

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA PARA
ABASTECER EL RIEGO DE CULTIVOS VEGETALES EN UNA FINCA EN
VILLA DE LEYVA, BOYACÁ, COLOMBIA**

JUAN PABLO MOSQUERA MORALES

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS
BOGOTÁ D.C
2020**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA PARA
ABASTECER EL RIEGO DE CULTIVOS VEGETALES EN UNA FINCA EN
VILLA DE LEYVA, BOYACÁ, COLOMBIA**

JUAN PABLO MOSQUERA MORALES

**Monografía para optar al título de
Especialista en Gerencia de Empresas**

**Orientador
GUSTAVO ADOLFO DÍAZ VALENCIA
Economista**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS
BOGOTÁ D.C
2020**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Director Especialización

Firma Calificador

Bogotá, D.C. Julio de 2020

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. María Claudia Aponte González

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Decano Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Dr. Marcel Hofstetter Gascón

Director Especialización en Gerencia de Empresas

Dr. José Andrés Rueda Montaña

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios por haberme dado la energía y fuerza espiritual para poder culminar esta gran meta.

A mis padres, tengo que darles infinitas gracias ya que con todo el apoyo que me han dado, y por todos los esfuerzos que realizan diariamente para que yo pueda ser una mejor persona, logré esta meta y muchas otras cosas que he aprendido en la vida. A mi padre Carlos Javier le doy gracias por enseñarme el valor del conocimiento, y a mi madre Liana Victoria le doy gracias por todo el amor que me ha dado. A mi hermano Jaime Andrés, por su apoyo y por seguir en muchos casos los mismos gustos que yo tengo.

También debo agradecer a mis abuelitas, tíos y primos por todo el apoyo y compañía que siempre están llenos de diversión y buenos momentos. A mis compañeros y amigos, que a lo largo de toda la especialización logramos compartir y crear buenas amistades. Y a aquellos profesores y maestros que lograron infundir en mí, conocimientos y su sentido de utilidad para la vida.

Juan Pablo Mosquera Morales

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
OBJETIVOS	23
1. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR E IDENTIFICACIÓN MEDIANTE DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS, LAS ÉPOCAS DE MAYOR Y MENOR PRECIPITACIÓN EN VILLA DE LEYVA	24
1.1 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	24
1.1.1 Historia.	25
1.1.1.1 Imperio Romano.	25
1.1.1.2 Gibraltar.	25
1.1.1.3 Capri.	25
1.1.1.4 Actualidad (Siglo XXI).	25
1.1.2 Tipos de sistemas de recolección de aguas lluvia (SRA).	27
1.1.2.1 Canales en cubiertas.	27
1.1.2.2 Tanques exteriores modulares.	27
1.1.2.3 Depósitos raindrop.	28
1.1.2.4 Tanques modulares enterrados.	28
1.1.2.5 SRA con sistema de control.	29
1.2 PESTAL COLOMBIA	29
1.2.1 Factores Políticos Colombia.	30
1.2.2 Factores Económicos Colombia.	32
1.2.3 Factores Sociales Colombia.	33
1.2.4 Factores Tecnológicos Colombia.	33
1.2.5 Factores Ambientales Colombia.	34
1.2.6 Factores Legales Colombia.	34
1.3 PESTAL BOYACÁ	35
1.3.1 Factores Políticos Boyacá.	35
1.3.2 Factores Económicos Boyacá.	35
1.3.3 Factores Socioculturales Boyacá.	36
1.3.4 Factores Tecnológicos Boyacá.	36
1.3.5 Factores Ambientales Boyacá.	36
1.3.6 Factores Legales Boyacá.	37
1.4 PESTAL VILLA DE LEYVA	37
1.4.1 Factores Políticos Villa de Leyva.	37
1.4.2 Factores Económicos Villa de Leyva.	38
1.4.3 Factores Socioculturales Villa de Leyva.	38
1.4.4 Factores Tecnológicos Villa de Leyva.	38
1.4.5 Factores Ambientales Villa de Leyva.	39
1.4.6 Factores Legales Villa de Leyva.	39

1.5 ANÁLISIS DEL SECTOR	39
1.5.1 Análisis del subsector.	40
1.6 DIAGNÓSTICO DE LA FINCA	41
1.6.1 Matriz EFE (Factor de Evaluación Externa).	41
1.6.2 Matriz IFE (Factor de Evaluación Interna).	43
1.7 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÉPOCAS DE MAYOR Y MENOR PRECIPITACIÓN EN VILLA DE LEYVA MEDIANTE DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS	44
1.7.1 Precipitación promedio.	44
1.7.2 Datos meteorológicos y pluviométricos.	45
2. COMPARATIVO DE TRES DIFERENTES SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS Y SELECCIÓN DEL MÁS ADECUADO	48
2.1 CONTEXTO Y NECESIDAD ACTUAL DE LA FINCA	48
2.2 TANQUES EXTERIORES MODULARES	48
2.2.1 Ventajas tanque exterior modular.	49
2.2.2 Desventajas tanque exterior modular.	50
2.2.3 Valor de la inversión tanque exterior modular.	50
2.3 TANQUES MODULARES ENTERRADOS	50
2.3.1 Ventajas tanque modular enterrado.	51
2.3.2 Desventajas tanque modular enterrado.	51
2.3.3 Valor de la inversión tanque modular enterrado.	52
2.4 SRA CON SISTEMA DE CONTROL	52
2.4.1 Ventajas SRA con sistema de control.	53
2.4.2 Desventajas SRA con sistema de control.	53
2.4.3 Valor de la inversión SRA con sistema de control.	54
2.5 CUADRO RESUMEN	54
2.6 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA	54
3. DISEÑO DEL MODELO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA SELECCIONADO Y DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA MEDIANTE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C).	57
3.1 DISEÑO DEL MODELO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA	57
3.1.1 Mapa de la finca.	57
3.1.2 Levantamiento topográfico de la finca.	57
3.1.3 Ubicación seleccionada para el sistema.	59
3.1.4 Materiales y equipos.	60
3.1.4.1 Tanque modular exterior 10.000L.	60
3.1.4.2 Teja de polietileno.	61
3.1.4.3 Tubería y canaletas.	61
3.1.4.4 Madera y cemento.	61

3.1.5 Plano del diseño.	62
3.2 ANÁLISIS FINANCIERO	62
3.2.1 Costos.	64
3.2.2 Beneficios.	64
3.2.3 Flujo de caja.	64
3.2.4 Conclusión financiera.	66
4. CONCLUSIONES	67
5. RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	72

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Normas colombianas relacionadas al agua y a sistemas de recolección de aguas lluvia.	30
Cuadro 2. Resumen de las propuestas de los sistemas de recolección de aguas lluvia.	55

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Ecuación del Valor Presente Neto (VPN).	65
Ecuación 2. Ecuación de la Relación Beneficio Costo (B/C).	65

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Tanques exteriores modulares.	27
Figura 2. Tanques modulares enterrados.	28
Figura 3. Sistema de recolección de aguas lluvia con sistema de control.	29
Figura 4. Sistema de tanque exterior modular.	49
Figura 5. Sistema de tanque modular enterrado.	51
Figura 6. Panel de control de un SRA con sistema de control.	53
Figura 7. Imagen en vista superior de la finca.	58
Figura 8. Levantamiento topográfico de la finca.	58
Figura 9. Ubicación seleccionada para el sistema de recolección de aguas lluvia.	59
Figura 10. Tanque modular exterior de 10.000 litros.	60
Figura 11. Teja de polietileno.	61
Figura 12. Tubería y canaleta.	62
Figura 13. Plano del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado.	63

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. PIB Agroindustrial en Colombia.	41
Gráfica 2. Evolución de la Agroindustria en Colombia.	41
Gráfica 3. Datos promedios mensuales meteorológicos y pluviométricos de Villa de Leyva entre 1982 y 2018.	46
Gráfica 4. Datos pluviométricos del año 2019 para el municipio de Villa de Leyva.	46
Gráfica 5. Datos pluviométricos de lo corrido del año 2020 para el municipio de Villa de Leyva.	47

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Matriz EFE.	42
Tabla 2. Matriz IFE.	43
Tabla 3. Datos promedios mensuales meteorológicos y pluviométricos de Villa de Leyva entre 1982 y 2018.	45
Tabla 4. Matriz para la selección del sistema de recolección de aguas lluvia más adecuado.	56
Tabla 5. Flujo de caja y relación beneficio costo.	66

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Facturas del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” desde septiembre de 2019 hasta mayo del 2020.	73

GLOSARIO

ACUEDUCTO: sistema para el transporte de agua, principalmente en grandes cantidades para proporcionar este recurso a una población.

AGRICULTURA: “actividades y conocimientos elaborados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuyo objetivo es obtener productos vegetales para la alimentación del ser humano y del ganado”¹.

AGROINDUSTRIA: industria especializada en la explotación agraria.

AGUA: “sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares; ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno”².

AGUA POTABLE: agua apta para el consumo humano.

AGUAS GRISES: agua proveniente de lluvia o ríos, la cual no ha sido tratada y no es recomendable para consumo humano.

AGUAS RESIDUALES: agua la cual ha sido utilizada por el hombre y afectada de forma negativa en su calidad.

ANÁLISIS PESTAL: análisis que busca describir los factores políticos, económicos, socio-culturales, tecnológicos, ambientales y legales de un contexto o situación específica.

CAPTACIÓN: técnica de recolección y almacenamiento de agua pluvial en tanques o en embalses naturales.

CULTIVAR: práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las actividades necesarias para obtener frutos de estas.

CURVAS DE NIVEL: “línea que se forma por aquellos puntos del terreno que se sitúan a la misma altura. Es la línea que une los puntos de un mapa que tienen idéntica altitud”³.

¹ OXFORD DICTIONARY. Agricultura. [sitio web]. Oxford, UK. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

² OXFORD DICTIONARY. Agua. [sitio web]. Oxford, UK. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 21 de 2020]. Disponible en: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

³ TARBUCK, Edward y LUTGENS, Frederick. Ciencias de la Tierra: Una introducción a la Geología física. 10ª ed. España: Pearson Prentice Hall. 2013 p. 827

DIAGNOSTICO: es el proceso de reconocimiento, análisis y evaluación de una cosa o situación para determinar sus tendencias.

EMBALSE: “gran depósito artificial de agua, construido generalmente cerrando la boca de un valle mediante un dique o presa, que retiene las aguas de un río o de la lluvia para utilizarlas en el riego, abastecer poblaciones o producir energía”⁴.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: “estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno”⁵.

MECÁNICA DE FLUIDOS: “subcategoría de la física la cual se define como la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo (estática de fluidos) o en movimiento (dinámica de fluidos), y la interacción de éstos con sólidos o con otros fluidos en las fronteras”⁶.

METEOROLOGÍA: “parte de la física que estudia los fenómenos de la atmósfera, la climatología, el viento, la lluvia, los rayos, etc”⁷.

PLUVIOMETRÍA: sección de la meteorología que calcula y estudia el monto, la intensidad y la periodicidad de las lluvias según el sitio geográfico y las épocas del año.

POLIETILENO: “tipo de polímero que se utiliza extendidamente en la fabricación de envases, de bolsas, para recubrir cables, para hacer recipientes y en las tuberías, entre otros. Se trata de uno de los plásticos más comunes y usados en el mundo, especialmente por el bajo costo que representa”⁸.

⁴ OXFORD DICTIONARY. Embalse. [sitio web]. Oxford, UK. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

⁵ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. ¿En qué consiste un levantamiento topográfico? [sitio web]. Bogotá, COL. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://www.igac.gov.co/es>

⁶ CENGEL, Yunus. Mecánica de Fluidos, Fundamentos y Aplicaciones. México: McGraw Hill. 2006. p. 2

⁷ OXFORD DICTIONARY. Meteorología. [sitio web]. Oxford, UK. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

⁸ DEFINICIÓN ABC. Polietileno. [sitio web]. Sao Paulo, BR. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/>

RECURSO HÍDRICO: “recursos disponibles o potencialmente disponibles, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable”⁹.

RECURSO NATURAL: elementos de la naturaleza que favorecen o apoyan al bienestar y progreso de los seres vivos.

RIEGO: aporte de agua a los cultivos vegetales para contribuir a sus necesidades hídricas.

SEQUIA: “falta de lluvias durante un período prolongado de tiempo que produce sequedad en los campos y escasez de agua”¹⁰.

SISTEMA DE CONTROL: “conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados”¹¹.

SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA: sistema diseñado para captar el agua lluvia mediante un área de aprovechamiento y almacenarla en un tanque o en un embalse para futuros usos domésticos, agrícolas o industriales.

SOSTENIBILIDAD: conjunto de acciones que no lleven a la destrucción del entorno ni de los recursos.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL: acciones enfocadas al aprovechamiento de los recursos renovables que no lleven a la destrucción de los ecosistemas ni de los recursos naturales.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO: depósito que se utiliza para manipular y almacenar diferentes sustancias.

TANQUE MODULAR: tanque equipado y diseñado específicamente para almacenar y aprovechar el agua proveniente de la lluvia.

ZONAS ÁRIDAS: “unidades geográficas y ecológicas donde predominan condiciones de sequedad extrema y cobertura vegetal reducida o casi ausente”¹².

⁹ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Recursos Hídricos. [sitio web] Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020].

¹⁰ OXFORD DICTIONARY. Sequía. [sitio web]. Oxford, UK. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

¹¹ OXFORD DICTIONARY. Sistema de Control. [sitio web]. Oxford, UK. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

¹² TARBUCK, Edward y LUTGENS, Frederick. Op. Cit., p. 846

RESUMEN

En este trabajo, se desarrolla el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para abastecer el riego de cultivos vegetales en una finca en Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. Para ello, se presenta la descripción y generalidades de los sistemas de recolección de aguas lluvia, comprendiendo los principios físicos que gobiernan a estos sistemas, diferentes casos de estudio que se han presentado a lo largo de la historia de la humanidad en los cuales se han implementado varios tipos de estos sistemas, los principales tipos de sistemas de recolección de aguas lluvia utilizados actualmente y un análisis PESTAL a nivel del país, de departamento y del municipio, con el propósito de conocer los factores que pueden intervenir o afectar el diseño e implementación de un sistema de recolección de aguas lluvia. Mediante la revisión de datos meteorológicos y pluviométricos, se logra calcular la precipitación promedio de la zona la cual es de 908 mm al año. Este nivel de precipitación indica que el sitio de estudio está clasificado como una zona árida y desértica dada la escasez del agua lluvia.

Al realizar una comparación entre tres diferentes sistemas de recolección de aguas lluvia, y presentando las necesidades actuales de la finca, se selecciona el sistema de recolección más adecuado, siendo este el sistema de recolección con tanque modulare exterior. Mediante la precipitación promedio calculada para esta zona, es necesario del uso de 28 tejas de polietileno, ya que estas tienen cierta área de captación, y con este número de tejas se podrá recolectar la cantidad de agua necesaria, siendo esta 6.450 litros mensuales. El costo aproximado de esta inversión es de \$11.596.100 COP. Este costo abarca los principales materiales y equipos como el tanque exterior, 28 tejas de polietileno, tuberías, canaletas, y mano de obra entre otros.

En el desarrollo de este proyecto, se presenta un modelo del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado para la finca. El modelo contempla mapas de la finca, materiales y equipos más relevantes, y un plano del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado. Habiendo presentado el diseño, se realiza el análisis financiero el cual demuestra que la relación beneficio costo es mayor a uno (1) en un periodo de 8 años. A partir de estos ocho años se logra recuperar el dinero invertido en el proyecto.

Palabras Clave: Sistema de Recolección, Aguas Lluvia, Tanque Modular Exterior, Villa de Leyva, Precipitación Promedio.

ABSTRACT

In this work, the design of a rainwater harvesting system is developed to supply the irrigation of vegetable crops on a farm in Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. For this, the description and generalities of the rainwater collection systems are presented, including the physical principles that govern these systems, different case studies that have been presented throughout the history of humanity in which they have been implemented various types of these systems, the main types of rainwater harvesting systems currently used and a PESTAL analysis of the country, department and municipality, with the purpose of knowing the factors that may intervene or affect the design and implementation of a rainwater harvesting system. By reviewing meteorological and pluviometric data, it's possible to calculate the average rainfall of the area, which is 908 mm per year. This level of precipitation indicates that the study site is classified as an arid and desert area given the scarcity of rainwater.

Making a comparison between three different rainwater collection systems and presenting the current needs of the farm, the most appropriate collection system is selected, this being the collection system with an external modular tank. Through the approximate average calculation for this area, the need of 28 polyethylene tiles is necessary, since these have a certain catchment area, and with this number of tiles the amount of water needed can be collected, this being 6,450 liters per month. The approximate cost of this investment is \$11,596,100 COP. This cost covers the main materials and equipment such as the external tank, 28 polyethylene tiles, pipes, gutters and labor, among others.

In the development of this project, a model of the design of the rainwater collection system selected for the farm is presented. The model includes maps of the farm, the most relevant materials and equipment, and a plan of the design of the selected rainwater harvesting system. Having presented the design, the financial analysis is performed which shows that the cost benefit ratio is greater than one (1) in a period of 8 years. From these eight years it's possible to recover the money invested in the project.

Key Words: Collection System, Rainwater, Exterior Modular Tank, Villa de Leyva, Average Precipitation.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la necesidad del agua como recurso natural es esencial para el desarrollo de la humanidad como para la preservación de la naturaleza. Dada la contaminación generada por el hombre, el calentamiento global y el más uso del recurso hídrico, el agua ha empezado a escasear en diferentes lugares del mundo volviéndolos áridos, y prolongando la época de sequías. Por estas razones la humanidad ha optado por diseñar y construir sistemas de recolección de aguas lluvia con el objetivo de lograr captar, recolectar y almacenar agua para diferentes fines ya sean domésticos o industriales.

Por ello, los diferentes sistemas de recolección de aguas lluvias diseñados y contruidos hasta hoy en día, han demostrado ser una solución para zonas en donde escasea el agua. Sin estas tecnologías, las condiciones de vida son realmente bajas en zonas áridas. Estos sistemas consisten en un área de captación la cual lograr recolectar el agua y posteriormente mediante otros mecanismos, el agua es dirigida a tanques de almacenamiento o embalses, y de este modo lograr tener una reserva de este recurso para sus diferentes usos.

Actualmente, el sitio de estudio de este proyecto, el cual es una finca en el municipio de Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, está ubicada en una zona clasificada como árida y desértica dada la poca cantidad de precipitaciones en este lugar (menos de 1000 mm al año). La finca cuenta con la siembra de césped, árboles frutales, cultivos vegetales y jardines principalmente y por ello es necesario el uso del agua para su manteamiento y preservación; se está utilizando el suministro de un acueducto local para poder abastecer la vegetación mencionada. Cabe resaltar que este suministro tiene un costo el cual se podría evitar o reducir si se realiza un sistema de recolección de aguas lluvias.

Dadas estas condiciones, en este trabajo se presenta un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias para abastecer el riego de cultivos vegetales en la finca, con el objetivo de tener una fuente de agua sin la necesidad de utilizar grandes cantidades de agua suministrada por el acueducto local el cual tiene un valor considerable. Inicialmente es importante conocer las normas, el contexto y la legislación actual para saber si es posible realizar un proyecto como estos. Seguidamente, es necesario describir las características meteorológicas y pluviométricas de Villa de Leyva con el objetivo de conocer la cantidad de agua que se podría recolectar.

Posteriormente, en este proyecto se presentan diferentes tipos de sistemas de recolección de aguas lluvia con el objetivo de conocer las diferentes opciones del mercado, conocer las ventajas y desventajas de cada una y su el valor aproximado de la inversión. Mediante análisis y estas variables, y las necesidades actuales de la finca, se escogerá el sistema de recolección de aguas lluvia más adecuado.

Ya conociendo el sistema de recolección de aguas lluvias apropiado para la finca, se realizará un modelo del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado el cual contará con mapas de la locación, principales materiales y equipos, y un plano del diseño. Finalmente, se realizará el análisis financiero mediante el indicador financiero relación beneficio costo. Obteniendo estos resultados, se presentan las conclusiones del proyecto las cuales analizan la viabilidad técnica y financiera del proyecto.

El alcance de este proyecto abarca la selección del sistema de recolección de aguas lluvia más adecuado para la finca según sus condiciones actuales, el diseño del modelo de este sistema seleccionado, y el análisis financiero del proyecto. Para ello es necesario la consulta de información teórica, técnica e información suministrada por los dueños de la finca. Este estudio es una etapa inicial la cual no involucra riesgos técnicos ni económicos para los dueños.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de recolección de aguas lluvia para abastecer el riego de cultivos vegetales en una finca en Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico del sector e identificar mediante datos históricos y estadísticos, cuáles son las épocas de mayor y menor precipitación en Villa de Leyva.
- Realizar un comparativo de tres diferentes sistemas de recolección de aguas lluvias y seleccionar el más adecuado.
- Diseñar un modelo del sistema de recolección de aguas lluvia más adecuada para el sitio de estudio del proyecto y determinar la viabilidad financiera del sistema de recolección de aguas lluvia mediante la relación costo beneficio (B/C).

1. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR E IDENTIFICACIÓN MEDIANTE DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS, LAS ÉPOCAS DE MAYOR Y MENOR PRECIPITACIÓN EN VILLA DE LEYVA

En este capítulo se presentará un breve marco teórico y conceptual relacionado a los sistemas de recolección de aguas lluvia. Seguidamente se estudiará el entorno externo e interno del municipio de Villa de Leyva a través de un análisis PESTAL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental, y Legal) de Colombia, del departamento de Boyacá y del municipio de Villa de Leyva, lugar en donde se encuentra la finca para el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia. Posteriormente se realizara un estudio del sector y subsector de la economía en el cual se enfoca este proyecto. Mediante este desarrollo se concluirá con el diagnóstico y de esta manera se logrará visualizar los factores tanto internos como externos que pueden verse involucrados en este proyecto.

Adicionalmente se presentarán los datos meteorológicos de Villa de Leyva con el objetivo de conocer las épocas de mayor y menor precipitación, la precipitación promedio, los archivos históricos pluviométricos y meteorológicos, y con estos lograr estimar el monto de agua que se puede llegar a recolectar con el sistema de recolección de aguas lluvia en un tiempo determinado para abastecer el riego de cultivos vegetales.

1.1 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Antes de empezar de hablar sobre los sistemas de recolección de aguas lluvia, es importante mencionar la rama de la ciencia que nos permite comprender hoy en día estos sistemas. La mecánica de fluidos, según el profesor Yunus Cengel, "(...) es una subcategoría de la física la cual se define como la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo (estática de fluidos) o en movimiento (dinámica de fluidos), y la interacción de éstos con sólidos o con otros fluidos en las fronteras"¹³. A lo largo de la historia, diferentes autores han aportado a la mecánica de fluidos y de este modo se han logrado crear y mejorar tecnologías las cuales se fundamentan de estos conceptos y proveen de diferentes beneficios a la sociedad actual. Uno de estos beneficios son los sistemas de recolección de aguas lluvias, sistemas los cuales a partir de un diseño ingenieril y arquitectónico, son capaces de captar, transportar y almacenar el agua proveniente de la lluvia, y utilizar esta para cualquier actividad en la cual se requiera de este recurso.

Ahora bien, es importante mencionar que la sostenibilidad se define como el conjunto de acciones que no lleven a la destrucción del entorno ni de los recursos. Los sistemas de recolección de aguas lluvia han sido contemplados como tecnología sostenible dado que estos evitan que los humanos obtengan este recurso de otras fuentes como ríos, lagunas o embalses naturales, lo cual afecta los

¹³ CENGEL, Yunus. Op. Cit., p.2

ecosistemas al momento de retirar el agua de su entorno. Existen diferentes tipos de sostenibilidad; pero para el enfoque de este trabajo, la subcategoría de interés es la sostenibilidad ambiental. Esta la podemos definir como las acciones enfocadas al aprovechamiento de los recursos renovables que no lleven a la destrucción de los ecosistemas ni de los recursos naturales. Los sistema de recolección de aguas lluvia se adecuan a esta definición dado que estos almacenan el agua para ser utilizada para cualquier beneficio humano, no contamina el medio ambiente, requiere de una mínima cantidad de energía para su funcionamiento, y puede llegar a abastecer localidades las cuales no tienen servicio de acueducto.

1.1.1 Historia. A lo largo de la historia de la humanidad, se han desarrollado diferentes tipos de sistemas de recolección de aguas lluvia. En esta sección se mencionarán los hechos históricos más relevantes acerca de estos sistemas.

1.1.1.1 Imperio Romano. Durante los siglos X y XV, el antiguo Imperio Romano tuvo un gran progreso en infraestructura el cual le permitió desarrollar nuevos beneficios a su sociedad. Su locación era caracterizada por su clima el cual era semiárido, y por ello tuvieron que recurrir a la construcción de grandes depósitos subterráneos en donde el agua de las lluvias se iba almacenando para su uso posterior en épocas de sequías. El uso que le daban al agua en el Imperio Romano era principalmente para consumo humano y fines agrícolas.

1.1.1.2 Gibraltar. La zona de Gibraltar carece de ríos y manantiales, pero tiene la fortuna de tener largos periodos de lluvia en el año y por ello desde el siglo XVIII sus habitantes construyeron unas planchas las cuales tienen la capacidad de captar el agua de la lluvia. Esta era canalizada hacía unos grandes depósitos subterráneos para su almacenamiento.

1.1.1.3 Capri. A finales del siglo XX, en la isla de Capri, debido a la alta demanda de agua, todas sus nuevas edificaciones eran construidas con sistemas de recolección de aguas lluvias, los cuales consistían en captar el agua con el tejado de las viviendas y almacenada en aljibes de cada propiedad.

1.1.1.4 Actualidad (Siglo XXI). En la actualidad existen muchos lugares en el mundo los cuales utilizan sistemas de recolección de aguas lluvia debido a la alta demanda de este recurso. Son tantos los usos que se le han dado a este recurso que ya muchas zonas no dan abasto y se ha requerido de la implementación de estos sistemas para lograr satisfacer la demanda.

En Ciudad de México los diferentes sistemas de recolección de aguas lluvia han permitido mitigar el desabastecimiento debido a la gran cantidad de población de esta ciudad. Es complicado el acceso a diferentes zonas de esta ciudad y estos sistemas han demostrado ser una solución para la autosuficiencia sostenible de este recurso y no depender del transporte del agua.

Son muchos los países que han notado el gran beneficio de los sistemas recolección de aguas lluvia y por eso cada vez más la lista se agranda. Inglaterra y Alemania han logrado un ahorro del 15% por medio de estos sistemas. En Canadá, Estados Unidos, el continente asiático, Australia, América Latina, Brasil, África, México, entre otros, son algunos de los principales países y continentes en implementar estos sistemas dado que aumentan la disponibilidad del agua, mitigan las inundaciones, se evita la intervención en fuentes naturales, y ofrece muchos usos domésticos.

Por otro lado, también se han realizado estudios e investigaciones sobre los sistemas de recolección de aguas lluvias. A continuación, se mencionarán algunas de estas investigaciones.

En el 2012, el arquitecto Alan Fewkes publicó un artículo sobre los sistemas de recolección de aguas lluvia titulado “*A review of rainwater harvesting in the UK*”¹⁴ en la escuela de arquitectura de la universidad de Nottingham Trent. Este artículo habla principalmente sobre los beneficios potenciales de los sistemas de recolección de aguas lluvias, los diferentes tipos de sistemas y componentes utilizados para suministrar agua no potable. Concluye con que esto puede mejorar la viabilidad financiera de muchos hogares y mejorar la sostenibilidad ambiental, pero afirma que se requieren más investigaciones.

Posteriormente en el 2014, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia emitió un informe sobre los hogares ecológicos con tecnologías limpias que fortalecerán su compromiso ambiental y en este documento mencionan los 450 hogares de los municipios de Cisneros, Maceo, Yolombó y Puerto Berrío, cuentan con sistemas de aprovechamiento de agua lluvia y filtros purificadores de agua, con el objetivo de promover el uso racional del recurso hídrico.

Actualmente, en marzo de 2020, la escuela de Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente, junto con la Universidad de Wenzhou de China. Publicaron el artículo “*A hydroponic green roof system for rainwater collection*”¹⁵ (Un sistema de techo verde hidropónico para la recolección de agua de lluvia), el cual muestra un sistema de techo para reducir la escorrentía de aguas pluviales urbanas y para satisfacer la demanda de recolección de agua. Estudiaron este sistema ya que simultáneamente recolectaba agua de lluvia y trataba aguas grises para fines domésticos y de consumo humano.

¹⁴ FEWKES, Alan. A review of rainwater harvesting in the UK. En: Escuela de Arquitectura, Diseño y Entorno Construido, Universidad de Nottingham Trent. Nottingham. 2012. p. 1

¹⁵ Xu L., et. al. A hydroponic green roof system for rainwater collection and greywater treatment. Wenzhou. En: Diario de Producción Limpia. 2020. p. 1

1.1.2 Tipos de sistemas de recolección de aguas lluvia (SRA). En esta sección se presentarán los diferentes tipos de sistemas de recolección de aguas lluvias. Cabe resaltar que estos sistemas ha presentar son los más recientes.

1.1.2.1 Canales en cubiertas. Este primer sistema es uno de los más usuales y conocidos y consiste en utilizar cualquier zona descubierta ya sean tejados, plazoletas, parqueaderos, etcétera, para lograr captar el agua de la lluvia. Posteriormente esta es direccionada hacia un tanque de almacenamiento o embalse.

1.1.2.2 Tanques exteriores modulares. Este es un sistema de tanques los cuales tienen un componente el cual filtra el agua antes de ser almacenada. Es una opción sencilla y económica ya que su instalación es fácil debido a que estos se ubican en zonas como jardines traseros y espacios descubiertos. Recogen el agua a través de unas canales. En la **Figura 1** se puede observar un sistema de recolección de aguas lluvias con tanques exteriores nodulares.

Figura 1. Tanques exteriores modulares.



Fuente: ARREVOL ARQUITECTOS. 5 sistemas para reaprovechar el agua de lluvia. Madrid. 2017. p. 1

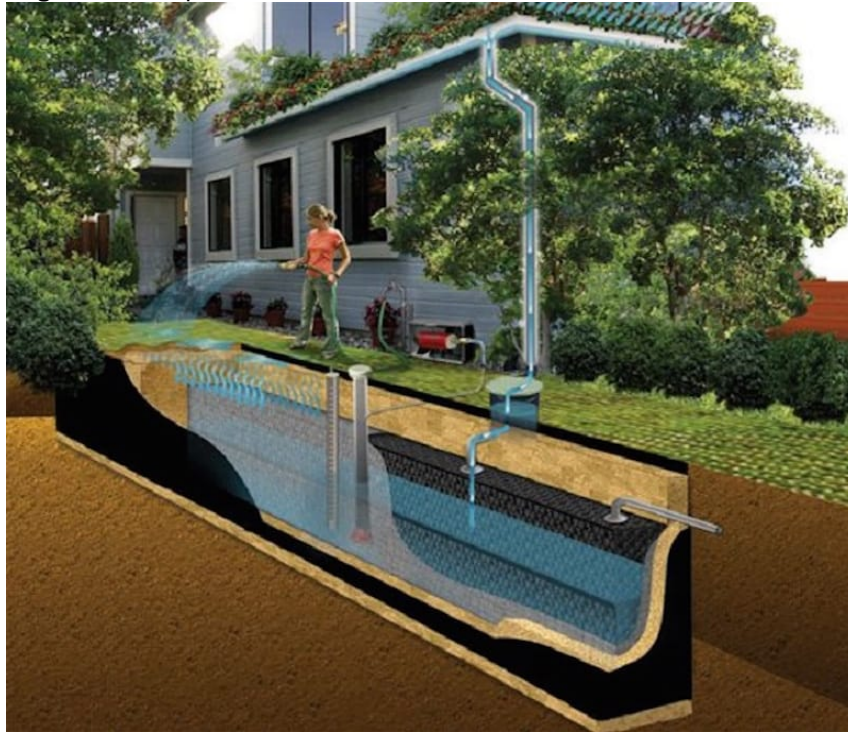
“También se puede definir como un depósito de acumulación compacto con capacidad de hasta 1000 litros de agua. Gracias a sus dimensiones de 1,60 m de ancho por 1,55 m de alto y tan sólo 0,64 m de fondo, es fácil adosarlo a alguna fachada o muro sin que abulte demasiado. Además, al ser modulares, se pueden unir varios depósitos para conseguir un volumen mayor de acumulación de agua de lluvia”¹⁶.

¹⁶ ARREVOL ARQUITECTOS. 5 sistemas para reaprovechar el agua de lluvia. Madrid. 2017. p. 1

1.1.2.3 Depósitos raindrop. Esta es una opción más moderna y es conocida principalmente por mantener un buen aspecto estético. Su capacidad de almacenamiento es baja a comparación de los sistemas presentados anteriormente. “Este depósito, diseñado por el estudio Bas van der Veer, se conecta directamente a la bajante de pluviales, siempre que tengan un diámetro de entre 50 y 80 mm, y dispone de una capacidad de almacenamiento de 75 litros”¹⁷.

1.1.2.4 Tanques modulares enterrados. Estos tanques son la misma tecnología que los tanques modulares ordinarios a excepción de que estos son instalados en el subsuelo con el objetivo de evitar a que estos sean expuestos a la vista y en áreas comunes. Son una buena opción para mantener el factor estético de las viviendas o las zonas en donde se desea implementar. Su mayor desventaja es que posee el mayor costo de todos los demás sistemas debido a su compleja instalación y la alta calidad de sus materiales dado que el mantenimiento de este es casi imposible dado que queda enterrado en el subsuelo. En la **Figura 2** se logra observar un ejemplo de los tanques modulares enterrados.

Figura 2. Tanques modulares enterrados.

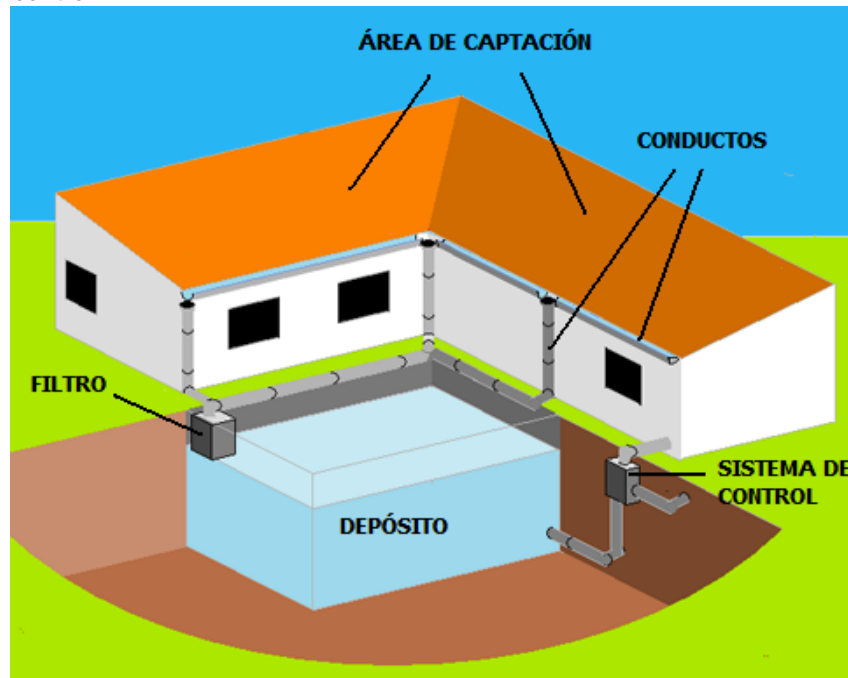


Fuente: ECOINVENTOS. Tanques modulares para la recolección de agua de lluvia y su reutilización en el hogar. [sitio web]. Almería, ESP. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <https://ecoinventos.com>

¹⁷ Ibíd.

1.1.2.5 SRA con sistema de control. Como último sistema de recolección de aguas lluvia, tenemos aquellos que cuentan con un sistema de control el cual lo vuelve uno de los más robustos y completos, y así mismo más costoso. Este sistema cuenta con un área de captación para el agua lluvia, unos conductos para que el agua pueda llegar a los depósitos o tanques de almacenamiento, un sistema de filtros el cual se encuentra antes de la entrada a los tanques, y finalmente, diferentes sistemas de control como válvulas, electrobombas y monitores que le permiten al usuario visualizar y tener un mayor control del sistema. En la **Figura 3** se logra observar un sistema de control de aguas lluvia con sistema de control. El almacenamiento de este sistema puede ser de tanques modulares ordinarios o enterrados.

Figura 3. Sistema de recolección de aguas lluvia con sistema de control.



Fuente: SITIO SOLAR. Los Sistema de Recolección de aguas lluvia. [sitio web]. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: agosto 5 de 2020]. Disponible en: <http://www.sitiosolar.com>

1.2 PESTAL COLOMBIA

Para lograr identificar todos los factores que afectan directa o indirectamente los diseños de sistemas de recolección de aguas lluvia, es necesario hacer un estudio PESTAL a nivel del país y de este modo lograr comprender el contexto actual, y así lograr definir el diseño que se adecue para la finca.

1.2.1 Factores Políticos Colombia. En esta sección se estudiarán los factores políticos a nivel nacional que puedan intervenir en el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

En Colombia, existen varios factores políticos los cuales son relevantes en un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia. En temas de legislación y normatividad respecto al uso del agua, existe una gran cantidad de leyes, decretos y normas que mencionan y regulan el uso del agua como servicio y bien público. A continuación se enumeran algunas normas de interés en el **Cuadro 1**, mencionando su respectivo aporte.

Cuadro 1. Normas colombianas relacionadas al agua y a sistemas de recolección de aguas lluvia.

Norma	Aporte
1. Artículo 2 de la Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	"Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua. El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa" ¹⁸ .
2. Artículo 5 de la Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	"Reúso obligatorio del agua. Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio-económico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua" ¹⁹ .

¹⁸ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 373 (11 de junio de 1997). Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá, D.C.: Diario Oficial No. 43.058. 1997. Art. 2

¹⁹ *Ibíd.*, Art. 5

Cuadro 1. (Continuación)

<p>3. Artículo 9 de la Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.</p>	<p>"De los nuevos proyectos. Las entidades públicas encargadas de otorgar licencias o permisos para adelantar cualquier clase de proyecto que consuma agua, deberán exigir que se incluya en el estudio de fuentes de abastecimiento, la oferta de aguas lluvias y que se implante su uso si es técnica y económicamente viable"²⁰.</p>
<p>4. Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Esta ley menciona los servicios públicos domiciliarios y por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Regula la prestación de servicios públicos comprendiendo el de alcantarillado y acueducto. Cabe resaltar que esta también menciona la protección de los recursos naturales, la prestación del servicio por empresas públicas o privadas y el papel del estado en la regulación y control de las mismas.</p>
<p>5. Decreto 302 de 2000. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.</p>	<p>Se encuentran normas que regulan las relaciones entre las entidades las empresas prestadoras de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado con los suscriptores y/o usuarios. Este decreto menciona las aguas lluvias como sección de desagüe de edificaciones y redes internas de proyectos.</p>
<p>6. Artículo 1 del Proyecto de Ley 48 de 2017. Por medio de la cual se dictan normas para implementar e incentivar sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y de captación de energía solar y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Este es probablemente el proyecto de ley más enfático en el tema de sistema de recolección de aguas lluvia.</p> <p>"El objeto de la presente ley es implementar e incentivar el establecimiento de sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y captación de energía solar en las edificaciones nuevas y preexistentes en el territorio nacional, lo anterior con el propósito de cuidar el recurso hídrico, mejorar la eficiencia energética y contribuir a la preservación del Medio Ambiente"²¹.</p>

²⁰ *Ibíd.* Art. 9

²¹ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Proyecto de Ley 48 (1 de agosto de 2017). Por medio de la cual se dictan normas para implementar e incentivar sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y de captación de energía solar y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.: 2017. Art. 1

Cuadro 1. (Continuación)

7. Artículo 3 del Proyecto de Ley 48 de 2017. Por medio de la cual se dictan normas para implementar e incentivar sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y de captación de energía solar y se dictan otras disposiciones.	"Fondo Nacional para el Uso y el Aprovechamiento de las Aguas Lluvias y la Energía Solar. Créase el Fondo Nacional para el Uso y el Aprovechamiento de las Aguas Lluvias y la Energía Solar como una cuenta especial sin personería jurídica adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, con el propósito de diseñar y financiar estímulos e incentivos para la implementación de sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de energía solar" ²² .
--	---

Fuente: elaboración propia basado en la normatividad colombiana.

Mediante la búsqueda de las normas las cuales mencionan sobre la recepción de aguas lluvia, podemos notar que no existe una gran cantidad de regulaciones en sistemas de recolección de aguas lluvia dado que el marco regulatorio es débil es este tema. La norma que más enfatiza a los sistemas de recolección de aguas lluvia es el proyecto de ley 48 de 2017.

1.2.2 Factores Económicos Colombia. Esta sección consiste en la búsqueda y análisis de los factores económicos de Colombia, actuales y futuras que puedan afectar el desarrollo de un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

ACODAL (Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental), menciona diferentes cifras relacionadas al agua la cuales son de interés para este trabajo. Según ACODAL, las sequías causan una reducción del 4,5% en horas trabajadas y una disminución de 6,5% en el ingreso salarial. Los fenómenos de El Niño de La Niña tienen un efecto en el desempleo el cual puede llegar a aumentar entre 5,1% y 8,9% respectivamente. Estos factores generan una pérdida estimada de US\$5.740 millones, cifra la cual equivale al 2% del PIB. Adicionalmente 3 de cada 10 municipios tienen graves problemas de abastecimiento de agua y altos riesgos de escasez.

Contemplando los datos mencionados anteriormente, el tema de la prestación de servicio público de agua tiene altos déficits dado que por el mal manejo que se le da a este recurso en algunas zonas del país los costos equivalen a US\$2.5000 millones al año según ADOCAL lo cual equivale al 0,67% del PIB, con tendencia hacia una baja productividad que en comparación a otros países. Colombia se encuentra un 18% por debajo del promedio de los países pertenecientes a la OCDE (Organización para la Cooperación y el desarrollo Económicos).

²² *Ibíd.* Art. 3

Según estos datos, podemos decir que el agua es fundamental para la economía Colombiana dado que a causa de su escasez, la productividad disminuye y por lo tanto diferentes indicadores económicos como el PIB. Así las cosas, la propuesta de sistemas de recolección de aguas lluvia serían una solución futura a los problema de sequía y desabastecimiento que nos enfrentaos hoy en día.

1.2.3 Factores Sociales Colombia. En esta sección se busca estudiar los factores socioculturales de la sociedad Colombiana que puedan intervenir o afectar un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

Según la Universidad Cooperativa de Colombia, el agua es un activo Ecosocial. El doctor José Garzón Maceda²³ asegura que “Hay que darle valor social al gua para que podamos conocer realmente su valor económico”. Adicionalmente afirma que “se requiere que nos apartemos de la mirada tradicional que le damos al agua, como un nada, para darle su real valor, en lo social”. Garzón ha trabajado en varios proyectos sobre la protección de este recurso hídrico y ha participado e intervenido en varias comunidades para darles beneficios sociales y ambientales por la explotación de este. Principalmente ha contribuido con la construcción de represas y otros procesos productivos. A través de este tipo de proyectos, la universidad asegura que hay generación de desarrollo urbanístico, turístico y por ende económico en las poblaciones afectadas.

Adicionalmente, también menciona que los recursos de agua dulce son una parte indispensable de todo ecosistema terrestre, sin embargo, en las últimas décadas, se ha observado una marcada disminución en la disponibilidad de dicho recurso en gran parte de la geografía mundial. Estas declaraciones se asimilan a otras fuentes las cuales mencionan al recurso hídrico como un activo de alto valor social. Nuevamente podemos reconocer que la captación de agua trae beneficios sociales dado que puede llegar a beneficiar en muchos aspectos a comunidades y la sociedad en general.

1.2.4 Factores Tecnológicos Colombia. Dado que la tecnología avanza a una velocidad impresionante, en esta sección se estudiarán los factores tecnológicos en Colombia que pueden intervenir en un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

Existen diferentes tecnologías o tipos de sistemas de recolección de aguas lluvia. Como se mencionó anteriormente en el marco teórico y conceptual, existen diferentes tipos de sistemas de recolección de aguas lluvias. Estos sistemas ya mencionados utilizan una tecnología la cual ya se posee en Colombia y por ello se puede acceder a sus beneficios.

²³ GARZÓN, José. El Agua, un Activo Ecosocial. En: Universidad Cooperativa de Colombia. [sitio web]. Bogotá, D.C. Sec. Noticias. 28 de abril de 2016. [Consultado: mayo 21 de 2020]. Disponible en: <https://www.ucc.edu.co/neiva/prensa/2016/Paginas/el-agua-y-su-valor-eco---social.aspx>

Colombia es un país en el cual ya se han realizado varios casos de implementación de recolección de aguas lluvia para diferentes usos. En temas domésticos, se han realizado proyectos los cuales cuentan con tecnología la cual abarca un área de recepción lo suficientemente amplia para recoger el agua lluvia y posteriormente esta pasa por unos filtros para su limpieza. Cabe resaltar que la mayoría de estos sistema de recolección de aguas lluvia limpian el agua pero no la purifican, generando que esta sea únicamente para usos domésticos como lo son la lavadora, lavaplatos, lavamanos, descarga de inodoro y regadera, mas no para consumo. El promedio de diferentes proyectos aplicados principalmente en edificaciones urbanas indica que la recolección de aguas lluvia pueden llegar a satisfacer el 20% de la necesidad por persona.

1.2.5 Factores Ambientales Colombia. Actualmente existen normas ambientales las cuales rigen y controlan numerosas actividades en el país. Por ello es necesario identificar las normas vigentes, y cuáles de estas pueden llegar a afectar un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca. En esta sección se buscará qué normas ambientales deben cumplir los diseños en Colombia.

Según la SIAC (Sistema de Información de Colombia) En 2010 se expidió Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, en la cual se establecen los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para el manejo de este recurso en el país, con un horizonte de 12 años. Esta Política tiene como objetivo general garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.

Como hemos visto hasta el momento, existen varias normas que regulan el uso del agua, pero no se existen normas ambientales en Colombia explícitamente sobre sistemas de recolección de aguas lluvia. En el tema ambiental, existen regulaciones para el uso adecuado, racional y eficiente del agua; sin embargo, en temas de lineamientos y aprovechamiento de aguas lluvias, es poco lo que se ha de desarrollado.

1.2.6 Factores Legales Colombia. En esta sección se presentarán los factores legales con relación al diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca en Colombia. Se mencionarán las normas que rigen a los diseños hoy en día en Colombia y los requisitos mínimos para que estos se puedan aplicar.

Con base en las investigaciones realizadas, se encontró que la única ley que se asocia con los sistemas de recolección de aguas lluvia es el proyecto de ley 48 de 2017, el cual menciona que su objetivo es implementar e incentivar sistemas de recolección de aguas lluvia en nuevas viviendas del territorio nacional. Por otro lado

no se propone ninguna norma que hable de tema legal sobre los sistemas de recolección de aguas lluvia.

1.3 PESTAL BOYACÁ

Para lograr identificar factores más específicos que afectan directa o indirectamente los diseños de sistemas de recolección de aguas lluvia, es necesario hacer un estudio PESTAL a nivel del departamento de Boyacá y de este modo lograr comprender el contexto actual de este departamento, y así lograr definir el diseño que se adecue para la finca.

1.3.1 Factores Políticos Boyacá. En esta sección se estudiarán los factores políticos a nivel del departamento de Boyacá que puedan intervenir en el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

Actualmente no se posee ninguna norma explícita para el departamento de Boyacá, en el cual se mencionen los sistemas de recolección de aguas lluvia. En el documento sobre la Evaluación de la Política de Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento -PDA- se menciona principalmente sobre la evolución de la política de agua potable y saneamiento básico, los planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Así las cosas los factores políticos del departamento de Boyacá serán los mismos que se mencionaron en los Factores Políticos a nivel de Colombia, los cuales rigen todo el territorio nacional.

1.3.2 Factores Económicos Boyacá. Esta sección consiste en la búsqueda y análisis de los factores económicos de Boyacá, actuales y futuras que puedan afectar el desarrollo de un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

Mediante una investigación realizada por el diario El Tiempo, se encontraron cifras alarmantes sobre el agua en el departamento de Boyacá. Un documento, entregado por el Contralor de Boyacá, Ramiro Abella Soto, indica que el grado de vulnerabilidad de los acueductos urbanos del Departamento es bastante alto, al considerar que el 25% de las fuentes presentan un nivel de deterioro y agotamiento agravado; y el 90% de las fuentes que requiere de atención prioritaria son de tipo superficial y evidencian la necesidad de establecer planes de manejo integral sobre ellas.

Según la Secretaría de Agua Potable y Acueducto Rural de Boyacá, en los 123 municipios del Departamento existe algún sistema de acueducto. De ellos, solamente el 91% tiene cobertura urbana y apenas el 20% cobertura rural.

De esos 123 municipios, en 70 existe planta de tratamiento y en 37 no. De los 70 en donde hay planta de tratamiento solo funcionan 37 y solo en tres se produce agua potable.

Estos datos muestran un análisis realizado y mencionan los municipios que están en estado grave y en estado preocupante. El municipio de Villa de Leyva, lugar de interés de este proyecto, no se encuentra en ninguno de esos estados afortunadamente. Aun así, a partir de la estadísticas, se nota claramente como los sistemas de recolección de aguas lluvias son necesarios para mejorar la situación actual, ya que con estos, no se tendría que depender de las entidades que se encargan de abastecer el agua y tampoco habría un agotamiento excesivo de las fuentes hídricas actuales.

1.3.3 Factores Socioculturales Boyacá. En esta sección se busca estudiar los factores socioculturales de la sociedad Boyacense que puedan intervenir o afectar un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

Actualmente la gobernación de Boyacá ha establecido el Día Mundial del Agua. La Corporación Autónoma Regional de Chivor realiza un recorrido por el sendero interpretativo de la laguna “La Calderona” ubicada en el páramo de Bijagual, municipio de Ciénega y actividades de educación ambiental que buscan sensibilizar sobre el deber social de proteger el recurso hídrico. Existen campañas similares en el departamento pero no se cuenta con temas sociales explícitamente sobre sistemas de recolección de aguas lluvia.

1.3.4 Factores Tecnológicos Boyacá. Dado que la tecnología avanza a una velocidad impresionante, en esta sección se estudiarán los factores tecnológicos en Boyacá que pueden intervenir en un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

En una monografía realizada en la UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia) se realizó un diseño e implementación de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca ubicada en el departamento de Boyacá. La tecnología utilizada en esta fue un sistema de recepción, filtros, tubería y tanques para completar el sistema de recolección. Esta es una tecnología comúnmente utilizada en Colombia para sistemas de recolección de aguas lluvia. No se cuenta con mayor información o factores tecnológicos en el departamento de Boyacá sobre sistemas de recolección de aguas lluvia explícitamente.

1.3.5 Factores Ambientales Boyacá. Actualmente existen normas ambientales las cuales rigen y controlan numerosas actividades en el país. Por ello es necesario identificar las normas vigentes, y cuáles de estas pueden llegar a afectar un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca. En esta sección se buscará que normas ambientales deben cumplir los diseños en Boyacá.

Como hemos visto hasta el momento, existen varias normas que regulan el uso del agua, pero no se poseen normas ambientales en Colombia ni en Boyacá explícitamente sobre sistemas de recolección de aguas lluvia. En el tema ambiental, existen regulaciones para el uso adecuado, racional y eficiente del agua; sin embargo, en temas de lineamientos y aprovechamiento de aguas lluvias, es poco lo que se ha de desarrollado.

Como se mencionó anteriormente, en el documento sobre la Evaluación de la Política de Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento -PDA- se menciona principalmente sobre la evolución de la política de agua potable y saneamiento básico, los planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Así las cosas, no existiría un factor ambiental puntual para los sistemas de recolección de aguas lluvias en Boyacá.

1.3.6 Factores Legales Boyacá. En esta sección se abracarán los factores legales con relación al diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca en Colombia. Se nombrarán las normas que rigen a los diseños hoy en día en Boyacá y los requisitos mínimos para que estos se puedan aplicar.

Al igual que en el caso de los factores legales para Colombia, la ley que asocia a los sistemas de recolección de aguas lluvia en el proyecto de ley 48 de 2017, el cual menciona que su objetivo es implementar e incentivar sistemas de recolección de aguas lluvia en nuevas viviendas del territorio nacional; esta aplica también para el departamento de Boyacá. Por otro lado no se posee ninguna norma la cual hable de tema legal sobre los sistemas de recolección de aguas lluvia específicamente en Boyacá, por lo cual podemos afirmar que no hay ninguna restricción del uso de sistemas de recolección de aguas lluvia en el departamento.

1.4 PESTAL VILLA DE LEYVA

Para lograr identificar factores aún más específicos que afectan directa o indirectamente los diseños de sistemas de recolección de aguas lluvia, es necesario hacer un estudio PESTAL a nivel del municipio de Villa de Leyva y de este modo lograr comprender el contexto actual de este municipio, y así lograr definir el diseño que se adecue para la finca.

1.4.1 Factores Políticos Villa de Leyva. En esta sección se estudiarán los factores políticos a nivel del municipio de Villa de Leyva que puedan intervenir en el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

Los principales factores políticos en el municipio de Villa de Leyva son las decisiones que ha tomado la alcaldía con el objetivo de racionar el agua debido a la baja cantidad de lluvia que se ha presentado en los últimos años. Esta es una clara razón por la cual es importante crear un sistema de recolección de aguas lluvia.

Adicionalmente el Plan de Desarrollo de Villa de Leyva para los periodos 2016-2019 y 2020-2023 menciona sobre la construcción de sistemas para el tratamiento de aguas residuales y aguas lluvias para abastecimiento. Dado que no se encuentra ningún otro factor político en Villa de Leyva, se contemplan los factores que aplican en Boyacá y en Colombia.

1.4.2 Factores Económicos Villa de Leyva. Esta sección consiste en la búsqueda y análisis de los factores económicos de Villa de Leyva, actuales y futuros que puedan afectar el desarrollo de un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

Según el trabajo de grado “Diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable en vivienda unifamiliar, vereda la sabana del municipio de Villa de Leyva- Boyacá”, el proyecto de sistema de recolección de aguas lluvia tiene viabilidad financiera después de tres años de ahorro de agua por parte del acueducto veredal. Este factor económico es el más relevante para el caso de Villa de Leyva ya que tenemos un caso de un sistema similar en el cual va a generar rentabilidad técnica y económica a la sociedad.

Por otro lado, no se encontraron nuevos factores aparte del mencionado anteriores sobre sistemas de recolección de aguas lluvias para el caso del municipio de Villa de Leyva por lo cual los factores de Boyacá y Colombia también deben ser contemplados.

1.4.3 Factores Socioculturales Villa de Leyva. En esta sección se busca estudiar sobre los factores socioculturales de la sociedad Villa Leyvana que puedan intervenir o afectar un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

No se encontraron nuevos factores socioculturales que mencionen el agua o a los sistemas de recolección de aguas lluvia para el municipio de Villa de Leyva.

1.4.4 Factores Tecnológicos Villa de Leyva. Dado que la tecnología avanza a una velocidad impresionante, en esta sección se estudiarán los factores tecnológicos en Villa de Leyva que pueden intervenir en un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca.

En tanto al municipio de Villa de Leyva, este es un lugar de alto turismo y construcción por lo que se dispone de tecnología para la elaboración de proyectos. Posee una buena oferta de maquinaria, mano de obra, materiales, etcétera, los cuales son fundamentales en el sector de la construcción y son una ventaja para la elaboración de proyectos. En Villa de Leyva ya se han realizado sistemas de recolección de aguas lluvia según el Plan de Desarrollo de Villa de Leyva en el periodo 2016-2019. Por ende podemos afirmar que Villa de Leyva cuenta con la

tecnología necesaria para la construcción de un sistema de recolección de aguas lluvia lo cual es una ventaja de este proyecto.

1.4.5 Factores Ambientales Villa de Leyva. Actualmente existen normas ambientales las cuales rigen y controlan numerosas actividades en el país. Por ello es necesario identificar las normas vigentes, y cuáles de estas pueden llegar a afectar un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca. En esta sección se buscará que normas ambientales deben cumplir los diseños en Villa de Leyva.

Actualmente, el único factor ambiental con el que cuenta Villa de Leyva sobre los sistemas de recolección de aguas lluvias es el incentivo por parte del gobierno colombiano y la alcaldía local los cuales mencionan que estos son benéficos para abastecimiento en épocas de sequía. Por otro lado no se cuneta con otro factor ambiental que mencione o restrinja o regulo estos sistemas en Villa de Leyva.

1.4.6 Factores Legales Villa de Leyva. En esta sección se abracarán los factores legales con relación al diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para una finca en Colombia. Se nombrarán las normas que rigen a los diseños hoy en día en Villa de Leyva y los requisitos mínimos para que estos se puedan aplicar.

Al igual que en el caso de los factores legales para Colombia y para Boyacá, la ley que asocia el tema legal con los sistemas de recolección de aguas lluvia en el proyecto de ley 48 de 2017, el cual menciona que su objetivo es implementar e incentivar sistemas de recolección de aguas lluvia en nuevas viviendas del territorio nacional; esta aplica también para el municipio de Villa de Leyva. Por otro lado no se posee ninguna norma la cual hable de tema legal sobre los sistemas de recolección de aguas lluvia específicamente en este municipio, por lo cual podemos afirmar que no hay ninguna restricción del uso de sistemas de recolección de aguas lluvia en Villa de Leyva.

1.5 ANÁLISIS DEL SECTOR

Al ser esta propuesta un diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia para un finca en un sector rural, este lo podemos ubicar en el sector primario de la economía, el cual se encarga de actividades encaminadas a la obtención de recursos de la naturaleza, que para este caso el recurso es el agua por medio de la lluvia. En esta sección se busca identificar las principales características del sector y cuáles son sus subsectores y principales actividades en Colombia.

En el primer sector de la economía encontramos actividades como la ganadería, la agricultura, la pesca, la minería y la explotación forestal entre otras. Este sector aportó un 13,6% al PIB nacional del 2019. Según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, entre los principales productos agropecuarios de

Colombia se encuentran: café, banano, flores, caña de azúcar, ganado, arroz. Por otra parte, en los recursos minero-energéticos es destacada la producción de carbón, petróleo, gas natural, mineral de hierro, ferroníquel y oro. Para el enfoque de este proyecto, el recurso natural sería el agua la cual se obtendría a través de un sistema de recolección de aguas lluvia para abastecer cultivos vegetales en épocas de sequía en una finca en el municipio de Villa de Leyva.

1.5.1 Análisis del subsector. Como se mencionó en el anterior numeral, esta propuesta se ubica en el primer sector de la economía siendo su subsector la agricultura dado que el objetivo del diseño de un sistema de recolección de aguas lluvia es abastecer varios cultivos vegetales en una finca rural. En esta sección se pretende describir las principales características de la agricultura en Colombia, que entidades están involucradas directamente, su crecimiento y evolución en los últimos años, entre otros.

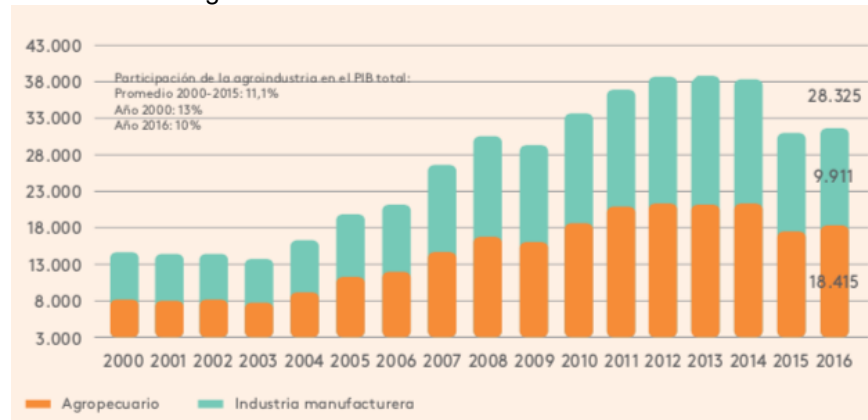
La agricultura es el conjunto de técnicas, conocimientos y saberes para cultivar la tierra y la parte del sector primario que se dedica a ello. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural. Ahora bien, para entender un poco más del papel de la agricultura en Colombia es importante hablar sobre la agro industria en el país.

La agroindustria es la actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agropecuarios, forestales y otros recursos naturales biológicos. Implica la agregación de valor a productos de la industria agropecuaria, la silvicultura y la pesca. Facilita la durabilidad y disponibilidad del producto de una época a otra, sobre todo aquellos que son más perecederos.

Esta rama de industrias se divide en dos categorías, alimentaria y no alimentaria, la primera se encarga de la transformación de lo producido por la agricultura, ganadería, pesca y silvicultura en productos elaborados, en esta transformación se incluye los procesos de selección de calidad, clasificación (por tamaño), embalaje-empaque y almacenamiento de la producción agrícola, a pesar que no haya transformación en sí y también las transformaciones posteriores de los productos y subproductos obtenidos de la primera transformación de la materia prima agrícola.

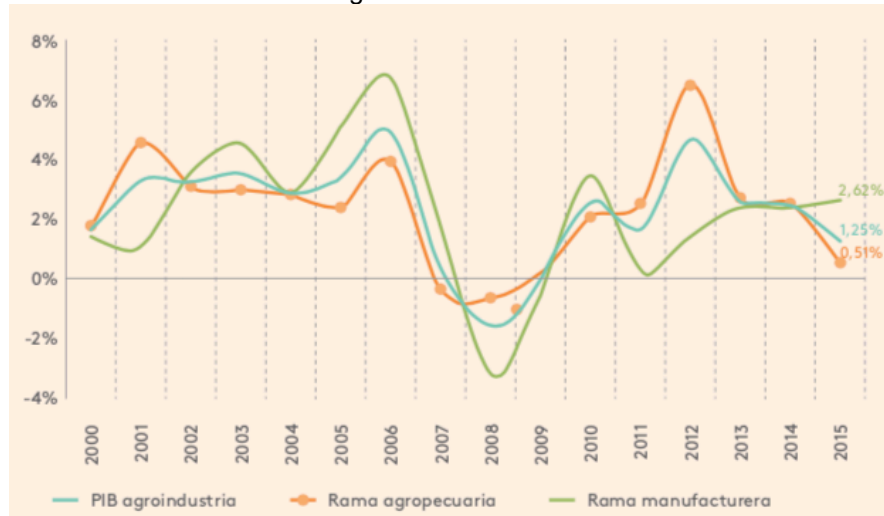
En Colombia, las principales entidades involucradas en temas agrícola y agroindustriales son el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos), la Sociedad de Agricultores de Colombia, la Asociación Nacional de Productores de Leche, el Instituto Colombiano Agropecuario, Asociación Colombiana de Criadores de Ganado, entre otros. Estos y otras entidades aportan al PIB agroindustrial los cuales se pueden observar en la **Gráfica 1** que refleja el PIB Agroindustrial en Colombia y en la **Gráfica 2** la cual muestra la evolución de la Agroindustria en Colombia.

Gráfica 1. PIB Agroindustrial en Colombia.



Fuente: DANE y ANDI. Estrategia para un Nueva Industrialización II. Colombia: Bruce Mac Master. 2017. p 155

Gráfica 2. Evolución de la Agroindustria en Colombia.



Fuente: DANE y ANDI. Estrategia para un Nueva Industrialización II. Colombia: Bruce Mac Master. 2017. p 155

1.6 DIAGNÓSTICO DE LA FINCA

En esta sección se aspira evaluar la finca identificando sus principales características, variables, constantes y demás factores los cuales nos permitirán definir el diseño más adecuado para la finca. Mediante una matriz de factores internos (EFI) y externos (EFE) se realizará el diagnóstico de la finca.

1.6.1 Matriz EFE (Factor de Evaluación Externa). La matriz EFE es una herramienta para la gestión estratégica. Evalúa el ambiente externo y el entorno macroeconómico del sector. La gestión externa se concentra en el análisis de hechos que están fuera del alcance y control de la empresa o del proyecto y logran trascender sus productos, mercados y organizaciones. Compila y evalúa

información económica, social, política, tecnológica y competitiva con el objeto de anticipar la acción del entorno.

Se seleccionarán las oportunidades y amenazas que corresponden para el caso del proyecto y se realizan los respectivos cálculos. Si el total del valor ponderado es 1, significa que las estrategias del proyecto no aprovechan las oportunidades, ni evita las amenazas. Si el total del valor ponderado es 2.5, significa que las estrategias del proyecto están el promedio. Si el total del valor ponderado es 4.0, significa que las estrategias del proyecto responden de manera sorprendente a las oportunidades y amenazas presentes. Los resultados se pueden ver en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Matriz EFE.

OPORTUNIDADES	PESO	CALIFICACIÓN	PONDERADO
1. Generación de ahorro en el consumo de agua por parte del acueducto local.	13%	4	0,52
2. No hay normativas que restrinjan o regulen la creación de sistemas de recolección de aguas lluvia.	8%	1	0,08
3. Sostenibilidad de recurso hídrico para abastecer cultivos vegetales.	15%	3	0,45
4. Las políticas incentivan a implementar sistemas de recolección de aguas lluvias.	8%	2	0,16
5. Se dispone de la tecnología necesaria en el municipio para la elaboración del proyecto.	11%	2	0,22
AMENAZAS			0
1. Escasez de mano de obra debido a la alta demanda de obras de construcción.	10%	3	0,3
2. Epidemias que causen retraso en la ejecución del proyecto.	18%	4	0,72

Tabla 1. (Continuación)

3. Incumplimiento en trabajos por parte de los trabajadores.	10%	2	0,2
4. Escasez extrema de lluvia causando que el sistema no recolecte lo necesario.	7%	2	0,14
TOTAL DE LA CALIFICACIÓN PONDERADA	100%		2,79

Fuente: elaboración propia.

Al obtener un 2,79 como resultado podemos concluir que existe una leve respuesta para aprovechar las oportunidades y contener las amenazas.

1.6.2 Matriz IFE (Factor de Evaluación Interna). La matriz IFE es una herramienta para la gestión estratégica. Integra, relaciona y evalúa las principales fortalezas y debilidades de las áreas funcionales de una empresa o un proyecto. Interpreta los elementos del Balanced ScoreCard – BSC. Al calificar la matriz EFI, es necesario contar con un criterio objetivo y con el sentido común que da la experiencia.

Se seleccionarán las fortalezas y debilidades que corresponden para el caso del proyecto y se realizan los respectivos cálculos. Si el total del valor ponderado es 1, significa que el proyecto es muy débil. Si el total del valor ponderado es 2.5, significa que el proyecto está el promedio. Si el total del valor ponderado es 4.0, significa que el proyecto es tienen fortaleza. Cabe resaltar que esta escala de calificación y puntuación es propia de la Matriz EFE y Matriz IFE; se otorga un valor entre 1 y 4 en donde 1 significa que el factor no es muy relevante en el proyecto, y 4 significa que el factor tiene bastante importancia en el proyecto. Los resultados se pueden ver en la **Tabla 2**.

Al obtener un valor superior a 2,5 podemos concluir que posición interna del proyecto es buena.

Tabla 2. Matriz IFE.

FORTALEZAS	PESO	CALIFICACIÓN	PONDERADO
1. Capital financiero para la ejecución del proyecto.	15%	4	0,6
2. Buena relación con trabajadores y proveedores.	11%	3	0,33
3. Proyecto ambientalmente sostenible.	14%	3	0,42

Tabla 2. (Continuación)

4. Personal competente y calificado.	13%	2	0,26
5. Se dispone de una buena ubicación geográfica.	10%	1	0,1
DEBILIDADES			
1. Poca investigación en avances tecnológicos relacionados con el proyecto.	10%	2	0,2
2. No se dispone del tiempo suficiente para supervisar la ejecución y paso a paso del proyecto.	17%	4	0,68
3. Falta de conocimiento en sistemas de recolección de aguas lluvia.	10%	3	0,3
TOTAL DE LA CALIFICAIÓN PONDERADA	100%		2,89

Fuente: elaboración propia.

1.7 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÉPOCAS DE MAYOR Y MENOR PRECIPITACIÓN EN VILLA DE LEYVA MEDIANTE DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS

En este capítulo se pretende investigar los datos meteorológicos de Villa de Leyva con el objetivo de conocer las épocas de mayor y menor precipitación, la precipitación promedio, los archivos históricos pluviométricos y meteorológicos, y con estos lograr estimar el monto de agua que se puede llegar a recolectar en el sistema de recolección de aguas lluvia en un tiempo determinado para abastecer el riego de cultivos vegetales.

1.7.1 Precipitación promedio. Según el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), el municipio de Villa de Leyva se caracteriza por tener una temperatura promedio de 20°C en el que la precipitación de las lluvias está entre 700 a 1000 mm/año clasificándolo como una zona climática desértica en donde su aspecto es de terrenos erosionados ricos en piedra y fósiles. Adicionalmente, en la última década, los gases de efecto invernadero han incrementado las consecuencias del cambio climático, atrasando la temporada de lluvias y alargando los periodos de sequía y verano los cuales están alrededor de los 3 a 4 meses en los que las precipitaciones de lluvia son nulas.

1.7.2 Datos meteorológicos y pluviométricos. A continuación se presenta en la **Tabla 3** los datos meteorológicos y pluviométricos de Villa de Leyva entre los años 1982 y 2018. Esta tabla muestra el promedio de las precipitaciones por cada mes.

Según la estadística meteorológica, es necesario un mínimo de 10 años de datos para poder realizar cálculos y extrapolaciones, y de esta manera lograr conocer un valor aproximado de una predicción. Al tener datos entre los años 1982 y 2018, se cuenta con un periodo de 36 el cual se suficiente para el alcance de esta investigación.

Al graficar los datos de la **Tabla 3** se obtiene la **Gráfica 3** la cual muestra los datos promedios mensuales meteorológicos y pluviométricos de Villa de Leyva entre 1982 y 2018.

Tabla 3. Datos promedios mensuales meteorológicos y pluviométricos de Villa de Leyva entre 1982 y 2018.

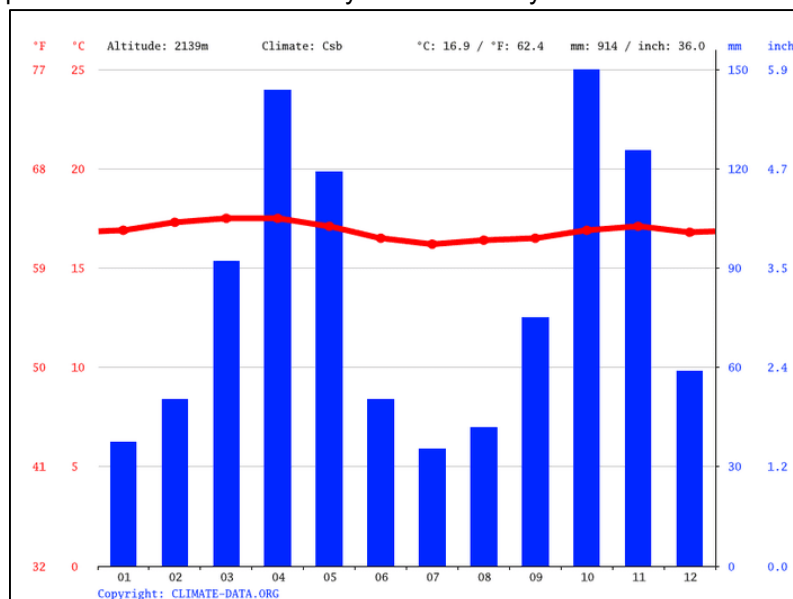
	Temperatura Media (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitación (mm)
Enero	16,9	10,9	22,9	35
Febrero	17,3	11,4	23,2	47
Marzo	17,5	11,9	23,2	86
Abril	17,5	12,5	22,5	134
Mayo	17,1	12,4	21,9	111
Junio	16,5	11,8	21,2	47
Julio	16,2	11,3	21,1	33
Agosto	16,4	11,4	21,7	70
Septiembre	16,5	11,4	21,4	33
Octubre	16,9	12	21,8	140
Noviembre	17,1	12,1	22,1	117
Diciembre	16,8	11,3	22,3	55

Fuente: elaboración propia basado en CLIMATE DATA. Datos Climáticos Mundiales, Villa de Leyva. [sitio web]. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: mayo 22 de 2020]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/>

A partir de estos datos podemos concluir que hay una diferencia de 107 mm mensual de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en la temperatura anual está alrededor de 1.3 °C.

También podemos calcular el promedio de precipitación anual, este valor es de 908 mm, el cual se encuentra dentro del promedio presentado por el IDEAM. Basados en estos datos y cálculos, se puede afirmar que la precipitación promedio anual de Villa de Leyva es de 908 mm y la precipitación promedio mensual es de 75,7 mm. Estos datos serán utilizados para futuros cálculos.

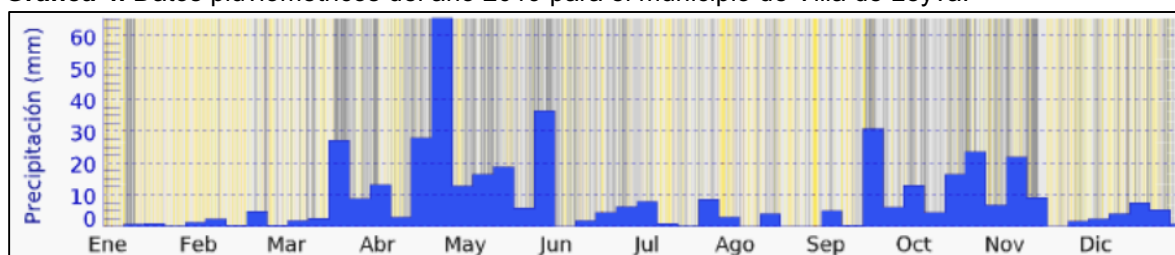
Gráfica 3. Datos promedios mensuales meteorológicos y pluviométricos de Villa de Leyva entre 1982 y 2018.



Fuente: CLIMATE DATA. Datos Climáticos Mundiales, Villa de Leyva. [sitio web]. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: mayo 23 de 2020]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/>

Adicionalmente, es importante conocer los datos pluviométricos de los últimos periodos, en este caso, los datos del año 2019 y de lo corrido del 2020 ya que estos serán los datos más cercanos y próximos a los valores reales. En la **Gráfica 4** se observan los datos pluviométricos del año 2019 para el municipio de Villa de Leyva.

Gráfica 4. Datos pluviométricos del año 2019 para el municipio de Villa de Leyva.

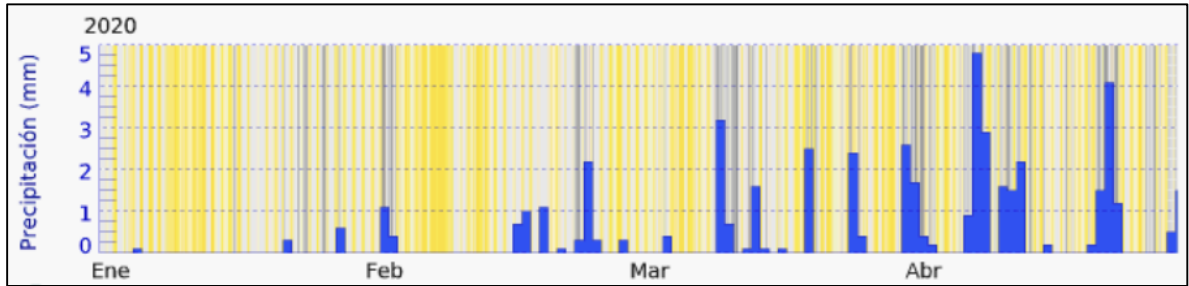


Fuente: METEOBLUE. Archivo Meteorológico Villa de Leyva. [sitio web]. Basilea. CH. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: mayo 23 de 2020]. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/semana/villa-de-leyva_colombia_3666003

A partir de esta gráfica podemos observar que la tendencia es similar a los datos presentados anteriormente correspondientes a los años entre 1982 y 2018, dado que la mayor cantidad de precipitación se encuentra en los meses abril, mayo, octubre y noviembre.

En la **Gráfica 5** se observan los datos pluviométricos de lo corrido del año 2020 para el municipio de Villa de Leyva.

Gráfica 5. Datos pluviométricos de lo corrido del año 2020 para el municipio de Villa de Leyva.



Fuente: METEOBLUE. Archivo Meteorológico Villa de Leyva. [sitio web]. Basilea. CH. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: mayo 23 de 2020]. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/semana/villa-de-leyva_colombia_3666003

Se puede observar que los meses de mayor cantidad de lluvia son los meses abril y mayo, en lo corrido del año 2020. Estos datos concuerdan con la tendencia de los años anteriores.

2. COMPARATIVO DE TRES DIFERENTES SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS Y SELECCIÓN DEL MÁS ADECUADO

En este capítulo se presentaran tres diferentes sistemas de recolección de aguas lluvias. Se mostraran las características de estos sistemas, componentes, ventajas, desventajas, y el costo aproximado de su implementación. Finalmente a través de una matriz de perfil comparativo, y las condiciones actuales de la finca se seleccionará el sistema más adecuado.

2.1 CONTEXTO Y NECESIDAD ACTUAL DE LA FINCA

Antes de empezar a describir las diferentes opciones para la finca en tanto a los sistemas de recolección de aguas lluvia, es necesario mencionar cuales son las necesidades actuales de la finca para así proponer un sistema acorde a esas necesidades y determinar el valor aproximado de cada una de estas opciones.

La finca tiene un área aproximada de 10.000 metros cuadrados de los cuales el 15% son jardines, cultivos vegetales, césped, y árboles frutales. Para poder abastecer estos 1.500 metros cuadrados se requiere una alta cantidad de agua. Dado que el césped y los cultivos requieren 80 litros de agua por metro cuadrado al mes, la cantidad estimada para los 1.500 metros cuadrados sería de 120.000 litros al mes. Mediante la precipitación promedio en el municipio de Villa de Leyva, estos 1.500 metros cuadrados están recibiendo 113,550 litros de agua lluvia lo que nos indica que cada mes hay una falta de 6.450 litros de agua para que el césped y demás cultivos reciban la cantidad apropiada. Por ello es necesario un tanque con la capacidad de almacenamiento de 10.000 litros dado que las precipitaciones no son exactamente las mismas por cada mes y por ello habrá meses en los que se necesite un poco menos o un poco más de los 6.450 litros calculados. Cabe aclarar que cada mes es necesario vaciar completamente el tanque de 10,000 litros en forma de riego para que este no alcance su capacidad máxima de almacenamiento.

Para poder llegar a recoger esta cantidad de agua al mes (6450 litros), es necesaria un área de captación. Para ello se emplearán unas tejas de 3 metros cuadrados las cuales podrán captar 227 litros de agua cada una por mes; y por ende se necesitará un total de 28 tejas para lograr captar esa cantidad de agua al mes. También se necesitará tuberías y canaletas para dirigir el agua captada hacia el tanque de almacenamiento. Para poder instalar las tejas de forma adecuada se necesitan bases en madera y en cemento para poder apoyar y adecuar las tejas en la posición adecuada para captar el agua. Finalmente se requerirá de diferentes tipos de mano de obra dependiendo del tipo de sistema de recolección de aguas lluvia.

2.2 TANQUES EXTERIORES MODULARES

Este es un sistema de tanques los cuales almacenan el agua lluvia que es captada por una o varias cubiertas. El agua es direccionada a través de canales y tubería y

así poder llegar al tanque. Contienen unos filtros los cuales se encargan de retirar objetos sólidos (hojas, ramas) y sedimentos (tierra, polvo) para evitar que estos entren al tanque. Un tanque modular promedio tiene una altura de 1.5 m, un ancho de 70 cm y un peso aproximado de 48 kg, lo cual hace que sea un sistema fácil de instalar. Generalmente tienen una capacidad de almacenamiento de 1000 litros o 264 galones; también se pueden conseguir en otros tamaños. En la **Figura 4** se observa un sistema de tanque exterior modular. Adicionalmente contiene una salida que le permite conectar diferentes accesorios como mangueras para su uso. Dentro de las diferentes opciones que ofrece el mercado en sistemas de recolección de aguas lluvia, esta es una de las opciones más económicas dado su sencillez.

Figura 4. Sistema de tanque exterior modular.



Fuente: ECOINVENTOS. Tanques modulares vertical para filtrar y almacenar de agua de lluvia para su reutilización. [sitio web]. Almería, ESP. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 4 de 2020]. Disponible en: <https://ecoinventos.com>

2.2.1 Ventajas tanque exterior modular. A continuación se presenta una lista de las ventajas del tanque exterior modular.

- Fácil instalación
- Dado a sus dimensiones, se puede instalar en lugares con poco espacio.
- Contiene un sistema de filtros que retira los sólidos antes de entrar al tanque.
- Ofrece buena capacidad de almacenamiento. En caso de necesitar más espacio, en este sistema se pueden conectar los tanques en serie y así aumentar la capacidad.
- No requiere de energía para su funcionamiento.
- El mantenimiento requerido por este sistema es muy poco.
- Es una opción económica con respecto a otros sistemas.

2.2.2 Desventajas tanque exterior modular. A continuación se presenta una lista de las desventajas del tanque exterior modular.

- Aun así siendo el más económico frente a sus competidores, el costo de inversión es alto por lo que su implementación se puede retrasar.
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.
- El sistema no cuenta con un componente que purifique el agua por lo cual se considera como aguas grises no apta para consumo humano.
- Para utilizar el agua captada por este sistema en circunstancias sanitarias como ducha, lavamanos, inodoro, lavaplatos, lavadora, etcétera, es necesario una instalación más compleja y costosa.

2.2.3 Valor de la inversión tanque exterior modular. Para llevar a cabo un sistema de recolección de aguas lluvia por medio de un tanque exterior modular es necesario contar con los siguientes materiales: un tanque modular exterior el cual es fundamental para el almacenamiento, unas tejas de polietileno las cuales se encargan de captar el agua lluvia, tubería y canaletas para direccionar el agua, y madera y cemento para hacer las bases de las tejas y del tanque; también se considera el costo de la mano de obra e instalación. A continuación se presenta una lista de los costos para el año 2020 en pesos colombianos (COP) para llevar a cabo la implementación del tanque exterior modular.

- Tanque de 10,000L: \$5.714.900
- Tejas de polietileno X28: \$2.881.200
- Tubería y canales: \$500.000
- Madera y cemento para bases: \$1.500.000
- Mano de obra e instalación: \$1.000.000
- TOTAL: \$11.596.100

2.3 TANQUES MODULARES ENTERRADOS

Estos tanques son la misma tecnología que los tanques modulares ordinarios a excepción de que estos son instalados en el subsuelo con el objetivo de evitar a que estos sean expuestos a la vista y en áreas comunes. Son una buena opción para mantener el factor estético de las viviendas o las zonas en donde se desea implementar. Su mayor desventaja es que posee un mayor costo en comparación con el anterior sistema propuesto debido a su compleja instalación y la alta calidad de sus materiales dado que el mantenimiento de este es bastante complejo dado que el sistema queda enterrado en el subsuelo. En la **Figura 5** se logra observar un ejemplo de los tanques modulares enterrados. Dado que este sistema de recolección de aguas lluvia es enterrado, usualmente van acompañados de una bomba para que el sistema tenga mejor presión a la hora de su uso.

Figura 5. Sistema de tanque modular enterrado.



Fuente: ECOINVENTOS. Tanque modulare enterrado para la recolección de agua de lluvia y su reutilización en el hogar. [sitio web]. Almería, ESP. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 4 de 2020]. Disponible en: <https://ecoinventos.com>

2.3.1 Ventajas tanque modular enterrado. A continuación se presenta una lista de las ventajas del tanque modular enterrado.

- Se puede instalar debajo de cualquier construcción siempre y cuando este sea instalado en los momentos adecuados durante las construcciones.
- Contiene un sistema de filtros que retira los sólidos antes de entrar al tanque.
- Ofrece buena capacidad de almacenamiento. En caso de necesitar más espacio, en este sistema se pueden conectar los tanques en serie y así aumentar la capacidad.
- Requiere de muy poca energía para su funcionamiento.
- El tanque no queda a la vista ni en la superficie por lo cual mantiene el factor estético de las construcciones.

2.3.2 Desventajas tanque modular enterrado. A continuación se presenta una lista de las desventajas del tanque modular enterrado.

- El costo de este sistema de recolección de aguas lluvia es superior al de tanque modulares exteriores.
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.
- El sistema no cuenta con un componente que purifique el agua por lo cual se considera como aguas grises no apta para consumo humano.
- Para utilizar el agua captada por este sistema en circunstancias sanitarias como ducha, lavamanos, inodoro, lavaplatos, lavadora, etcétera, es necesario una instalación más compleja y costosa.
- Su instalación es compleja.

- En caso de ser necesario un mantenimiento o arreglo del sistema, el procedimiento es complejo debido a que hay necesidad de movimiento de tierra o rompimiento de suelos.

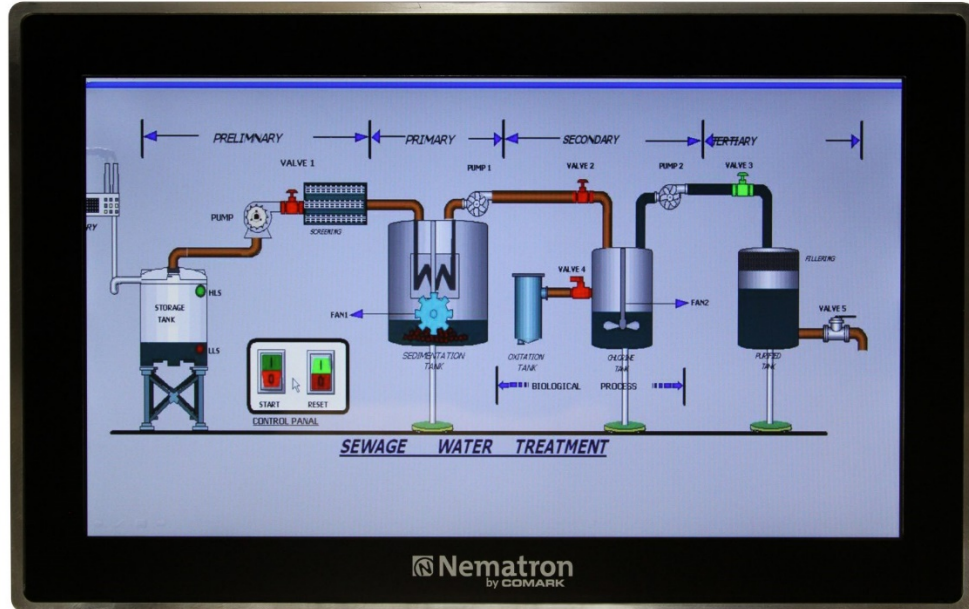
2.3.3 Valor de la inversión tanque modular enterrado. Para llevar a cabo un sistema de recolección de aguas lluvia por medio de un tanque modular enterrado es necesario contar con los siguientes materiales: un tanque modular enterrado el cual es fundamental para el almacenamiento, unas tejas de polietileno las cuales se encargan de captar el agua lluvia, tubería y canaletas para direccionar el agua, y madera y cemento para hacer las bases de las tejas y del tanque; también se considera el costo de la mano de obra e instalación. Adicionalmente es necesario el uso de una electrobomba para poder dirigir el agua que está en el tanque enterrado hacia la superficie. A continuación se presenta una lista de los costos para el año 2020 en pesos colombianos (COP) para llevar a cabo la implementación del tanque exterior modular.

- Tanque de 10,000L: \$5.714.900
- Tejas de polietileno X28: \$2.881.200
- Tubería y canales: \$700.000
- Madera y cemento para bases: \$1.800.000
- Mano de obra e instalación: \$2.750.000
- Electrobomba: \$507.756
- TOTAL: \$14.353.856

2.4 SRA CON SISTEMA DE CONTROL

Como última propuesta de los sistema de recolección de aguas lluvia, existen aquellos que cuentan con un sistema de control el cual lo vuelve uno de los más robustos y completos, y así mismo más costoso. Este sistema es similar a los sistemas propuestos anteriormente ya que tienen los mismos componentes y puede adecuarse para ser un tanque exterior o enterrado; la diferencia radica en que este sistema posee diferentes sistemas de control como los son válvulas, electrobombas y monitores industriales, y un panel de control que le permite al usuario un mayor control del sistema ya que puede visualizar el estado del sistema, modificar variables y tener un mayor control del sistema. Estos sistemas se emplean usualmente cuando se hay la necesidad de 2 o más tanques y adicionalmente se pueden agregar equipos adicionales para purificar el agua captada para volverla apta para consumo humano. En la **Figura 6** se logra observar un monitor el cual funciona como panel de control que se utiliza en sistemas de control de aguas lluvia con sistemas de control. El almacenamiento de este sistema puede ser de tanques modulares ordinarios o enterrados.

Figura 6. Panel de control de un SRA con sistema de control.



Fuente: COMARK. M1560WT 15.6" High Definition Widescreen Flat Panel Monitor. [sitio web]. Hessen, DE. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 4 de 2020]. Disponible en: <https://comarkcorp.com/>

2.4.1 Ventajas SRA con sistema de control. A continuación se presenta una lista de las ventajas del sistema de recolección de aguas lluvias con sistema de control.

- Tiene la opción de que el tanque sea instalado en la superficie o que sea enterrado.
- Contiene un sistema de filtros que retira los sólidos antes de entrar al tanque.
- Tiene la opción de purificar el agua.
- Ofrece buena capacidad de almacenamiento. En caso de necesitar más espacio, en este sistema se pueden conectar los tanques en serie y así aumentar la capacidad.
- El usuario tiene un mayor control sobre el sistema y de este modo programarlos a sus necesidades.

2.4.2 Desventajas SRA con sistema de control. A continuación se presenta una lista de las desventajas del sistema de recolección de aguas lluvias con sistema de control.

- El costo de este sistema de recolección de aguas lluvias es superior al de los demás. Este costo también depende si el tanque es enterrado o exterior.
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

- Para utilizar el agua captada por este sistema en circunstancias sanitarias como ducha, lavamanos, inodoro, lavaplatos, lavadora, etcétera, es necesario una instalación más compleja y costosa.
- Su instalación es compleja.
- Su mantenimiento es costoso.

2.4.3 Valor de la inversión SRA con sistema de control. Para llevar a cabo un sistema de recolección de aguas lluvia por medio de un sistema de control es necesario contar con los siguientes materiales: un tanque modular enterrado o exterior el cual es fundamental para el almacenamiento, unas tejas de polietileno las cuales se encargan de captar el agua lluvia, tubería y canaletas para direccionar el agua, y madera y cemento para hacer las bases de las tejas y del tanque; también se considera el costo de la mano de obra e instalación. Adicionalmente es necesario el uso de una electrobomba para poder dirigir el agua que está en el tanque enterrado hacia la superficie, y todos los equipos necesarios para crear el sistema de control. A continuación se presenta una lista de los costos para el año 2020 en pesos colombianos (COP) para llevar a cabo la implementación del tanque exterior modular.

- Tanque de 10,000L: \$5.714.900
- Tejas de polietileno X28: \$2.881.200
- Tubería y canales: \$700.000
- Madera y cemento para bases: \$1.800.000
- Mano de obra e instalación: \$2.750.000
- Electrobomba: \$507.756
- Sistemas de control: \$8.700.000
- TOTAL: \$23.053.856

2.5 CUADRO RESUMEN

En esta sección se presenta un cuadro resumen de las diferentes características, ventajas, desventajas, y costos de los sistemas de recolección de aguas lluvia presentados en este capítulo. En el **Cuadro 2** se presenta dicho resumen.

2.6 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA

Basada en la información presentada en este capítulo, en esta sección se presenta la selección del sistema de recolección más adecuado para la finca. Esta selección se realizará mediante la cual tiene en cuenta la descripción de los sistemas de recolección de aguas lluvia presentados hasta el momento, ventajas, desventajas y su precio aproximado. De este modo se conocerá el sistema más adecuado para la finca según sus necesidades actuales. En la **Tabla 4** se encuentra la matriz para la selección del sistema de recolección de aguas lluvia más adecuado.

Cuadro 2. Resumen de las propuestas de los sistemas de recolección de aguas lluvia.

Sistema de Recolección de Aguas Lluvia	1	2	3
Nombre	Tanque Exterior Modular	Tanque Modular Enterrado	Sistema de Recolección de Agua con Sistema de Control
Descripción	Tanque exterior que recolecta el agua lluvia mediante áreas de captación.	Tanque enterrado que recolecta el agua lluvia mediante áreas de captación. Utiliza una electrobomba.	SRA el cual cuenta con sistemas de control, como paneles, válvulas monitores, electrobombas.
Principales ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalación • No requiere energía. • Poco manteniendo requerido. • Opción económica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Versatilidad en tanto a lugares de instalación. • Bajo consumo energético. • El tanque no queda a la vista. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser exterior o enterrado. • Puede purificar el agua. • Mayor control sobre el sistema y de este modo programarlos a sus necesidades.
Principales desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • No purifica el agua. • Costo de inversión elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo. • No purifica el agua. • Su instalación es compleja. • Mantenimiento complejo y costoso. 	<ul style="list-style-type: none"> • El precio es superior al de los demás sistemas. • Su instalación es compleja. • Mantenimiento es costoso.
Precio aproximado	\$11.596.100 COP	\$14.353.856 COP	\$23.053.856

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Matriz para la selección del sistema de recolección de aguas lluvia más adecuado.

Sistema de Recolección de Aguas Lluvia	1	2	3
Nombre	Tanque Exterior Modular	Tanque Modular Enterrado	SRA con Sistema de Control
Descripción (+)	3	3	4
Ventajas (+)	4	3	4
Desventajas (-)	2	3	2
Precio (+)	4	3	1
Resultado	9	6	7

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados de la **Tabla 6**, podemos ver que el sistema más apropiado para la finca es la opción 1, el tanque exterior modular.

3. DISEÑO DEL MODELO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA SELECCIONADO Y DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA MEDIANTE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C).

En este capítulo se presentará el modelo del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado para la finca, ubicada en el municipio de Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. El modelo a presentar contempla mapas de la finca, materiales y equipos más relevantes, y un plano del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia. Los mapas de la finca incluyen vista superior del terreno, levantamiento topográfico y ubicación del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado. Finalmente se realizará el estudio de la viabilidad financiera mediante el indicador financiero relación beneficio costo.

3.1 DISEÑO DEL MODELO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA

En esta sección se presentará el modelo del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado para la finca. El modelo incluye varios mapas de la finca, materiales y equipos necesarios para la elaboración del sistema y un plano del diseño.

3.1.1 Mapa de la finca. En esta sección se mostrarán las imágenes y mapas más relevantes de la finca con el propósito de decidir cuál va a ser el área destinada para el sistemas de recolección de aguas lluvias. En la **Figura 7** se observa una imagen en vista superior de la finca. Las líneas rojas representan la delimitación de la finca.

Como se mencionó anteriormente, la finca tiene un área de 10.000 metros cuadrados. La finca tiene aproximadamente 1.500 metros cuadrados en los que hay cultivos vegetales, césped, árboles frutales y jardines, los cuales necesitan cierta cantidad de agua para un mantenimiento y adecuada preservación. Adicionalmente, la finca cuenta con algunas construcciones y otras más que se piensan realizar a futuro y por ello es importante decidir la ubicación del sistema de recolección de aguas lluvia en la cual este se implementaría en dado caso que los dueños decidan ejecutar el proyecto. Para ello, mediante el levantamiento topográfico del terreno, se logrará tener una visión más clara en tanto a las curvas de nivel, la altitud e inclinación del terreno.

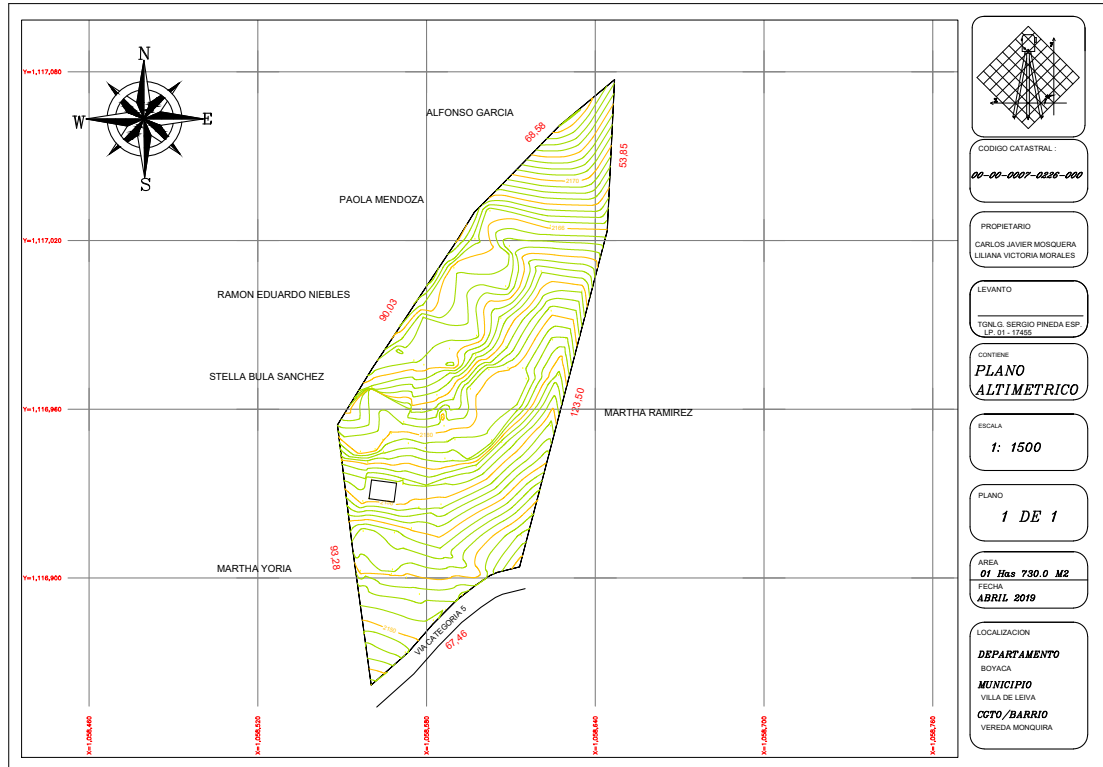
3.1.2 Levantamiento topográfico de la finca. En esta sección se presenta el levantamiento topográfico de la finca con el objetivo de conocer principalmente la inclinación del terreno. En la **Figura 8** se observa el levantamiento topográfico de la finca.

Figura 7. Imagen en vista superior de la finca.



Nota: la fotografía fue tomada por el autor en el municipio de Villa de Leyva, en la vereda Monquirá.

Figura 8. Levantamiento topográfico de la finca.

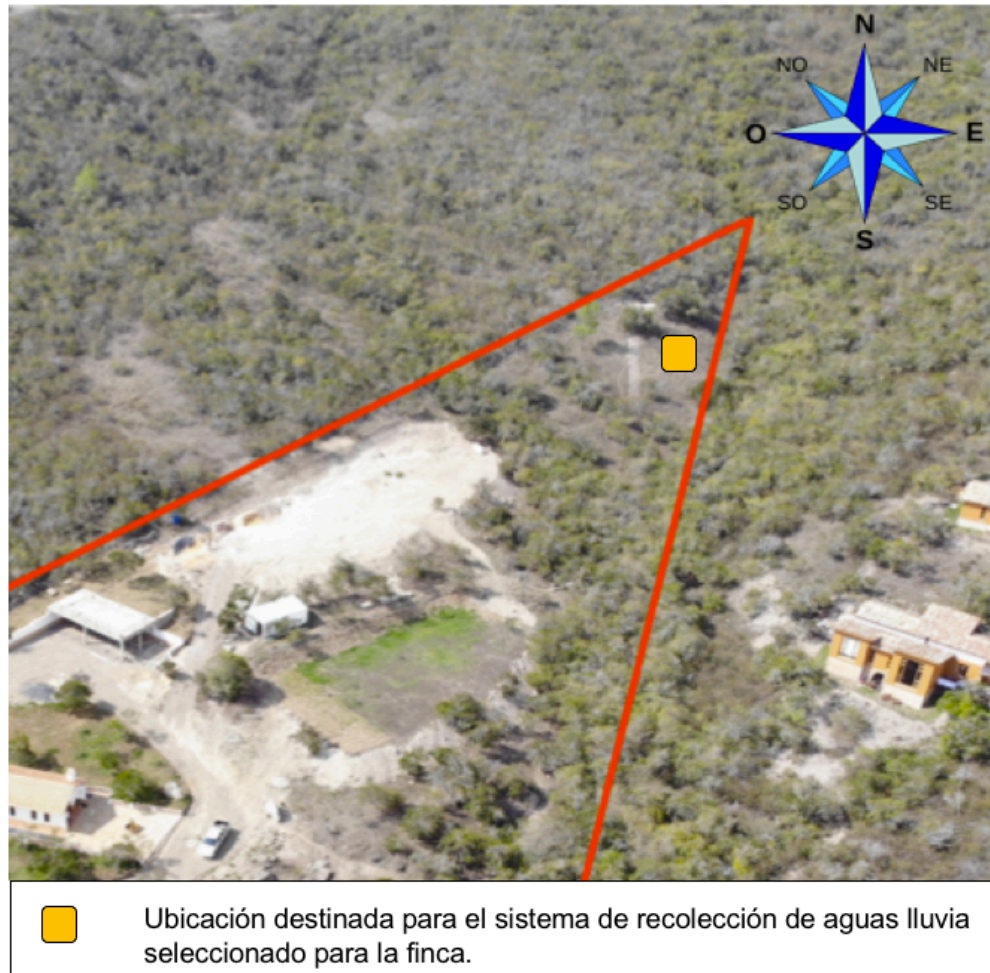


Fuente: TGNLG. PINEDA, Sergio. LP.01 -17455

Mediante el levantamiento topográfico, podemos observar que el terreno tiene una altitud máxima de 2174 metros sobre el nivel del mar. Este nivel está en la extremidad noreste del terreno. Así mismo podemos ver la altitud mínima es de 2148 metros sobre el nivel del mar, y este nivel se encuentra en la extremidad suroeste del terreno. Dada esta afirmación podemos concluir que el terreno tiene una inclinación en el sentido noreste a suroeste principalmente.

3.1.3 Ubicación seleccionada para el sistema. La mecánica de fluidos recomienda utilizar la gravedad como ventaja para cualquier proyecto. Así las cosas, el sistema de recolección de aguas lluvia se ubicará en la parte noreste del terreno ya que es la zona con mayor altitud dentro del lote. De este modo la gravedad ayudará a desplazar el agua hacia las zonas inferiores en donde se necesita para el riego de diferentes cuerpos vegetales. En la **Figura 9** se observa la ubicación destinada para el sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado para la finca.

Figura 9. Ubicación seleccionada para el sistema de recolección de aguas lluvia.



Nota: la fotografía fue tomada por el autor en el municipio de Villa de Leyva, en la vereda Monquirá.

La zona amarilla representa la ubicación del sistema de recolección de aguas lluvia la cual tiene un área aproximada de 70 metros cuadrados. Al estar ubicada en uno de los puntos de mayor altitud de la finca, la gravedad actuará a favor del sistema al momento de desplazar el agua hacia zonas más bajas.

3.1.4 Materiales y equipos. En esta sección se presentarán los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo un sistema de recolección de aguas lluvia mediante un tanque modular exterior en una finca en el municipio de Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

3.1.4.1 Tanque modular exterior 10.000L. Uno de los principales equipos para el sistema de recolección de aguas lluvia por medio de tanque modular exterior, es el tanque dado que este se encargará del almacenamiento del agua captada por el sistema. Dados los cálculos realizados en el capítulo 2, es necesario que el tanque tenga un almacenamiento de 10.000 litros. En la **Figura 10** se observa un tanque modular exterior de 10.000 litros de capacidad.

Figura 10. Tanque modular exterior de 10.000 litros.



Fuente: HOMECENTER. Tanque Rotoplast 10.000 L. [sitio web]. Bogotá, COL. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 25 de 2020]. Disponible en: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/>

3.1.4.2 Teja de polietileno. El mecanismo más adecuado para captar el agua es mediante una cubierta. Para ello se utilizarán 28 tejas de polietileno dado que cada una tiene un área de captación de 3 metros cuadrados y según los cálculos realizados en el capítulo esta es la cantidad necesaria de tejas para poder recolectar el agua necesaria para el riego de los diferentes cuerpos vegetales. Las dimensiones de estas tejas son las siguientes: 3.66m de largo, 0.82m de ancho y 1.8mm de espesor. En la **Figura 11** se muestra una teja de polietileno.

Figura 11. Teja de polietileno.



Fuente: HOMECENTER. Tanque Rotoplast 10.000 L. [sitio web]. Bogotá, COL. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 25 de 2020]. Disponible en: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/>

3.1.4.3 Tubería y canaletas. La tubería y las canaletas son necesarias para dirigir el agua captada por las tejas hacia el tanque. Para un orden correcto del sistema, las canaletas se ubican de manera que toda el agua captada por el agua sea recogida por esta y posteriormente direccionada hacia la tubería que desplazará el agua hacia el tanque. Tanto la tubería como la canaleta deben ser de material PVC. En la **Figura 12** se muestra la tubería y canaletas.

3.1.4.4 Madera y cemento. Finalmente como materiales principales y necesarios para el sistema de recolección de aguas lluvia es necesario el uso de madera y de cemento para poder hacer las bases de las tejas y del tanque. Las tejas deben ir paralelas al suelo con una leve inclinación dirigidas hacia las canaletas y a una altura aproximada de 1.5 metros; para conseguir esta posición es necesario el uso de madera como bases. Adicionalmente es necesario hacer una base en cemento para poder instalar el tanque.

3.1.5 Plano del diseño. Para concluir con el modelo, se presenta un plano del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado el cual dispone de un tanque modular exterior, tejas para la captación de aguas lluvia y un filtro principalmente. En la **Figura 13** se observa el plano del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado.

Figura 12. Tubería y canaleta.



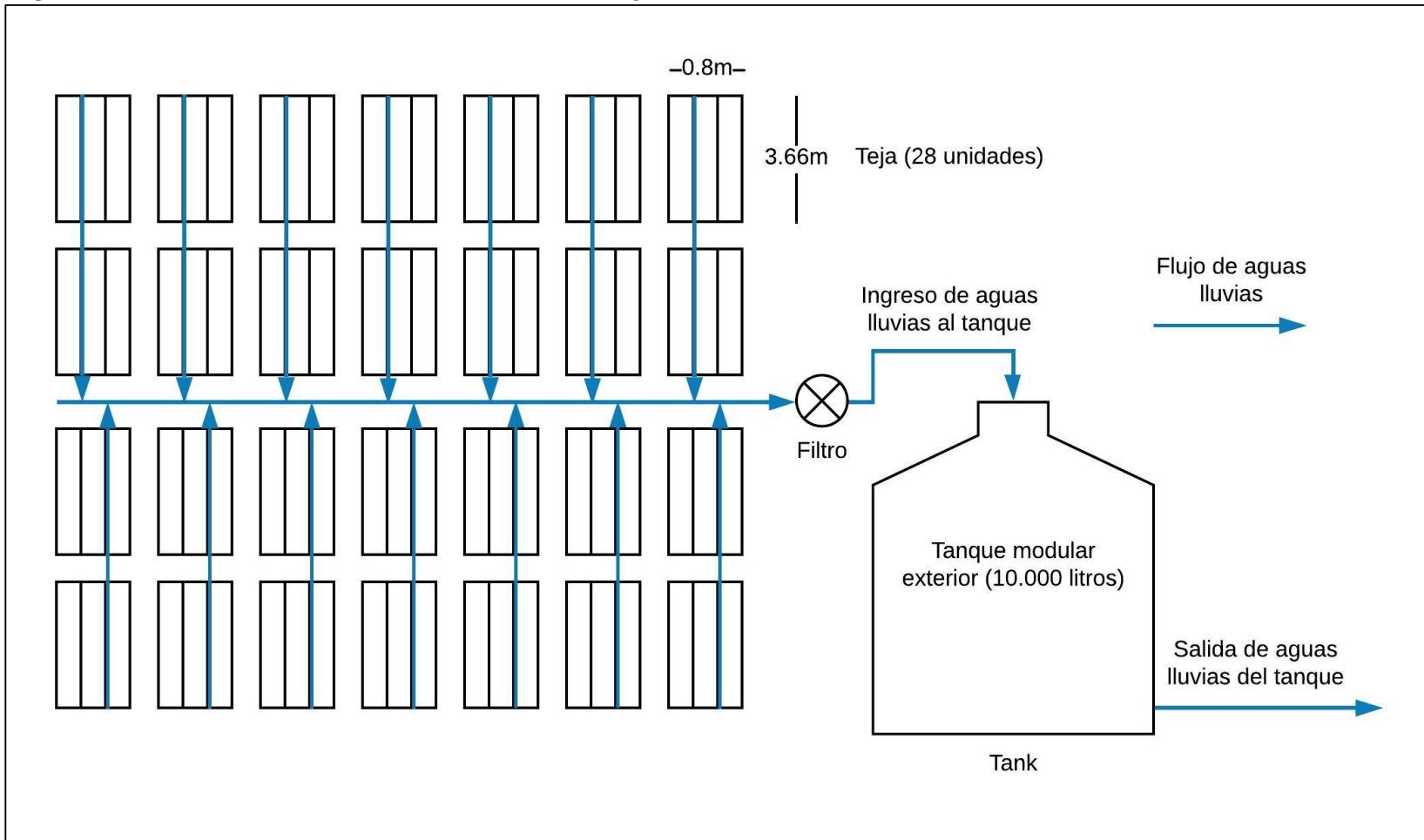
Fuente: HOMECENTER. Tanque Rotoplast 10.000 L. [sitio web]. Bogotá, COL. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 25 de 2020]. Disponible en: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/>

El plano del diseño cuenta con un total de 28 tejas las cuales recolectarán el agua necesaria para lograr abastecer los cuerpos vegetales de la finca. El agua es dirigida a través de canaletas hacia un filtro el cual se encarga evitar el paso de sólidos tales como hojas, ramas, rocas, etcétera. Posterior al filtro, el agua lluvia libre de sólidos ingresa al tanque modular exterior de 10.000 litros en el cual será almacenada y queda a disposición de los usuarios.

3.2 ANÁLISIS FINANCIERO

El sitio de estudio, el cual es una finca rural ubicada en el municipio de Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, actualmente (2020) cuenta con un punto de agua del acueducto veredal. El precio de agua es alto debido al alto consumo requerido para abastecer los diferentes cuerpos vegetales presentes en la finca tales como el césped, jardines, árboles frutales, cultivos vegetales, entre otros. Al proponer un sistema de recolección de aguas lluvias se puede reducir el costo del agua por parte del acueducto. En esa sección se realizará el análisis financiero mediante la relación beneficio costo.

Figura 13. Plano del diseño del sistema de recolección de aguas lluvia seleccionado.



Nota: la elaboración del plano se realizó mediante el programa Lucidchart.

Para cumplir satisfactoriamente con los objetivos de este trabajo, se debe realizar un estudio de la viabilidad financiera de la aplicación de este sistema recolección de aguas lluvias. Se validará su viabilidad mediante el indicador financiero B/C (Relación Beneficio Costo).

- Si la relación $B/C < 1$, el proyecto no será viable, dado que los costos serán mayores a los beneficios, y por ello, el proyecto debe descartarse.
- Si la relación $B/C = 1$, los beneficios serán iguales a los costos. Por ende, no habrá ganancias ni pérdidas.
- Si la relación $B/C > 1$, el proyecto será viable, dado que los beneficios serán mayores que los costos, y por ello el proyecto puede aceptarse.

Mediante las facturas del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” se conocerá el valor del agua suministrada desde septiembre de 2019 hasta mayo del 2020. Estas facturas se encuentran en el **Anexo A**. La TIO (Taza Interna de Oportunidad) a utilizar es del 11% efectiva anual, y la unidad monetaria será el peso colombiano (USD).

3.2.1 Costos. En tanto a los costos, este proyecto solo cuenta con el valor de la inversión a realizar para elaborar el sistema de recolección de aguas lluvia. Dado que este sistema no requiere de mantenimiento y no necesita energía para su funcionamiento, no tiene costos fijos ni gastos asociados, y por ello el valor de los costos totales sería de \$11.596.100 COP.

3.2.2 Beneficios. Para el caso de los beneficios, estos se consideran como el ahorro generado al utilizar agua captada por del sistema de recolección de aguas lluvia mas no por el suministro del acueducto local. Mediante los cálculos presentados en el **Capítulo 2**, acerca del agua necesaria en la finca, se requiere un aproximado de 1800 metros cúbicos de agua anuales para abastecer los 1500 metros cuadrados de cuerpos vegetales en la finca. El metro cúbico suministrado por el acueducto tiene un valor de \$1.166 COP por lo cual el volumen requerido tendría un valor de \$2.098.800 COP anuales. Para poder saber el año en el que el proyecto será viable, se realizará un flujo de caja para obtener el valor de los beneficios en el tiempo y de esta forma lograr calcular la relación beneficio costo y obtener un valor superior a 1.

3.2.3 Flujo de caja. Para la elaboración del flujo de caja, se requieren dos ecuaciones, la ecuación del VPN (Valor Presente Neto), y la ecuación B/C (Relación Beneficio Costo). En la **Ecuación 1** se presenta la fórmula para el cálculo del VPN. En la **Ecuación 2** se presenta la fórmula para el cálculo de la relación beneficio costo.

Ecuación 1. Ecuación del Valor Presente Neto (VPN).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Fuente: CORPORATE FINANCE INSTITUTE. Net Present Value. [sitio web]. Vancouver, CA. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 25 de 2020]. Disponible en: <https://corporatefinanceinstitute.com/>

En donde,

- VAN = Valor Actual Neto o Valor Presente Neto
- V_t = representa los flujos de caja en cada periodo t.
- I_0 = es el valor del desembolso inicial de la inversión.
- n = es el número de períodos considerados.
- k = es la tasa de interna de oportunidad (TIO).

Ecuación 2. Ecuación de la Relación Beneficio Costo (B/C).

$$B/C = \frac{VP(B)}{I + VP(O \text{ y } M)}$$

Fuente: CORPORATE FINANCE INSTITUTE. Benefit Cost Ratio. [sitio web]. Vancouver, CA. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: junio 25 de 2020]. Disponible en: <https://corporatefinanceinstitute.com/>

En donde,

- B/C = Relación Beneficio Costo.
- VP (B) = Valor presente de los beneficios.
- I = Valor de la inversión
- VP (O y M) = Valor presente de los costos de operación y mantenimiento del proyecto.

Seguidamente, se presenta el flujo de caja y el cálculo de la relación costo beneficio. El incremento anual de los ingresos se realizó mediante el promedio de la inflación en Colombia. De este modo se logra obtener el valor de presente de los beneficios y así calcular la relación costo beneficio. En la **Tabla 5** se encuentra el flujo de caja y la relación beneficio costo.

3.2.4 Conclusión financiera. Desde el punto de vista financiero, el proyecto se paga por sí solo después de ocho años de recolección de agua lluvia. A partir de estos ocho años se logrará recuperar el dinero gastado en la inversión del proyecto, y desde ese punto se verá el ahorro de agua y dinero; este ahorro será constante ya que la precipitación de la lluvia será similar cada año. El proyecto se sostiene financieramente durante los primeros 8 años por medio de la inversión inicial que deben hacer los dueños. Al ser la inversión un solo pago realizado en el año cero, no se requieren de más egresos a lo largo de estos 8 años. Adicionalmente, a partir del año uno, se empiezan a ver reflejados los beneficios en el ahorro del agua por medio de la captación del agua lluvia, y a partir del año 8, será el momento en que el proyecto se habrá pagado en su totalidad.

Tabla 5. Flujo de caja y relación beneficio costo.

Años	Inversión	Beneficios
0	\$ 11.596.100	\$ -
1	\$ -	\$ 2.098.800
2	\$ -	\$ 2.172.468
3	\$ -	\$ 2.248.722
4	\$ -	\$ 2.327.652
5	\$ -	\$ 2.409.352
6	\$ -	\$ 2.493.920
7	\$ -	\$ 2.581.457
8	\$ -	\$ 2.672.066
Inversión	\$ 11.596.100	
TIO	11%	
Suma Beneficios (VPN)	\$ 11.997.622,31	
B/C	1,0346	

Fuente: elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

- La normatividad actual colombiana no tiene mayor énfasis en el tema de los sistemas de recolección de aguas lluvia a excepción de el artículo 3 del Proyecto de Ley 48 de 2017 el cual menciona que por medio de la cual se dictan normas para implementar e incentivar sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvias y de captación de energía solar y se dictan otras disposiciones.
- Mediante los datos pluviométricos del municipio de Villa de Leyva y los respectivos cálculos, se encontró que la precipitación promedio de esta zona es de 908 mm anuales. Con este nivel de precipitación se requiere un total de 28 tejas de 3 metros cuadrados cada una para generar un área de captación de 84 metros cuadrados y de este modo lograr recolectar el agua necesaria para abastecer los cultivos vegetales de la finca.
- Actualmente el mercado ofrecer diferentes tecnologías y tipos de sistemas de recolección de aguas lluvias los cuales cuentan con diferentes características y precios. El sistema más adecuado para el lugar de estudio es el sistema de recolección de aguas lluvia con tanque modular exterior debido a sus ventajas y sus características son favorables para este caso.
- La ubicación óptima para el sistema de recolección de aguas lluvia es en el sector noreste del lote dado que este es la zona de mayor altitud en el terreno y por ello la gravedad sería favorable para el flujo del agua hacia las zonas bajas de la finca.
- Se observó que la relación beneficio costo es mayor a uno (1) después de ocho años, lo cual indica que el proyecto es viable después de este tiempo. A partir de estos ocho años se logrará recuperar el dinero gastado en la inversión del proyecto y se verá el ahorro evitando la compra del agua por parte del acueducto veredal; este ahorro será continuo ya que la precipitación del agua es constante. El proyecto se sostiene financieramente durante los primeros 8 años por medio de la inversión inicial que deben hacer los dueños. Al ser la inversión un solo pago realizado en el año cero, no se requieren de mas egresos a lo largo de este periodo de tiempo.
- Un sistema de recolección de aguas lluvia para abastecer el riego de cultivos vegetales en una finca ubicada en el municipio de Villa de Leyva trae varios beneficios dado que se genera un ahorro en el uso del agua por parte del acueducto veredal, es un sistema sostenible y amigable con el medio ambiente, y logra abastecer los cultivos de la finca.

5. RECOMENDACIONES

- Revisar en un futuro el estado del proyecto de ley 48 de 2017, para averiguar si el proyecto de un sistema de recolección de aguas lluvia en Villa de Leyva pueda ser patrocinado por el gobierno.
- Se recomienda revisar otros tipos de sistemas de recolección de aguas lluvias, diferentes a los tres sistemas presentados en este trabajo con el objetivo de conocer otras opciones.
- Evaluar la construcción de un tanque en cemento para determinar si este es funcional y principalmente conocer si es de menor valor a comparación de un tanque modular exterior debido a su alto precio.
- Realizar el estudio pluviométrico independiente por mes con el objetivo de conocer un valor promedio mensual y de este modo tener datos más precisos.
- Se recomienda revisar futuras obras a realizar en la finca para así diseñar las cubiertas para que sean incluidas en un sistema de recolección de aguas lluvias y así evitar mayores costos al hacer un sistema de recolección de aguas lluvia independiente.

BIBLIOGRAFÍA

ARÉVALO, Diego. y BENAVIDES, Alejandro. Sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, para una vivienda de interés social en el barrio la victoria de la localidad de San Cristóbal. [Repositorio Digital]. Trabajo de Grado. Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá, 2017, p. 95. [consultado 6, agosto, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14536/2/sistema%20alternativo%20de%20recoleccion%20de%20aguas%20lluvias%20en%20san%20cris.pdf>

ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA (ANDI). Estrategia para una nueva industrialización II, Colombia, un país de oportunidades. [sitio web]. Sec. Publicaciones, 2017 [Consultado: mayo 23 de 2020]. Disponible en: <http://proyectos.andi.com.co/Libro2/Paginas/assets/docs/estrategia-para-una-nueva-industrializacion-ii.pdf>

BARROS, Hermes. y GUZMÁN, Luís. Recolección y aprovechamiento de aguas pluviales, mediante sistemas de recolección. [Repositorio Digital]. Trabajo de Grado. Especialista en Gestión de Proyectos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNDA. Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de negocios – ECACEN. 2018, p. 81, [consultado 6, agosto, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/23559/1/eguzmanc.pdf>

CENGEL, Yunus. Mecánica de Fluidos, Fundamentos y Aplicaciones. México: McGraw Hill. 2006.

CLIMATE DATA. Datos Climáticos Mundiales, Villa de Leyva. [sitio web]. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: mayo 23 de 2020]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/>

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 373 (11 de junio de 1997). Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá, D.C.: Diario Oficial No. 43.058. 1997.

CONSEJO DE GOBIERNO. Plan de Desarrollo 2016-2019 “Primero Villa de Leyva”, [sitio web]. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: mayo 23 de 2020]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/>

FEWKES, Alan. A review of rainwater harvesting in the UK. En: Escuela de Arquitectura, Diseño y Entorno Construido, Universidad de Nottingham Trent. Nottingham. 2012.

METEORBLUE. Archivo Meteorológico Villa de Leyva. [sitio web]. Basilea. CH. Sec. Publicaciones, s.f. [Consultado: mayo 23 de 2020]. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/semana/villa-de-leyva_colombia_3666003

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Viceministerio de Ambiente Dirección de Ecosistemas. Grupo de Recurso Hídrico. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. [sitio web]. Sec. Publicaciones, 2010 [Consultado: agosto 6 de 2020]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Pre%20sentaci%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_Nacional__Gesti%C3%B3n_/libro_pol_nal_re%20c_hidrico.pdf

MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Pueblos Patrimonio de Colombia. Para todo lo que quieres vivir... Villa de Leyva. [sitio web]. Sec. Publicaciones, 2013 [Consultado: agosto 6 de 2020]. Disponible en: <https://www.colombia.co/wp-content/uploads/2014/09/Villa-de-Leyva.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Captación y almacenamiento de agua de lluvia, opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. [sitio web]. Sec. Publicaciones, 2013 [Consultado: agosto 6 de 2020]. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/captacion_agua_de_lluvia.pdf

REYES, María. y RUBIO, John. Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias. [Repositorio Digital]. Trabajo de Grado. Especialista en Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. 2014, p. 53. [consultado 6, agosto, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2089/1/Recoleccion-aguas.pdf>

RUIZ, Suleima. Diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable en vivienda unifamiliar, vereda la sabana del municipio de Villa de Leyva – Boyacá. [Repositorio Digital]. Trabajo de Grado. Especialista en Gerencia de Proyectos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas, y de Negocios. 2018, p. 84. [consultado 6, agosto, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/25289/3/sar%20uizg.pdf>

WARREN-MYERS, Georgia. Sustainability evolution in the Australian property market, examining valuers' comprehension, knowledge and value. Facultad de

Arquitectura, Construcción y Planeación. Universidad de Melbourne. Melbourne, Australia. 2016


Xu L., et. al. A hydroponic green roof system for rainwater collection and greywater treatment. Wenzhou. En: Diario de Producción Limpia. 2020.


ANEXOS

ANEXO A

FACTURAS DEL ACUEDUCTO “ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO RIO CHAINA - ESP” DESDE SEPTIEMBRE DE 2019 HASTA MAYO DEL 2020.


Figura A1. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de septiembre de 2019.


 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4 Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Villa de Leyva (Boyacá) - Teléfono: (8) 7320589 - 318 37 95851 Email: adm@riochaina-esp.org - www.chaina-esp.org						DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-00485	
						Codigo Ruta 75120100	
Datos del Suscriptor				Codigo Interno N°	Ruta	TOTAL A PAGAR	
[Redacted]				1000199	751	26,500	
Dirección:				Periodo Facturado	Fecha Expedición	Pago Oportuno Hasta	
e-mail:				Septiembre/2019	08/10/2019	25 octubre 2019	
N° Predial: 000000070226000				Liquidación Real del Servicio			
Uso	RESIDENCIAL	Estrato	4	Acueducto			
Datos del Consumo				Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo			
0	0	0	0	Otro Consumo			
Fecha	Fecha	Atrazo	Fecha Ultimo Pago				
0	0	0	17/09/2019				
Consumos Historicos (m3 y Costo)							
Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre		
0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0		
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)				Datos Medidor			
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total	Marca	37	Otros Cobros	
Subsidio	0	0	0	Tipo/Diam	249	APORTE MICROCUENCA	2,800
Contribución	0	0	0	Número		AJUSTE	25
				Estado	Total Otros cobros 2,825		
				Fecha Instalación			
				OBSERVACIONES			
OBSERVACIONES				Resumen liquidación			
Manténgase informado sobre CHAINA-ESP; consulte la página www.chaina-esp.org Celular Fontanero: 314 2764526. Pago por transferencia electrónica o corresponsal bancario Bancolombia Cia. Cte. No. 50296075205 de la Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina NIT 820.003.658-4. Convenio 46963. Evite el cobro por comisiones.				Acueducto 23,675			
				Otros Cobros 2,825			
				Subsidios (-) 0			
				Contribuciones(+) 0			
SUSCRIPTOR AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA				TOTAL A PAGAR 26,500			

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4 Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Villa de Leyva (Boyacá) - Teléfono: (8) 7320589 - 318 37 95851 Email: adm@riochaina-esp.org - www.chaina-esp.org						DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-00485	
						Codigo Ruta 75120100	
Datos del Suscriptor				Codigo Interno N°	Ruta	Periodo de Facturación	
[Redacted]				1000199	751	Septiembre/2019	
Estrato 4				Fecha Limite Pago	TOTAL A PAGAR		
Uso RESIDENCIAL				25 octubre 2019	26,500		
Codigo de Barras				Sello Banco			

Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP


Figura A2. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de octubre de 2019.


 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4 Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Villa de Leyva (Boyacá) - Teléfono: (8) 7320589 - 318 37 95851 E-mail: admin@chaina-esp.org - www.chaina-esp.org					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-00770			
Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Villa de Leyva (Boyacá) - Teléfono: (8) 7320589 - 318 37 95851 E-mail: admin@chaina-esp.org - www.chaina-esp.org					Codigo Ruta 75120100			
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	TOTAL A PAGAR	
[Redacted]					1000199	751	231,300	
Dirección:					Periodo Facturado	Fecha Expedición	Pago Oportuno Hasta	
e-mail:					Octubre/2019	08/11/2019	25 noviembre 2019	
N° Predial: 00 000007022 6000					Liquidación Real del Servicio			
Uso RESIDENCIAL Estrato 4 N° Unidades					Acueducto			
Datos del Consumo					Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo	0 - 11 Básico	5	1,166.00	5,830
0	5	5	0	Medidor leído	12 - 22 Complementario	0	1,166.00	0
Fecha	Fecha	Atraso	Fecha Último Pago		>= 23 Surcuarío	0	1,166.00	0
	07/11/2019	0	16/10/2019					
Consumos Históricos (m3 y Costo)					Subtotal 5,830			
					Cargo fijo 23,675			
					SubTotal Servicios 29,505			
					Datos Medidor			
					Marca	Otros Cobros		
					7	MEDIDOR	105,000	
					Tipo/Diam	11	REGISTRO 1	14,000
					Número	14	CAJILLA	80,000
					Estado	SIN DATOS		
					Fecha Instalación	37	APORTE MICROCUENCA	2,800
						249	AJUSTE	-5
							Total Otros cobros 201,795	
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)					OBSERVACIONES			
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total					
Subsidio	0	0	0					
Contribución	0	0	0					
OBSERVACIONES					Resumen liquidación			
Manténgase informado sobre CHAINA-ESP, consulte la página www.chaina-esp.org Celular Fontanero: 3 14 2764526. Pago por transferencia electrónica o corresponsal bancario Bancolombia Cta. Cte. No. 50296075205 de la Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina NIT 820.003.658-4. Convenio 469 63. Evite el cobro por comisiones.					Acueducto 29,505			
					Otros Cobros 201,795			
					Subsidios (-) 0			
					Contribuciones(+) 0			
SUSCRIPTOR AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA					TOTAL A PAGAR 231,300			

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4 Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Villa de Leyva (Boyacá) - Teléfono: (8) 7320589 - 318 37 95851 E-mail: admin@chaina-esp.org - www.chaina-esp.org					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-00770		
Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Villa de Leyva (Boyacá) - Teléfono: (8) 7320589 - 318 37 95851 E-mail: admin@chaina-esp.org - www.chaina-esp.org					Codigo Ruta 75120100		
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	Periodo de Facturación
[Redacted]					1000199	751	Octubre/2019
Estrato 4 Uso RESIDENCIAL					Fecha Limite Pago	TOTAL A PAGAR	
					25 noviembre 2019	231,300	
Codigo de Barras					Sello Banco		

Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP


Figura A3. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de noviembre de 2019.


 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 94-1 Oficina 204 Vía de la Esperanza - Teléfono: 314 2764526 - 314 2764527</small> <small>E-mail: adm@chaina-esp.org - chaina_01@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE				
					N° CH-01054				
					Codigo Ruta 75120100				
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	TOTAL A PAGAR		
[Redacted]					1000199	751	37,000		
Dirección: Vda. Monquirá - Altos de L.I.N.					Periodo Facturado	Fecha Expedición	Pago Oportuno Hasta		
e-mail:					Noviembre/2019	07/12/2019	24 diciembre 2019		
N° Predial: 00000070226000					Liquidación Real del Servicio				
Uso RESIDENCIAL Estrato 4 N° Unidades					Acueducto				
Datos del Consumo					Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal	
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo	0 - 11 Básico	9	1,166.00	10,494	
5	14	9	1	Medidor leído	12 - 22 Complementario	0	1,166.00	0	
Fecha	Fecha	Atraso	Fecha Ultimo Pago		>= 23 Suntuario	0	1,166.00	0	
07/11/2019	05/12/2019	0	13/11/2019		Subtotal 10,494				
Consumos Historicos (m3 y Costo)					Cargo fijo 23,675				
[Bar chart showing consumption history]					SubTotal Servicios 34,169				
					Datos Medidor		Otros Cobros		
					Marc	CONTROL AGUA	37	APORTE MICROCUENCA	2,800
					Tipo/Diam	B 0.5	249	AJUSTE	31
					Número	1709285	Total Otros cobros 2,831		
					Estado	SIN DATOS			
					Fecha Instalación	17/10/2019			
					OBSERVACIONES				
					Resumen liquidación				
					Acueducto 34,169				
					Otros Cobros 2,831				
					Subsidios (-) 0				
					Contribuciones(+) 0				
					TOTAL A PAGAR 37,000				
SUSCRIPTOR AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA									

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 94-1 Oficina 204 Vía de la Esperanza - Teléfono: 314 2764526 - 314 2764527</small> <small>E-mail: adm@chaina-esp.org - chaina_01@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE		
					N° CH-01054		
					Codigo Ruta 75120100		
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	Periodo de Facturación
[Redacted]					1000199	751	Noviembre/2019
Vda. Monquirá - Altos de L.I.N.					Fecha Limite Pago	TOTAL A PAGAR	
Estrato 4 Uso RESIDENCIAL					24 diciembre 2019	37,000	
Codigo de Barras					Sello Banco		
[Barcode area]					[Bank Seal area]		

Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP


Figura A4. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de diciembre de 2019.


 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 941 Oficina 204 Vda de los Alpes (Bogotá) - Teléfono: (01) 2200179 - 018 2770001</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_01@proton.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE				
					N° CH-01338				
					Codigo Ruta 75120100				
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	TOTAL A PAGAR		
[Redacted]					1000199	751	110,400		
Dirección: Vda. Monquirá - Altos de L.I.N.					Periodo Facturado	Fecha Expedición	Pago Oportuno Hasta		
e-mail:					Diciembre/2019	08/01/2020	27 enero 2020		
N° Predial: 00000070226000					Liquidacion Real del Servicio				
Uso RESIDENCIAL Estrato 4 N° Unidades					Acueducto				
Datos del Consumo					Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal	
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo	0 - 11 Básico	11	1,166.00	12,826	
14	86	72	2	Medidor leído	12 - 22 Complementario	11	1,166.00	12,826	
Fecha	Fecha	Atraso	Fecha Ultimo Pago		>= 23 Sunuario	50	1,166.00	58,300	
05/12/2019	07/01/2020	0	12/12/2019		Subtotal		83,952		
Consumos Historicos (m3 y Costo)					Cargo fijo		23,675		
					SubTotal Servicios		107,627		
					Datos Medidor		Otros Cobros		
					Marca	CONTROL AGUA	37	APORTE MICROQUENCA	2,800
					Tipo/Diam	B 0.5	249	AJUSTE	-27
					Número	1202845	Total Otros cobros		2,773
					Estado	SIN DATOS			
					Fecha	17/10/2019			
					Instalación				
					OBSERVACIONES				
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)					Resumen liquidación				
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total		Acueducto				
Subsidio	0	0	0		107,627				
Contribución	0	0	0		Otros Cobros				
					2,773				
					Subsidios (-)				
					0				
					Contribuciones(+)				
					0				
OBSERVACIONES									
Manténgase informado sobre CHAINA-ESP, consulte la página www.chaina-esp.org									
Celular Fonta nero: 314 2764526.									
Pago por transferencia electrónica o corresponsal bancario Bancolombia Cta. Cta. No. 50296075205 de la Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina NIT 820.003.658-4. Convenio 469.63. Evite el cobro por comisiones.									
SUSCRIPTOR AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA					TOTAL A PAGAR 110,400				

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 941 Oficina 204 Vda de los Alpes (Bogotá) - Teléfono: (01) 2200179 - 018 2770001</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_01@proton.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE			
					N° CH-01338			
					Codigo Ruta 75120100			
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	Periodo de Facturación	
[Redacted]					1000199	751	Diciembre/2019	
Vda. Monquirá - Altos de L.I.N.					Fecha Límite Pago	TOTAL A PAGAR		
Estrato 4 Uso RESIDENCIAL					27 enero 2020	110,400		
Codigo de Barras					Sello Banco			

Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP




Figura A5. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de enero de 2020.

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 7 No. 941 Oficina 208 Vía de la Laguna Bogotá - Teléfono: 314 2764526 - 314 2764527</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_esp@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-01622																												
Datos del Suscriptor Dirección: Vda. Monquirá - Altos de LLN. e-mail: N° Predial: 00000070226000 Uso RESIDENCIAL Estrato 4 N° Unidades					Codigo Ruta 75120100																												
Datos del Consumo			Codigo Interno N° 1000199 Ruta 751 TOTAL A PAGAR 105,800		Periodo Facturado Fecha Expedición Pago Oportuno Hasta Enero/2020 10/02/2020 24 febrero 2020																												
Liquidación Real del Servicio			Acueducto																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango M3</th> <th>Consumo</th> <th>Tarifa \$/m3</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 11 Básico</td> <td>11</td> <td>1,166.00</td> <td>12,826</td> </tr> <tr> <td>12 - 22 Complementario</td> <td>11</td> <td>1,166.00</td> <td>12,826</td> </tr> <tr> <td>>= 23 Surtuario</td> <td>46</td> <td>1,166.00</td> <td>53,636</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Subtotal</td> <td>79,288</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Cargo fijo</td> <td>23,675</td> </tr> <tr> <td colspan="3">SubTotal Servicios</td> <td>102,963</td> </tr> </tbody> </table>			Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal	0 - 11 Básico	11	1,166.00	12,826	12 - 22 Complementario	11	1,166.00	12,826	>= 23 Surtuario	46	1,166.00	53,636	Subtotal			79,288	Cargo fijo			23,675	SubTotal Servicios			102,963	Datos Medidor		
Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal																														
0 - 11 Básico	11	1,166.00	12,826																														
12 - 22 Complementario	11	1,166.00	12,826																														
>= 23 Surtuario	46	1,166.00	53,636																														
Subtotal			79,288																														
Cargo fijo			23,675																														
SubTotal Servicios			102,963																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Marca</th> <th>Tipo/Diam</th> <th>Número</th> <th>Estado</th> <th>Fecha</th> <th>Instalación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CONTR. AGUA</td> <td>B 0.5</td> <td>17092845</td> <td>SIN DATOS</td> <td>17/10/2019</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Marca	Tipo/Diam	Número	Estado	Fecha	Instalación	CONTR. AGUA	B 0.5	17092845	SIN DATOS	17/10/2019		Otros Cobros																		
Marca	Tipo/Diam	Número	Estado	Fecha	Instalación																												
CONTR. AGUA	B 0.5	17092845	SIN DATOS	17/10/2019																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>APORTE MICROCUENCA</th> <th>AJUSTE</th> <th>Total Otros cobros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,800</td> <td>37</td> <td>2,837</td> </tr> </tbody> </table>			APORTE MICROCUENCA	AJUSTE	Total Otros cobros	2,800	37	2,837	OBSERVACIONES																								
APORTE MICROCUENCA	AJUSTE	Total Otros cobros																															
2,800	37	2,837																															
Consumos Historicos (m3 y Costo)			Resumen liquidación																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Cargo Fijo</th> <th>Consumo</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Subsidio</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Contribución</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total	Subsidio	0	0	0	Contribución	0	0	0	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Acueducto</td> <td>102,963</td> </tr> <tr> <td>Otros Cobros</td> <td>2,837</td> </tr> <tr> <td>Subsidios (-)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Contribuciones(+)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>TOTAL A PAGAR</td> <td>105,800</td> </tr> </tbody> </table>			Acueducto	102,963	Otros Cobros	2,837	Subsidios (-)	0	Contribuciones(+)	0	TOTAL A PAGAR	105,800						
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total																														
Subsidio	0	0	0																														
Contribución	0	0	0																														
Acueducto	102,963																																
Otros Cobros	2,837																																
Subsidios (-)	0																																
Contribuciones(+)	0																																
TOTAL A PAGAR	105,800																																
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)			OBSERVACIONES																														
Manténgase informado sobre CHAINA-ESP consulte la página www.chaina-esp.org Celular Fontanero: 314 2764526. Pago por transferencia electrónica o por resposal bancario Bancolombia Cta. Cte. No. 50296075205 de la Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina NIT 820.003.658-4. Convenio 46963. Evite el cobro por comisiones.			SUSCRIPUTOR AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA																														
SUSCRIPTOR AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA			TOTAL A PAGAR 105,800																														

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 7 No. 941 Oficina 208 Vía de la Laguna Bogotá - Teléfono: 314 2764526 - 314 2764527</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_esp@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-01622	
Datos del Suscriptor Vda. Monquirá - Altos de LLN. Estrato 4 Uso RESIDENCIAL					Codigo Ruta 75120100	
Codigo de Barras			Periodo de Facturación Enero/2020			
Sello Banco			TOTAL A PAGAR 105,800			
(Empty space for barcode)			(Empty space for stamp)			


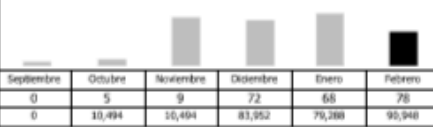

Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP

Figura A6. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de febrero de 2020.

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 54-1 Oficina 209 Vía del Sur (Bogotá) - Teléfono: (01) 7330279 - 019 3719001</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_01@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE			
					N° CH-01908			
					Codigo Ruta 75120100			
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	TOTAL A PAGAR	
[Redacted]					1000199	751	117,400	
Dirección: Vda. Monquirá - Altos de L.I.N.					Periodo Facturado	Fecha Expedición	Pago Oportuno Hasta	
e-mail:					Febrero/2020	07/03/2020	27 marzo 2020	
N° Predial: 000000070226000					Liquidacion Real del Servicio			
Uso RESIDENCIAL	Estrato 4	N° Unidades		Acueducto				
Datos del Consumo					Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo	0 - 11 Básico	11	1,166.00	12,826
154	232	78	26	Medidor leído	12 - 22 Complementario	11	1,166.00	12,826
Fecha	Fecha Atraso	Fecha Ultimo Pago		>= 23 Suntuario	56	1,166.00	65,296	
06/02/2020	04/03/2020	0	12/02/2020	Subtotal 90,948				
Consumos Historicos (m3 y Costo)					Cargo fijo 23,675			
					SubTotal Servicios 114,623			
					Datos Medidor		Otros Cobros	
					Marca CONTROL AGUA	37	APORTE MICROCUENCA 2,800	
					Tipo/Diam 8 0.5	249	AJUSTE -23	
					Número 1002845	Total Otros cobros 2,777		
					Estado SIN DATOS			
					Fecha Instalación 17/10/2019			
					OBSERVACIONES			
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)					OBSERVACIONES			
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total		Resumen liquidación			
Subsidio	0	0	0		Acueducto	114,623		
Contribución	0	0	0		Otros Cobros	2,777		
					SUScriptor AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA			
					TOTAL A PAGAR 117,400			
					Resumen liquidación			
					Acueducto 114,623			
					Otros Cobros 2,777			
					Subsidios (-) 0			
					Contribuciones(+) 0			
					TOTAL A PAGAR 117,400			
 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 54-1 Oficina 209 Vía del Sur (Bogotá) - Teléfono: (01) 7330279 - 019 3719001</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_01@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE			
					N° CH-01908			
					Codigo Ruta 75120100			
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	Periodo de Facturación	
[Redacted]					1000199	751	Febrero/2020	
Vda. Monquirá - Altos de L.I.N.					Fecha Límite Pago	TOTAL A PAGAR		
Estrato 4 Uso RESIDENCIAL					27 marzo 2020	117,400		
Codigo de Barras					Sello Banco			



Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP

Figura A7. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de marzo de 2020.

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Calle 9 No. 9-61 Oficina 201, Vda. de Altos de L.N., Fontanero de Fontanero - 2100000</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org, chaina_esp@chaina-esp.com, www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-02193			
					Codigo Ruta 75120100			
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	TOTAL A PAGAR	
[Redacted]					1000199	751	85,000	
Dirección: Vda. Monquirá - Altos de L.N.					Periodo Facturado	Fecha Expedición	Pago Oportuno Hasta	
e-mail:					Marzo/2020	06/04/2020		
N° Predial: 00000070226000					Liquidación Real del Servicio			
Uso RESIDENCIAL	Estrato 4	N° Unidades			Acueducto			
Datos del Consumo					Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal
Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo	0 - 11 Básico	11	1,166.00	12,826
232	282	50	39	Medidor fijo	12 - 22 Complementario	11	1,166.00	12,826
Fecha					23 Surcuero	28	1,166.00	32,648
Fecha	Fecha	Atrazo	Fecha Último Pago		Subtotal 58,300			
04/03/2020	03/04/2020	0	10/03/2020		Cargo fijo 23,675			
Consumos Históricos (m3 y Costo)					SubTotal Servicios 81,975			
					Datos Medidor			
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marca CONTROL AGUA	Otros Cobros	
0	5	9	72	66	78	37	APORTE MICROCUENCA 3,000	
0	10,494	10,494	81,952	70,200	90,940	Tipo/Diam B 0.5	249 AJUSTE 25	
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)					Número 17092845	Total Otros cobros 3,025		
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total		Estado SIN DATOS			
Subsidio	0	0	0		Fecha Instalación 17/10/2019			
Contribución	0	0	0		OBSERVACIONES			
OBSERVACIONES					Resumen Liquidación			
Manténgase informado sobre CHAINA-ESP, Consulte la página www.chaina-esp.org Celular Fontanero: 314 2764526. Pago por transferencia electrónica o corresponsal bancario Bancoombia Cta. Cte, No. 50296075205 de la Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina NIT 820.003.658-4, Convenio 46963. Evite el cobro por comisiones.					Acueducto 81,975			
SUSCRIPTOR AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA					Otros Cobros 3,025			
					Subsidios (-) 0			
					Contribuciones(+) 0			
					TOTAL A PAGAR 85,000			
 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Calle 9 No. 9-61 Oficina 201, Vda. de Altos de L.N., Fontanero de Fontanero - 2100000</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org, chaina_esp@chaina-esp.com, www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-02193			
					Codigo Ruta 75120100			
Datos del Suscriptor					Codigo Interno N°	Ruta	Periodo de Facturación	
[Redacted]					1000199	751	Marzo/2020	
Vda, Monquirá - Altos de L.N.					Fecha Limite Pago	TOTAL A PAGAR		
Estrato 4 Uso RESIDENCIAL						85,000		
Codigo de Barras					Sello Banco			



Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP

Figura A8. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de abril de 2020.

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Vía de Luján Bogotá - Teléfono: 01 2260079 - 212 8796651</small> <small>E-mail: asuscrip@chaina-esp.org - chaina_2019@chaina.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-02479																																																					
Datos del Suscriptor Dirección: Vda. Monquirá - Altos de U.N. e-mail: N° Predial: 000000070226000					Codigo Interno N° 1000199		Ruta 751		TOTAL A PAGAR 32,500																																																	
Uso: RESIDENCIAL Estrato: 4 N° Unidades:					Periodo Facturado Abril/2020		Fecha Expedición 05/05/2020		Pago Oportuno Hasta 25 mayo 2020																																																	
Datos del Consumo					Liquidación Real del Servicio Acueducto																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Letra Anterior</th> <th>Letra Actual</th> <th>Consumo</th> <th>Promedio</th> <th>Tipo Cálculo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>282</td> <td>287</td> <td>5</td> <td>47</td> <td>Medidor leído</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>Fecha</td> <td>Atrazo</td> <td>Fecha Ultimo Pago</td> <td></td> </tr> <tr> <td>03/04/2020</td> <td>04/05/2020</td> <td>0</td> <td>13/04/2020</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Letra Anterior	Letra Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo	282	287	5	47	Medidor leído	Fecha	Fecha	Atrazo	Fecha Ultimo Pago		03/04/2020	04/05/2020	0	13/04/2020		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango M3</th> <th>Consumo</th> <th>Tarifa \$/m3</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 11 básico</td> <td>1</td> <td>1,166.00</td> <td>5,830</td> </tr> <tr> <td>12 - 22 Complementario</td> <td>0</td> <td>1,166.00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>23 - 23 Sanitario</td> <td>0</td> <td>1,166.00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Subtotal</td> <td>5,830</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Cargo fijo</td> <td>23,675</td> </tr> <tr> <td colspan="3">SubTotal Servicios</td> <td>29,505</td> </tr> </tbody> </table>						Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal	0 - 11 básico	1	1,166.00	5,830	12 - 22 Complementario	0	1,166.00	0	23 - 23 Sanitario	0	1,166.00	0	Subtotal			5,830	Cargo fijo			23,675	SubTotal Servicios			29,505
Letra Anterior	Letra Actual	Consumo	Promedio	Tipo Cálculo																																																						
282	287	5	47	Medidor leído																																																						
Fecha	Fecha	Atrazo	Fecha Ultimo Pago																																																							
03/04/2020	04/05/2020	0	13/04/2020																																																							
Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal																																																							
0 - 11 básico	1	1,166.00	5,830																																																							
12 - 22 Complementario	0	1,166.00	0																																																							
23 - 23 Sanitario	0	1,166.00	0																																																							
Subtotal			5,830																																																							
Cargo fijo			23,675																																																							
SubTotal Servicios			29,505																																																							
Consumos Historicos (m3 y Costo)					Datos Medidor		Otros Cobros																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Octubre</th> <th>Noviembre</th> <th>Diciembre</th> <th>Enero</th> <th>Febrero</th> <th>Mars</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>9</td> <td>72</td> <td>68</td> <td>79</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>1,830</td> <td>83,952</td> <td>83,952</td> <td>79,288</td> <td>90,948</td> <td>58,300</td> </tr> </tbody> </table>					Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Mars	5	9	72	68	79	50	1,830	83,952	83,952	79,288	90,948	58,300	Marca: CONTROL AGUA Tipo/Diam: B 0.5 Número: 17992845 Estado: SIN DATOS Fecha Instalación: 17/10/2015		APORTE MICROCUENCA: 3,000 AJUSTE: -5 Total Otros cobros: 2,995																																	
Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Mars																																																					
5	9	72	68	79	50																																																					
1,830	83,952	83,952	79,288	90,948	58,300																																																					
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)					OBSERVACIONES																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Cargo Fijo</th> <th>Consumo</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Subsidio</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Contribución</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>					Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total	Subsidio	0	0	0	Contribución	0	0	0	Manténgase informado sobre CHAINA-ESP; Consulte la página www.chaina-esp.org Celular Fontanero: 314 2764526. Pago por transferencia electrónica o corresponsal bancario Bancolombia Cta. Cte. No. 50296075205 de la Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina NIT 820.003.658-4, Convenio 46963. Evite el cobro por comisiones.																																									
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total																																																							
Subsidio	0	0	0																																																							
Contribución	0	0	0																																																							
OBSERVACIONES SUScriptor AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA					Resumen liquidación																																																					
					Acueducto: 29,505 Otros Cobros: 2,995 Subsidios (-): 0 Contribuciones(+): 0																																																					
					TOTAL A PAGAR: 32,500																																																					
 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 9-61 Oficina 204 Vía de Luján Bogotá - Teléfono: 01 2260079 - 212 8796651</small> <small>E-mail: asuscrip@chaina-esp.org - chaina_2019@chaina.com - www.chaina-esp.org</small>					DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-02479																																																					
Datos del Suscriptor Vda. Monquirá - Altos de U.N. Estrato: 4 Uso: RESIDENCIAL					Codigo Interno N° 1000199		Ruta 751		Periodo de Facturación Abril/2020																																																	
Codigo de Barras					Fecha Limite Pago 25 mayo 2020		TOTAL A PAGAR 32,500																																																			
					Sello Banco																																																					

Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP

Figura A9. Factura del acueducto “Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP” para el mes de mayo de 2020.

 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 9-41 Oficina 204 Vía de la Esperanza - Teléfono: 01 2205277 - 210 2776651</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_01@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>				DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-02765	
Datos del Suscriptor Dirección: Vda. Monquirá - Altos de L.I.N. e-mail: N° Predial: 00000070226000 Uso RESIDENCIAL Estrato 4 N° Unidades				Código Ruta 75120100 Código Interno N° 1000199 Ruta 751 TOTAL A PAGAR 29,000	
Período Facturado Mayo/2020		Fecha Expedición 04/06/2020		Pago Oportuno Hasta 27 junio 2019	
Liquidación Real del Servicio					
Acueducto					
Rango M3	Consumo	Tarifa \$/m3	Subtotal		
0 - 11 Básico	2	1,166.00	2,332		
12 - 22 Complementario	0	1,166.00	0		
23 Surtearío	0	1,166.00	0		
Subtotal			2,332		
Carga fijo			23,675		
SubTotal Servicios			26,007		
Datos Medidor Marca CONTROL AGUA Tipo/Diam 8 0.5 Número 17092815 Estado SIN DATOS Fecha 17/1Q/2019 Instalación		Otros Cobros 37 APORTE MICROCUENCA 3,000 249 AJUSTE -7 Total Otros cobros 2,993			
OBSERVACIONES					
Subsidios y Contribuciones (Ley 142/94)			Resumen liquidación		
Concepto	Cargo Fijo	Consumo	Total		
Subsidio	0	0	0		
Contribución	0	0	0		
Manténgase informado sobre CHAINA-ESP. Consulte la página www.chaina-esp.org Celular Fonta nro: 314 2764526. Pago por transferencia electrónica o corresponsal bancario Bancolombia Cta. Cte. No. 50296075205 de la Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina NIT 820.003.658-4. Convenio 46963. Evite el cobro por comisiones.			Acueducto 26,007 Otros Cobros 2,993 Subsidios (-) 0 Contribuciones(+) 0		
SUScriptor AL DIA, NO PRESENTA SALDO EN MORA			TOTAL A PAGAR 29,000		
 Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina - ESP <small>Entidad sin ánimo de lucro - NIT 820.003.658-4</small> <small>Carrera 9 No. 9-41 Oficina 204 Vía de la Esperanza - Teléfono: 01 2205277 - 210 2776651</small> <small>E-mail: administracion@chaina-esp.org - chaina_01@yahoo.com - www.chaina-esp.org</small>				DOCUMENTO EQUIVALENTE N° CH-02765	
Datos del Suscriptor Vda. Monquirá - Altos de L.I.N. Estrato 4 Uso RESIDENCIAL				Código Ruta 75120100 Código Interno N° 1000199 Ruta 751 Período de Facturación Mayo/2020	
Fecha Límite Pago 27 junio 2019		TOTAL A PAGAR 29,000			
Código de Barras				Sello Banco	

Fuente: Asociación de Suscriptores del Acueducto Rio Chaina – ESP