Educación Universitaria
5	Postgrado (máster o doctorado)
6	Sin educación formal
P06	**Ocupación del jefe del Hogar**
1	Trabajos ocasionales e informales
2	Oficio menor
3	Empleado administrativo medio o bajo
4	Ejecutivo medio
5	Alto ejecutivo
6	Sin trabajo, recibe dinero del exterior de familiares

P07	Tipo de familia
1	Monoparental
2	Pareja
3	Pareja con hijos pequeños
4	Pareja con hijos grandes
5	Nido Vacío
6	Familia Extendida

P08	¿Quién le provee el servicio del agua?
1	Ente privado
2	La Alcaldía
3	El SANAA
4	Carros cisterna
5	Sin conexión

P09	¿Cuántos días a la semana llega el agua?
1	Todos los días
2	Tres veces por semana
3	Dos veces por semana
4	Una vez por semana
5	Menos de Una vez por semana

P10	¿Cuántas horas dura el servicio de agua?
1	Una hora
2	De dos a tres horas
3	De cuatro 23 horas
4	24 horas Continuas

P11	¿Para qué usa el agua que le llega de la red?
1	Aseo personal
2	Aseo de la Casa
3	Tomar y Cocinar
4	Para todo lo anterior
5	Aseo personal y aseo de la casa

P12	¿Le alcanza el agua para realizar todas sus actividades?
1	Si
2	No

P13	¿Cómo almacena el gua?
1	Baldes
2	Pila
3	Ambos
4	Tanque elevado
5	No almacena

P14	¿Cuánto paga por el servicio del agua?
$	Valor en Dólares

P15	¿De dónde obtiene el agua para consumo?
1	Directo de la llave
2	Compra botellones
3	Potabiliza en casa el agua que recibe de la red

P16	¿Cuánto gasta en botellones de agua mensual?
$	Valor en Dólares

P17	¿Cuándo no tiene agua de la red, de dónde la obtiene?
1	Compra una cisterna de agua
2	De una fuente natural cercana, Río
3	El vecino
4	Nunca falta el agua

P18	¿Cuántas personas trabajan en la casa?
1	1 persona
2	2 personas
3	Tres personas
4	Cuatro o más personas
5	Nadie trabaja

P19	Los niños con quién se quedan durante el día
1	Con un adulto de la familia
2	Vecino
3	Niñero/a
4	Guardería o escuela
5	No hay niños
6	Solos

P20	¿A percepción del encuestado es seguro el barrio?
1	Si
2	No

P21	¿Deja que sus hijos jueguen solos afuera?
1	Si
2	No

P22	¿Dónde juegan los niños la mayoría del tiempo?
1	En la calle
2	En el patio de la casa
3	En la casa del vecino
4	En algún espacio comunitario

P23	A percepción del encuestado ¿Cómo es la relación con los vecinos?
1	Buena
2	Mala

P24	¿Qué tipo de relación tiene con sus vecinos?
1	Amistad, se visitan frecuentemente
2	Cordial, solamente se saludan
3	Formal, se reúnen para tomar decisiones sobre la colonia o barrio
4	No hay relación

P25	Si se reúnen, ¿dónde lo hacen?
1	En la casa de alguien
2	En la calle
3	En un espacio comunitario
4	No se reúnen

P26	¿Hacen actividades comunitarias entre vecinos?
1	Si
2	No

P27	¿Qué espacio comunitario cree usted que es el que más se necesita?
1	Parque
2	Juegos para niños
3	Cancha o centro de deporte
4	Guardería o escuela
5	Talleres de oficio
6	Servicios básicos

CUANTIFICACIÓN

P01	Ubicación de la vivienda encuestada	Cuantificar
1	El Porvenir, La Ceiba	3
2	Casa Blanca, La Ceiba	3
3	Barrio el Centro, La Ceiba	1
4	Col. Orle Soliz, Punuare, Olancho	3
5	La Solidaridad, Juticalpa	3
6	La Pascuala, Juticalpa	1
7	Las Vegas del Guayape, Punuare, Olancho	1
8	Primero de Mayo, Juticalpa, Olancho	2
9	Ruben Armando López, Olancho	3
10	Col. 5 de Marzo, La Concepción, Olancho	3
11	Col. Brisas del Porvenir Sur, Juticalpa	3

P02	Edad de la persona encuestada	Cuantificar
1	Menor de 30 años	3
2	Entre 30 y 40 años	8
3	Entre 40 y 60 años	12
4	Mayor de 60 años	3

P03	Sexo de la persona encuestada	Cuantificar
1	Femenino	16
2	Masculino	10

P04	Sexo del jefe del hogar	Cuantificar
1	Femenino	8
2	Masculino	18

P05	Nivel de estudios del jefe del Hogar	Cuantificar
1	Educación básica	8
2	Educación media	7
3	Educación técnica	2
4	Educación Universitaria	1
5	Postgrado (máster o doctorado)	0
6	Sin educación formal	8

P06	Ocupación del jefe del Hogar	Cuantificar
1	Trabajos ocasionales e informales	7
2	Oficio menor	10
3	Empleado administrativo medio o bajo	6
4	Ejecutivo medio	0
5	Alto ejecutivo	0
6	Sin trabajo, recibe dinero del exterior de familiares	3

P07	Tipo de familia	Cuantificar
1	Monoparental	7
2	Pareja	1
3	Pareja con hijos pequeños	8
4	Pareja con hijos grandes	2
5	Nido Vacío	3
6	Familia Extendida	5

P08	¿Quién le provee el servicio del agua?	Cuantificar
1	Ente privado	10
2	La Alcaldía	5
3	El SANAA	9
4	Carros cisterna	1
5	Sin conexión	1

P09	¿Cuántos días a la semana llega el agua?	Cuantificar
1	Todos los días	6
2	Tres veces por semana	11
3	Dos veces por semana	0
4	Una vez por semana	0
5	Menos de Una vez por semana	8

P10	¿Cuántas horas dura el servicio de agua?	Cuantificar
1	Una hora	6
2	De dos a tres horas	6
3	De cuatro 23 horas	7
4	24 horas Continuas	6

P11	¿Para qué usa el agua que le llega de la red?	Cuantificar
1	Aseo personal	1
2	Aseo de la Casa	0
3	Tomar y Cocinar	0
4	Aseo personal, aseo de la casa, tomar y cocinar	9
5	Aseo personal y aseo de la casa	15

P12	¿Le alcanza el agua para realizar todas sus actividades?	Cuantificar
1	Si	15
2	No	10

P13	¿Cómo almacena el agua?	Cuantificar
1	Baldes	2
2	Pila	11
3	Pila y Baldes	11
4	Tanque elevado	1
5	No almacena	1

P14	¿Cuánto paga por el servicio del agua?	Cuantificar
$	Valor en Dólares	$ 6.20

P15	¿De dónde obtiene el agua para consumo?	Cuantificar
1	Directo de la llave	6
2	Compra botellones	16
3	Potabiliza en casa el agua que recibe de la red	4

P16	¿Cuánto gasta en botellones de agua mensual?	Cuantificar
$	Valor en Dólares	$ 17.84

P17	¿Cuándo no tiene agua de la red, de dónde la obtiene?	Cuantificar
1	Compra una cisterna de agua	11
2	De una fuente natural cercana, Río	4
3	El vecino	2
4	Nunca falta el agua	9

P18	¿Cuántas personas trabajan en la casa?	Cuantificar
1	1 persona	17
2	2 personas	6
3	Tres personas	1
4	Cuatro o más personas	0
5	Nadie trabaja	2

P19	Los niños con quién se quedan durante el día	Cuantificar
1	Con un adulto de la familia	17
2	Vecino	0
3	Niñero/a	1
4	Guardería o escuela	3
5	No hay niños	4
6	Solos	1

P20	¿A persepción del encuestado es seguro el barrio?	Cuantificar
1	Si	20
2	No	6

P21	¿Deja que sus hijos jueguen solos afuera?	Cuantificar
1	Si	14
2	No	8

P22	¿Dónde juegan los niños la mayoría del tiempo?	Cuantificar
1	En la calle	7
2	En el patio de la casa	13
3	En la casa del vecino	1
4	En algún espacio comunitario	1

P23	A persepción del encuestado ¿Cómo es la relación con los vecinos?	Cuantificar
1	Buena	25
2	Mala	1

P24	¿Qué tipo de relación tiene con sus vecinos?	Cuantificar
1	Amistad, se visitan frecuentemente	11
2	Cordial, solamente se saludan	14
3	Formal, se reunen para tomar decisiones sobre la colonia o barrio	0
4	No hay relación	1

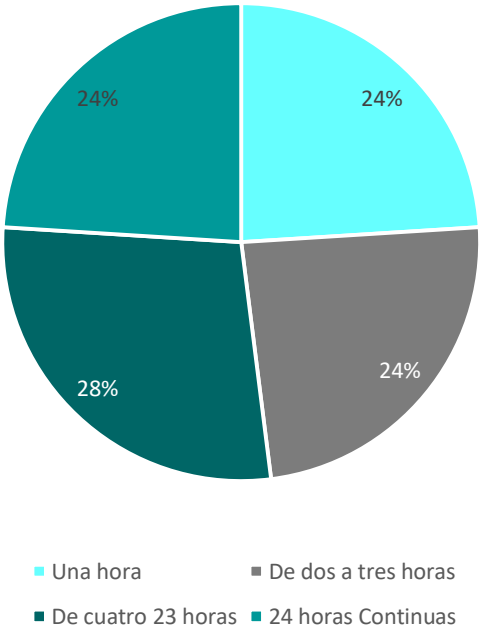
P25	Si se reunen, ¿dónde lo hacen?	Cuantificar
1	En la casa de alguien	14
2	En la calle	2
3	En un espacio comunitario	3
4	No se reunen	7

P26	¿Hacen actividades comunitarias entre vecinos?	Cuantificar
1	Si	9
2	No	17

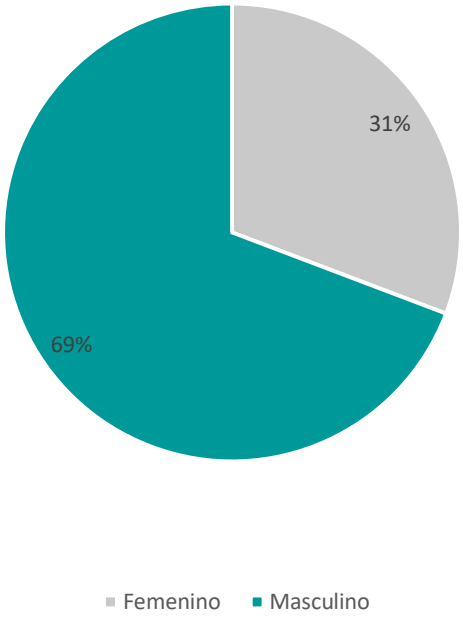
P27	¿Qué espacio comunitario cree usted que es el que más se necesita?	Cuantificar
1	Parque	8
2	Juegos para niños	4
3	Cancha o centro de deporte	3
4	Guardería o escuela	5
5	Talleres de oficio	3
6	Servicios básicos	3

GRÁFICOS DE ANÁLISIS

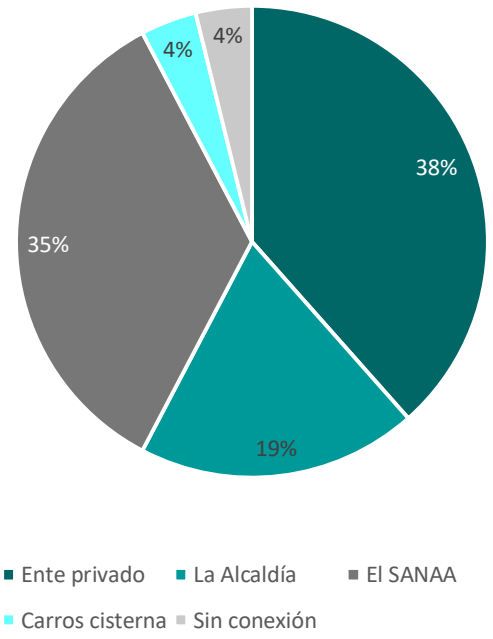
Por hogar las horas que le llega el agua potable



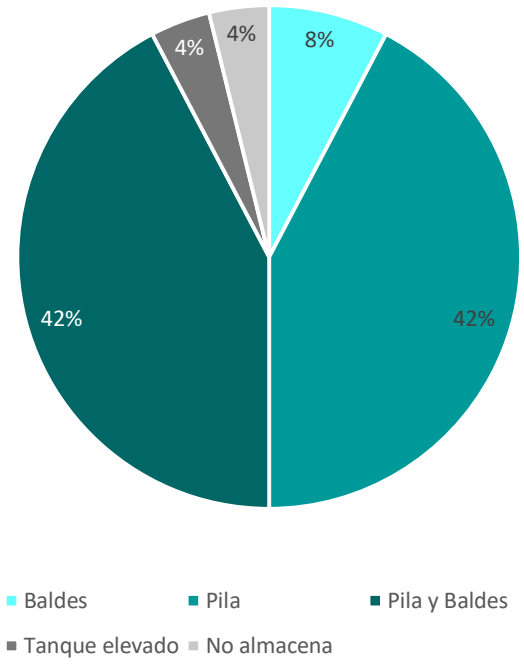
Sexo Jefe de Hogar



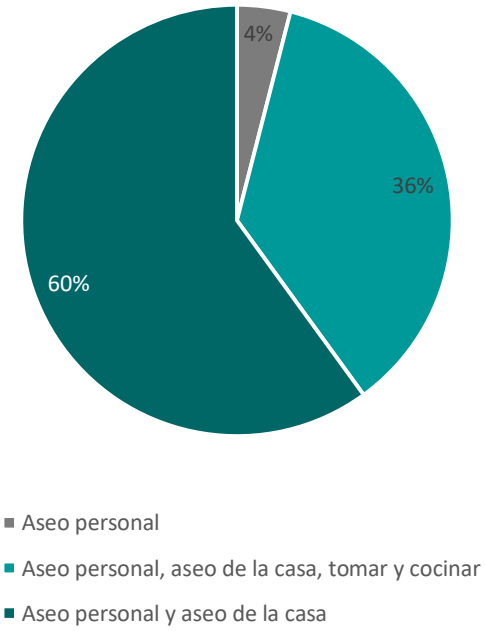
Proveedor del Servicio de Agua Potable



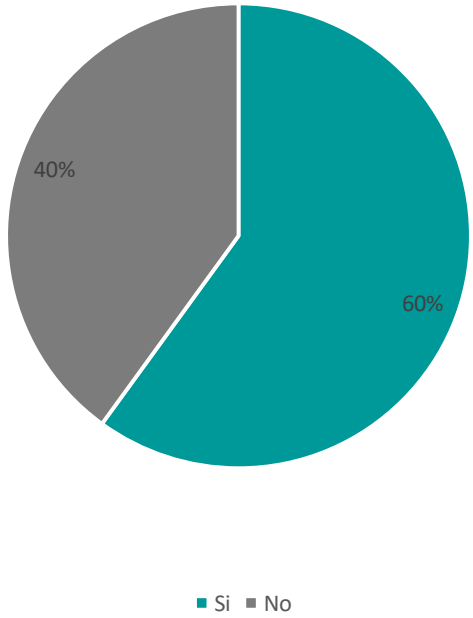
¿En que almacena el agua?



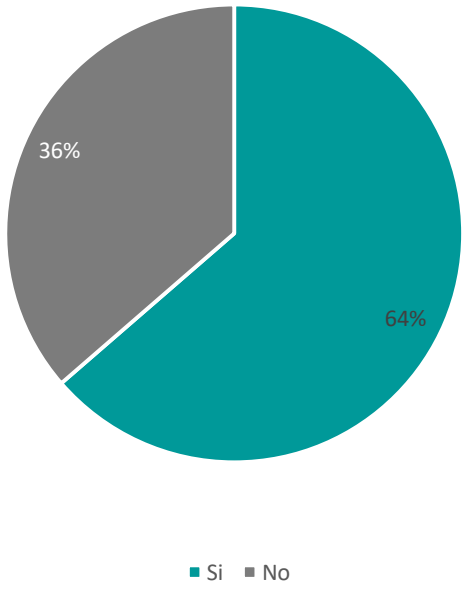
Uso que se le dá al agua de la red



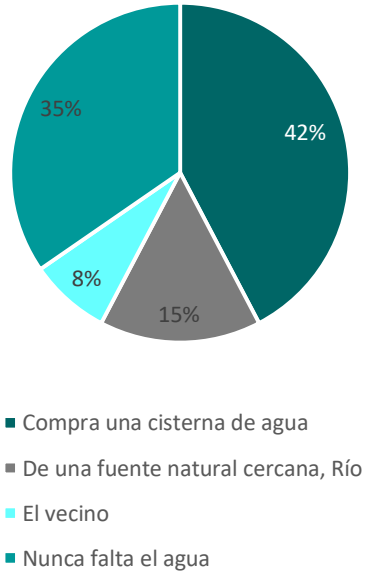
¿Les alcanza el agua?



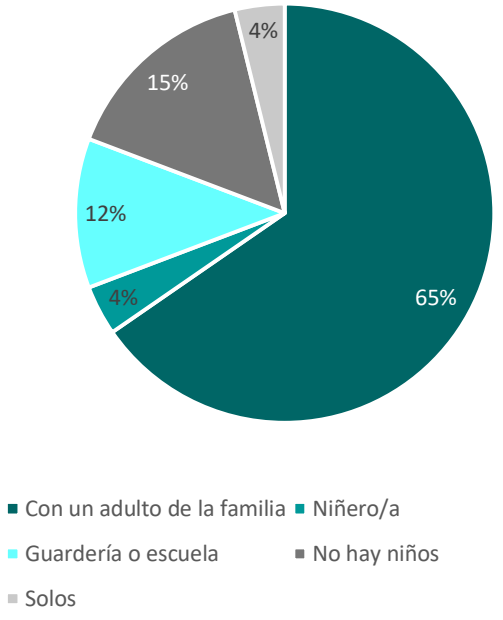
¿Deja que sus niños jueguen afuera?



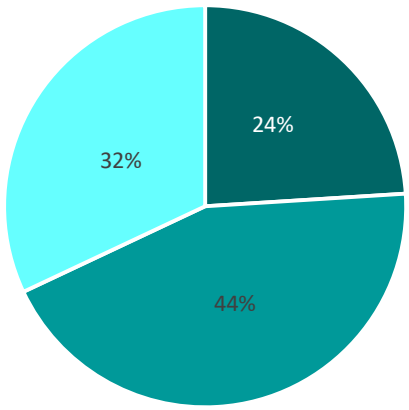
¿De dónde obtiene el agua en caso de que no tenga de la red?



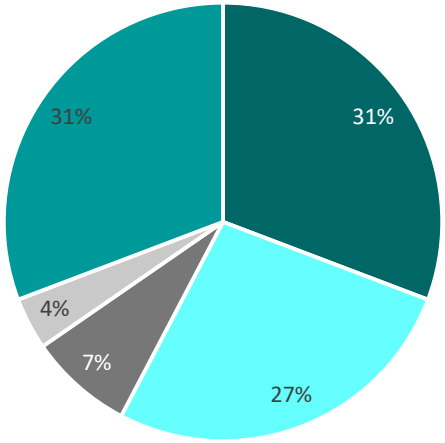
Los niños con quien se quedan durante el día



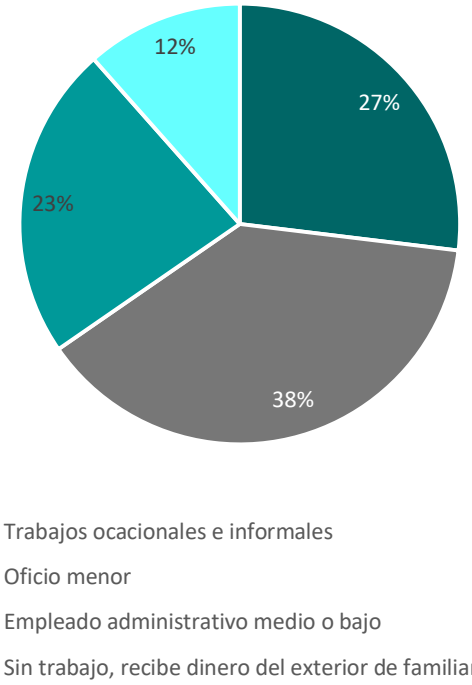
Hogares según las veces por semana que tiene servicio de agua



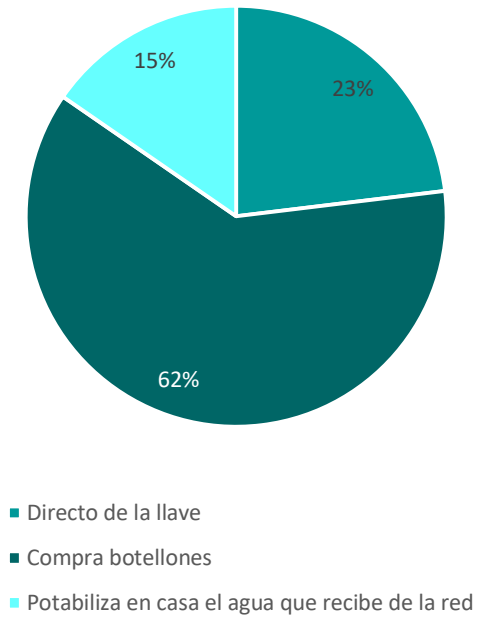
Nivel de educación de jefe de hogar



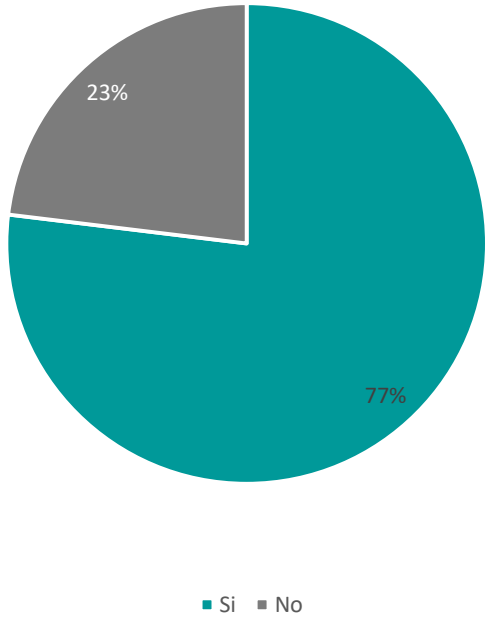
Ocupación del jefe de Hogar



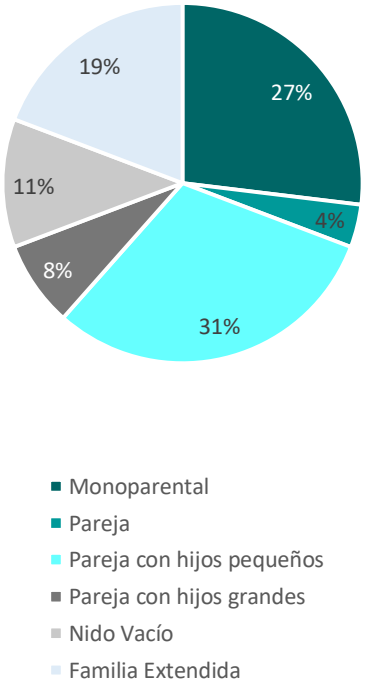
¿De dónde obtiene el agua que consume?



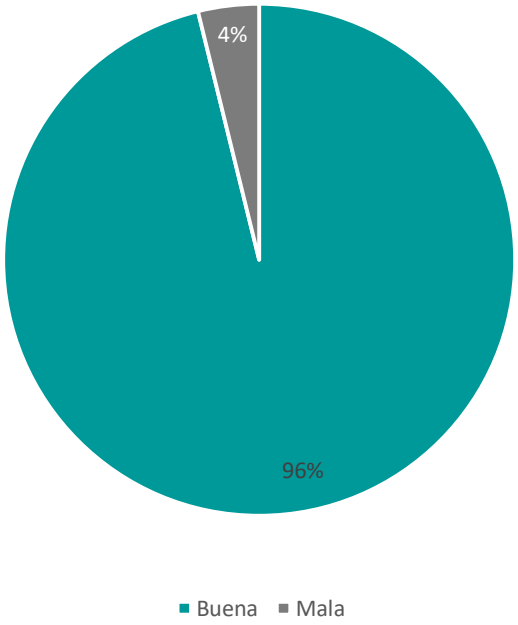
¿Encuentra seguro el barrio?



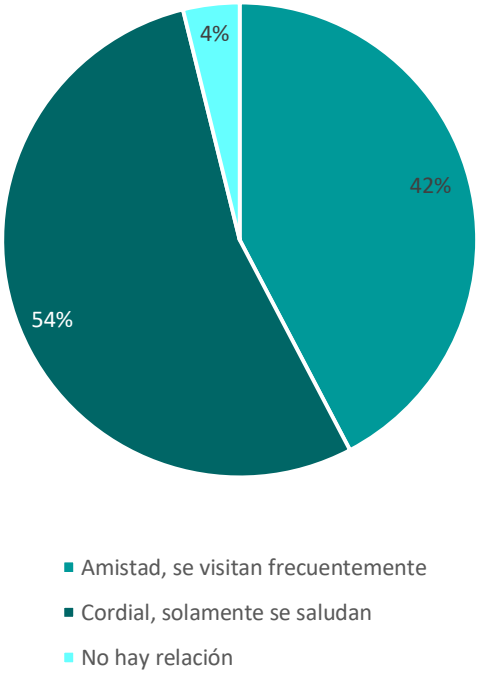
Tipo de Familia



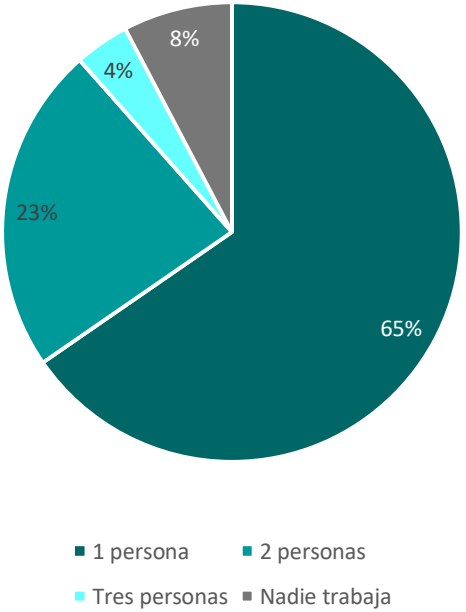
¿Cómo es la relación entre vecinos?



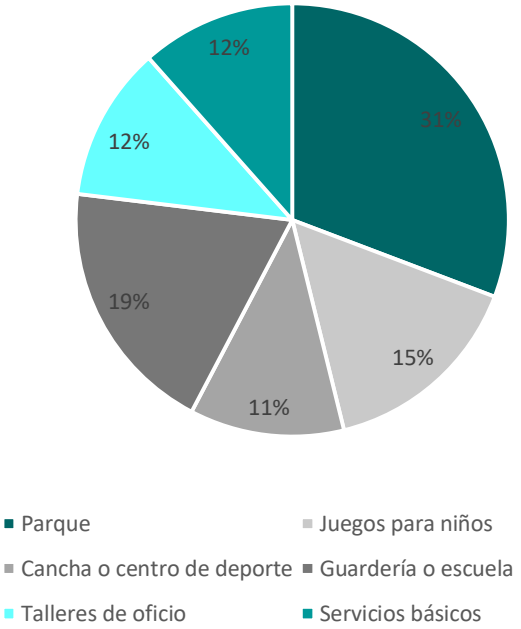
Tipo de relación entre vecinos



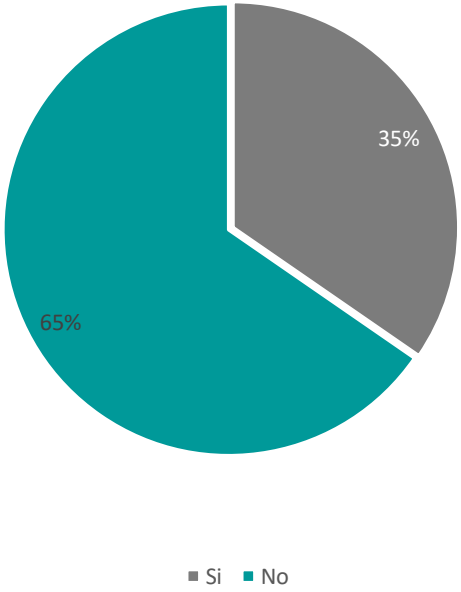
Hogares según el número de personas que trabaja



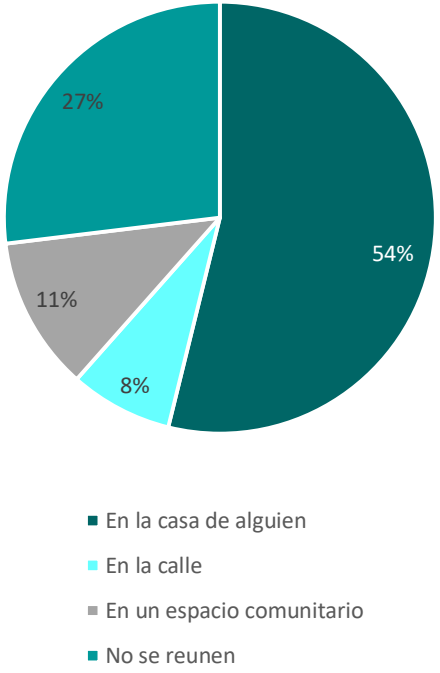
Espacio comunitario que se necesita

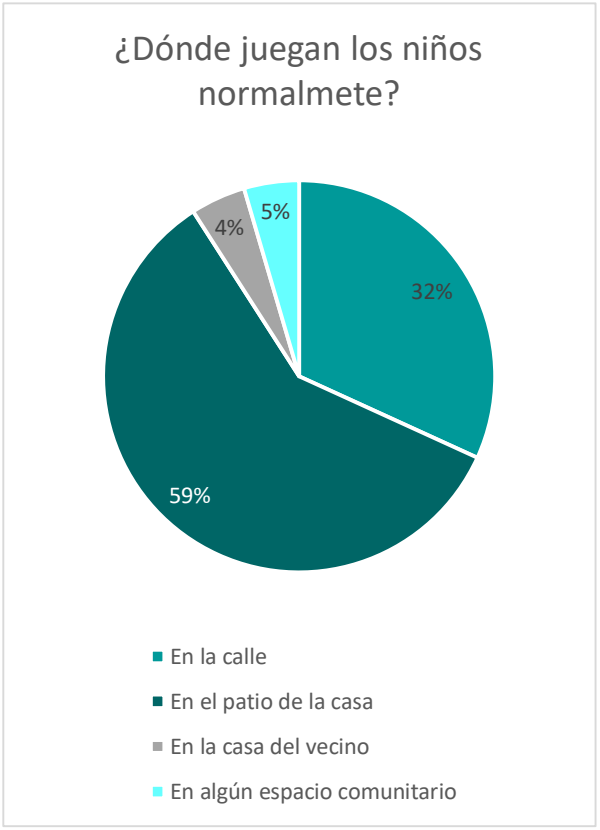


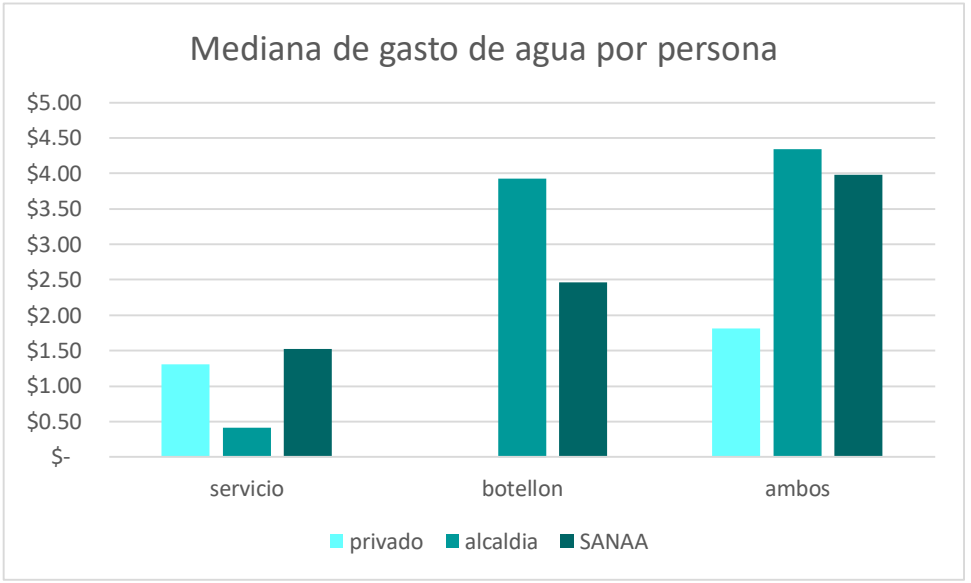
¿Hay actividades comunitarias?

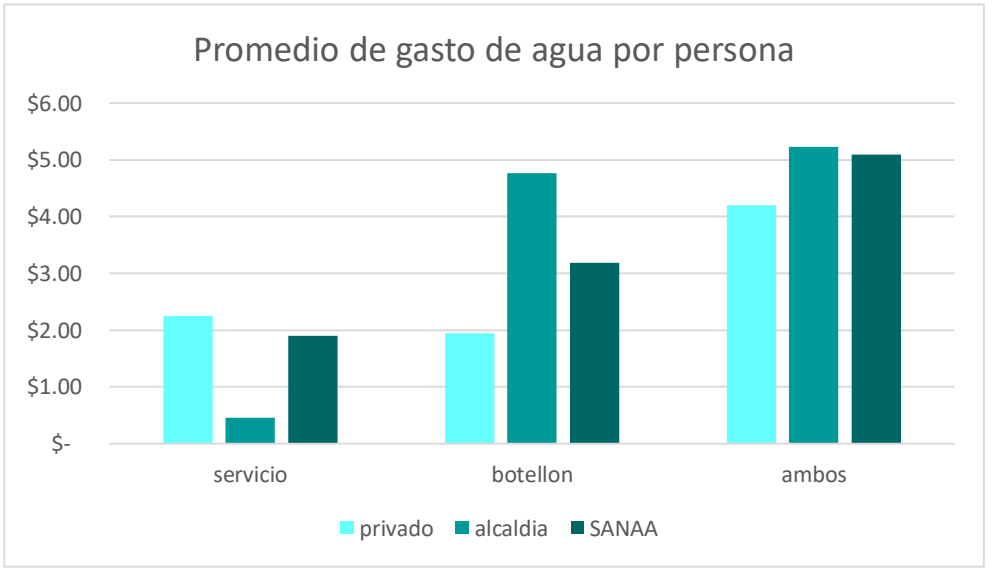


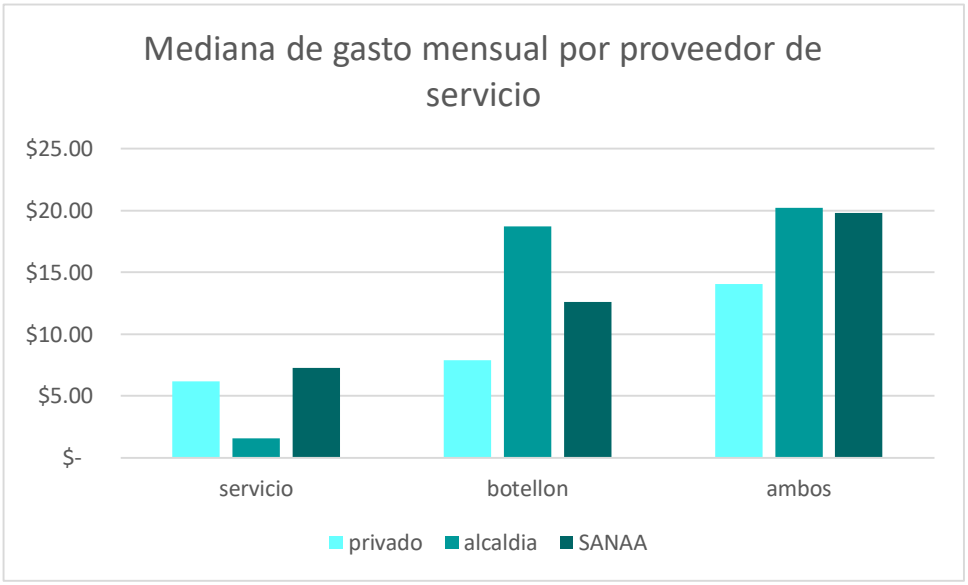
¿Dónde se reunen?

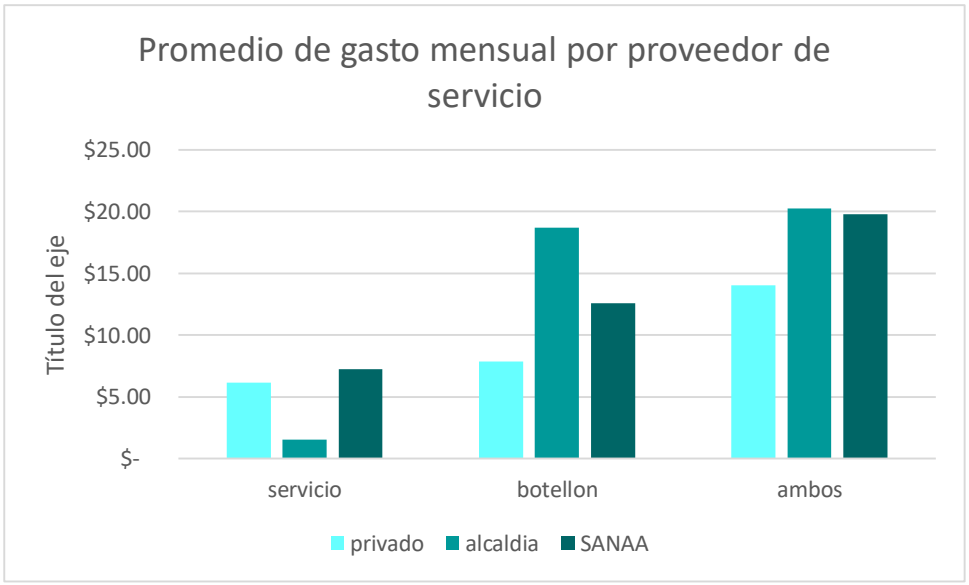



¿Dónde juegan los niños normalmete?
32%
59%
4%
5%
En la calle
En el patio de la casa
En la casa del vecino
En algún espacio comunitario


Mediana de gasto de agua por persona
$5.00
$4.50
$4.00
$3.50
$3.00
$2.50
$2.00
$1.50
$1.00
$0.50
$-
servicio
botellon
ambos
privado
alcaldia
SANAA


Promedio de gasto de agua por persona
$6.00
$5.00
$4.00
$3.00
$2.00
$1.00
$-
servicio
botellon
ambos
privado
alcaldia
SANAA


Mediana de gasto mensual por proveedor de servicio
$25.00
$20.00
$15.00
$10.00
$5.00
$-
servicio
botellon
ambos
privado
alcaldia
SANAA


Promedio de gasto mensual por proveedor de servicio
Título del eje
$25.00
$20.00
$15.00
$10.00
$5.00
$-
servicio
botellon
ambos
privado
alcaldia
SANAA

A3. Tarificación Marginal

Flujo de Costos del Sistema U-1		
Año	Inversión inicial	Costos de Operación
0	$ 5,022.41	121
1		121
2		121
3		121
4		121
5		121
6		121
7		121
8		121
9		121
10		121
11		121
12		121
13		121
14		121
15		1189.02
16		121
17		121
18		121
19		121
20		121
21		121
22		121
23		121
24		121
25		121

Año	Inversión inicial	Costos de Operación
26		121
27		121
28		121
29		121
30		1189.02
31		121
32		121
33		121
34		121
35		121
36		121
37		121
38		121
39		121
40		121
41		121
42		121
43		121
44		121
45		1189.02
46		121
47		121
48		121
49		121
50		441.406

Producción de agua potable	
Año	m^3 de agua
1	118.26
2	118.26
3	118.26
4	118.26
5	118.26
6	118.26
7	118.26
8	118.26
9	118.26
10	118.26
11	118.26
12	118.26
13	118.26
14	118.26
15	118.26
16	118.26
17	118.26
18	118.26
19	118.26
20	118.26
21	118.26
22	118.26
23	118.26
24	118.26
25	118.26

Año	m^3 de agua
26	118.26
27	118.26
28	118.26
29	118.26
30	118.26
31	118.26
32	118.26
33	118.26
34	118.26
35	118.26
36	118.26
37	118.26
38	118.26
39	118.26
40	118.26
41	118.26
42	118.26
43	118.26
44	118.26
45	118.26
46	118.26
47	118.26
48	118.26
49	118.26
50	118.26

Tasa social de descuento	12%
Valor Actual de Costos	$ 6,265.65
Valor neto presente del m3 de agua	$ 982.00
Costo del m3 de agua producido	$ 6.38

Flujo de Costos del Sistema U-2		
Año	Inversión inicial	Costos de Operación
0	$ 6,627.07	121
1		121
2		121
3		121
4		121
5		121
6		121
7		121
8		121
9		121
10		121
11		121
12		121
13		121
14		121
15		1189.02
16		121
17		121
18		121
19		121
20		121
21		121
22		121
23		121
24		121
25		121

Año	Inversión inicial	Costos de Operación
26		121
27		121
28		121
29		121
30		1189.02
31		121
32		121
33		121
34		121
35		121
36		121
37		121
38		121
39		121
40		121
41		121
42		121
43		121
44		121
45		1189.02
46		121
47		121
48		121
49		121
50		441.406

Producción de agua	
Año	m^3 de agua
1	131.40
2	131.40
3	131.40
4	131.40
5	131.40
6	131.40
7	131.40
8	131.40
9	131.40
10	131.40
11	131.40
12	131.40
13	131.40
14	131.40
15	131.40
16	131.40
17	131.40
18	131.40
19	131.40
20	131.40
21	131.40
22	131.40
23	131.40
24	131.40
25	131.40

Año	m^3 de agua
26	131.40
27	131.40
28	131.40
29	131.40
30	131.40
31	131.40
32	131.40
33	131.40
34	131.40
35	131.40
36	131.40
37	131.40
38	131.40
39	131.40
40	131.40
41	131.40
42	131.40
43	131.40
44	131.40
45	131.40
46	131.40
47	131.40
48	131.40
49	131.40
50	131.40

Tasa social de descuento	12%
Valor Actual de Costos	$ 7,870.31
Valor neto presente del m3 de agua	$ 1,091.00
Costo del m3 de agua producido	$ 7.21

Flujo de Costos del Sistema U-3		
Año	Inversión inicial	Costos de Operación
0	$ 7,339.17	121
1		121
2		121
3		121
4		121
5		121
6		121
7		121
8		121
9		121
10		121
11		121
12		121
13		121
14		121
15		1189.02
16		121
17		121
18		121
19		121
20		121
21		121
22		121
23		121
24		121
25		121

Año	Inversión inicial	Costos de Operación
26		121
27		121
28		121
29		121
30		1189.02
31		121
32		121
33		121
34		121
35		121
36		121
37		121
38		121
39		121
40		121
41		121
42		121
43		121
44		121
45		1189.02
46		121
47		121
48		121
49		121
50		441.406

Producción de agua	
Año	m^3 de agua
1	132.86
2	132.86
3	132.86
4	132.86
5	132.86
6	132.86
7	132.86
8	132.86
9	132.86
10	132.86
11	132.86
12	132.86
13	132.86
14	132.86
15	132.86
16	132.86
17	132.86
18	132.86
19	132.86
20	132.86
21	132.86
22	132.86
23	132.86
24	132.86
25	132.86

Año	m^3 de agua
26	132.86
27	132.86
28	132.86
29	132.86
30	132.86
31	132.86
32	132.86
33	132.86
34	132.86
35	132.86
36	132.86
37	132.86
38	132.86
39	132.86
40	132.86
41	132.86
42	132.86
43	132.86
44	132.86
45	132.86
46	132.86
47	132.86
48	132.86
49	132.86
50	132.86

Tasa social de descuento	12%
Valor Actual de Costos	$ 8,582.41
Valor neto presente del m3 de agua	$ 1,103.00
Costo del m3 de agua producido	$ 7.78

Flujo de Costos del Sistema C-1		
Año	Inversión inicial	Costos de Operación
0	$ 2,676.14	90.5
1		90.5
2		90.5
3		90.5
4		90.5
5		90.5
6		90.5
7		90.5
8		90.5
9		90.5
10		90.5
11		90.5
12		90.5
13		90.5
14		90.5
15		529.53
16		90.5
17		90.5
18		90.5
19		90.5
20		90.5
21		90.5
22		90.5
23		90.5
24		90.5
25		90.5

Año	Inversión inicial	Costos de Operación
26		90.5
27		90.5
28		90.5
29		90.5
30		529.53
31		90.5
32		90.5
33		90.5
34		90.5
35		90.5
36		90.5
37		90.5
38		90.5
39		90.5
40		90.5
41		90.5
42		90.5
43		90.5
44		90.5
45		529.53
46		90.5
47		90.5
48		90.5
49		90.5
50		222.1

Producción de agua	
Año	m^3 de agua
1	125.56
2	125.56
3	125.56
4	125.56
5	125.56
6	125.56
7	125.56
8	125.56
9	125.56
10	125.56
11	125.56
12	125.56
13	125.56
14	125.56
15	125.56
16	125.56
17	125.56
18	125.56
19	125.56
20	125.56
21	125.56
22	125.56
23	125.56
24	125.56
25	125.56

Año	m^3 de agua
26	125.56
27	125.56
28	125.56
29	125.56
30	125.56
31	125.56
32	125.56
33	125.56
34	125.56
35	125.56
36	125.56
37	125.56
38	125.56
39	125.56
40	125.56
41	125.56
42	125.56
43	125.56
44	125.56
45	125.56
46	125.56
47	125.56
48	125.56
49	125.56
50	125.56

Tasa social de descuento	12%
Valor Actual de Costos	$ 3,525.69
Valor neto presente del m3 de agua	$ 1,043.00
Costo del m3 de agua producido	$ 3.38

Flujo de Costos del Sistema C-2		
Año	Inversión inicial	Costos de Operación
0	$ 3,818.79	90.5
1		90.5
2		90.5
3		90.5
4		90.5
5		90.5
6		90.5
7		90.5
8		90.5
9		90.5
10		90.5
11		90.5
12		90.5
13		90.5
14		90.5
15		529.53
16		90.5
17		90.5
18		90.5
19		90.5
20		90.5
21		90.5
22		90.5
23		90.5
24		90.5
25		90.5

Año	Inversión inicial	Costos de Operación
26		90.5
27		90.5
28		90.5
29		90.5
30		529.53
31		90.5
32		90.5
33		90.5
34		90.5
35		90.5
36		90.5
37		90.5
38		90.5
39		90.5
40		90.5
41		90.5
42		90.5
43		90.5
44		90.5
45		529.53
46		90.5
47		90.5
48		90.5
49		90.5
50		222.1

Producción de agua	
Año	m^3 de agua
1	138.70
2	138.70
3	138.70
4	138.70
5	138.70
6	138.70
7	138.70
8	138.70
9	138.70
10	138.70
11	138.70
12	138.70
13	138.70
14	138.70
15	138.70
16	138.70
17	138.70
18	138.70
19	138.70
20	138.70
21	138.70
22	138.70
23	138.70
24	138.70
25	138.70

Año	m^3 de agua
26	138.70
27	138.70
28	138.70
29	138.70
30	138.70
31	138.70
32	138.70
33	138.70
34	138.70
35	138.70
36	138.70
37	138.70
38	138.70
39	138.70
40	138.70
41	138.70
42	138.70
43	138.70
44	138.70
45	138.70
46	138.70
47	138.70
48	138.70
49	138.70
50	138.70

Tasa social de descuento	12%
Valor Actual de Costos	$ 4,668.34
Valor neto presente del m3 de agua	$ 1,152.00
Costo del m3 de agua producido	$ 4.05

Flujo de Costos del Sistema C-3		
Año	Inversión inicial	Costos de Operación
0	$ 4,921.19	$ 90.50
1		$ 90.50
2		$ 90.50
3		$ 90.50
4		$ 90.50
5		$ 90.50
6		$ 90.50
7		$ 90.50
8		$ 90.50
9		$ 90.50
10		$ 90.50
11		$ 90.50
12		$ 90.50
13		$ 90.50
14		$ 90.50
15		$ 529.53
16		$ 90.50
17		$ 90.50
18		$ 90.50
19		$ 90.50
20		$ 90.50
21		$ 90.50
22		$ 90.50
23		$ 90.50
24		$ 90.50
25		$ 90.50

Año	Inversión inicial	Costos de Operación
26		$ 90.50
27		$ 90.50
28		$ 90.50
29		$ 90.50
30		$ 529.53
31		$ 90.50
32		$ 90.50
33		$ 90.50
34		$ 90.50
35		$ 90.50
36		$ 90.50
37		$ 90.50
38		$ 90.50
39		$ 90.50
40		$ 90.50
41		$ 90.50
42		$ 90.50
43		$ 90.50
44		$ 90.50
45		$ 529.53
46		$ 90.50
47		$ 90.50
48		$ 90.50
49		$ 90.50
50		$ 222.10

Producción de agua	
Año	m^3 de agua
1	146.00
2	146.00
3	146.00
4	146.00
5	146.00
6	146.00
7	146.00
8	146.00
9	146.00
10	146.00
11	146.00
12	146.00
13	146.00
14	146.00
15	146.00
16	146.00
17	146.00
18	146.00
19	146.00
20	146.00
21	146.00
22	146.00
23	146.00
24	146.00
25	146.00

Año	m^3 de agua
26	146.00
27	146.00
28	146.00
29	146.00
30	146.00
31	146.00
32	146.00
33	146.00
34	146.00
35	146.00
36	146.00
37	146.00
38	146.00
39	146.00
40	146.00
41	146.00
42	146.00
43	146.00
44	146.00
45	146.00
46	146.00
47	146.00
48	146.00
49	146.00
50	146.00

Tasa social de descuento	12%
Valor Actual de Costos	$ 5,770.74
Valor neto presente del m3 de agua	$ 1,212.00
Costo del m3 de agua producido	$ 4.76