

PROPUESTA DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS LLUVIAS DEL BARRIO VIRGILIO VARGAS DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

18-6-2021



FERNEY JOSE VERTEL GUZMAN
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

**PROPUESTA DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS LLUVIAS
DEL BARRIO VIRGILIO VARGAS DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA,
DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA**

**ESTUDIANTE:
FERNEY JOSE VERTEL GUZMAN
CODIGO: 2233966**

**TUTORES:
ING. MIGUEL ANGEL GRANADO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA
CENTRO DE ANTECION UNIVERSITARIO MONTERIA, CORDOBA
18/06/2021**

RESUMEN

Teniendo en cuenta la cantidad de problemas que afectan a los habitantes del barrio Virgilio Vargas, ubicado en el municipio de Tierralta Córdoba, en lo relacionado al abastecimiento del agua potable, las afectaciones causadas por las aguas lluvias, en épocas de invierno, las cuales se quedan represadas en los patios de las casas y calles, generando así afectaciones notables a las viviendas del sector, de igual manera al medio ambiente, puesto que se constituyen en focos de infecciones y criaderos de zancudos y otros elementos que afectan la salud de los habitantes, se propone un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias como alternativa de ahorro del agua potable; ayudando además a solucionar los problemas de inundaciones de patios y calles en épocas de invierno y como una reserva para el consumo en temporadas de sequía, lo anterior teniendo en cuenta la existencia de los elementos básicos para la implementación del sistema de aprovechamiento de las aguas lluvias, como son: La existencia de altos niveles de pluviosidad en la región, así mismo, diversas área de recolección, puesto que cada techo de una casa se constituye en un área de aprovechamiento, por lo que apenas serían necesarios elementos básicos entre los que se destacan las canaletas que están adosadas a los techos, los tanques de almacenamiento, contruidos con un material inerte o como parte de las edificaciones, para posteriormente irrigarla hacia el interior de las viviendas, mediante un sistema de interconexión en tuberías PVC, generando así doble beneficio, puesto que se aprovechan las aguas lluvias y se disminuyen las afectaciones causadas por las mismas, las cuales generan daños a las calles, patios y viviendas del sector y se constituyen en focos de contaminación y criaderos de especies dañinas para la salud humana.

ABSTRACT

Taking into account the number of problems that affect the inhabitants of the Virgilio Vargas neighborhood, located in the municipality of Tierralta Córdoba, in relation to the supply of drinking water, the effects caused by rainwater, in winter, which is They are dammed in the courtyards of the houses and streets, thus generating notable effects on the houses of the sector, in the same way to the environment, since they constitute sources of infections and breeding sites for mosquitoes and other elements that affect the health of the inhabitants. , a system for capturing and using rainwater is proposed as an alternative to save drinking water; also helping to solve the problems of flooding of patios and streets in winter times and as a reserve for consumption in dry seasons, the above taking into account the existence of the basic elements for the implementation of the rainwater use system , such as: The existence of high levels of rainfall in the region, likewise, various collection areas, since each roof of a house constitutes an area of use, so that basic elements would hardly be necessary among which are The gutters that are attached to the roofs, the storage tanks, built with an inert material or as part of the buildings stand out, to later irrigate it into the homes, through an interconnection system in PVC pipes, thus generating double benefits , since rainwater is used and the effects caused by it are reduced, which generate damage. The streets, patios and houses of the sector become sources of contamination and breeding grounds for species that are harmful to human health.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	7
I. CONTEXTUALIZACION DE LA PROBLEMÁTICA.....	9
1.1 Descripción del problema.....	9
1.2 Formulación del problema	11
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Oobjetivos específicos.....	12
1.4 Justificación.....	12
1.5 Hipótesis.....	14
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	16
1.6.1 Alcances	16
1.6.2 Limitaciones	17
1.7 Metas	17
1.8 Beneficios del proyecto	17
II. MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1 BASES TEÓRICAS.....	19
2.1.1 Clima.....	19
2.1.2 Temperatura	20
2.1.3 Precipitación	21
2.1.4 Lluvia.....	22
2.1.5 Humedad	23
2.1.6 El papel de la lluvia en el ciclo del agua:	24
2.1.7 Tipos de lluvia	24
2.1.8 ¿El Agua De Lluvia Es Pura?.....	25
2.1.9 Composición del agua de lluvia.....	25
2.1.10 El papel de la humedad relativa del aire.....	26
2.1.11 Captación de agua lluvia	27
2.1.12 Importancia de recolectar agua lluvia.....	27
2.1.13 Sistema de captación de Agua lluvia.	27
2.2 Antecedentes investigativos.....	29
2.3 MARCO LEGAL.....	33

2.4	ANTECEDENTES HISTÓRICOS	35
2.4.1	Localización geográfica.....	36
2.4.2	Ubicación del Barrio.....	38
2.4.3	Vía de acceso	39
2.5	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL TERRITORIO.....	40
2.5.1	Relieve.....	40
2.5.2	Recursos Hídricos.....	40
2.5.3	Flora.....	40
2.5.4	Fauna.....	41
III.	METODOLOGÍA.....	43
3.1	ÁREA DEL PROYECTO	43
3.2	Descripción general del sistema.....	44
3.2.1	Captación del agua:	44
3.2.2	Conducción por canaletas.....	44
3.2.3	Conducción por gravedad.....	45
3.2.4	Almacenamiento	45
3.2.5	Electrobomba	45
3.2.6	Distribución del agua	45
3.2.7	Uso interno	45
3.2.8	Riegos.....	45
3.2.9	La zona de influencia.....	46
3.2.10	Las cinco etapas principales de la recuperación.....	47
3.3	Descripción del sistema de bombeo.....	48
3.4	Para qué sirve una bomba de agua de lluvia.....	49
3.4.1	Criterios para elegir una bomba para un recuperador de agua.	49
3.4.2	Características de una bomba	50
3.5	Tanque de almacenamiento.	51
3.5.1	Transporte al almacenamiento.....	51
3.5.2	Sistemas de conducción.....	51
IV.	RESULTADOS ESPERADO DEL PROYECTO.	52
4.1	Beneficios de la recolección de agua de lluvia.	53
4.2	Usos del agua de lluvia recolectada.	53

4.3	Diagnostico técnico y operativo del sistema a implementar	54
V.	PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	
	60	
5.1.	PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN	61
	CONCLUSIÓN	63
	BIBLIOGRAFÍA	65

TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1: Clima	20
Ilustración 2: Temperatura Máxima Y Mínima Promedio	20
Ilustración 3: Probabilidad de Precipitación.....	21
Ilustración 4: Precipitación De Lluvia Mensual Promedio.....	22
Ilustración 5: Niveles de Comodidad de la Humedad	23
Ilustración 6: Localización Geográfica de Tierralta	37
Ilustración 7: Mapa de Tierralta.....	38
Ilustración 8: Barrio Virgilio Vargas	39
Ilustración 9: Ubicación del Barrio Virgilio Vargas.....	39
Ilustración 10: Fauna y Flora	41
Ilustración 11: Relieve, hidrografía, zonas de riesgo, del Municipio de Tierralta 2011	42
Ilustración 12: Topografía del Barrio Virgilio Vargas	43
Ilustración 13 <i>Diagrama del sistema de captación</i>	46
Ilustración 14: Sistema de Captación	54
Ilustración 15: Sistema de Bombeo	55
Ilustración 16: Recolección de Aguas Lluvias	56
Ilustración 17: Sistema de Instalación de Canaletas	57
Ilustración 18: Detalles del Canal	58
Ilustración 19: Sistema de Bombeo	59

INTRODUCCIÓN

El municipio de Tierralta se encuentra ubicado en la parte sur- occidental del departamento de Córdoba; por el norte con una latitud de $8^{\circ} 10'$ y por el oeste con una longitud $76^{\circ} 04'$ del meridiano de Greenwich; presentando, además una altitud de 51 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie territorial de 5.079 km², siendo el municipio más extenso del departamento con un 20.3% del área total está constituido por 18 corregimientos y 234 veredas que conforman su parte rural, en la parte urbana lo constituyen 42 barrios, dentro de ellos se encuentra el barrio Virgilio Vargas, un asentamiento humano con un elevado número de necesidades básicas insatisfechas puesto que carece de algunos servicios públicos como gas natural, agua, alcantarillado, y con respecto a la energía eléctrica en este sector no está legalizada, cabe mencionar que los predios tampoco se encuentran legalizados, finalmente, es importante destacar que uno de los problemas con mayor urgencia para darle solución, corresponde a la mitigación del impacto generado por la ausencia de redes interconectadas al sistema de acueducto, la cuales puedan suplir las necesidades básicas de los habitantes del sector, por lo cual, la propuesta de factibilidad para la implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias del barrio Virgilio Vargas del municipio de Tierralta, departamento de Córdoba, fundamentando el trabajo en el desarrollo del diseño de una solución adecuada de acuerdo a los parámetros de costo beneficio, permite proponer un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias como alternativa de ahorro del agua potable; ayudando además a solucionar los problemas de inundaciones de patios y calles en épocas de invierno y como una reserva para el consumo en temporadas de sequía.

Por otra parte y teniendo en cuenta que el hombre en su afán de satisfacer sus necesidades básicas insatisfechas, que en el caso anotado tiene que ver con las limitaciones ocasionadas por la ausencia de un sistema de acueducto que le permita a los habitantes del sector contar con el preciado líquido de forma permanente, se propone el aprovechamiento de las aguas lluvias mediante un sistema que permite además darle solución a la problemática de las aguas lluvias, en temporadas invernales, las cuales afectan notablemente sus patios y viviendas contribuyendo a deteriorar notablemente el medio ambiente, de igual manera se

contribuye a mitigar el impacto generado por las temporadas de sequía, brindando una solución adecuada de acuerdo a los parámetros de construcción y generando además unos beneficios paralelos puesto que además de mitigar el problema de la escases de agua, contribuye al saneamiento básico de la población al evitar las inundaciones.

I. CONTEXTUALIZACION DE LA PROBLEMÁTICA.

1.1 Descripción del problema.

El recurso hídrico o como tal el agua en el mundo hace parte fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta, se estima que en el mundo existen unos 1400 millones de km³ de agua, de los cuales 35 millones (2,5 por ciento) son de agua dulce. La gran cantidad de agua dulce de las capas polares, glaciares y acuíferos profundos no es utilizable. El agua dulce que puede ser usada procede esencialmente de la escorrentía superficial del agua de lluvia, generada en el ciclo hidrológico (véase la figura adjunta). El agua se recicla continuamente por la evaporación causada por la energía solar. El ciclo hidrológico consume diariamente más energía que la utilizada en toda la historia de la humanidad.

El promedio anual de precipitación sobre la tierra alcanza 119000 km³, de los cuales alrededor de 74000 km³ se evaporan a la atmósfera. Los 45000 km³ restantes fluyen hacia lagos, embalses y cursos de agua o se infiltran en el suelo alimentando a los acuíferos. Este volumen de agua se denomina convencionalmente «recursos hídricos». No todos estos recursos son utilizables, porque parte del agua fluye hacia ríos remotos y parte durante inundaciones periódicas. Se estima que de 9 000 a 14 000 km³ son económicamente utilizables por el hombre, nada en comparación con la cantidad total de agua de la tierra. (Greenfacts, 2009).

Colombia, afortunadamente es un país muy rico en recursos naturales, cuenta con una amplia ramificación hídrica en todo su territorio; manifestada ella en grandes cuencas

hidrográficas que permiten su utilización para el consumo humano, para la navegación y para otros aspectos entre los que sobresalen la generación de energía eléctrica, sin embargo los colombianos y en sí, los seres humanos, en un afán desmedido de obtener riquezas a cualquier costo han implementado hábitos de vida perjudiciales para el ambiente puesto que contaminan los ecosistemas, generando que hoy día ya existan muchas fuentes hídricas de las cuales no se puede tomar agua para el consumo humano.

Tierralta, un municipio ubicado al sur del departamento de Córdoba, cuenta con un potencial enorme de recursos hídricos, en él se encuentran las cuencas de importantes ríos como el Verde, el Manso, Esmeralda y un sinnúmero de afluentes que potencializan el caudal del Sinú, en el cual se encuentra enclavada la hidroeléctrica de Urra; sin embargo, muy a pesar de contar con este enorme potencial, se observa con preocupación el hecho de contar con un deficiente sistema de acueducto, el cual suministra el preciado líquido a los habitantes del municipio de forma sectorizada, con una frecuencia de tres días a la semana y por el lapso de cinco a seis horas, además, teniendo en cuenta que el municipio durante la última década se ha venido expandiendo notoriamente debido a múltiples factores entre los que se cuenta una de las más grandes invasiones de Latinoamérica, y a un acelerado crecimiento urbanístico, es apenas lógico pensar que existen localidades al interior del municipio que aún no cuentan con redes interconectadas al sistema de acueducto municipal, las cuales dependen en gran medida de fuentes hídricas subterráneas que les permiten satisfacer las necesidades de consumo.

El barrio Virgilio Vargas ubicado en el municipio en mención, es uno de los asentamientos humano marginales, en donde sus habitantes aún viven en condiciones extremas con problemas de saneamiento básico, siendo uno de sus principales problemas la falta de agua potable y para el consumo en los quehaceres del hogar, puesto que por tratarse de un sector ubicado en la periferia del municipio, no cuenta con redes interconectadas al sistema de acueducto municipal, por esta razón toman el agua para el consumo de fuentes hídricas subterráneas, sin embargo, estas presentan el problema de la contaminación, puesto que tampoco se cuenta con redes de alcantarillado, razón por la cual se utiliza el tradicional método de pozas sépticas, las cuales son sinónimos de contaminación para las aguas de consumo, debido a que al realizarse el proceso de filtración de las aguas en las pozas sépticas,

estas tienen afectación directa a las utilizadas para el consumo humano, por otra parte, durante las temporadas invernales, las aguas lluvias se estancan en las calles y patios de los habitantes, generando inundaciones, lo anterior teniendo en cuenta que el nivel de la carretera que atraviesa el mencionado barrio está por encima de los patios y pisos de las casas, generando un estancamiento de estas aguas, las cuales se constituyen en fuentes de contaminación, conllevando además a la propagación de enfermedades siendo los más afectados la población infantil, mujeres embarazadas y adultos mayores quienes presentan brotes, enfermedades diarreicas y respiratorias, de igual manera, se presenta daños en las viviendas y en el suelo, dado que algunas de estas son construidas en material reciclado o materiales prefabricados, los cuales se deterioran considerablemente debido a la humedad; lo paradójico es que en épocas de verano, la sequía es bastante abrumadora, puesto que el caudal de la fuente hídrica de la cual se surten los habitantes, disminuye notablemente su caudal, hasta el extremo de que en el mejor de los casos a las personas les toca hacer cola para poder llevar el preciado líquido hasta sus hogares, y cuando es muy intenso el verano, como en el caso de los últimos años, ocasionado por el fenómeno de la niña, el acuífero se seca, conllevando a que los habitantes deben salir a comprar agua en “canecas” o en recipientes plásticos, con lo cual indiscutiblemente se desmejora su situación económica, puesto que deben destinar un presupuesto para poder acceder al líquido vital.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera la implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias en el barrio Virgilio Vargas del municipio de Tierralta, departamento de Córdoba permitirá disminuir las afectaciones que ocasionan las fuertes temporadas invernales en las estructuras y calles del sector, así como lo escaso del preciado líquido en temporadas de sequía?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Proponer un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias como alternativa de ahorro del agua potable; ayudando además a solucionar los problemas de inundaciones de patios y calles en épocas de invierno y como una reserva para el consumo en temporadas de sequía.

1.3.2 Oobjetivos específicos

- ✓ Realizar los estudios técnicos, ambientales y económicos necesarios para la implementación de la propuesta.
- ✓ Desarrollar un sistema de captación y aprovechamiento de aguas lluvias para usos no potables (sanitarios, riego de jardines, lavandería, aseo entre otros).
- ✓ Elaborar un sistema de red desde el techo de captación del agua, conectado al tanque de almacenamiento y conducida hasta el interior de los hogares beneficiados.

1.4 Justificación.

Teniendo en cuenta que el cuerpo humano está compuesto en un 60 por ciento de agua, el cerebro se compone en un 70 por ciento, la sangre en un 80 por ciento y los pulmones se componen en un 90 por ciento de agua, es lógico pensar que el agua es un elemento fundamental para el desarrollo del ser humano, lo cual permite establecer que ninguna de las actividades básicas humanas, como la alimentación, la salud, la educación, la higiene, el trabajo o la vivienda pueden ser satisfechas sin abastecimiento de agua potable de calidad y en cantidad suficiente, por ello, al hacer un análisis al desarrollo del mundo, se puede decir que muchas civilizaciones están unidas al cauce de ríos, lagos y otras fuentes hídricas que les permitían abastecerse del preciado líquido para el consumo, como medio para conseguir alimentos, desplazamientos, energía eléctrica y demás, en resumen, se puede afirmar que

los seres humanos le deben gran parte de su crecimiento y desarrollo al aprovechamiento del agua.

En Colombia hasta hace algunas décadas no existían problemas ambientales que condujeran a tener afectaciones en las comunidades, ello por la gran riqueza en recursos naturales renovables y no renovables con los que cuenta el país, sin embargo debido al deterioro constante de los ecosistemas, producto de una conciencia ambiental poco amigable con el medio ambiente, hoy día es común encontrar zonas en el territorio nacional donde el preciado líquido escasea, en condiciones tan aceleradas que muchas especies de flora y fauna han desaparecido, así mismo, existen zonas en las cuales es muy difícil el suministro de agua potable como lo son la alta guajira, algunas zonas de los llanos entre otras cuyas afectaciones han sido notorias debido a la escasez de agua. El departamento de Córdoba, y específicamente el municipio de Tierralta debido a su riqueza hídrica podrían ser la excepción a esta problemática, sin embargo, existen veredas, corregimientos y otros asentamientos humanos que no cuentan con la suerte de tener una fuente hídrica cercana que les permita satisfacer sus necesidades básicas con respecto al líquido vital, por ello deben ingeniárselas para garantizar el acceso al agua; de igual manera, debido al crecimiento urbanístico acelerado y al deficiente sistema de acueducto, el cual requiere de una inversión millonaria que le permita mejorar su sistema de captación, expandir sus redes modernizar sus maquinarias e implementos para poder cubrir la totalidad de los barrios del municipio, seguirán existiendo localidades al interior del casco urbano, en donde el suministro del agua potable será un problema con mucha afectación para los habitantes, es el caso del barrio Virgilio Vargas, un asentamiento urbano marginal, que no cuenta con el servicio de acueducto que ofrecen las empresas públicas municipales, así mismo, por encontrarse en un sitio distante de fuentes hídricas que les permitan su abastecimiento, han venido presentando graves problemas para acceder al líquido preciado, lo paradójico es que mientras en épocas de verano, sufren las inclemencias de una sequía bastante fuerte, en invierno es todo lo contrario, sus calles y viviendas se ven afectadas por la gran precipitación existente.

Los aspectos enunciados anteriormente, son la base para afirmar que los sistemas de captación y almacenamiento de aguas lluvias podrían llegar a convertirse en parte fundamental para subsanar las necesidades del preciado líquido en poblaciones donde los

servicios de acueducto son deficientes, o en donde las fuentes hídricas son escasas, además, teniendo en cuenta que en el Municipio de Tierralta Córdoba, las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1 675 y 3 500 mm, en donde la mayor parte del año caen lluvias, (generalmente el 80% de ellas en los meses de abril hasta noviembre) y en donde los meses secos son diciembre, enero, febrero y marzo, es apenas lógico pensar que mediante una buena planeación y una adecuada estrategia de captación y almacenamiento, se podrían disminuir las afectaciones ocasionadas por la falta del agua; así mismo, la implementación de este sistema ayudaría a mitigar impactos ambientales ocasionados por los extremos veranos que ocasionan la sequía de las fuentes hídricas subterráneas de las cuales hacen uso los pobladores y que acaban con jardines, huertas y pastizales aledaños al barrio, o por las fuertes épocas invernales las cuales desembocan en inundaciones de patios y calles del sector, de igual manera disminuye los efectos económicos que se desprenden de la problemática en mención

Se constituye entonces el proyecto en una herramienta fundamental para darle solución a la problemática expuesta, puesto que en él se detallan una serie de acciones concretas, en relación a aspectos técnicos, ambientales y económicos que se deben tener en cuenta para la implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias en el barrio Virgilio Vargas del municipio de Tierralta, el cual permitirá la captación de las aguas desde los techos de los hogares, conduciéndolas hasta unos tanques de almacenamiento para su posterior aprovechamiento en las residencias beneficiadas mediante un sistema de redes interconectadas que la conduzcan hasta las diferentes dependencias de cada casa.

1.5 Hipótesis

Según el Reglamento Técnico del sector de Agua y saneamiento básico RAS (título B), el consumo de agua promedio por persona en sus actividades cotidianas, es de 150 litros diarios entre lo que se destina al inodoro, el lavado, la limpieza general o el riego; sin embargo, en regiones donde hay escases de agua esto es un problema, puesto que las personas deben reducir a su mínima expresión la cantidad del líquido usado, constituyéndose esto en un factor que disminuye la calidad de vida de los habitantes, por otra parte, en la actualidad

existen personas con la errónea creencia que el agua es un recurso renovable, y por ello no tienen ninguna contemplación al momento de hacer uso de este recurso, desperdiciando en ocasiones grandes cantidades en actividades que se pueden hacer utilizando otras estrategias, además, este es un concepto bastante errado puesto que no se tiene en cuenta que el ritmo de contaminación de las fuentes hídricas es mucho mayor al tiempo de renovación de los cuerpos de agua

Ante el problema de la escases de agua, en algunas regiones, del mundo se ha empezado a ver el agua lluvia como un recurso valido que ayuda a disminuir la problemática, puesto que ellas representan un recurso del cual se puede disponer sin una gran infraestructura o recorrer distancias para su transporte. En Colombia, las aguas lluvias actualmente son subutilizadas debido a que no se encuentran comprendidas como un recurso; pero en cambio, sí representan un problema para su evacuación, debido a que el drenaje urbano tradicionalmente ha sido concebido para agrupar ligeramente el agua lluvia y conducirla fuera de las zonas urbanas; los cauces urbanos han sido canalizados y el alcantarillado diseñado para recolectar toda el agua producto de la escorrentía superficial, originando en los sistemas hídricos la pérdida de la riqueza natural y su capacidad de respuesta ante las crecientes presentadas. Así mismo, por el aumento de las superficies impermeables en las ciudades, los sistemas de drenaje resultan ser incapaces para infiltrar los volúmenes de agua circulantes, generando con mayor frecuencia las inundaciones

En el contexto local, y específicamente en el barrio Virgilio Vargas se está mirando el agua lluvia como un recurso que permite solucionar necesidades básicas a partir del uso racional de ellas, en los sanitarios, el lavado, aseo entre otros usos, lo anterior teniendo en cuenta que la recuperación del agua de lluvia para su uso no requiere tratamientos que permitan su potabilización, por ello se ha venido implementando en viviendas unifamiliares.

Con la implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias se tendrá un modelo alternativo que permitirá darle solución al problema de la falta de agua, pero además, se constituye en una ayuda para la recuperación de las fuentes hídricas del sector, con lo cual se hace una contribución al cuidado y conservación del medio

ambiente, por otra parte, se tendrá un mayor control a las afectaciones causadas por las inundaciones en temporadas invernales y así mismo, se contaría con una reserva del preciado líquido para las épocas de verano, con lo cual se lanza una tabla salvadora a las hortalizas y jardines del sector.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1 Alcances

Se pretende la implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias en el barrio Virgilio Vargas, permitiendo con ello la recuperación de las fuentes hídricas del sector, puesto que ellas serían usadas únicamente para el consumo humano, puesto que en relación al uso para sanitarios, lavado, riego de hortalizas y demás se haría mediante el sistema implementado, para ello, el agua se tomaría directamente de los tejados de las casa mediante un sistema de canaletas plásticas, las cuales conducirán el agua hasta un depósito de almacenamiento y desde ahí, se distribuirán al interior de los hogares mediante redes interconectadas, las cuales contarán con el auxilio de una electro bomba, por otra parte, el sistema permitirá la disminución de las afectaciones en patios y casas, ocasionadas por las inundaciones generadas por las lluvias, evitando así el estancamiento en patios y calles del sector, contribuyendo además a que zancudos, moscas y otros elementos contaminantes sean minimizados.

De igual manera, la instalación del sistema de captación y aprovechamiento del agua lluvia se mira como una inversión sostenible que supone un valor agregado a todas las casas del sector.

Ventajas ecológicas de un colector de agua de lluvia.

- ✓ La recolección de agua de lluvia preserva en parte las reservas de agua dulce y las aguas subterráneas que no son inagotables.
- ✓ En caso de restricción de riego o llenado de las fuentes hídricas durante los períodos de verano, la recuperación de agua de lluvia le permite tener una solución alternativa ecológica y gratuita

- ✓ Recoger agua de lluvia también significa limitar el riesgo de saturación de las estaciones de depuración y saneamiento

1.6.2 Limitaciones

En este como en todo proyecto se requiere de una inversión económica que permita la adquisición de materiales, elementos, enseres y mano de obra para su ejecución, por ello, y entendiendo que el sector en donde se implementa es habitado por personas de escasos recursos económicos, que puedan asumir los costos, se hace necesario entonces que la propuesta de factibilidad sea presentada al ente territorial denominado municipio de Tierralta, por ello, luego de su culminación, esta propuesta será entregada al presidente del concejo municipal, en procura de que ella sea incluida en el plan de inversión vigencia 2022, además, mediante aprovechando algunos contactos políticos en el departamento, también será entregada a un diputado nativo del municipio y que tiene intereses políticos en el sector, finalmente, la propuesta se socializara a los habitantes del barrio, buscando que quienes tengan el recurso y deseen asumir el proyecto puedan implementarlo en sus propiedades.

1.7 Metas

- ✓ Realizar las gestiones necesarias para la obtención de los recursos para la compra de los materiales a utilizarse en el sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias.
- ✓ Realizar los estudios técnicos, ambientales y económicos necesarios para implementar el sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias.
- ✓ Identificar las condiciones necesarias para la captación y aprovechamiento mediante la implementación de un sistema de utilización de las aguas lluvias.
- ✓ Implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias en el barrio Virgilio Vargas.

1.8 Beneficios del proyecto

Con la implementación de un sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias amortiguara y subyugara un riesgo inminente para diversas familias que habitan los

sectores de más bajo nivel, puesto que este se constituye en una reserva permanente de agua que les garantiza la satisfacción de necesidades básicas como el aseo, uso en inodoros, lavado de ropa entre otros usos, lo cual se constituye en un beneficio para un innumerable número de familias del barrio Virgilio Vargas ubicado en el municipio de Tierralta Córdoba, contribuyendo además a mitigar las afectaciones en el medio ambiente; por otra parte, con la implementación del sistema de captación disminuyen las afectaciones a la salud de niños, ancianos y mujeres embarazadas, en las cuales eran frecuentes los problemas dermatológicos, enfermedades gastrointestinales, paludismo, dengue entre otros causadas por la presencia de zancudos en las aguas represadas, así mismo, mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico por cuanto facilitaría un escurrimiento de los patios y calles.

La captación de agua de lluvia ofrece una serie de ventajas, entre las que se destacan:

- ✓ **Conservación de los recursos hídricos:** Los recursos hídricos están cada vez más amenazados, sin embargo, son esenciales para la vida en la Tierra, por lo tanto, es fundamental adoptar nuevas soluciones de uso del agua para reducir el consumo de agua potable y así preservar el recurso.
- ✓ **Enfoque y concienciación eco-ciudadanos:** La ciudadanía también se ejerce desde un punto de vista ecológico. Se requiere que las empresas, las comunidades y los individuos inviertan en la protección de los recursos vitales de la Tierra a través de acciones eco-ciudadanas, como la recolección de agua de lluvia.
- ✓ **Alternativa a las restricciones de uso del agua durante el verano:** Durante el verano, la mayoría de los barrios del municipio de Tierralta están sujetos a prohibiciones de uso excesivo de agua preservar este recurso hídrico. El agua de lluvia recogida durante las precipitaciones ayuda a mantener el derecho de uso y la autonomía en tiempos de sequía.
- ✓ **Contribuciones a la desaceleración de los fenómenos de inundaciones:** Las precipitaciones cada vez más intensas y repentinas son la causa de importantes inundaciones. Un sistema de captación de agua de lluvia ayuda a reducir la esorrentía, que es la causa de este fenómeno natural.

II. MARCO DE REFERENCIA

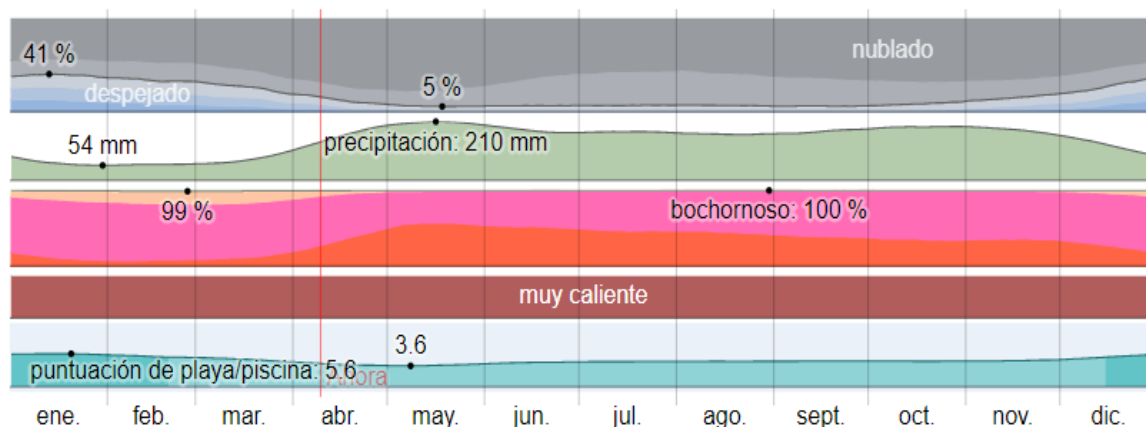
2.1 BASES TEÓRICAS

2.1.1 Clima.

El clima de la zona es indispensable debido a que se generan los diferentes cambios de temperatura o las estaciones climatológicas que son las que muestran los cambios de comportamiento del clima en la zona y en el municipio de Tierralta el clima está clasificado como tropical, La lluvia es significativa la mayoría de los meses del año, ello se puede evidenciar en la zona de implementación del proyecto en las inundaciones que se presentan en las calles y patios del barrio; por otro lado, la estación seca es relativamente corta, aunque con la aparición de fenómenos climáticos como el “niño” y la “niña” las temporadas lluviosas o de sequía se vienen alargando, generando épocas de lluvia con mucha intensidad o viceversa, la temperatura media anual en Tierralta se encuentra a 27.0 °C. La precipitación es de 1759 mm al año. (LOBO, 2019).

En Tierralta, los veranos son cortos y muy caliente; los inviernos son largos, caliente y mojados y está opresivo y nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 37 °C. (Weather Spark, 2019).

Ilustración 1: Clima



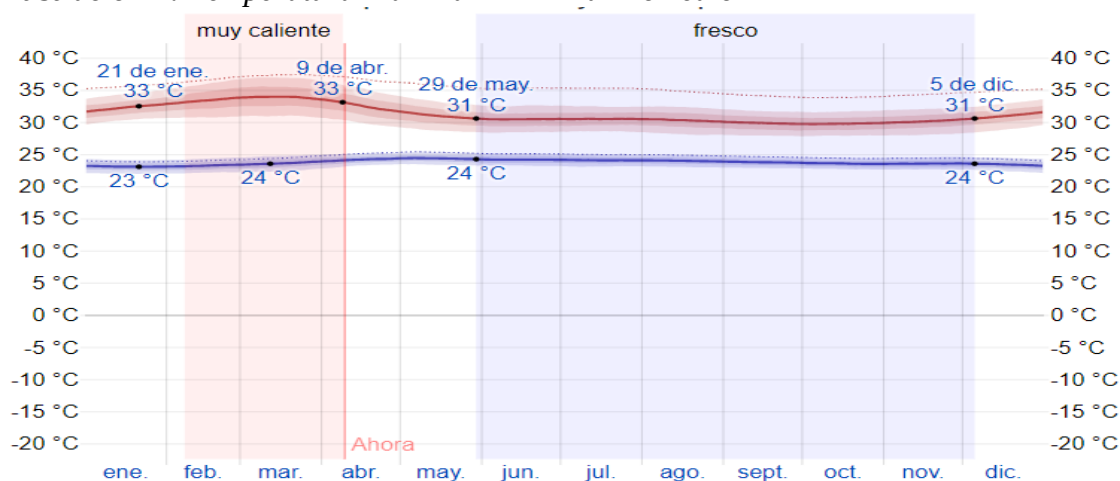
Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

2.1.2 Temperatura

La temporada calurosa dura 2,0 meses, del 7 de febrero al 9 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 33 °C. El día más caluroso del año es el 12 de marzo, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y una temperatura mínima promedio de 24 °C.

La temporada fresca dura 6,2 meses, del 29 de mayo al 5 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 31 °C. El día más frío del año es el 21 de enero, con una temperatura mínima promedio de 23 °C y máxima promedio de 33 °C. (Weather Spark, 2019).

Ilustración 2: Temperatura Máxima Y Mínima Promedio



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

2.1.3 Precipitación

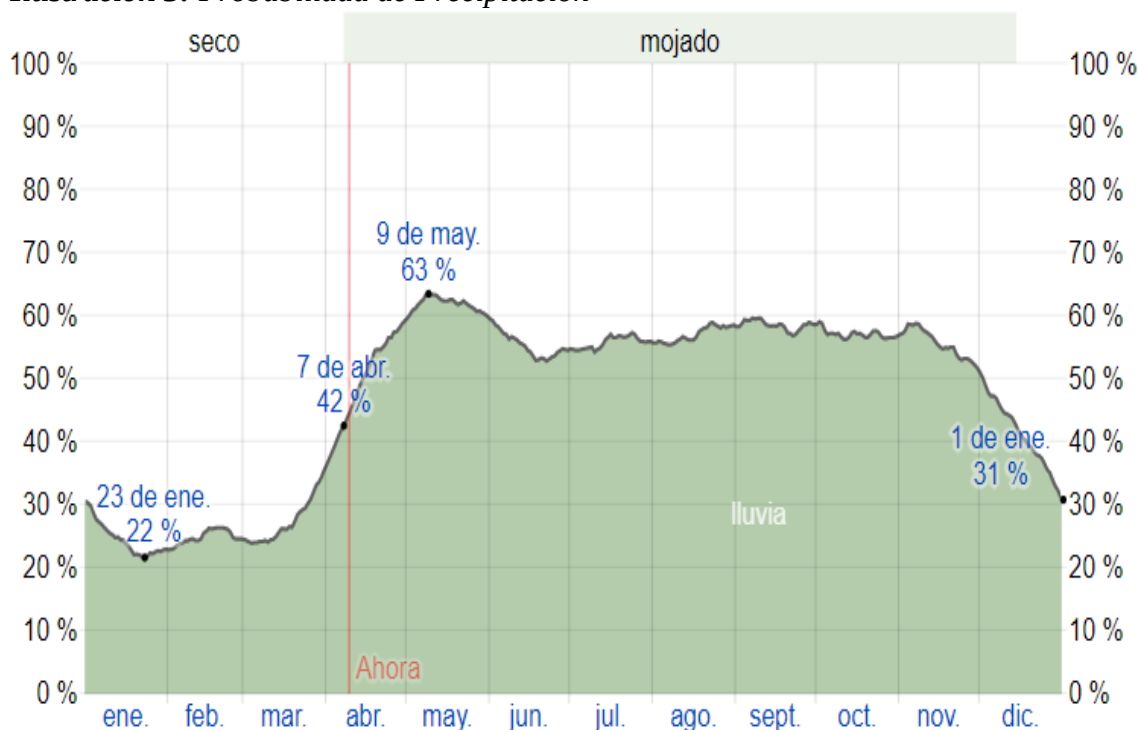
Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Tierralta varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 8,2 meses, de 7 de abril a 14 de diciembre, con una probabilidad de más del 42 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 63 % el 9 de mayo.

La temporada más seca dura 3,8 meses, del 14 de diciembre al 7 de abril. La probabilidad mínima de un día mojado es del 22 % el 23 de enero.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 63 % el 9 de mayo. (Weather Spark, 2019).

Ilustración 3: Probabilidad de Precipitación



El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

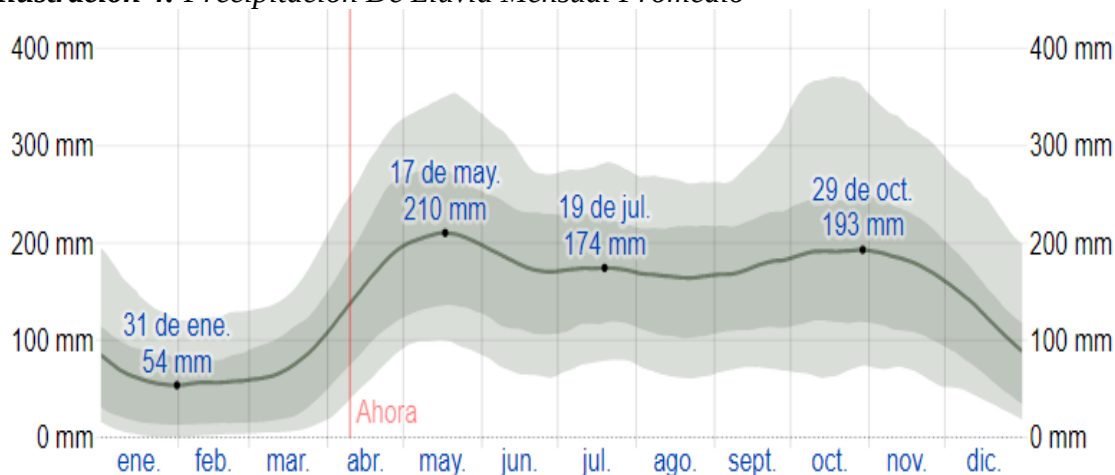
2.1.4 Lluvia.

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Tierralta tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

Llueve durante el año en Tierralta. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 17 de mayo, con una acumulación total promedio de 210 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 31 de enero, con una acumulación total promedio de 54 milímetros. (Weather Spark, 2019).

Ilustración 4: Precipitación De Lluvia Mensual Promedio



La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

La lluvia es un fenómeno natural, aparece como gotas de agua de las nubes que caen al suelo. Es una de las formas más comunes de precipitación en la Tierra. Hay dos tipos de precipitación:

- ✓ **Precipitación estratiforme:** cubre una gran superficie, dura mucho tiempo, pero es de baja intensidad. Ocurren en áreas de baja presión y depresiones y están asociadas con nubes de tipo “estratos”. Ejemplos: llovizna, lluvia ligera.
- ✓ **Precipitación convectiva:** cubre áreas pequeñas, no dura mucho, pero es muy intensa. Están muy localizados y producidos por la inestabilidad convectiva del aire. Esta

precipitación está asociada con nubes de tipo “cúmulo”. Ejemplos: tormentas, chubascos, ciclones.

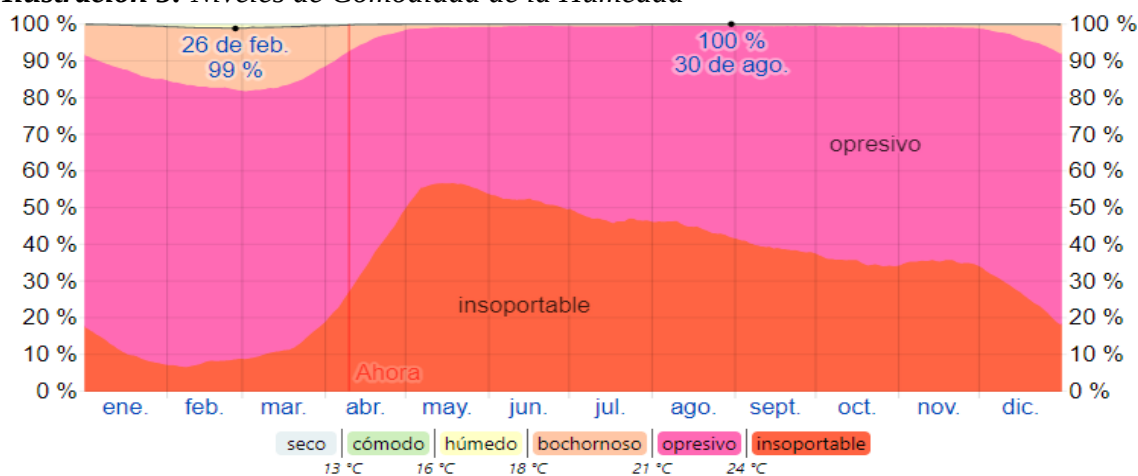
La precipitación puede ser líquida (lluvia, llovizna, lluvia helada, llovizna helada) o sólida (nieve, granos de nieve, gránulos de nieve, aguanieve, granizo, gránulos de hielo, cristales de hielo). La precipitación contribuye a la fertilidad y habitabilidad de las zonas templadas o tropicales; en las zonas polares, ayudan a mantener los casquetes polares.

2.1.5 Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Tierralta, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 1 % del 99 %. (Weather Spark, 2019).

Ilustración 5: Niveles de Comodidad de la Humedad



El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

2.1.6 El papel de la lluvia en el ciclo del agua:

El agua presente en la Tierra está en constante circulación, opera en un circuito cerrado que ha sido el mismo durante miles de millones de años. El agua de los mares y lagos se evapora en la atmósfera gracias a los rayos del sol que calientan la superficie de la tierra (evapotranspiración), luego forma nubes que se moverán bajo el impulso de los vientos, por gravedad, las gotitas que forman las nubes se vuelven más pesadas y caen al suelo en forma de precipitación (lluvia, granizo, nieve). El 79% de la precipitación cae sobre los océanos, el 21% restante cae al suelo y luego llega a alimentar las capas freáticas, ya sea por infiltración o por escorrentía. Esta agua de lluvia se utiliza para recargar las capas freáticas subterráneas que alimentarán los cursos de agua, que a su vez desembocarán en el mar, por lo que el ciclo puede comenzar una y otra vez.

2.1.7 Tipos de lluvia

La lluvia proviene de la evaporación del agua que existe en la naturaleza (lagos, océanos, ríos, etc.). Este vapor de agua se mezcla con el aire, luego se eleva a la atmósfera y se enfría por expansión. El vapor de agua contenido en el aire se condensa alrededor de los núcleos de condensación (polvo, polen) y cuando el aire alcanza un nivel de sobresaturación, las gotas forman nubes. Estos pueden ser fríos o calientes.

2.1.7.1 Lluvia caliente y lluvia fría.

La lluvia caliente se forma cuando las gotas de lluvia se han formado completamente en una nube por encima de un punto de congelación. La lluvia fría resulta del derretimiento de los copos de nieve cuando el aire supera los 0 ° C en altitud; Pero en algunos casos, aparecen fenómenos de sobre-enfriamiento y las gotas se congelan a temperaturas muy bajas de alrededor de -20 ° C. Entonces puede ocurrir lluvia incluso cuando el aire está muy frío.

2.1.7.2 Lluvia de una nube caliente.

En una nube caliente, las gotas de agua se agrandan por la condensación del vapor de agua y se coagulan entre sí. El tamaño de las gotas es variable: varían en una décima de

milímetro y pueden alcanzar de 4 a 5 mm en lluvias tormentosas. Luego hablamos de lluvia poli-dispersa. También hay lluvias sin nubes: este es el caso de la serenidad en ambientes marítimos y tropicales.

2.1.7.3 Lluvia de una nube fría.

En una nube fría, las gotas pueden encontrarse con un núcleo congelado y convertirse en cristales de hielo que se agrandarán por la condensación y por la canalización de las gotas de agua súper-enfriadas que las rodean (este es el efecto Bergeron). A medida que caen al suelo, se hacen más grandes y aún se agrupan en copos más pequeños y cuando pasan por encima del punto de congelación los copos se derriten formando gotas que crecen de la misma manera que en una nube caliente. Dependiendo de las variaciones de temperatura durante la lluvia, puede tomar la forma de lluvia helada, granizo o aguanieve.

2.1.8 ¿El Agua De Lluvia Es Pura?

Como el rocío, la niebla, la escarcha o la condensación, el agua de lluvia es originalmente pura y ligeramente ácida, sin embargo, durante su formación y durante su caída, ella está cargada de diversos elementos minerales y contaminantes que la hacen menos pura, en ocasiones, incluso muy contaminada en el caso de la lluvia ácida. Las lluvias provenientes de áreas agrícolas o altamente industrializadas tienen más probabilidades de estar contaminadas por pesticidas, hidrocarburos, metales pesados, óxido de nitrógeno, dióxido de azufre, nitratos. En general, la actividad humana tiene un impacto considerable en las características del agua de lluvia, por otra parte, cuando el agua lluvia cae en zonas pobladas lava los techos y al hacerlo arrastra consigo bacterias y microorganismos patógenos que contaminan aún más el líquido que cae.

2.1.9 Composición del agua de lluvia.

El agua de lluvia se compone principalmente de sulfato, sodio, calcio, amonio y también contiene trazas de nitratos. La concentración de estos diferentes elementos varía según la geografía y las características ambientales del área en cuestión.

Tabla 1: *Análisis de agua de cisterna de agua de lluvia*

configuraciones	Antes del Tratamiento	Estándares máximos para agua potable
pH	7 a 8	6.5 hasta 9.2
rH2 (redox)	28 al 29	
Dureza total	± 15 ° F (es decir, ± 50 mg de carbonato de calcio - CaCO ₃)	19,4 ° F
Mineralización global	± 80 mg / L	1,500 mg / L
Calcio (CA²⁺)	21 mg / L	270 mg / L
Sodio (Na⁺)	1,6 mg / L	150 mg / L
Potasio (K⁺)	0,8 mg / L	12 mg / L
Sulfatos (SO₄²⁻)	9.5 mg / L	250 mg / L
Cloruros (Cl⁻)	9 mg / L	200 mg / L
Nitratos (NO₃⁻)	6 mg / L	Ausencia
Bacterias comunes	Gran número	Ausencia
Bacteria patogénica	A veces un pequeño número	

A menudo considerada una molestia, la lluvia es sin embargo necesaria para reponer nuestras reservas de agua dulce utilizadas para la mayoría de las actividades humanas que nos rodean: consumo doméstico (alimentario y no alimentario), agricultura, producción industrial, transporte, limpieza de ciudades, producción de energía

El agua de lluvia se puede utilizar para determinados usos y así aliviar los recursos hídricos: lavado industrial, riego de espacios verdes, usos domésticos no alimentarios y no corporales.

2.1.10 El papel de la humedad relativa del aire.

Para que se formen nubes y se produzcan precipitaciones, el aire debe alcanzar una humedad relativa superior al 100% (sobresaturación), de modo que las moléculas de agua puedan unirse en una porción de polvo de núcleo de condensación. Cuando las gotas han alcanzado un cierto diámetro, la humedad relativa desciende al 100%, formando así precipitación.

Durante el otoño, parte del agua de las gotas se evaporará en el aire, aumentando su nivel de humedad mientras que otra parte tocará el suelo, pero cuando el aire está muy seco, puede

sucedan que el agua de lluvia se evapore por completo antes de llegar al suelo, muy común en zonas áridas (desiertos cálidos) pero también en zonas de donde la lluvia viene de nubes de baja extensión vertical.

2.1.11 Captación de agua lluvia

La recuperación del agua de lluvia tiene muchos beneficios fuera y dentro de tu hogar, por ello cada vez más casas individuales implementan el hábito de recolectar agua lluvia utilizando dispositivos cada vez más ingeniosos para usarla incluso en las casas. El principio de un recolector de agua de lluvia es muy simple: usted recolecta la lluvia que usa para regar su jardín, su huerto o sus flores, para lavar su automóvil, pero también para suministrarle agua a su lavadora. El funcionamiento de este sistema que le permite recoger agua de forma gratuita es tan sencillo como su principio.

2.1.12 Importancia de recolectar agua lluvia.

El colector de agua de lluvia es una gran herramienta para ahorrar agua, se estima que ahorra el 40% de su factura de agua durante el año con un recuperador, la razón es muy sencilla, si el agua recogida se utiliza para regar su jardín, lavar coches, incluso es posible, dependiendo de las instalaciones, utilizar agua de lluvia para el circuito interior, por ejemplo, para los aseos que representan uno de los rubros más importantes del consumo de agua doméstica o la lavadora. Además del aspecto económico, el agua de lluvia utilizada como agua sanitaria tiene la ventaja práctica de contener mucha menos cal que el agua del grifo. Esto puede representar un ahorro significativo en la vida útil de las máquinas, en la compra de productos anti-cal y en el tiempo dedicado al esfuerzo de remoción de la cal.

2.1.13 Sistema de captación de Agua lluvia.

El colector de agua de lluvia es un equipo que encontramos cada vez más a menudo detrás de una casa, un edificio anexo o una sala industrial, puesto que parte de un procedimiento sencillo, de una idea llena de sentido común que puede derivar en múltiples

beneficios, además, es fácil de instalar, permitiendo importantes ahorros de agua a lo largo de un año en riego, por ejemplo. Instalado en tierra o en el suelo, filtra el agua para una recuperación saludable. Conectado a un suministro de agua natural como la canaleta, generalmente son varios cientos de litros de agua los que se pueden almacenar en un espacio relativamente pequeño de fácil acceso y uso.

Las ventajas

Hay varias razones excelentes para hacer el esfuerzo de recolectar agua de las precipitaciones:

- ✓ La lluvia es abundante y gratuita.
- ✓ La recuperación preserva los acuíferos (aguas subterráneas y otros depósitos de agua) y promueve la renovación del recurso.
- ✓ Limita el volumen de agua a tratar por las estaciones depuradoras.
- ✓ Limita los volúmenes de residuos sólidos de las plantas de tratamiento (lodos), cuya eliminación es problemática.
- ✓ La recolección de agua de lluvia reduce todos los costos relacionados con el tratamiento y distribución de agua potable.
- ✓ Ayuda a controlar el nivel de humedad en el suelo que rodea su casa.
- ✓ Proporciona una fuente de agua de reposición para regiones donde el sistema principal de agua no es confiable.
- ✓ En áreas urbanas, limita el riesgo de inundaciones y la presión sobre las alcantarillas pluviales.
- ✓ El agua de lluvia puede proporcionar agua de calidad superior para ciertas necesidades gracias a la ausencia de ciertos minerales, sales y contaminantes que se encuentran en las aguas superficiales y subterráneas: por lo tanto, es menos dura que el agua del suelo.
- ✓ Es una solución ideal en caso de que otra fuente de agua no esté disponible de manera confiable a un precio razonable.
- ✓ Algunas investigaciones sugieren un posible vínculo entre el cloro y el cáncer. El agua de lluvia es naturalmente no clorada.

Los inconvenientes.

- ✓ La instalación de un sistema relativamente complejo y costoso es inevitable si se quiere utilizar agua de lluvia para todas las tareas domésticas y sanitarias de la casa.
- ✓ Lamentablemente, con el agua de lluvia también recuperamos los contaminantes suspendidos en el aire.
- ✓ El sistema solo funciona por encima del punto de congelación. Por lo tanto, para evitar roturas por heladas, el tanque debe vaciarse en otoño, para residencias ubicadas en regiones del norte, a menos que esté ubicado dentro del edificio o enterrado bajo tierra.
- ✓ El costo de un sistema que sirva como una única fuente de agua para todas las necesidades de la familia sería prohibitivo.
- ✓ Algunos de los métodos de tratamiento del agua de lluvia consumen mucha energía.
- ✓ El agua de recogida podría estar contaminada por la lixiviación de los materiales del techo o por el moho y dar lugar a riesgos para la salud.
- ✓ Las reservas de agua estancada desprotegidas pueden convertirse en un lugar privilegiado de anidación de mosquitos, que son vectores de enfermedades que amenazan a humanos y animales.

2.2 Antecedentes investigativos.

El agua es un recurso natural indispensable para la vida de los seres vivos, ella acompañada al crecimiento y desarrollo de grandes civilizaciones en la humanidad, por ello no es errada la concepción que afirma que sin el preciado líquido no se podría hablar de civilizaciones que basaron su economía y sustento a partir del acompañamiento de grandes fuentes hídricas, las cuales le proveían de alimento a través de la pesca, como vías para el transporte, para la generación de energía y lo más importante, para el consumo humano y para el riego de sus plantaciones. Autores que trabajaron el tema objeto de la propuesta en el ámbito internacional plantean:

Jesús Hiram García Velázquez en su trabajo “Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un eco barrio de la ciudad de México” cuyo objetivo es Diseñar un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a nivel doméstico, para el Eco barrio de Santa Rosa Xochiac en la Delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México, considerando las características del sitio de interés y los resultados de este trabajo para su propuesta en beneficio de los habitantes interesados plantea:

Desde sus inicios el ser humano ha aprovechado el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo y vía de transporte por ello el valle de los ríos fue el lugar donde se establecieron las primeras civilizaciones. Allí desarrolló la agricultura y con ello la aplicación más natural de la lluvia. Estos primeros humanos no dependieron directamente del agua de lluvia para su supervivencia debido a la presencia permanente del agua superficial. Cuando las civilizaciones crecieron demográficamente, el agua y el alimento comenzó a ser más demandado, por lo que algunos tuvieron que migrar a zonas más áridas. Entonces comenzó el desarrollo de formas de captación de lluvia como alternativa para el riego de cultivos y el consumo de la población en general (García, 2012)

El trabajo citado guarda relación con el presente, teniendo en cuenta que en él se plantea que el agua está asociada al desarrollo de muchas civilizaciones, incluso desde la antigüedad, en este se referencia como muchas de estas civilizaciones se dieron a la orilla de grandes ríos, pero, además, también se expone la implementación de los sistemas de captación y almacenamiento de aguas lluvias como alternativa para suplir la escasez de agua potable.

En el plano nacional, Wilman Andrés Ortiz Forero y William David Velandia Bernal en su trabajo Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la universidad católica de Colombia a partir de un modelo físico de recolección de agua, cuyo objetivo es: Analizar a partir de la construcción de un modelo físico el agua lluvia captada en el edificio R sede el Claustro de la Universidad Católica de Colombia para recolección y distribución de agua lluvia plantean:

Estos sistemas de recolección de agua lluvia son muy poco usados en Colombia por falta de reglamentación, socialización, comercialización y por ser un país con gran abundancia de este recurso, pero con el transcurso de los días se ha visto un aumento en la demanda de este, por factores como la sequías y la contaminación de fuentes

superficiales, lo cual está generando altos costos para poder tener este recurso hídrico vital para la supervivencia del ser humano. Se considera conveniente la implementación del sistema de filtro de aguas lluvias con el fin de que se genere una reducción en el consumo del recurso hídrico que puede variar entre los porcentajes de 10% y el 40 %, considerando que el agua recolectada puede ser utilizada en la limpieza general de la vivienda, aparatos sanitarios como lavamanos, lavaplatos, sanitarios etc. (Ortiz, 2017)

Los autores mencionados consideran muy importante la implementación de los sistemas de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias, puesto que ellos disminuyen el porcentaje de consumo de agua potable extraída de las fuentes hídricas existentes, pero edemas, al igual que en el presente trabajo, el agua lluvia se considera indispensable para ser utilizada en limpieza general de la vivienda, en los sanitarios y en riegos a pequeñas plantaciones.

Por su parte, Jorge Luis Estupiñán Perdomo y Héctor Ovidio Zapata García en su trabajo “Requerimientos de Infraestructura para el Aprovechamiento Sostenible del Agua Lluvia en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá” plantean:

En el caso particular, la Pontificia Universidad Javeriana, debido a su ubicación en la zona de piedemonte de los cerros orientales de Bogotá, posee altos niveles de precipitación, los cuales han llegado a generar dificultades en el normal desarrollo de sus actividades por causa de inundaciones en algunas zonas del campus. Consciente de ello, el Departamento de Ingeniería Civil, inició una serie de procesos de investigación conducentes a concebir un equilibrio integral entre la construcción de infraestructura y el entorno natural, promulgando el aprovechamiento del agua lluvia como alternativa de suministro para diversos usos no potables en el campus institucional, mediante la utilización de sistemas de drenaje de bajo impacto, intentando generar un nuevo concepto de campus sostenible (Estupiñán, 2010)

Al igual que en el desarrollo del presente trabajo, los autores mencionados analizan la importancia del aprovechamiento de los grandes volúmenes de precipitación existentes en la zona, así como el bajo costo que amerita la implementación de sistemas de aprovechamiento de las aguas lluvias.

Juan Sebastián Montero Durán, en su trabajo “Estado del arte de los sistemas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa en el ahorro de agua potable

en viviendas” cuyo objetivo es: Constituir el estado del arte respecto a los sistemas de recolección, almacenamiento y uso de aguas lluvias, como alternativa para el ahorro de agua potable en viviendas

En Colombia existen zonas en las cuales es muy difícil el suministro de agua potable como lo son las zonas rurales o la región del Pacífico, estas poseen una grave deficiencia en el servicio de acueducto y alcantarillado, el agua potable suministrada aparte de poseer una alta demanda se ha reportado varias veces con problemas de salubridad, lo que ha ocasionado diversas enfermedades asociadas a estas condiciones de saneamiento e higiene; el saneamiento básico conlleva un gran aumento en la calidad de vida de las personas. Los sistemas de captación y almacenamiento de lluvias podrían llegar a convertirse en una parte fundamental para todo tipo de construcciones sostenibles, el agua siendo un recurso natural muy importante cada vez es más escaso, gracias a la instalación de estos sistemas se puede llegar a ahorrar una gran parte del consumo potable en un hogar. El agua almacenada puede ser reutilizada para distintos usos ya sean no potables como el uso de sanitarios, riego, jardinería, lavados o potables con su correcto proceso de desinfección. (Montero, 2016)

Este trabajo guarda estrecha relación con el trabajo citado, puesto que en él se analiza el aumento en las condiciones de vida de las familias que implementan el sistema, mediante un saneamiento básico mejorado, partiendo del aprovechamiento de las aguas lluvias en diversos usos al interior de los hogares.

Así mismo, Cristian David Hernández González en su trabajo “Propuesta de mejoramiento para la captación, almacenamiento y reutilización de agua lluvia en la Institución San José Obrero” cuyo objetivo es: Diseñar un sistema de captación, almacenamiento y reutilización de agua en la institución San José Obrero del municipio de Medellín.

En consecuencia todos los seres vivos necesitan de fuentes hídricas superficiales ya que estas son el eje para el desarrollo de los seres vivos, estas brindan abastecimiento para las diferentes actividades, en los distintos asentamientos o poblaciones, así mismo, en sectores con situaciones socioeconómicas complejas, el utilizar sistemas alternativos para el ahorro tanto en gasto como en el pago del agua puede convertirse en una alternativa para mitigar estos costos y mejorar así la calidad de vida de los seres vivos que se involucren. (Hernandez, 2017)

Lo anteriormente expuesto va de la mano con lo que se pretende en esta propuesta, puesto que relaciona el mejoramiento de las condiciones económicas de los beneficiarios, a partir de la implementación del sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias.

2.3 MARCO LEGAL.

A partir de la expedición del código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente (Decreto-Ley 2811 de 1974), el avance de la legislación ambiental ha sido notable. La creación del Ministerio del Medio Ambiente (Ley 99 de 1993) con el Sistema Nacional Ambiental (SINA), la reestructuración de las Corporaciones Ambientales (CAR), El Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS/2000) y todas aquellas acciones legales fundamentan, los requisitos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilicen en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias.

Tabla 2: Normatividad

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
LEY 9 DE 1979 CÓDIGO SANITARIO NACIONAL	ARTICULO 1o. Para la protección del Medio Ambiente la presente Ley establece: a) Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar u mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana; b) Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente ARTICULO 3o. Para el control sanitario de los usos del agua se tendrán en cuenta las siguientes opciones, sin que su enunciación indique orden de prioridad. a) Consumo humano; b) Doméstico; c) Preservación de la flora y fauna; d) Agrícola y pecuario; e) Recreativo; f) Industrial; g) Transporte. ARTICULO 4o. El Ministerio de Salud, establecerá cuales usos que produzcan o puedan producir contaminación de las aguas, requerirán su autorización previa a la concesión o permiso que otorgue la autoridad competente para el uso del recurso.

RESOLUCIÓN 1096 DE 2000 RAS 2000	Es reglamento de tipo técnico, con el cual se trazan las directrices para diseñar, construir y realizar procedimientos relacionados con el agua potable y el saneamiento básico y con la cual se debe regir cualquier ente prestador de este tipo de servicios.
LEY 142 de 1994	SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía [fija] pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural. ✓ Resolución. CRA 287 de 2004, Metodología tarifaria para regular el cálculo de los costos de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. ✓ Resolución. CRA 1795 de 2000, Para todos los sistemas de acueducto el nivel máximo de agua no contabilizada que se aceptará para el cálculo de los costos de la prestación del servicio de acueducto será del 30%.
DECRETO 879 de 1198	Este decreto es por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial es un conjunto de acciones político-administrativas y de planeación física concertadas y coherentes, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas para disponer de instrumentos eficaces de orientación del desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y de regulación de la utilización, ocupación y transformación de su espacio físico.
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA	✓ De la finalidad social del estado y de los servicios públicos domiciliarios: artículos 334, 365, 367, 368, 369 y 370. ✓ Conservación del medio ambiente: artículos 58, 63, 79, 80, 81, 82, 103, 244, 268, 277, 282, 300, 301, 333, 334, 339, 340, 360, 361. Régimen territorial: artículos 285, 286, 288, 300, 306, 318, 319, 320, 321
GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	✓ Ley 23 de 1973, “Facultades extraordinarias para la aprobación del Código Nacional De Los Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente”. ✓ Dec-Ley 2811 de 1974, “Código Nacional De Los Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente”. ✓ Decreto 1541 de 1978, Del dominio de las aguas, cauces y riberas; de la explotación y ocupación de playas cauces y lechos; de las obras hidráulicas. ✓ Decreto 1594 de 1984, “Usos del agua y residuos líquidos”. ✓ Decreto 3930 de 2010, “Por el cual se establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados” ✓ Decreto 919 de 1989, “Por el cual se organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres y se dictan otras disposiciones.” ✓ Ley 9 de 1979, “El Código Sanitario”. ✓ Ley 99 de 1993, “Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, se ordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.” y alguno de sus decretos reglamentarios son: ✓ Decreto 1729 de 2002, “por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 Código Nacional De Los Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente y se dictan otras disposiciones. ✓ Decreto 3100 de 2003 “Sobre tasas retributivas”.

	✓ Decreto 2820 de 2010, “Sobre Licencias ambientales” ✓ Resolución N° 541 de 1994, “Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”. ✓ Ley 373 de 1997 “por la cual se establece el programa para uso eficiente y ahorro del agua, invita a hacer esfuerzos ingentes para reducir las pérdidas de los sistemas de acueducto en el territorio nacional”. ✓ Resolución 1792 de 1990, “Por la cual se adoptan valores límites Permisibles para la exposición ocupacional al ruido” ✓ Decreto 1575 de 2008, “establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada.” ✓ Resolución 2115 de 2007, “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
--	---

Fuente: Congreso de la Republica de Colombia

2.4 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El barrio Virgilio Vargas fue fundado el 20 de julio de 1996 tiene una extensión de 5 hectáreas las cuales fueron donadas por un aspirante al senado llamado Virgilio Vargas el cual prometió a unos líderes políticos de la época comprar los terrenos y hacer las casas mediante un plan de vivienda del gobierno nacional pero como este señor no alcanzo a ser elegido les dejo los terrenos los cuales fueron trazados por lotes y repartidos por los lideres entre las familias que no tenían casa propia y decidieron llamar el barrio Virgilio Vargas en honor al nombre de la persona que dono las tierras.

El barrio Virgilio Vargas es uno de los tantos sitios donde han llegado familias desplazadas por factores como la violencia entre grupos al margen de la ley, por fenómenos naturales y por otras causas, convirtiéndose en uno de los barrios con mayor población en situación de desplazamiento y vulnerabilidad del municipio, las familias que han llegado desplazadas han sido acogidas por familiares y amigos ayudándolos a comenzar a reorganizar sus vidas en este lugar en condiciones mínimas para tener un nivel de vida digno, lejos de los conflictos que los atormentaban y los hizo salir abandonando sus tierras donde temen regresar por amenazas. Esta llegada de familias desplazadas ayudo a engrandecer el número de

habitantes que son afectados por la escasez de agua potable, por los represamientos de las aguas lluvias en temporadas invernales y por la intensa sequía en épocas de verano.

El barrio en mención, es un asentamiento humano en total abandono por todas las administraciones municipales y con un elevado número de necesidades básicas insatisfechas puesto que carece de algunos servicios públicos como gas natural, agua, alcantarillado, y con respecto a la energía eléctrica en este sector no está legalizada, cuenta con más 400 familias con un promedio de 1600 habitantes que sufren el problema en épocas de lluvias y se encuentran en peligro de enfermedades a causa de la proliferación de sancudos que causan incomodidad y contagios, por ello se puede afirmar que el principal problema de infraestructura presentado al interior del barrio Virgilio Vargas es la incapacidad para evacuar la cantidad de aguas lluvias que se producen durante el invierno y que convierten a las estrechas calles y patios del sector en inmensas lagunas que tienen una notoria dificultad para salir a cielo abierto y que se constituyen en focos infecciosos y de contaminación generando con ello un sinnúmero de problemas de salud en la población, puesto que los terrenos del barrio se encuentran a una altura menor que la carretera que atraviesa dicho sector, con lo cual solo queda, para su salida el drenaje hacia los potreros aledaños o en su efecto esperar que los rayos solares hagan su actuar evaporando dichas aguas, lo paradójico es que esas mismas aguas que generan inundaciones en épocas de lluvias, son muy deseadas en épocas de sequía porque algunos habitantes realizan el proceso de almacenamiento de ellas para su posterior uso en actividades domésticas y en regadíos de huertas y pequeñas plantaciones de cultivos de pan coger.

2.4.1 Localización geográfica.

El municipio de Tierralta se encuentra ubicado en la parte sur-occidental del departamento de Córdoba; por el norte con una latitud de 8° 10' 4" y por el oeste con una longitud 76° 03' 46" del meridiano de Greenwich; presentando, además una altitud de 51 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie territorial de 4.728 km², siendo el municipio más extenso del departamento con un 20.3% del área total. (Alcaldía de Tierralta, 2019, pág. 24)

Límites del Municipio

En el extremo norte del departamento limita con el Municipio de Montería (Capital del Departamento); al Noroccidente con el Municipio de Valencia; al Occidente con el Departamento de Antioquia; al Sur con el Departamento de Antioquia; por el Oriente con el Municipio de Montelíbano y por el Nororiente con el Municipio de Planeta Rica.

Extensión total 4.728 Km²

Extensión área urbana 7.38 Km²

Extensión área rural 4.720 Km²

Ilustración 6: Localización Geográfica de Tierralta



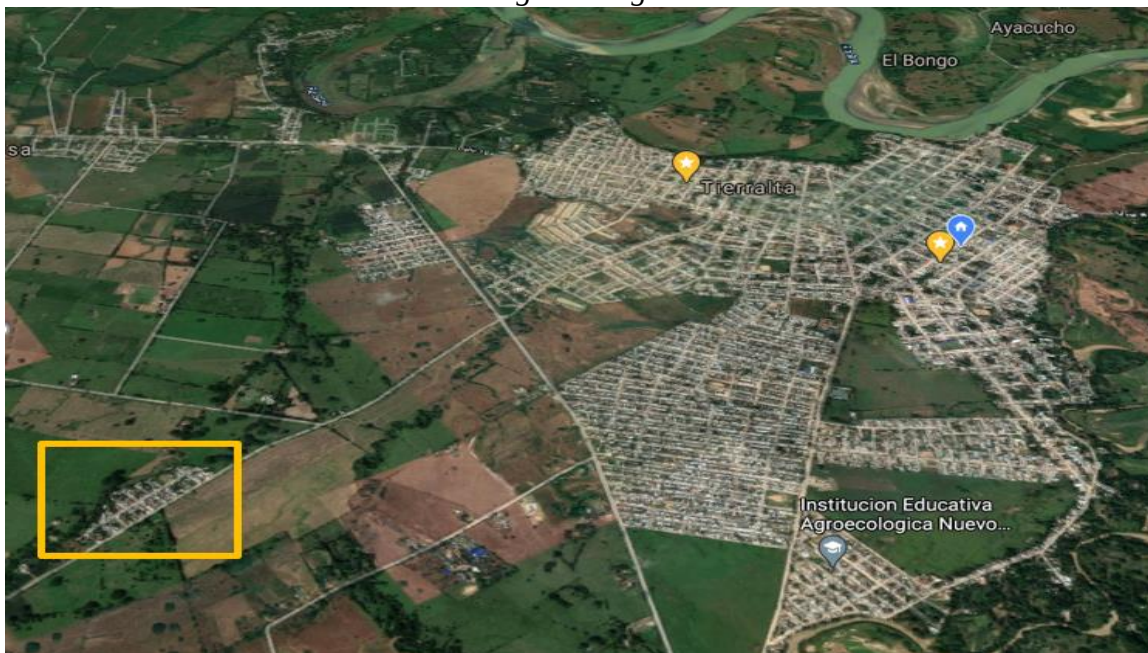
Fuente: Alcaldía de Tierralta

Ilustración 8: Barrio Virgilio Vargas



Fuente: <https://www.google.com/maps/>

Ilustración 9: Ubicación del Barrio Virgilio Vargas



Fuente: <https://www.google.com/maps/>

2.4.3 Vía de acceso

La vía de acceso al igual que las calles del barrio aún se encuentran en terreno natural afirmado, esta vía también comunica a las veredas de: Quebrada honda., Lorenzo arriba, Reasentamiento el rosario, San Rafael, entre otras veredas.

2.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL TERRITORIO.

2.5.1 Relieve.

Gran parte del área de las montañas y colinas que presenta el departamento de Córdoba se encuentran ubicadas en el Municipio de Tierralta. El relieve está conformado en su mayor extensión de la cordillera Occidental, que penetran en el Nudo del Paramillo (3.960 M.S.N.M.) y se divide en tres ramales: rama occidental o serranía de Abibe, que conforma la vertiente occidental de la cuenca del río Sinú; rama occidental el ramal central o Serranía de San Jerónimo, donde se encuentra la mayor área montañosa del departamento, y el ramal oriental la Serranía de Ayapel, (este último no hace parte del Municipio de Tierralta). (Alcaldía de Tierralta, 2019).

2.5.2 Recursos Hídricos.

Tierralta se encuentra ubicado dentro de la zona media-alta de la cuenca más importante del departamento de Córdoba: la cuenca del Río Sinú. El Sinú, cuenta además con otros afluentes importantes que bañan el territorio a lo largo y ancho de la geografía municipal entre los que sobresalen: La quebrada Cruz Grande, río Naín, quebrada Tucura, quebrada Urrá, quebrada de Tay, quebrada del Pirú, quebrada del Juí, y quebrada de Flórez. (Alcaldía de Tierralta, 2019).

2.5.3 Flora.

El Municipio de Tierralta cobija gran parte del Parque Nacional Natural de Paramillo. Según investigaciones realizadas por la Universidad de Córdoba, se reporta un total de 288 especies pertenecientes a 227 géneros y 97 familias. A nivel de fauna se referencia un total de 74 especies de mamíferos pertenecientes a 24 familias; 49 especies de reptiles que conforman 13 familias; 16 especies de anfibios agrupados en 5 familias y 305 especies de aves clasificadas en 54 familias.

La vegetación existente en el Municipio es muy variada, encontrándose bosques de galería, rastrojos, bosques naturales intervenidos, bosques secundarios, cultivos y pastos. Las

especies maderables extraídas son principalmente Abarco, Manzabalo, Cedro, Brasilete y Teca. (Alcaldia de Tierralta, 2019).

2.5.4 Fauna.

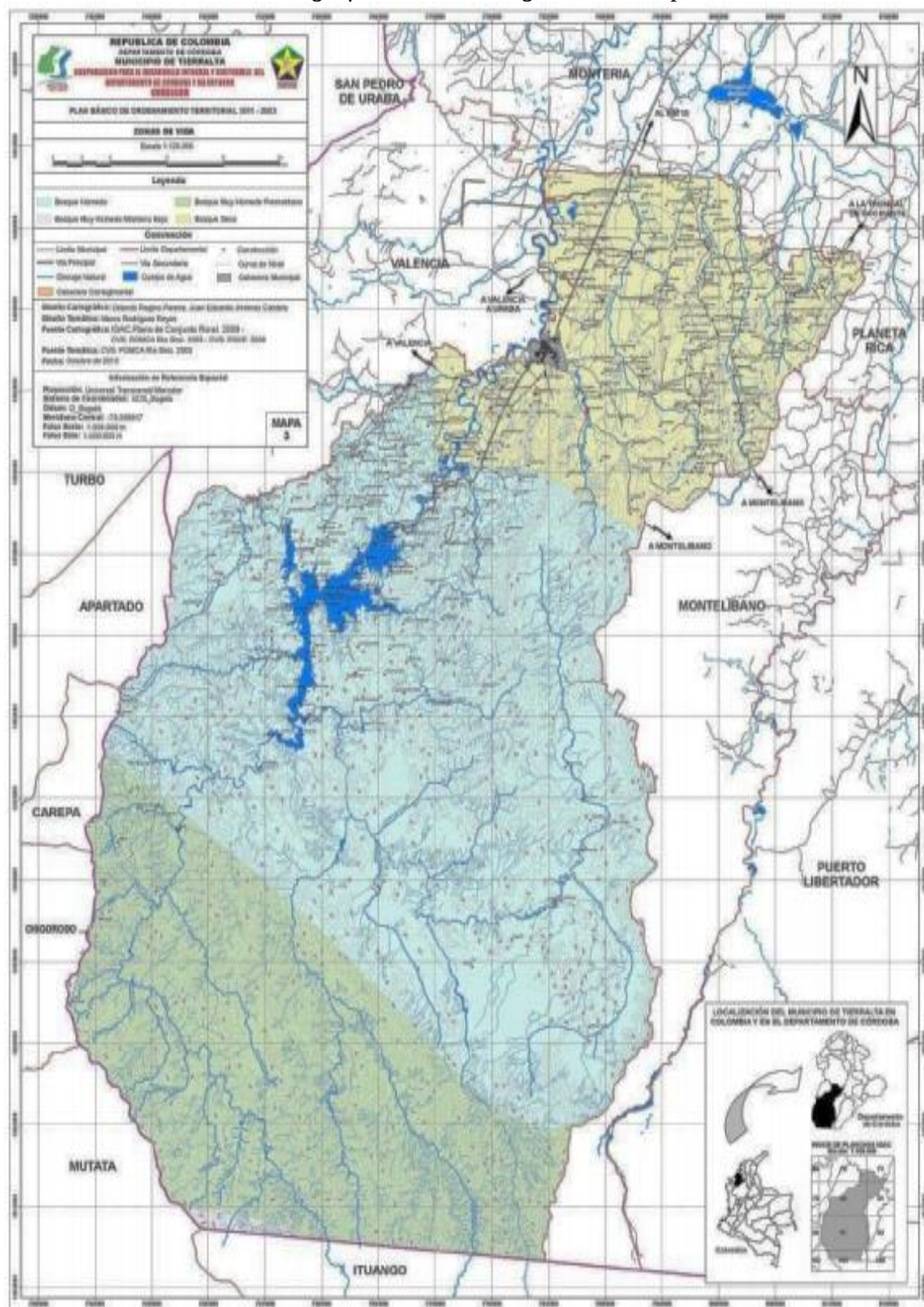
En Tierralta encontramos algunas especies como el Mico Negro, Machín, Venado, Gato Solo, Tigrillo, El Tejón, Guasa, Perico Liger o Perezoso, Guartinaja, Ñeque y Armadillo. Igualmente, las principales variedades de peces son: Boca chico, Bagre Blanquillo, Barbudo Negro, Mojarra Amarilla, Moncholo, Sábalo, Comilón Liceta, Mojarra Negra, Pacora, Cacucho y Doncella. Con respecto a la fauna avícola, encontramos: Guacamayo azul, Guacamayo rojo, Colibrí de Paramillo, Pisingo, Martin Pescador, Pájaro Hormiguero, Chavarri, Cocli, Garza Real, Pava, Loro, Colibrí, Gavilán, Paloma Guarumera, Garza Ceniza, Frutero, Toche, Azulejo, Carpintero, Tanga, entre otros. (Alcaldia de Tierralta, 2019).

Ilustración 10: Fauna y Flora



Fuente: Alcaldía de Tierralta

Ilustración 11: Relieve, hidrografía, zonas de riesgo, del Municipio de Tierralta 2011



Fuente: Alcaldía de Tierralta

El proyecto se desarrolla en el barrio Virgilio Vargas, el cual es un asentamiento humano de aproximadamente 20 manzanas incluyendo una para un parque público, está ubicado al lado derecho de la carretera que conduce hacia las veredas Lorenzo, quebrada honda, el reasentamiento el rosario entre otras, tiene una extensión de aproximadamente 50.000 mil metros cuadrados, los cuales como se pueden apreciar en la gráfica anterior están divididas en manzanas de forma irregular, y con la limitación que el tramo carretable que lo atraviesa se encuentra a una mayor altura que los terrenos del barrio, por lo cual, las aguas de escorrentía tienden a inundar los patios y viviendas del sector, es por ello que la propuesta pretende el aprovechamiento del recurso en que se constituyen las aguas lluvias y mediante el sistema de captación, aprovecharlo para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad y con un beneficio paralelo es cuál es la mitigación de las inundaciones en temporadas invernales, evitando así la proliferación de zancudos y otras especies que se reproducen rápidamente en las lagunas en que se constituyen las aguas estancadas.

3.2 Descripción general del sistema.

Un sistema de captación de agua de lluvia de última generación destinado a proporcionar agua potable incluye seis componentes principales: una superficie de recolección, un sistema de prelavado, un conducto de almacenamiento, una cisterna, un sistema de distribución y un sistema de tratamiento de agua. Un sistema menos ambicioso utilizará los mismos componentes funcionales, pero en una versión más simple y sobre todo menos costosa, el mencionado sistema se describe así:

3.2.1 Captación del agua:

El agua lluvia que se desea captar proviene de las nubes, esta cae en los tejados de las casas del sector, las cuales en su mayoría tienen una cubierta de zinc y se constituyen en un área amplia para el objetivo deseado, la misma que debido a los procesos de construcción tiene cierto grado de inclinación para facilitar la escorrentía de la misma.

3.2.2 Conducción por canaletas.

El agua que escurre por los techos llega a unas canaletas, las cuales están adosadas mediante tornillos a los aleros de la casa.

3.2.3 Conducción por gravedad.

Las canaletas adosadas a los aleros de la casa están conectadas a tubos de 4 pulgadas, las cuales llevan el agua desde los tejados hasta el tanque de almacenamiento, el cual es un recipiente con una capacidad de 5000 o mas litros.

3.2.4 Almacenamiento

El agua recolectada se almacena en un tanque plástico de 5000 o mas litros, el cual estará instalado en un lugar cercano, en el patio de la casa.

3.2.5 Electrobomba

Para el suministro del agua desde el tanque de almacenamiento hasta el interior de los hogares el proceso requiere de la ayuda de un motor, para ello se emplea una electo bomba con una capacidad de $\frac{1}{2}$ o 1 HP

3.2.6 Distribución del agua

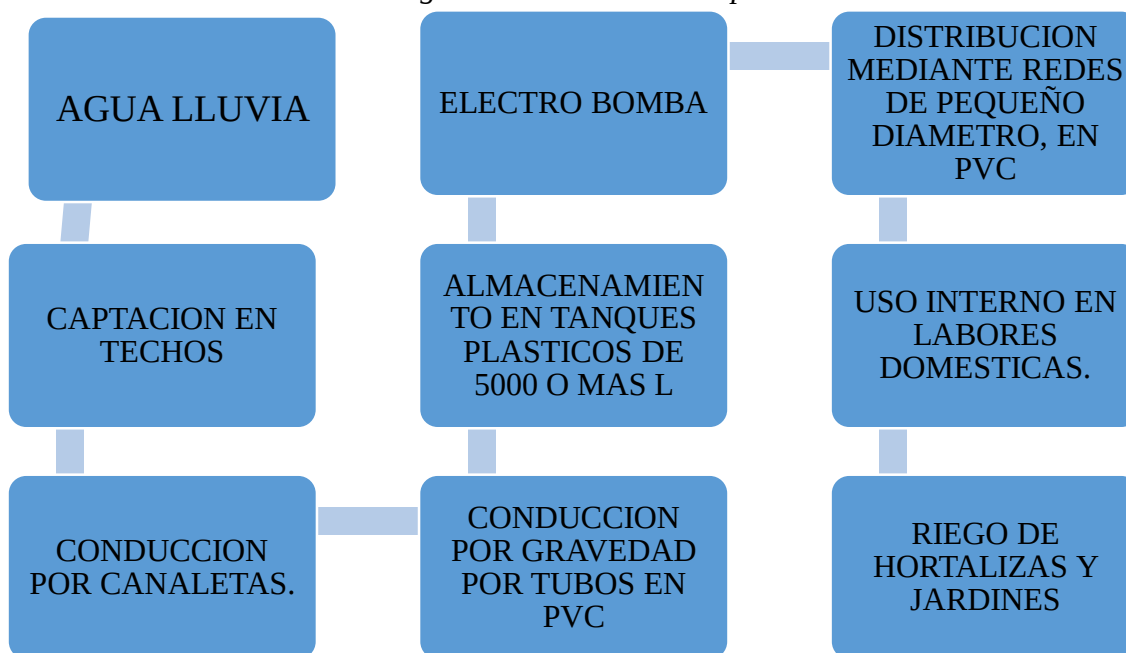
El agua almacenada es conducida al interior de los hogares mediante un sistema de redes, las cuales son tuberías de 1 1/2, 1, 3/4, 1/2, pulgadas en PVC, y con sus correspondientes grifos que permiten la salida del agua para diversos usos al interior de los hogares.

3.2.7 Uso interno

Al interior de los hogares el agua captada es empleada en labores de aseo, lavandería, vaciado de cisternas, y para el aseo personal de los habitantes.

3.2.8 Riegos

De la misma manera, el agua captada se usará en labores de riego para las hortalizas y para la jardinería.

Ilustración 13 Diagrama del sistema de captación

3.2.9 La zona de influencia.

La superficie más habitual para la recogida de agua de lluvia es el techo, que, independientemente de su configuración, se adapta perfectamente a esta tarea secundaria. Sin embargo, existen algunas advertencias sobre los riesgos para la salud asociados con la recolección de agua del techo:

- ✓ Ciertos tipos de materiales utilizados para cubrir un techo pueden emitir productos tóxicos por lixiviación o lixiviación. Ciertos recubrimientos metálicos pueden ser perjudiciales para el medio ambiente durante el retorno de agua de los techos porque al entrar en contacto con la lluvia ácida, poco a poco van contaminar el agua de lluvia con metales pesados. En este sentido, un techo de acero galvanizado se considera seguro, pero es posible que se utilice plomo en las arandelas de fijación alrededor de los clavos, que luego pueden terminar en el agua. Asimismo, las tejas de madera tratadas podrían emitir productos tóxicos. Si el agua se usa como alimento, sería mejor asegurarse de que no contenga productos nocivos para la salud.
- ✓ Ciertos tipos de superficies promueven la colonización bacteriológica que podría contaminar el agua que se escurre por el techo. Los materiales con mayor riesgo son

las tejas de asfalto, el hormigón, las tejas de arcilla y las tejas de madera, que proporcionan un entorno propicio para el crecimiento de moho, bacterias, musgo y algas. Como no hay nada perfecto, debe elegir la opción "menos peor": por ejemplo, un techo de metal y pintado (para reducir la lixiviación de metales pesados) sería suficiente. De hecho, entre las cubiertas de techo utilizadas, ninguna garantiza realmente agua no contaminada.

- ✓ Ciertos tipos de materiales retienen los contaminantes mejor que otros y son más difíciles de enjuagar. Las partículas, los excrementos de pájaros y otros contaminantes se adhieren más fácilmente a los materiales porosos o rugosos, así como a los techos de poca pendiente.

Además, un techo poroso y de pendiente baja retendrá más agua que se debe recolectar. Idealmente, un techo de captación debe estar completamente expuesto a los elementos y no estar colgado por ramas de árboles, cuyas hojas podrían causar diversos problemas, además de albergar aves e insectos cuyos excrementos serían una fuente abundante de contaminación. Para fines de cálculo, el área del área de captación es esencialmente la huella de la casa: para un techo plano, el área del techo es exactamente igual a la huella mientras que para un techo inclinado, el área del techo es mucho mayor, por lo tanto, la importancia de considerar solo la proyección del techo en el suelo.

3.2.10 Las cinco etapas principales de la recuperación.

- I. El propósito de la recolección es recolectar el agua de lluvia y enviarla a almacenamiento, garantizando un mínimo de calidad. Esta función combina la recolección de agua en una superficie adecuada y el enrutamiento del agua recuperada al almacenamiento.
- II. La finalidad del tratamiento es asegurar una determinada calidad del agua con respecto al uso previsto. Esta función combina los dispositivos de cribado (siempre aguas arriba) y de filtración, que se pueden ubicar aguas arriba o aguas abajo del repositorio.
- III. El propósito del almacenamiento es conservar el agua de lluvia recolectada mientras se asegura que la calidad se mantenga lo mejor posible para su uso posterior. Esta

función se puede dividir en dos sub funciones elementales: reserva (conservar el agua de lluvia recolectada) y regulación de existencias (asegurar el desbordamiento y asegurar que siempre se brinde una respuesta para el uso para el cual se usa. El agua de lluvia recolectada está destinada, ya sea por el agua de lluvia almacenada, o recurriendo al agua de la ciudad cuando se acaba el agua de lluvia almacenada).

- IV. El propósito de la redistribución es transportar el agua recuperada a los puntos de uso. Tiene dos sub-funciones: re- presurización del agua y su distribución a los puntos de uso.
- V. La señalización consiste en permitir información adecuada tanto para los usuarios de la instalación como para el resto de actores que la gestionan o que puedan intervenir en ella. Las necesidades de señalización se sienten a nivel de la sala técnica, los puntos de uso y todas las demás partes visibles de la instalación. Cada una de las funciones y sub funciones descritas debe realizarse correctamente para permitir un funcionamiento seguro y sostenible de la instalación, no solo desde el punto de vista técnico, sino también en términos de apropiación por parte de sus operadores y usuarios.

3.3 Descripción del sistema de bombeo.

Una bomba es un dispositivo para succionar y administrar un líquido. Todas las bombas satisfacen la misma necesidad, moviendo un líquido de un punto a otro, para mover este líquido, se le debe transmitir energía; las bombas realizan esta función mediante un motor que alimenta las bombas, transformando la energía térmica o eléctrica en energía mecánica para permitir el movimiento de los componentes de la bomba, esta energía mecánica se vuelve a transmitir al fluido, la cual se refleja en forma de flujo (energía cinética) y presión (energía potencial), estas energías se intercambiarán y consumirán en los circuitos de la instalación.

Para llevar agua del embalse a una cuenca más pequeña en la superficie del suelo, es necesario integrar un sistema de bombeo simple, económico y ecológico. Para ello, compararemos la bomba manual, la bomba eólica y la bomba solar desde el punto de vista de durabilidad, fiabilidad y coste de la obra.

3.4 Para qué sirve una bomba de agua de lluvia.

Tener un colector de agua de lluvia te permite almacenar el agua de lluvia de una forma sencilla. Por otro lado, es fundamental equiparse con una bomba de agua de lluvia si se quiere utilizar el agua recogida con mayor facilidad.

Una bomba colectora de agua de lluvia eléctrica le permite extraer agua rápidamente de su tanque, por ejemplo, para usarlo con una pistola rociadora.

Este dispositivo es particularmente útil para:

- ✓ Instale un sistema de riego automático con agua de lluvia.
- ✓ Use una manguera de jardín para lavar el automóvil, limpiar el patio o regar las plantas.
- ✓ Conecte su colector de agua de lluvia al circuito de agua sanitaria de la casa.

Si no tiene un accesorio de este tipo, simplemente puede tomar el agua usando el grifo de su tanque de agua. Luego, necesitará usar una regadera para mantener sus plantas o el césped.

3.4.1 Criterios para elegir una bomba para un recuperador de agua.

Al equipar un tanque de agua de lluvia con una bomba de agua, se deben tener en cuenta diferentes criterios.

- ✓ La presión de la bomba: la presión determina la entrada de agua de potencia. Si el tanque es profundo o si desea utilizar una manguera de jardín larga, es imperativo optar por una bomba de alta presión.
- ✓ El caudal de la bomba: el caudal determina la cantidad de agua aspirada por hora. Para necesidades simples (regar el césped, limpiar un automóvil), el flujo no tiene que ser necesariamente muy alto. Sin embargo, es mejor un flujo alto si utiliza agua de lluvia para su instalación sanitaria.
- ✓ El uso: puede invertir absolutamente en una bomba de entrada si solo desea usar una manguera de jardín. Por otro lado, es mejor equipar tu colector de agua de lluvia con un potente supresor si se trata de abastecer inodoros o tu red de agua sanitaria.
- ✓ El tanque de supresión: para utilizar el agua en su red doméstica, es mejor instalar un grupo hidróforo, es decir, una bomba asociada a un tanque de supresión. Este tanque permite almacenar agua entre dos usos y reduce el número de veces que se activa la

bomba eléctrica. Por lo tanto, esto limita su consumo de energía y su desgaste a largo plazo.

- ✓ El ruido: cuidado con la bomba de agua de lluvia, si buscas un modelo silencioso, es mejor apostar por la gama alta, esto es especialmente importante si la bomba está ubicada desde el porche o áreas de estar.
- ✓ El cableado: Recuerde que una bomba de agua de lluvia funciona con electricidad. Es imperativo que el cable sea lo suficientemente largo para enchufarlo a uno de sus enchufes eléctricos exteriores.

3.4.2 Características de una bomba

Desplazamiento: es el volumen de fluido aspirado y expulsado para un movimiento, en el caso de bombas rotativas, el desplazamiento se expresa en (cm^3 / rev) o (m^3 / rad).

- ✓ El caudal: es un volumen de fluido transferido por unidad de tiempo, se calcula en función del desplazamiento. En el caso de una bomba rotativa, tenemos: $Q (\text{L} / \text{min}) = V_e \cdot 10^{-3} \cdot N$ con N (rpm) frecuencia de rotación del motor que impulsa la bomba y V_e el desplazamiento en (cm^3 / tr).
- ✓ La diferencia de presión: caracteriza la capacidad de la bomba para aumentar la presión del fluido que la atraviesa. La diferencia de presión es pequeña para una bomba centrífuga, puede ser grande para una bomba de desplazamiento positivo. En el caso de que el líquido bombeado sea agua, hablamos más bien de Altura Manométrica Total o HMT.
- ✓ Eficiencia volumétrica: es la relación entre el caudal teórico (calculado con el desplazamiento) y el caudal realmente obtenido. La eficiencia volumétrica es siempre menor que 1 debido a fugas.
- ✓ Eficiencia mecánica: es la relación entre el par (o la fuerza) teóricamente necesario para producir la diferencia de presión y el par realmente requerido. Nota: $\text{Par teórico (Nm)} = \text{desplazamiento (m}^3 / \text{rad)} \cdot \text{diferencia de presión (Pa)}$
- ✓ Eficiencia global: es la relación entre la potencia hidráulica suministrada por la bomba y la potencia mecánica absorbida por la bomba. También es el producto de la eficiencia volumétrica por la eficiencia mecánica.

- ✓ La potencia hidráulica P (en vatios) se calcula tomando el producto del caudal Q (en m^3 / s) por la diferencia de presión ΔP (en pascal): $P = Q * \Delta P$.

3.5 Tanque de almacenamiento.

La recolección de agua de lluvia ahora es ampliamente utilizada tanto por individuos como por profesionales. Dada la constante evolución del precio del agua de la red pública y la necesidad inmediata de un consumo más inteligente para contribuir al medio ambiente, recuperar el agua de lluvia es un acto cívico, puesto que ella puede ser usada para regar, lavar, regar, verter en los sanitarios, entre muchos usos que no necesitan utilizar agua del grifo, basta con instalar un tanque o cisterna para almacenar el agua de lluvia.

3.5.1 Transporte al almacenamiento.

El agua se puede transportar desde el canalón hasta la cisterna mediante tubos de aluminio, acero galvanizado, PVC o cobre. Asegúrese de que no se utilice soldadura de plomo para conectar los componentes.

La línea hacia el tanque normalmente debe poder soportar 32 mm (1¼ pulgadas) de lluvia durante un período de 10 minutos. Para calcular el caudal en cuestión, basta con tomar la zona de captación de la cubierta en m^2 (es decir, un cálculo específico que puede realizar un experto en geometría para multiplicarlo por el espesor del agua (0,032 m) y dividir por el intervalo de tiempo (10 minutos). En resumen, si la superficie de recolección se denota S , la tubería debe permitir un caudal $Q = 0.0533 \times S$ en L / s . Por lo tanto, para una superficie de recolección de 100 m^2 (es decir una superficie de 100 m^2), la tubería debe poder tratar 5,33 L / s (85 GPM). Para este flujo, debe ser adecuada una tubería de PVC o polietileno de 65 a 100 mm (2½ a 4 pulgadas).

Es importante filtrar las hojas en la boca de la canaleta para no obstruir el paso del flujo, además de evitar la contaminación del agua por la descomposición de las hojas en la cisterna.

3.5.2 Sistemas de conducción.

Las redes de conducción del agua en los interiores de las viviendas se componen principalmente de tuberías en PVC de 21 con diferentes diámetros que oscilan en 1 ½” 1” ¾” y ½” para las conexiones domiciliarias.

IV. RESULTADOS ESPERADO DEL PROYECTO.

El agua de lluvia tiene un recorrido definido y no debe mezclarse con el agua negra ni unir el conjunto en la alcantarilla. Recogidos por cubierta y canaletas, se pueden recuperar y almacenar en diversos contenedores, para uso doméstico (riego, lavado, sanitario, etc.) pero no para alimentación y el uso de consumo humano, si quedan sin usar, deben eliminarse en circuitos reservados. Solo después de su uso pueden asimilarse a las aguas grises y evacuarse como tales. Si bien es común en el campo, el agua de lluvia se evacúa por esparcimiento natural, este proceso suele ser la causa de la humedad residual en el fondo de las paredes y que solo necesita elevarse por acción capilar.

Lo mismo se aplica a los bajantes de las canaletas cuando no están conectados a una boca de alcantarilla, por supuesto, es necesario tapar las fugas, pero en ausencia de una conexión de evacuación, los efectos que se producen también son perjudiciales para las paredes de la casa. La facilidad de uso de los tanques de almacenamiento en concreto o PVC, cuando no tienen peso que soportar, justifica su uso, sobre todo porque están equipados con entradas y salidas provistas de tapas precortadas, además, tienen extensiones y cubiertas sólidas denominadas "peatonales" o rejilla y también pueden actuar como sifón.

Las alcantarillas y rejillas protectoras de recolección son esenciales para mantener el agua de lluvia alejada (y recolectada) de las proximidades de las paredes. En presencia de superficies exteriores de concreto o baldosas, coloque canaletas de recolección en la parte inferior de la pendiente o desagües del jardín capaces de recolectar agua de los aguaceros más fuertes.

4.1 Beneficios de la recolección de agua de lluvia.

- ✓ El agua de lluvia es una fuente de agua relativamente limpia y absolutamente gratuita, además, aprovechando la alta precipitación existente en la región se constituye en una alternativa para subsanar la problemática existente, puesto que al almacenarla se puede usar incluso en temporadas de sequía.
- ✓ Promueve la autosuficiencia y ayuda a conservar las fuentes hídricas existentes en el contexto.
- ✓ El agua de lluvia es mejor para las plantas de jardinería y los jardines porque no está clorada.
- ✓ Al canalizar el agua lluvia hacia el tanque de almacenamiento se reduce la escorrentía de aguas pluviales de hogares y negocios, disminuyendo así las afectaciones ocasionadas por las inundaciones en temporadas invernales.
- ✓ El sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias no utiliza demasiada tecnología, constituyéndose así en un mecanismo simple económico, fáciles de mantener y amigable con el ambiente.
- ✓ Se puede utilizar como fuente principal de agua o como fuente de respaldo para las fuentes hídricas existentes en la región, las cuales en épocas de verano disminuyen notablemente su caudal.
- ✓ El sistema se puede adaptar fácilmente a una estructura existente o se puede implementar durante la construcción de una nueva casa.
- ✓ El sistema es muy flexible y puede ser de naturaleza modular, lo que permite la expansión, reconfiguración o reubicación, si es necesario.
- ✓ Puede proporcionar una excelente fuente de respaldo de agua para emergencias.

4.2 Usos del agua de lluvia recolectada.

Básicamente, puede usar agua de lluvia en cualquier lugar donde use agua del grifo. La idea de usar agua potable para descargar nuestros inodoros y regar nuestros jardines es un desperdicio e irresponsable, especialmente a la luz del crecimiento de la población y la escasez de agua en todo el país, por ello la recolección de agua de lluvia es una técnica para

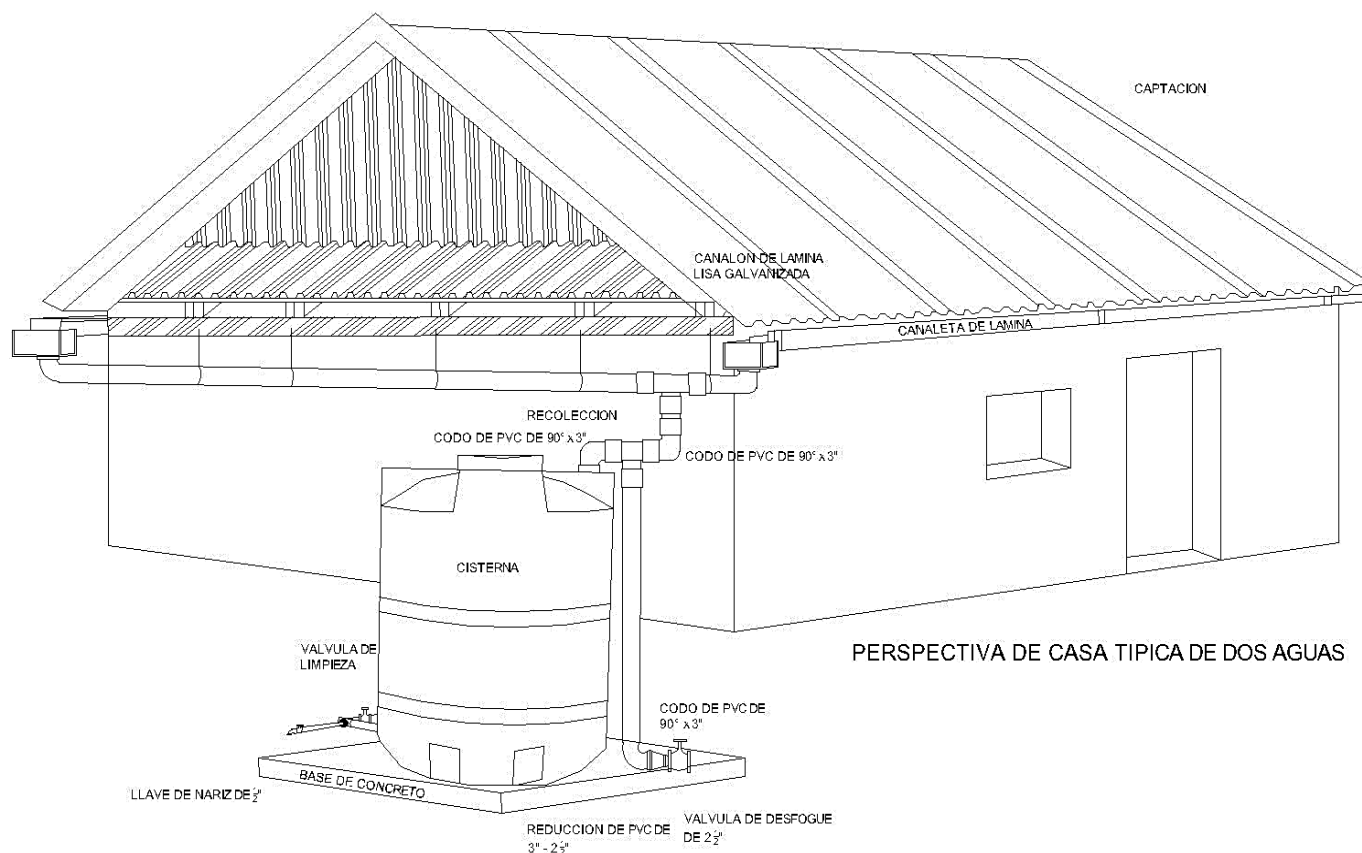
que hogar su hogar sea amigable con el ambiente, reduciendo además los desmesurados costos económicos que puedan surgir a partir del manejo irresponsable del agua.

Aquí hay algunas ideas para usos específicos del agua de lluvia:

- Riegue a mano sus hortalizas y el jardín
- Lavado de implementos del hogar, vehículos etc.
- Lava a tus mascotas
- Reemplace el uso de agua del grifo con agua de lluvia para lavar sus entradas y aceras (si no usa una escoba)
- Úselo para todos los accesorios interiores no potables (inodoros y lavadora de ropa)
- Para el aseo de las personas que habitan en la casa.

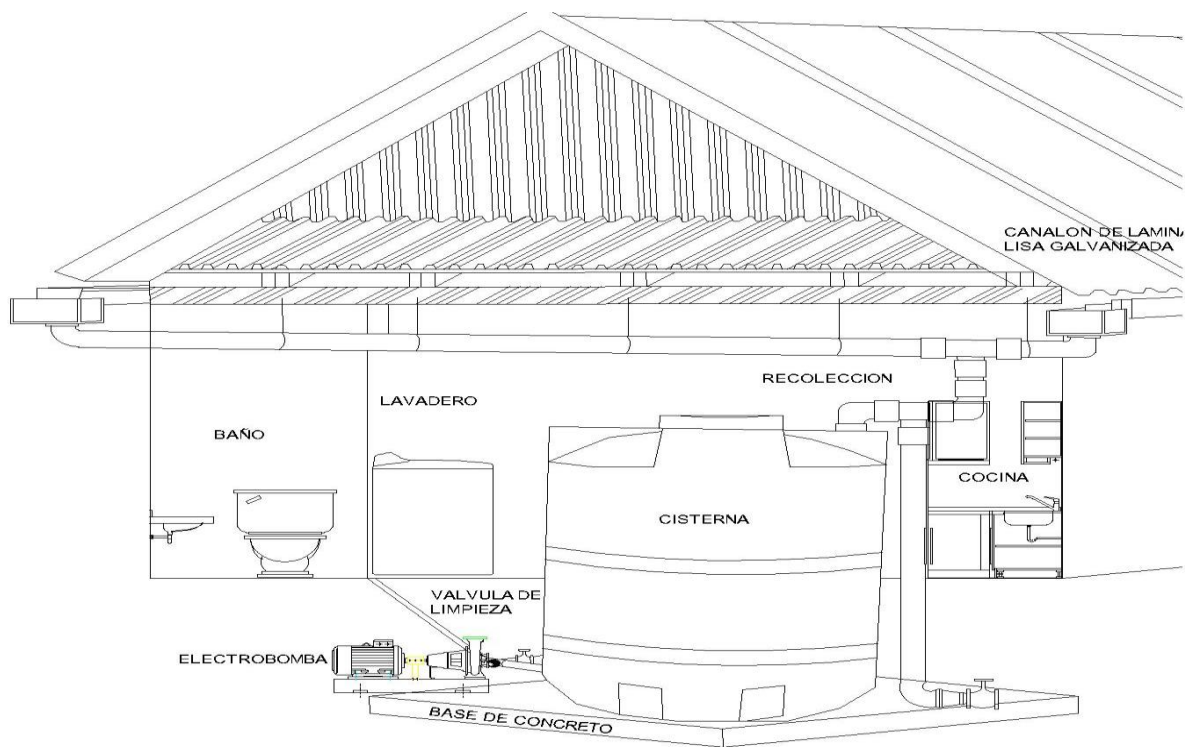
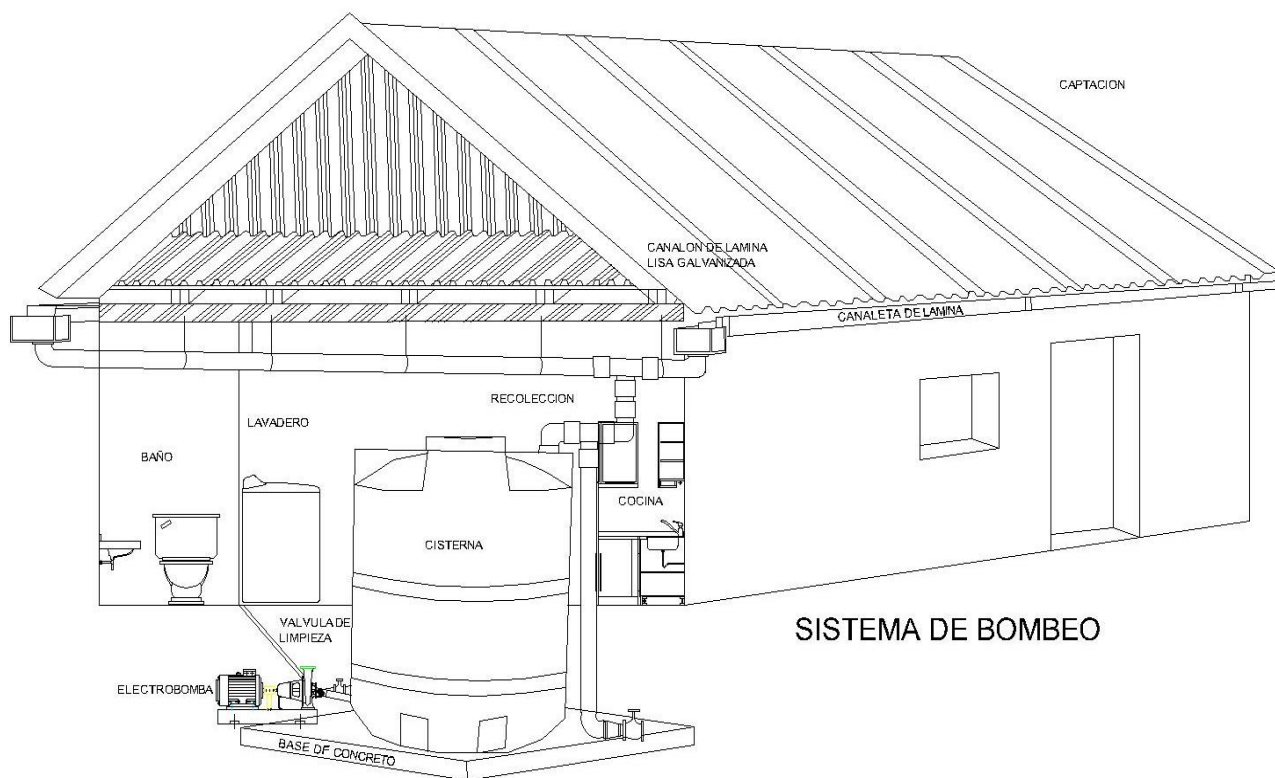
4.3 Diagnostico técnico y operativo del sistema a implementar

Ilustración 14: Sistema de Captación

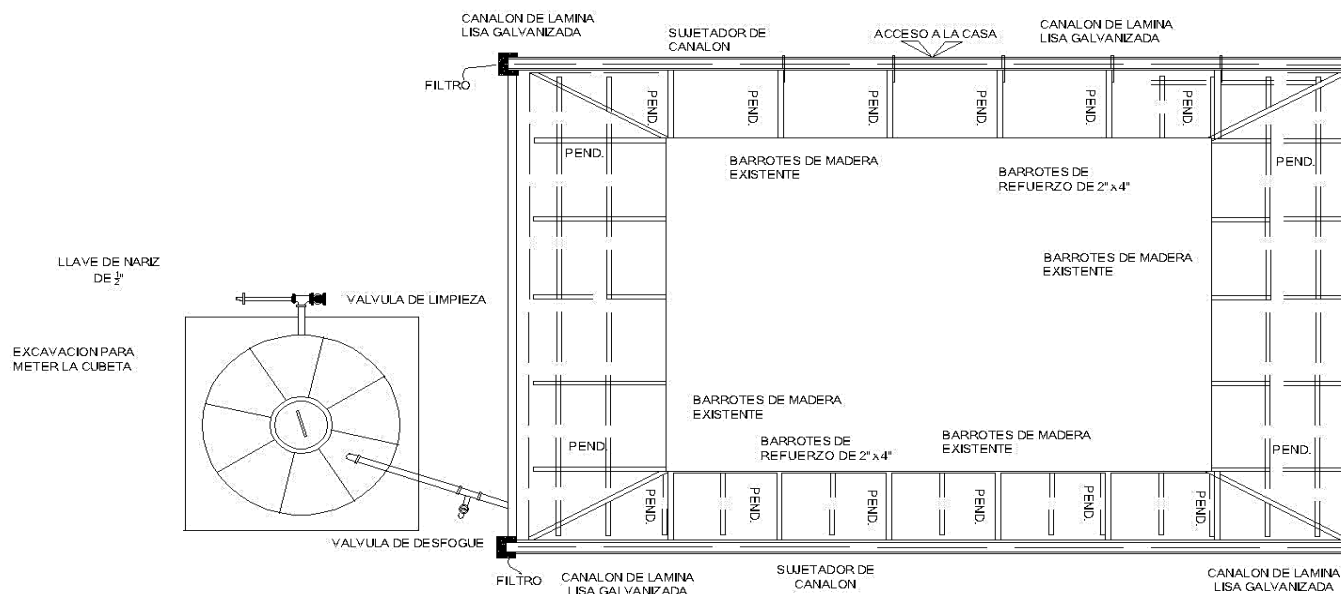
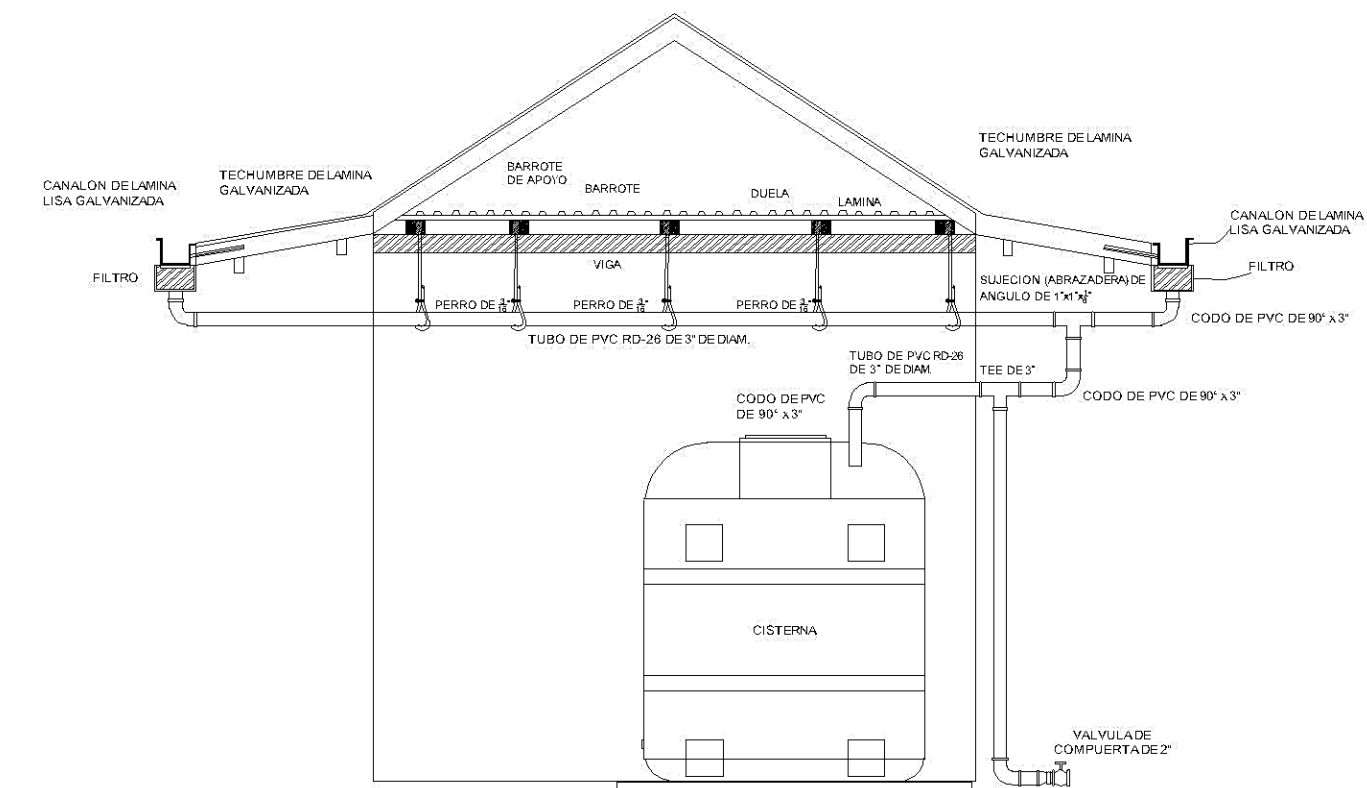


Fuente: <https://www.bibliocad.com/>

Ilustración 15: Sistema de Bombeo

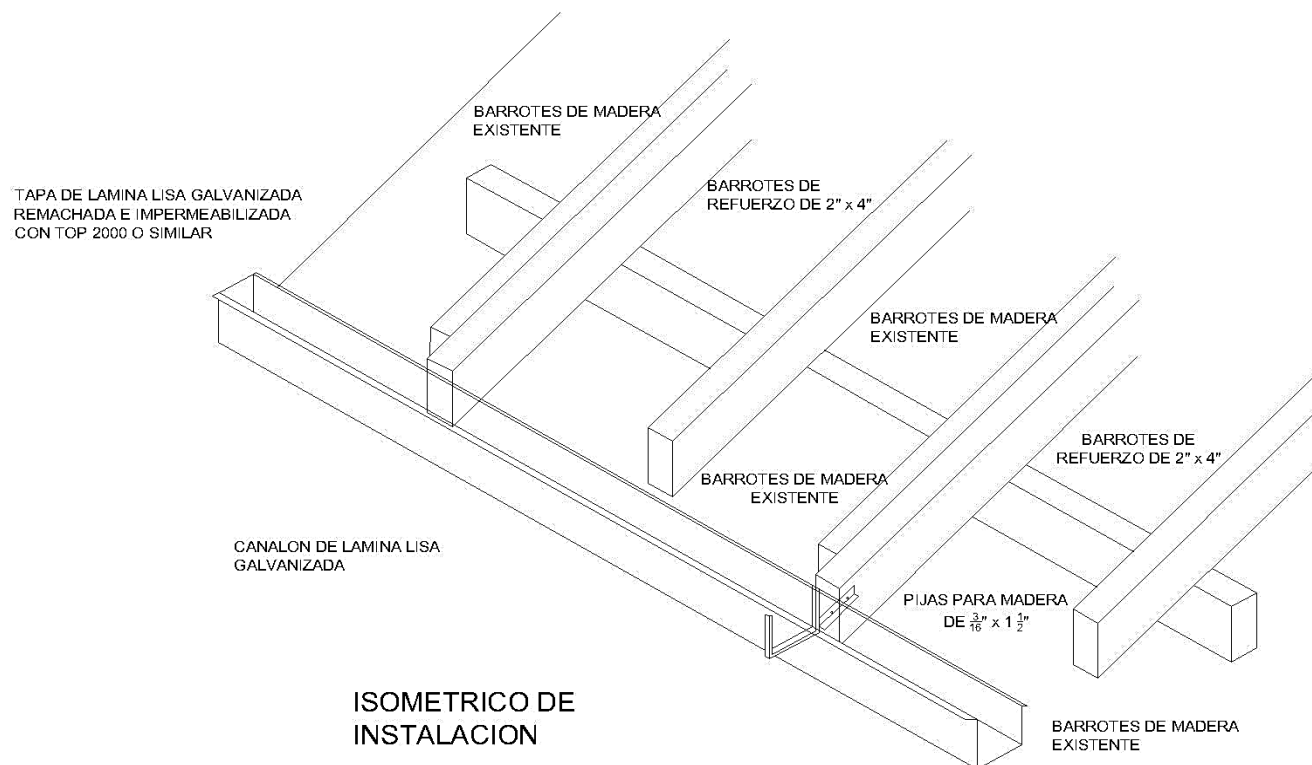
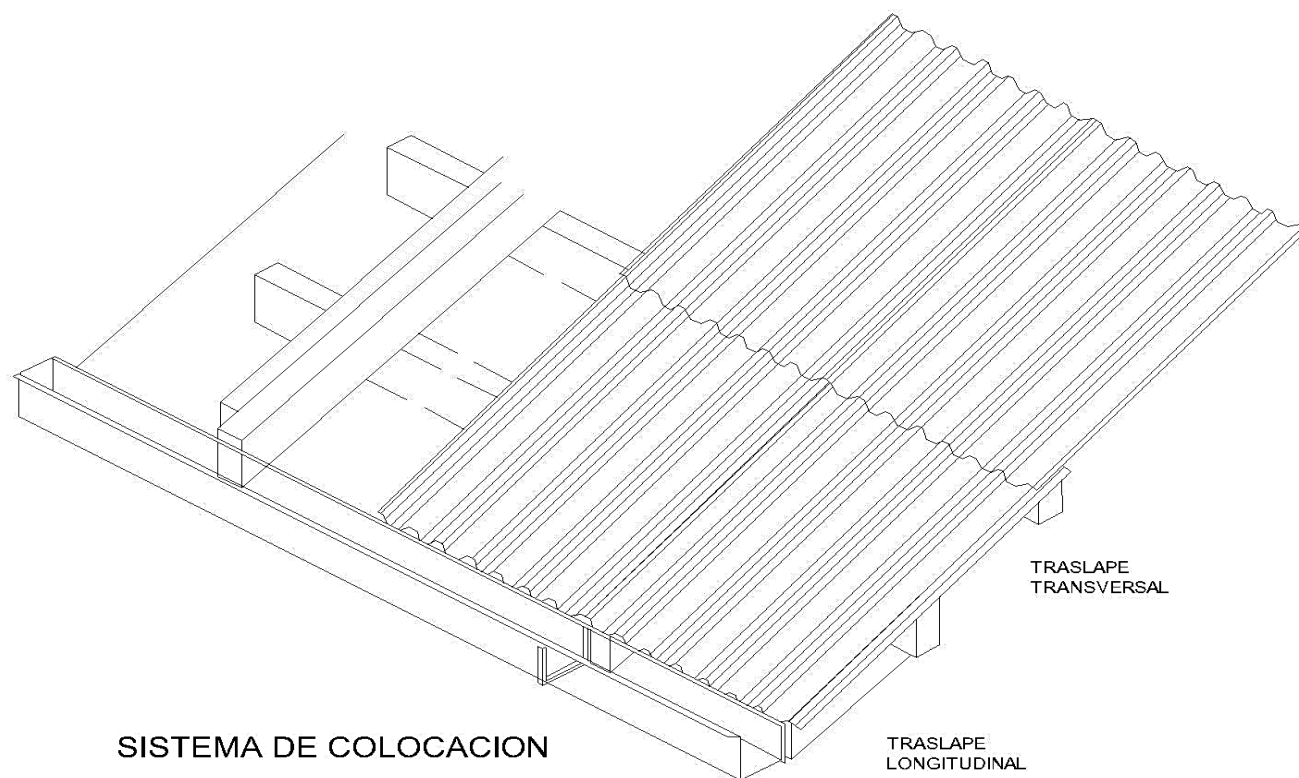


Fuente: <https://www.bibliocad.com/>



PLANTA DE INSTALACION DE CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA

Ilustración 17: Sistema de Instalación de Canaletas



Fuente: <https://www.bibliocad.com/>

Ilustración 18: Detalles del Canal

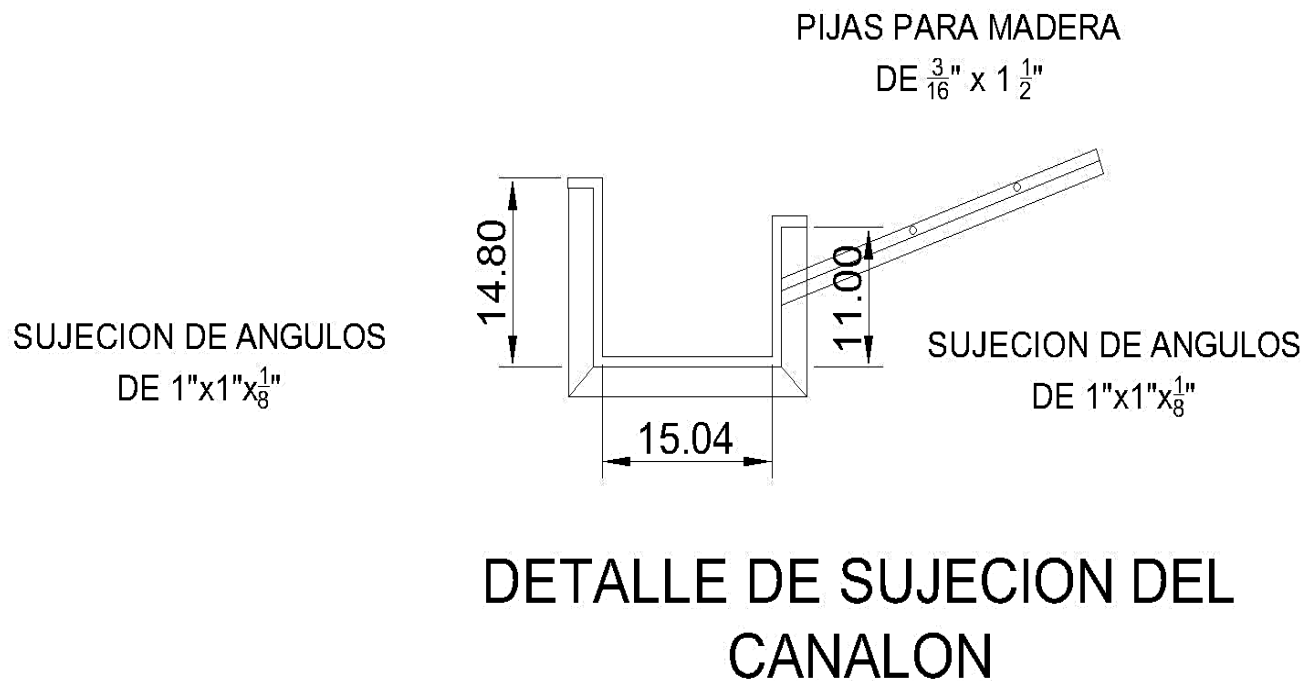
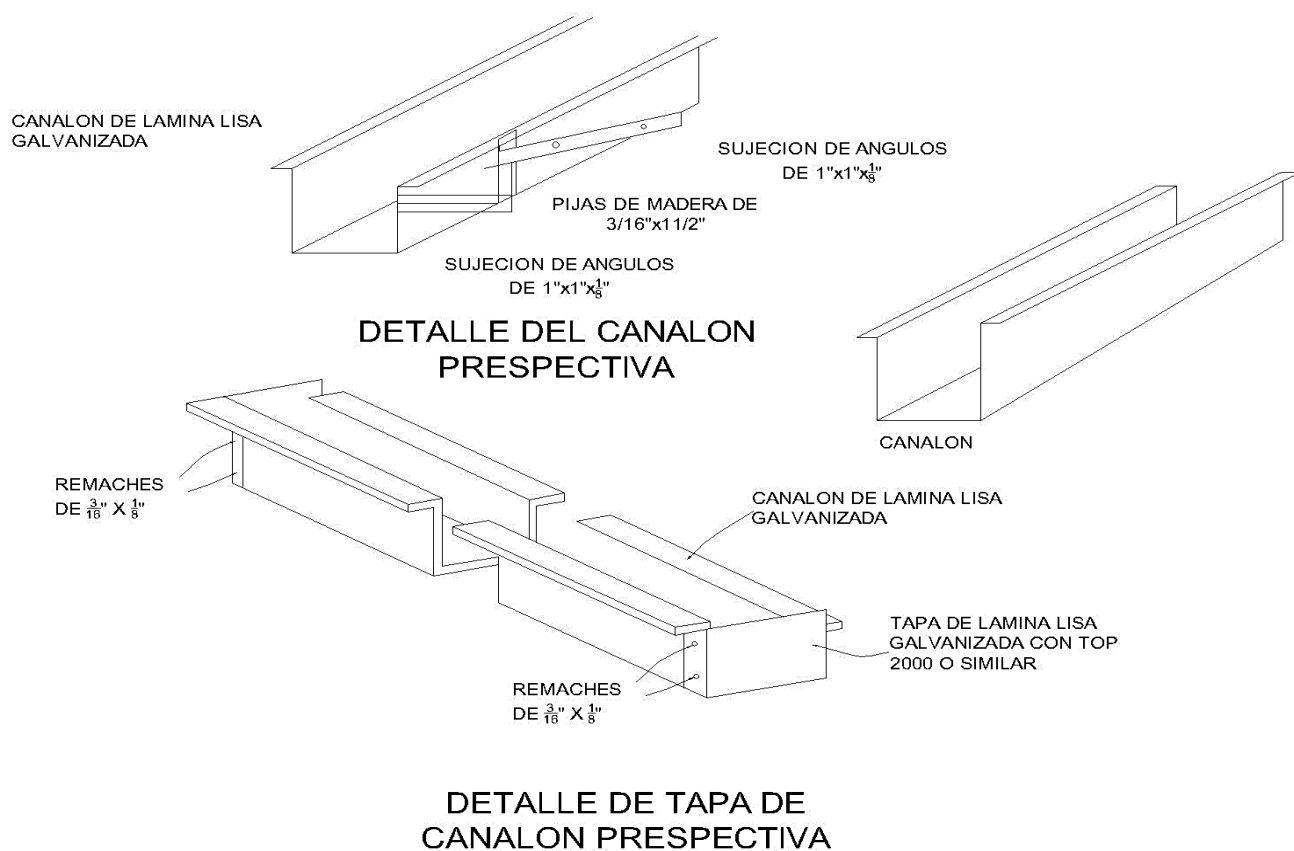
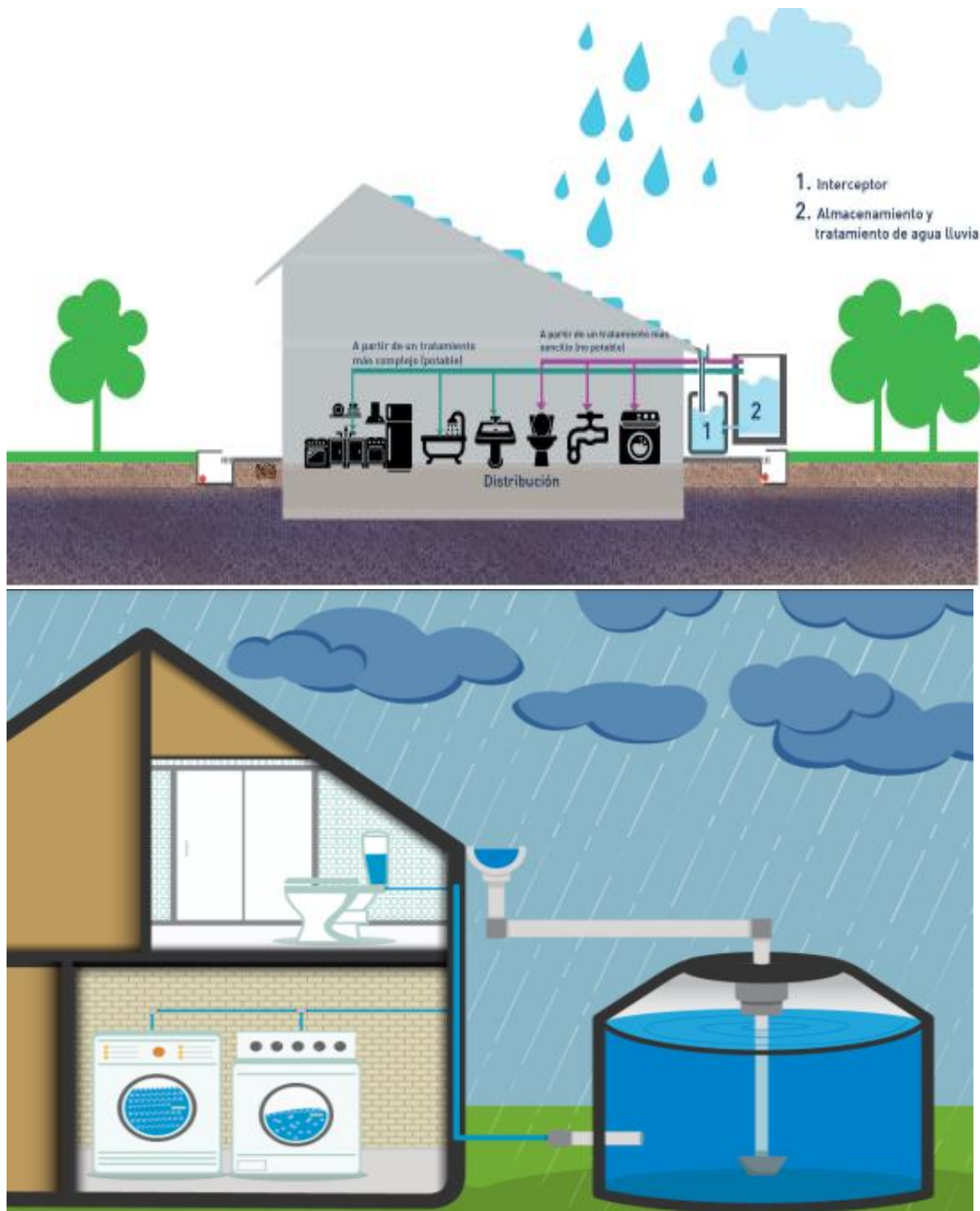


Ilustración 19: Sistema de Bombeo



Fuente: <https://m.facebook.com/Yo-Vendo-Bienes-ra%C3%ADces-435562099863407/>

V. PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Es absolutamente esencial planificar actividades a nivel estratégico y organizacional, traducir los planes en programas y presupuestos coherentes dentro de los límites de los recursos proporcionados, y monitorear e informar los resultados de estas actividades.

La estructura del presupuesto por programas es un factor de desempeño y transparencia. Los programas deben hacer comprensibles los estándares en términos de metas, objetivos y resultados. También permiten identificar a los actores responsables de su ejecución. La preparación del programa y el establecimiento del presupuesto del programa son, por tanto, dos operaciones distintas pero interdependientes, siendo la preparación del programa el primer paso fundamental, el del presupuesto del programa que permite calcular los costos de las actividades

En toda investigación es muy importante considerar los recursos financieros que requiere el proyecto para llegar a buen término. En principio, es importante saber con qué recursos se cuenta, para poder determinar qué es lo que se deberá adquirir, y en función de ello hacer un presupuesto que nos permita, desde el inicio, gestionar las fuentes de financiamiento que asegurarán que el proyecto podrá desarrollarse adecuadamente.

Cuando se elabora una tesis, el presupuesto es un elemento especialmente importante, pues obviar algunos gastos, o pensar que se resolverán “sobre la marcha”, puede generar

retrasos importantes en la investigación, que redundarían en que la titulación se demore o, en el peor de los casos, no se concluya la tesis. Muchos de los gastos no deberán cubrirlos el estudiante, sino que pueden gestionarse a través de diversas vías, pero deben incluirse en el presupuesto, ya que esto permitirá una mejor organización de los tiempos y los procedimientos a seguir. Un presupuesto bien elaborado nos permitirá tener una mejor administración de los recursos e, incluso, dará tranquilidad al investigador.

5.1.PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

FASE CONCEPTUAL					
Ítem	Descripción	Unid	Cant	Vr/unitario	Vr/total
1	Encuesta				\$ 450.000
2	Estudios De Factibilidad Legales				\$ 550.000
3	Estudios De Factibilidad Económicas				\$ 770.000
4	Estudios De Impacto Ambiental				\$ 620.000
5	Estudios De Factibilidad Y/O Impacto Social				\$ 600.000
6	Planos Y Especificaciones Conceptuales				\$ 800.000
	Total				\$ 3.790.000

FASE DISEÑO E INGENIERÍA					
Ítem	Descripción	Unid	Cant	Vr/Unitario	Vr/Total
1	Planos De Diseños Y Especificaciones				\$ 1.600.000
2	Calculo De Materiales				\$ 300.000
3	Control De Costos				\$ 250.000
4	Planificación Y Programación				\$ 300.000
5	Integración De Sistemas				\$ 200.000
	Total				\$ 2.650.000

FASE DE PROCURACIÓN					
Ítem	Descripción	Unid	Cant	Vr/Unitario	Vr/Total
1	Gestión De Materiales				\$ 500.000
2	Planificación De Resquitos				\$ 300.000
3	Control De Calidad De Proveedores				\$ 250.000
4	Facturación				\$ 450.000
5	Logística				\$ 1.000.000
	Total				\$ 2.500.000

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Implementación del sistemas en las 120 vivienda del barrio Virgilio Vargas

Ítem	Descripción	Unid	Cant	Vr/unitario	Vr/total
1	Gestión de la construcción				\$ 5.000.000
2	Selección de personal				\$ 2.500.000
3	Recepción y control de materiales				\$ 3.000.000
4	Control de trabajos				\$ 10.000.000
5	Pertinencia Impuestos	%	10		\$ 96.050.400
6	Gestión de contratos				\$ 15.000.000
7	Interventoría	%	3,5		\$ 33.617.640
8	Valor construcción del sistema de recolección	UN	120	\$ 5.004.200	\$ 600.504.000
9	Valor sistema de Bombeo	UN	120	\$ 3.000.000	\$ 360.000.000
10	Administración	%	10		\$ 96.050.400
11	Utilidad del contrato de ejecución	%	8		\$ 76.840.320
12	Imprevistos	%	3		\$ 28.815.120
	Total				\$ 1.327.377.880

TOTAL FASES

Ítem	Descripción	Vr/Fase
1	FASE CONCEPTUAL	\$ 3.790.000
2	FASE DISEÑO E INGENIERÍA	\$ 2.650.000
3	FASE DE PROCURACIÓN	\$ 2.500.000
4	FASE DE CONSTRUCCIÓN	\$ 1.327.377.880
	TOTAL	\$ 1.336.317.880

CONCLUSIÓN

La presente propuesta se constituye en una acción que contribuye notablemente a mitigar los efectos que se derivan de la escorrentía de las aguas lluvias, las cuales en temporadas invernales se constituyen en focos de contaminación, puesto que las aguas estancadas se recogen en las pequeñas extensiones de terreno que tiene cada casa como patio, formando así lagunas que se convierten en criaderos de zancudos, sapos, ranas entre otras especies que posteriormente causan afectaciones a la salud de los niños y ancianos, además, de causar afectaciones a la estructura de las calles y casas del sector, pero además, permitirá mitigar los efectos de la temporada de sequía, la cual también causa un notable daño a los habitantes del sector, puesto que las fuentes hídricas de las cuales se surten en el barrio disminuyen su caudal, tienden a secarse y por ello muchas personas deben sacrificar sus ingresos económicos para comprar el preciado líquido y subsanar así sus necesidades básicas, por ello, la implementación de esta propuesta de factibilidad permitirá impactar positivamente los ecosistemas del entorno, puesto que se realizara el aprovechamiento de las aguas lluvias, disminuyendo de paso las afectaciones causadas por la escorrentía de las mismas.

La propuesta de factibilidad presenta una estructura del presupuesto por programas, buscando un mayor desempeño y transparencia, lo anterior teniendo en cuenta que el control presupuestario es el proceso de descubrir qué es lo que se está haciendo, para luego comparar los resultados con los datos presupuestados buscando verificar los logros obtenidos, por ello en la propuesta se desmenuzan los costos de manera pormenorizada, atendiendo los criterios y estándares que se exigen para este tipo de obras civiles.

El sistema de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias tendrá la siguiente estructura: El agua lluvia que se desea captar proviene de las nubes, esta cae en los tejados de las casas del sector, las cuales en su mayoría tienen una cubierta de zinc y se constituyen en un área amplia para el objetivo deseado, la misma que debido a los procesos de construcción tiene cierto grado de inclinación para facilitar la escorrentía de la misma; el agua que escurre por los techos llega a unas canaletas, las cuales están adosadas mediante tornillos a los aleros de la casa; las canaletas adosadas a los aleros de la casa están conectadas

a tubos de 4 pulgadas, las cuales llevan el agua desde los tejados hasta el tanque de almacenamiento, el cual es un recipiente plástico o en materia inerte con una capacidad para 5000 o más litros y estará instalado en un lugar cercano, en el patio de la casa., para el suministro del agua desde el tanque de almacenamiento hasta el interior de los hogares el proceso requiere de la ayuda de un motor, para ello se emplea una electo bomba con una capacidad de $\frac{1}{2}$ o 1 HP. El agua almacenada es conducida al interior de los hogares mediante un sistema de redes, las cuales son tuberías de 1 1/2, 1, 3/4, 1/2, pulgadas en PVC, y con sus correspondientes grifos que permiten la salida del agua para diversos usos al interior de los hogares, para ser empleada en labores de aseo, lavandería, vaciado de cisternas, y para el aseo personal de los habitantes, así como también en labores de riego para las hortalizas y para la jardinería. Finalmente, es importante resaltar que en la propuesta se exponen una serie de ilustraciones que detallan el sistema de captación, las canaletas a implementar, la forma de sujeción al tejado y la distribución de las redes, las cuales buscan recrear el modelo a implementar en la puesta en práctica del sistema de captación de aguas lluvias

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cordoba/tierralta-48023>.
- Alcaldia de Tierralta. (2019). *PLAN DE DESARROLLO 2020-2023*. Recuperado el 08 de Abril de 2021, de Alcaldia Municipal de Tierralta: [https://www.tierralta-cordoba.gov.co/Transparencia/Plan%20de%20Desarrollo%2020202023/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20MUNICIPAL%20\(TIERRALTA\)%202020%20-%202023.pdf](https://www.tierralta-cordoba.gov.co/Transparencia/Plan%20de%20Desarrollo%2020202023/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20MUNICIPAL%20(TIERRALTA)%202020%20-%202023.pdf)
- CVS. (2013). *Evaluacion de las Amenazas de Origen Natural del Municipio de Tierralta Departamento de Cordoba*. Monteria.
- Estupiñan, P. J. (2010). *“Requerimientos de Infraestructura para el Aprovechamiento Sostenible del Agua Lluvia en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá”*. Bogota: Trabajo de Grado.
- Garcia, V. J. (2012). *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un eco barrio de la ciudad de México* . Ciudad de Mexico: Trabajo de Grado.
- Greenfacts, W. J. (2009). *Recursos hidricos*. Bruselas -Belgica: Resumen del 2º informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hidricos en el mundo.
- Hernandez, G. C. (2017). *“Propuesta de mejoramiento para la captación, almacenamiento y reutilización de agua lluvia en la Institución San José Obrero”*. Bello- Antioquia: Trabajo de Grado.
- LOBO, H. H. (2019). *PROYECTOS PRODUCTIVOS CON RIEGO (PPCR)*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cordoba/tierralta-48023>
- Montero, D. J. (2016). *“Estado del arte de los sistemas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa en el ahorro de agua potable en viviendas”*. Bogota: Trabajo de Grado.
- Ortiz, F. V. (2017). *Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la universidad católica de Colombia a partir de un modelo físico de recolección de agua*. . Bogota: Trabajo de grado.
- Weather Spark. (2019). *El clima promedio en Tierralta*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/21561/Clima-promedio-en-Tierralta-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>