

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE RIEGO



Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de riego para
un cultivo de limón en la hacienda magallanes del municipio de Barrancabermeja.

Ana Milena Castelblanco

Melanie Fragua Pedroza

Sebastián David Herrera López

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

agosto de 2021

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de riego para un cultivo de limón en la hacienda magallanes del municipio de Barrancabermeja.

Ana Milena Castelblanco

Melanie Fragua Pedroza

Sebastián David Herrera López

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Néstor Alfonso López Pineros

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

agosto de 2021

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Dedicatoria

Este trabajo investigativo lo dedicamos especialmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los logros más deseados.

A nuestros padres, por su amor y apoyo incondicional durante este año, gracias a ustedes hemos podido lograr llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido un orgullo y privilegio contar con su apoyo, son los mejores padres.

A nuestros hermanos (os) por siempre estar pendientes, acompañándonos y brindándonos apoyo moral a lo largo de este episodio de nuestras vidas.

De una y otra manera a todas las personas que nos han apoyado directa o indirectamente logrando así que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y nos compartieron sus conocimientos.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por siempre guiarnos en cada paso que damos en nuestras vidas, por ser ese apoyo y fortaleza necesaria en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, porque por ellos son los principales promotores de nuestros sueños y metas, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos brindados, los valores y principios que nos han inculcado a lo largo de nuestras vidas, agradecemos esa linda formación que nos inculcaron.

Agradecemos a nuestros docentes de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de esta especialización, de manera especial, Néstor Alfonso López Pineros, tutor de nuestro proyecto de investigación quien con su paciencia y conocimiento nos ha guiado para culminar con éxito el proyecto.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Contenido

Lista de tablas	8
Lista de figuras	9
Lista de anexos	10
Resumen	11
Abstract.....	12
CAPÍTULO I	13
1 Planteamiento del Problema	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Formulación del problema	14
1.3 Objetivos de estudio.....	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Justificación.....	15
1.5 Marco de Referencia	16
1.5.1 Antecedentes	16
1.5.2 Marco Teórico.....	19
1.5.3 Marco Legal	24
CAPÍTULO II.....	27
2 Determinar técnicamente el tipo de sistema de riego mas favorables para asegurar la productividad del cultivo de limón en la Hacienda Magallanes	27
2.1 Definición del Cultivo.....	27

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

2.2	Selección del área disponible y verificación de la fuente de abastecimiento.....	27
2.3	Definición del área a regar	28
2.4	Características del suelo	28
2.5	Elección del sistema de riego	28
CAPÍTULO III		30
3	Realizar el estudio técnico del sistema de riego seleccionado	30
3.1	Tamaño del proyecto.....	30
3.2	Localización del proyecto	30
3.2.1	Macrolocalización.....	30
3.2.2	Microlocalización	31
3.3	Ingeniería del proyecto.....	31
3.4	Diseño agronómico	34
3.5	Definición unidad de riego.....	35
3.6	Diseño hidráulico.	35
CAPÍTULO IV		37
4	Calcular la inversión y los costos de la implementación del sistema de riego escogido en el proyecto	37
4.1	Infraestructura, equipamiento y costos.....	37
4.2	Estudio Financiero.....	37
4.2.1	Inversiones.....	38
4.2.2	Fuente de Financiación	39
4.2.3	Comparación de Variables.....	41

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

4.2.4 Tablas de Amortización 42

Análisis de resultados 44

Discusión 46

Conclusiones 47

Recomendaciones 48

Referencias 49

Anexos 52

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Lista de tablas

Tabla 1. Diseño agronómico.....	34
Tabla 2. Presupuesto general del proyecto.	37
Tabla 3. Inversión Fija.....	38
Tabla 4. Inversiones Diferidas.....	39
Tabla 5. Proyección de costos del proyecto.....	39
Tabla 6. Aporte individual de los socios.....	40
Tabla 7. Cálculo del Capital.....	40
Tabla 8. Tabla simulación de intereses causados No.1.....	41
Tabla 9. Tabla simulación de intereses causados No.2.....	41
Tabla 10. Tabla simulación de intereses causados No.3.....	42

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Lista de figuras

Figura 1. Predio seleccionado para la implementación del sistema de riego.	28
Figura 2. Patrones de infiltración según la textura del suelo	29
Figura 3. Ubicación geográfica de Barrancabermeja.	31
Figura 4. Flujograma de procesos.	33
Figura 5. Plano hidráulico sistema de riego por goteo.....	36
Figura 6. Turnos de riego	36
Figura 7. Tabla de amortización crédito Banco Popular.....	43

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Lista de anexos

Anexo A. Flujograma de proceso..... 52

Anexo A. Presupuesto implementación sistema de riego 52

Anexo B. Plano Sistema de Riego por goteo..... 52

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Resumen

Palabras clave: Sistema de riego presurizados, eficiencia de aplicación del riego, diseño agronómico, caudal de trabajo, lamina neta.

Este trabajo comprende un estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de riego para un cultivo de limón en la hacienda magallanes del municipio de Barrancabermeja. La intención principal es determinar el sistema de riego adecuado para dicho cultivo, por medio de un marco teórico, conceptual y referencial, que permita realizar la selección adecuada, partiendo de los sistemas de riego presurizados existentes, área adecuada para la implementación del sistema, requerimientos hídricos del cultivo, fuente de abastecimiento, textura del suelo y jornadas de riego. Se elaborará el presupuesto general para dicha implementación y por medio de un estudio financiero se determinará la viabilidad económica para su construcción.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO

Abstract

Keywords: Pressurized irrigation system, irrigation application efficiency, agronomic design, work flow, net sheet.

This work includes a technical and economic feasibility study for the implementation of an irrigation system for a lemon crop in the Magellan farm in the municipality of Barrancabermeja. The main intention is to determine the appropriate irrigation system for said crop, by means of a theoretical, conceptual and referential framework, which allows making the appropriate selection, starting from the existing pressurized irrigation systems, adequate area for the implementation of the system, requirements crop water, supply source, soil texture and irrigation days. The general budget for said implementation will be prepared and the economic viability for its construction will be determined through a financial study.

CAPÍTULO I

1 Planteamiento del Problema

1.1 Planteamiento del problema

En el municipio de Barrancabermeja, Santander, se encuentran cerca de 4506 hectáreas de cultivos frutales, de las cuales el 14.4% están destinadas al cultivo de limón. (Sanchez Mejía, 2017)

La presente investigación aborda los principales aspectos para una propuesta de implementación de un Sistema de riego para un cultivo de limón en zona rural del Municipio Barrancabermeja – Santander, a través de la cual se busca determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto en mención, teniendo en cuenta, que, en el municipio se cultivan distintas clases de cítricos entre los que se destaca el limón, gracias a la acidez de los suelos, a las condiciones climáticas y geomorfológicas de la zona.

La propuesta de la implementación de un sistema de riego para un cultivo de limón en la hacienda Magallanes ubicada en la vereda el Zarzal del Municipio de Barrancabermeja surge de la necesidad existente en tiempos de verano en la zona y a los largos periodos de sequía que, se presentan en esta área del departamento de Santander, puesto que en estos tiempos los cultivos se ven gravemente afectados por falta de agua perdiendo la calidad del fruto al no contar con una fuente constante de irrigación, logrando así que el fruto pierda tamaño, jugosidad y desinterés por la demanda del producto.

Dadas las afectaciones mencionadas anteriormente se hace necesario considerar la implementación de un sistema de riego, como un factor que determina el éxito o el

fracaso del cultivo de limón. El riego permite que las plantas mantengan un flujo constante de agua y nutrientes del suelo hacia las hojas, favoreciendo la fotosíntesis y la transpiración, con lo cual se obtienen árboles más vigorosos con mayores y mejores frutos, mayor cobertura de hojas y por consiguiente se incrementa la productividad.

En razón a lo esbozado se busca evidenciar si el predio en el cual se pretende llevar a cabo el cultivo antes nombrado cumple con las características físico-químicas del suelo para el adecuado crecimiento de las plantas y sostenibilidad del cultivo en el tiempo, así como las condiciones climáticas y geomorfológicas. Una vez verificada la viabilidad del terreno, resulta necesario establecer el sistema de riego más eficaz (goteo, microaspersión, aspersión) dadas las condiciones encontradas, con el cual se busca la minimización de impactos negativos para periodos de extenso verano.

Finalmente se buscará determinar el factor económico para poner en marcha la implementación del sistema de riego más adecuado, con el fin de aumentar la productividad del cultivo seleccionado.

1.2 Formulación del problema

¿Qué factibilidad técnica y económica existe para la implementación y puesta en marcha de un sistema de riego para un cultivo de limón en la hacienda Magallanes del Municipio de Barrancabermeja?

1.3 Objetivos de estudio

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de riego adecuado para su implementación en un cultivo de limón en la hacienda Magallanes del Municipio de Barrancabermeja.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar técnicamente el tipo de sistema de riego más favorable para asegurar la productividad del cultivo de limón en la Hacienda Magallanes.
- Realizar el estudio técnico del sistema de riego seleccionado.
- Calcular la inversión y los costos de la implementación del sistema de riego escogido en el proyecto.

1.4 Justificación

La idea de desarrollar el proyecto, surge ante la identificación de un problema actual que se está presentando en la vereda el zarzal del municipio de Barrancabermeja ante los inminentes periodos de sequía y verano por los que atraviesa constantemente esta zona del país, por lo tanto, se ve la necesidad de buscar alternativas de solución que, minimicen los impactos del medio ambiente con el fin de mejorar y garantizar la productividad de los cultivos de limón que se cosechan durante los periodos de sequía presentados en el municipio, logrando así que no se vea afectada la producción y calidad del cultivo, así como también evitar pérdidas económicas entre los agricultores de la región, teniendo en cuenta que, al no contar con las herramientas necesarias y/o factores climáticos favorables, para la constante irrigación de las plantas del cultivo, no se obtiene un producto llamativo para el comercio.

Por lo anterior, una vez identificada la necesidad de la problemática existente, la idea es determinar y establecer un sistema de riego apropiado, que garantice el constante flujo de

agua en el cultivo para la hidratación de las plantas de limón y así lograr que la producción mejore superando las expectativas de calidad, tamaño, color y jugosidad de la fruta en mención, garantizando así un producto llamativo y competitivo para el mercado regional, departamental, nacional e internacional, mejorando así la economía y la calidad de vida de los agricultores que cosechan limón en esta zona del país.

1.5 Marco de Referencia

1.5.1 Antecedentes

Los antecedentes de esta investigación, se basan en estudios realizados con una vigencia máxima de seis años, lo cual permite captar la mayor viabilidad del proyecto en cuestión y poder comparar los resultados y convertirlos en parte fundamental de pie e inicio de este proyecto de grado.

Tipo de Investigación: Científica. **Título:** Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). **Revista:** AGROSAVIA Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. **Año:** 2014. **Autores:** Diana Dorado Guerra, Luis Carlos Grajales y Liliana Ríos Rojas. **Resumen:** la diferenciación del cultivo que en éste caso particular corresponde al de la LIMA ÁCIDA TAHITÍ, es predominante en climas donde cuyo balance hídrico es negativo durante gran parte del periodo de la siembra y cosecha, la metodología de riego y fertilización del cultivo es de gran importancia y de mucho impacto para el balance adecuado del sistema de producción, todo referente a la zona, para tal efecto se deben evaluar condiciones tales como: el grosor o dimensión de la cascara, porcentaje y calidad del jugo, rendimiento, peso y dimensiones del fruto, diámetro ecuatorial y circunferencia del producto, los sólidos solubles, contenido y

cantidad de vitamina C y la acidez (Guerra, Grajales, & Ríos, 2015). **Aportes:** uno de los referentes más importantes que aporta esta investigación para el trabajo de grado, es la relevancia que tiene el saber seleccionar un terreno para poder pensar en iniciar un cultivo, en el caso específico de la lima Tahití, las condiciones pueden variar la calidad del producto, métodos de conservación de igual manera pueden alterar sus condiciones, el aporte de pruebas balísticas y científicas que consideren la reestructuración del proceso de fertilización, riego, siembra y cosecha son de gran importancia que definitivamente se deben tener en cuenta.

Tipo de Investigación: Tesis de grado Maestría en Microbiología. **Título:** Eficiencia en el uso del agua de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con sistema de riego superficial. **Universidad:** Universidad Autónoma de Zacatecas. México. **Facultad:** Medicina Veterinaria. **Año:** 2017. **Autores:** Ricardo A. Sánchez Gutiérrez, Miguel Sermín Palestina, Héctor Gutiérrez Buñuelos, Alfonso Serna Pérez. **Resumen:** la eficiencia del agua y su importancia en la producción de materia seca y proteína cruda teniendo como referencia los sistemas de riego, la adecuación de las parcelas y el terreno destinado para el cultivo es de gran prioridad con aplicación de métodos de riego como el goteo, sub-superficial o interno (Sánchez, Gutiérrez, Palestina, & Pérez, 2017). **Aportes:** el saber diferenciar el terreno, métodos de riego, sistemas de aspersión, control y calidad del ambiente, selección de producto, diferenciación de químicos, fertilizantes y acompañantes sintéticos de producción, de igual manera la selección y distribución del terreno, los métodos de siembra y estación de cosecha. Estos puntos, son de gran aporte, ya que, nos indican con claridad puntos de interés para la reestructuración de planes y control de proyectos.

Tipo de Investigación: Científica. **Título** ¿Cómo usan el agua los productores de los oasis del oeste argentino? Un estudio de las prácticas de riego en el Valle del Tulum de San Juan.

Universidad: Universidad Nacional de San Juan. Argentina. **Facultad:** Agropecuaria. **Año:** 2016. **Autor:** Jimena Andrieu. **Resumen:** la manera en que se usan los recursos hídricos de una región, y a su vez, los sistemas de irrigación que se utilizan para el efecto de riego especial por aspersión, partiendo del principio de cultivos en zonas áridas y/o terrenos difíciles, el agua en el campo de la agricultura se convierte en un recurso social y de uso común, por lo cual, el uso del mismo demanda de condiciones especiales, así las cosas, la propuesta en ésta investigación, es la aplicación de conductas, procesos y procedimientos reglamentarios para el correcto uso de mencionado recurso, el cual es de vital importancia cuando se trata de cultivos en terrenos con condiciones particulares, necesitando de la homologación de facultades y condiciones sociales de riego y comportamiento de regantes. El estudio y aplicación de estas técnicas están soportadas por investigaciones de tipo cualitativo y técnicas multivariadas (Andrieu, 2017). **Aportes:** la utilización de recursos de gran importancia social o colectiva como es el recurso hídrico de una región, es de gran valor, las técnicas de utilización, procesos de aspersión y riego, sistemas de control y monitoreo constante, son los puntos que sobresalen en éste aporte, ya que el saber manejar los recursos naturales los cuales a su vez sirven de manera primordial en la agricultura, se convierte en un proceso indiscutible e ineludible.

Tipo de Investigación: Proyecto de grado Especialización. **Título:** propuesta de implementación de un cultivo de limón Tahití de alta calidad en el municipio de la peña – Cundinamarca, Colombia. **Universidad:** Universidad Militar Nueva Granada. **Facultad:** Ingeniería. **Año:** 2016. **Autor:** Wilmer Arias Palacios. **Resumen:** los retos económicos de una región, singularmente pueden ser suplidos por comportamientos de emprendimiento del mismo sector, los cultivos normalmente aportan gran avance territorial, estabilidad económica y sostenibilidad social, para tal efecto, se deben tener en cuenta los riesgos, las consideraciones del

suelo, estudios científicos de análisis del terreno considerando temas relevantes como profundidad, temperatura ambiente, clima, herramientas, métodos, compuestos y demás recursos necesarios para establecer un proyecto nuevo en zonas donde singularmente ya existían variables de cultivos y proyectos que por diferentes circunstancias tuvieron que reestablecer o transformasen, pero en especial el interés de generar avances y aportes económicos a la región, logrando así, mejora en la calidad de vida del sector, incremento de oportunidades y rendimiento social (Arias, 2016). **Aportes:** el aporte socio-económico es un factor que no se puede pasar por alto en el estudio y dirección de un proyecto, para tal efecto, es necesario realizar un estudio de mercado juicioso y profesional, involucrando la sociedad afectada, con el fin de proporcionar beneficios comunes que resalten una labor social. Además, el interés de establecer estudios científicos que soporten decisiones de restablecimiento y coordinación para utilizar de la manera más inteligente los recursos con los que se cuentan.

1.5.2 Marco Teórico

Los productores alrededor del mundo enfrentan desafíos como las sequías, falta de fuentes de abastecimiento, disminución de aguas subterráneas y alto porcentaje de evaporación. Los sistemas de riego permiten enfrentar con mayor facilidad estos retos, al cambiar la forma de utilizar el agua, logrando mejores resultados con menos recurso hídrico.

Existen diferentes sistemas de riego en la actualidad, los cuales suplen de maneras diferentes los requerimientos hídricos de las plantas utilizando más o menos agua para su fin, tales como, los sistemas de riego por superficie, surcos, melgas, piscinas, estos requieren de una mayor cantidad de agua y se utilizan para cultivos específicos como arroz, maíz, caña de azúcar,

etc., teniendo mayores pérdidas de agua por escorrentía superficial y subterránea, evitando que la planta pueda aprovechar la mayoría del recurso hídrico.

Al igual, existen sistemas de riego presurizado como goteo, microaspersión y aspersión, en estos sistemas toda el agua es conducida por tuberías con cierta presión, permitiendo que el agua llegue directamente a cada una de las plantas, evitando así pérdidas del recurso hídrico por infiltración en la conducción, logrando de esa manera que quede más agua disponible para la planta. (Demin, 2014)

Estos sistemas de riego presurizados independientemente de cuál sea el utilizado deben tener unos componentes mínimos para su adecuado funcionamiento, tales como una fuente de abastecimiento, un sistema de bombeo, sistema de filtrado, sistema de fertilización (opcional), sistema de conducción, sistema de conducción y distribución, sistema de protección y unidades de riego.

- **Fuente de abastecimiento:** En este caso el agua requerida para la operación del sistema puede ser captada de un río, una quebrada, un canal, un pozo profundo, o cualquier recurso hídrico que pueda suplir el caudal necesario para el cultivo y la extensión seleccionada.
- **Sistema de bombeo:** este componente permite la extracción de agua de la fuente de abastecimiento y le da el impulso necesario para poder ser conducida por las tuberías con la presión necesaria, requerida para vencer cualquier variación en la topografía del terreno y para el adecuado funcionamiento de las unidades de riego. Este sistema puede ser de combustión (diésel, gasolina), eléctrico o a gas, de acuerdo con las condiciones del lugar de instalación.

- **Sistema de filtrado:** como su nombre lo indica este sistema nos ayuda a filtrar el agua que es captada en la fuente de abastecimiento, eliminando así todas las impurezas que pueden llegar a provocar taponamientos en las unidades de riego. Los sistemas de filtrado pueden ser de anillos, mallas o gravas.
- **Sistema de fertilización:** Este es un componente opcional en los sistemas de riego, ya que algunos productores realizan la aplicación de sus fertilizantes de la forma habitual, sin embargo al utilizar este sistema directamente en el riego, se puede asegurar que todos los elementos requeridos por la planta para su adecuado crecimiento y producción llegan directamente a la raíz, siendo mejor aprovechado y evitando así pérdidas del producto, además disminuye la mano de obra ya que el fertilizante se inyecta directamente en la tubería, y este es conducido hasta la planta con el agua aplicada.
- **Sistema de conducción y distribución:** los sistemas de riego presurizados utilizan tuberías cerradas para el transporte del agua desde la fuente de abastecimiento tuberías primarias, hasta las tuberías secundarias o terciarias y a la unidad de riego, los diámetros de estas tuberías pueden variar de acuerdo con el caudal (la cantidad de agua) conducido. Normalmente el material utilizado para estas conducciones es PVC o Polietileno.
- **Sistema de protección:** Como protección las más utilizadas son las válvulas de aire, estos elementos son utilizados para proteger las tuberías de cualquier daño provocado por aire contenido, que al chocar con el agua provocan un fenómeno llamado golpe de ariete, el cual causa ruptura de las conducciones, son elementos

importantes en el sistema de riego para disminuir los daños en el sistema y evitar su deterioro anticipado.

- **Unidades de riego:** De acuerdo con el sistema de riego a utilizar, la unidad de riego puede variar, sistema de goteo (línea de goteo o botón), microaspersor o aspersor, estos se pueden ajustar según el caudal que se deba aplicar a cada cultivo.

Riego por goteo: Este sistema de riego consiste en la aplicación de agua en forma de gotas de manera continua muy cerca a la raíz de la planta, mojando solo el área del suelo necesaria para que pueda ser suplido el requerimiento hídrico del cultivo. En este método, en el suelo se forma un bulbo húmedo debajo de cada gotero donde la planta desarrolla una mayor cantidad de raíces. (Demin, 2014)

Se debe tener en cuenta, que, aunque el agua circula por la tubería con presión, la gota cae al suelo sin ella, esto debido al diseño del gotero, esas unidades de riego se pueden conseguir de diferentes caudales como 2, 4, litros/hora, en el mercado se encuentran goteros no compensados y autocompensados, estos por medio de un diafragma permiten que el caudal sea constante aun cuando existe una caída de presión en el sistema.

Riego por microaspersión: Este sistema permite aplicar el agua en forma de lluvia en gotas muy pequeñas al suelo a una altura de 40 a 50 cm ya que por lo general el emisor está ubicado sobre una estaca la cual se conecta por medio de una micromanguera a la tubería lateral o terciaria, aunque es un sistema de riego eficiente, se debe tener en cuenta la velocidad del viento en la zona a instalar, ya que esta puede causar altas pérdidas por arrastre, además de las pérdidas por la evaporación al mojarse una mayor porción del suelo, el microaspersor forma una

diámetro húmedo que en promedio es de 3 a 5 metros pero este puede variar de acuerdo al caudal a aplicar.

La microaspersión necesita una presión de trabajo más alta que el goteo, pero sin duda más baja que el sistema por aspersión, además es necesaria una mayor cantidad de agua.

Riego por aspersión: Este sistema permite aplicar el agua en forma de lluvia, no directamente en la raíz sino en el tallo y hojas de la planta, al igual que la microaspersión, se debe tener en cuenta la velocidad del viento en la zona a instalar, ya que esta puede causar altas pérdidas por arrastre, además de las pérdidas por la evaporación al mojarse una mayor porción del suelo, el aspersor forma un diámetro húmedo que en promedio es de 10 a 20 metros pero este puede variar de acuerdo al caudal a aplicar.

Este sistema es el que requiere mayor presión para trabajar, debido a los caudales y diámetros húmedos que maneja, se debe tener precaución de que la velocidad a la que se aplica el riego sea igual o menor a la velocidad de infiltración del suelo para evitar escurrimiento y encharcamiento, el cual podría provocar enfermedades en la planta.

El sistema de riego determina el éxito o el fracaso de un cultivo de limón, en Colombia se presenta escasez de lluvias, lo cual causa pérdidas significativas en el sector agropecuario, el riego permite que las plantas mantengan un flujo constante de agua y nutrientes del suelo hacia las hojas, favoreciendo la fotosíntesis y la transpiración, por esto se obtienen árboles más productivos y con mejores frutos.

Las plantas cítricas presentan una ventaja con respecto a los demás cultivos, ya que se pueden adaptar a cualquier tipo de clima, aunque se considera que la temperatura ideal varía entre los 20 y 30 °C para que las plantas tengan un correcto desarrollo, ya que los cítricos son plantas perennes, ellas transpiran todo el año, por ende, la cantidad de agua que requieren para su

correcto desarrollo es la suma de la evaporación de agua del suelo y de la transpiración por las hojas. La evaporación depende de los factores climáticos (temperatura, humedad, radiación solar y viento) y los derivados de la planta (área foliar o fracción de suelo sombreado por cultivo). (Arias, 2016)

1.5.3 Marco Legal

Bajo la siguiente normatividad se rige la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales para otorgar Permiso de Concesión de aguas Superficiales, necesarias para la captación legal del agua utilizada para la implementación de un sistema de riego.

- **Decreto – Ley 2811 de 1974:** “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”.
- **Decreto 1541 de 1978:** “Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973”.
- **Decreto 1594 de 1984:** “Por el cual se reglamenta parcialmente el título 1 de la ley novena de 1979, así como el capítulo 2 del título 5- parte3- libro 2 y del título 3 de la parte 3 – libro 1- del decreto ley 2811 de 1974 en cuanto a uso del agua y recursos líquidos”.
- **Ley 99 de 1993:** “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”.
- **Ley 373 de 1997:** “Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”.

- **Resolución 176 de 2003:** “Por el cual se derogan las resoluciones 59 de 2000 y 79 de 2002; y se establece el nuevo procedimiento de acreditación de laboratorios Ambientales en Colombia”.
- **Decreto 4742 de 2005:** “Por el cual se modifica el Art. 12 del Decreto 155 de 2004, mediante el cual se reglamenta el Art. 43 de la ley 99 de 1993 sobre la tasa de utilización de aguas”.
- **Resolución 2202 de 2005:** “Por la cual se adoptan los Formularios Únicos Nacionales de Solicitud de Trámites Ambientales”.
- **Decreto 1575 de 2007:** “Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.
- **Decreto 3930 de 2010:** “Por el cual se reglamenta parcialmente, el título 1 de la ley 9 de 1979, así como el capítulo 2 del título 5 – parte 3 – libro 2 del decreto ley 2811 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”.
- **Decreto 4728 de 2010:** “Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 del 2010”.
- **Decreto 3573 de 2011:** “Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA- y se dictan otras disposiciones”.
- **Resolución 955 de 2012:** “Por la cual se adopta el Formato con su respectivo instructivo para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico”.
- **Decreto 1640 de 2012:** “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”.
- **Resolución 1207 de 2014:** “Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas”.

- **Resolución 324 de 2015:** “Por la cual se fijan las tarifas para el Cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental y se dictan otras disposiciones”.
- **Decreto 1076 de 2015:** “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”. (ANLA, s.f.)

CAPÍTULO II

2 Determinar técnicamente el tipo de sistema de riego mas favorables para asegurar la productividad del cultivo de limón en la Hacienda Magallanes

2.1 Definición del Cultivo

El limón es una fruta de la familia botánica rutaceae y del género citrus, se caracteriza por ser un fruto verde, semirredondo y con un peso entre 50 y 100 gramos, esta variedad es la que más se produce actualmente en Colombia y la que ha permitido una expansión importante en el mercado mundial.

Gracias a la geografía en Colombia, se presentan condiciones óptimas para el cultivo de cítricos, encontrándose las zonas productoras entre los 0 m y los 1600 m sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre los 23° y los 34° Celsius. (Osorio durango, 2012)

En el municipio de Barrancabermeja, Santander, se encuentran cerca de 4506 hectáreas de cultivos frutales, de las cuales el 14.4% están destinadas al cultivo de limón. (Sanchez Mejía, 2017)

2.2 Selección del área disponible y verificación de la fuente de abastecimiento.

La hacienda Magallanes cuenta con una extensión de 160 Has, de las cuales 100 Has son productivas y actas para la implementación del cultivo.

La quebrada el Zarzal, es la fuente hídrica más cercana al predio, la cual se localiza ocupando el sector nororiental del municipio de Barrancabermeja con un área aproximada de 237.3 km² está conformado con las veredas el Zarzal, la Fortuna, San Luis y Tapazon, su cauce principal tiene una longitud de 31.7 km desde su nacimiento en el caño San Silvestre y este hasta la ciénaga del mismo nombre. (Barrancabermeja A. , 2015)

2.3 Definición del área a regar

El área seleccionada para la implementación del sistema de riego son 10 Has aledañas a la fuente hídrica (Figura 1), ayudando así a que los requerimientos de presiones sean menores en el momento del funcionamiento del sistema.

Figura 1.

Predio seleccionado para la implementación del sistema de riego.



Figura 1. Este es el predio seleccionado para la implementación del sistema de riego.

Fuente: Los autores

2.4 Características del suelo

Los suelos reportados para el municipio corresponden en general a una arcilla arenosa de color rojiza de consistencia media a firme, textura arcillo – arenosa, presentan alta acidez, baja saturación de bases, baja capacidad catiónica de cambio, bajo contenido de nutrientes y baja fertilidad natural. (Barrancabermeja A. , 2015)

2.5 Elección del sistema de riego

Para realizar una adecuada selección del sistema de riego es importante conocer las características del suelo donde se implementará el cultivo, la infiltración del suelo depende de la

su textura, es decir de la porción de cada uno de los componentes del suelo los cuales son arena, limo y arcilla.

Como podremos ver en la Figura 2 que se mostrara a continuación, la infiltración actúa de forma diferente según la textura del suelo, en suelos arenosos el agua se mueve en profundidad y en suelos arcillosos el agua se mueve hacia los laterales. (Demin, 2014).

Figura 2.

Patrones de infiltración según la textura del suelo

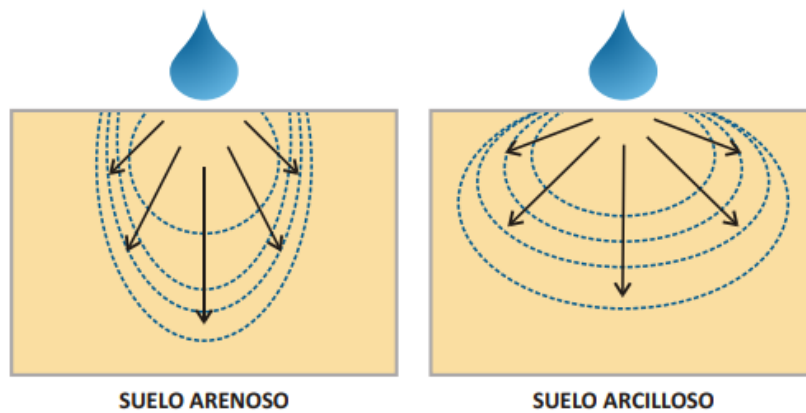


Figura 3. Patrones de infiltración según la textura del suelo. Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010

Teniendo en cuenta la descripción realizada en el *marco teórico* de los diferentes sistemas de riego existentes, el tipo de cultivo, la necesidad y la geomorfología de la zona a intervenir, y ya que la textura del suelo del predio es arcillo – arenosa, y además queremos que el comportamiento de la infiltración en el suelo se comporte de forma lateral, *el sistema de riego que más se ajusta a estos requerimientos es el de goteo.*

CAPÍTULO III

3 Realizar el estudio técnico del sistema de riego seleccionado

3.1 Tamaño del proyecto

El tamaño del predio donde implementaremos el sistema de riego es una extensión de 10 Has, la cual corresponde al 6,25% de la extensión total de la hacienda Magallanes que cuenta con 160 Has en su totalidad.

3.2 Localización del proyecto

Para la localización del proyecto se tendrá en cuenta dos ámbitos, el primero será el de macrolocalización en el cual se elegirá la región o zona de intervención y la micro localización la cual determinará el lugar específico donde se llevará a cabo el proyecto.

3.2.1 Macrolocalización

La macrolocalización del proyecto será el municipio de Barrancabermeja, Santander, el cual se encuentra en la orilla del río Magdalena, cuenta con una población de 203.537 habitantes según el último censo realizado por el DANE en 2018, el municipio está a una altura de 75 msnm, posee una superficie de 1154 km² y una temperatura media de 30°C y a una distancia de 132 km de la Bucaramanga, la capital del departamento de Santander. (Barrancabermeja, 2020)

Por lo anterior, se evidencia que, tal como lo afirma (Osorio Durango, 2012) en la geografía de Colombia, se presentan condiciones óptimas para el cultivo de cítricos, encontrándose las zonas productoras entre los 0 m y los 1600 m sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre los 23° y los 34° Celsius. (Osorio Durango, 2012)

El municipio de Barrancabermeja, Santander, cuenta con las características descritas anteriormente y adicionalmente tal como lo afirma (Sanchez Mejía, 2017) en Barrancabermeja se encuentran

cerca de 4506 hectáreas de cultivos frutales, de las cuales el 14.4% están destinadas al cultivo de limón.

Figura 4.

Ubicación geográfica de Barrancabermeja.



Figura 5. Ubicación geográfica de Barrancabermeja. Los autores

3.2.2 Microlocalización

La microlocalización del proyecto se encuentra ubicada en un predio de 10 Has en la Hacienda Magallanes, de la vereda el Zarzal, del municipio de Barrancabermeja, teniendo en cuenta que, para el estudio del presente proyecto, el equipo de elaboración cuenta con dicho terreno.

3.3 Ingeniería del proyecto

A continuación, se presente el flujograma de procesos del proyecto para la implementación de un sistema de riego.

Figura 6.

Flujograma de procesos.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA UN CULTIVO DE LIMÓN EN LA VEREDA EL ZARZAL DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA		
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE
<p>INICIO</p> <p>↓</p> <p>SELECCIÓN DEL CULTIVO</p> <p>↓</p> <p>DEFINICIÓN DE ÁREAS DE RIEGO Y VERIFICACIÓN DE ZONAS DE ABASTECIMIENTO</p> <p>↓</p> <p>SECTORIZACIÓN DE ÁREAS</p> <p>↓</p> <p>FAVORABILIDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</p> <p>NO</p> <p>SI</p> <p>SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO</p> <p>↓</p> <p>REESTRUCTURACIÓN</p> <p>↓</p> <p>SELECCIÓN DE DISEÑOS</p> <p>↓</p> <p>FAVORECE</p> <p>NO</p>	<p>1. Se debe estudiar a detalle el cultivo en el cual se implementará el sistema de riego por goteo.</p> <p>2. Definir el plan de trabajo en cuanto a las áreas de riego que se van a intervenir y analizar las zonas de abastecimientos de recursos que se van a usar para el riego en el cultivo seleccionado.</p> <p>3. Se debe establecer las áreas a intervenir, sectorizarlas, demarcarlas y determinar las prioridades.</p> <p>4. Se debe estudiar la favorabilidad del sistema de riego y comparar las características del suelo, y con eso tomar la decisión y selección del sistema de riego.</p> <p>5. Una vez realizado el estudio de suelo, se debe decidir el tipo de riego a usar, determinando relevancias en cuanto a las características del sector, maquinaria, insumos, herramientas, personal y demás recursos.</p> <p>6. Teniendo como referencia la disponibilidad personal, herramientas y demás recursos con los que se cuenta, se debe reevaluar la implementación, determinar su viabilidad.</p> <p>7. Selección de diseños agronómicos e hidráulicos, unidad de riego, selección de equipos, materiales, repuestos, personal.</p>	<p>DIRECCIÓN TÉCNICA</p> <p>DIRECCIÓN TÉCNICA</p> <p>ÁREA DE PRODUCCIÓN</p> <p>DIRECCIÓN TÉCNICA</p> <p>DIRECCIÓN TÉCNICA</p> <p>GERENCIA // DIRECCIÓN TÉCNICA</p> <p>DIRECCIÓN TÉCNICA</p>

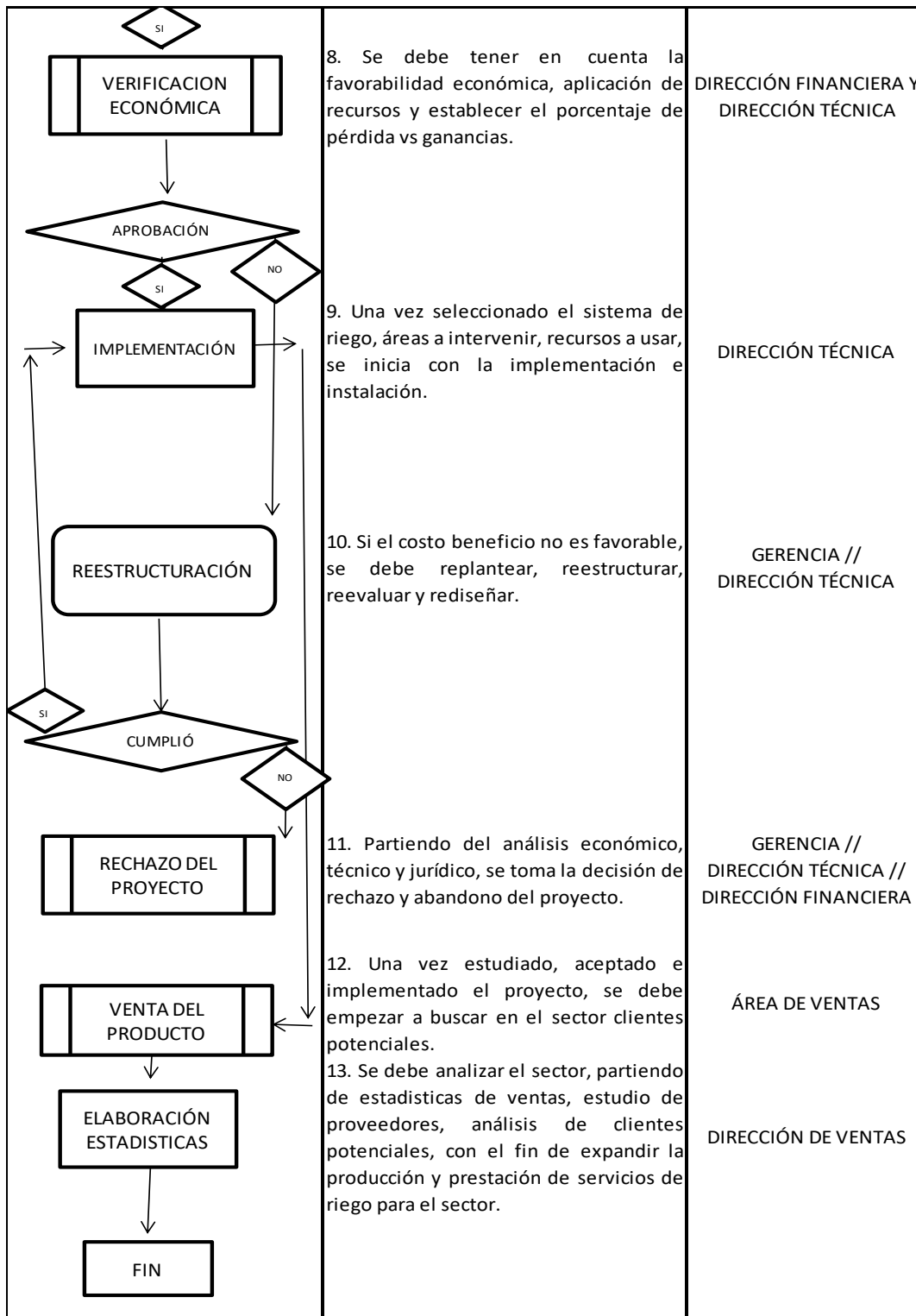


Figura 7. En esta figura se muestra el flujograma de procesos utilizado para llevar a cabo la formulación del proyecto. Los autores

3.4 Diseño agronómico

De acuerdo con el sistema de riego seleccionado, se definen los requerimientos hídricos del limón, caudal, tiempos de riego, turnos de riego, número de válvulas y extensión de cada una de ellas y número de árboles por hectárea según espaciamiento de siembra:

Tabla 1.

Diseño agronómico

DISEÑO AGRONÓMICO	
Cultivo	LIMON
Tipo de Riego	GOTEO
Área (Ha)	10
Lamina a reponer (mm)	2,3
Disponibilidad de Agua (lps)	
Disponibilidad de Agua (m3/h)	0
Separación Aspersores (m)	0,5
Caudal Goteros / emisores(pH)	2
Separación Surcos (m)	7
Separación plantas (m)	5
líneas de goteo por surco	1
Separación entre Laterales (m)	7
Volumen requerido por Ha (m3)	23
Volumen requerido por FINCA (m3/día)	253
Caudal aplicado por Ha (cap riego) (m3/ha)	5.71
Devolución de lámina (mm)	2,3
Jornada máxima de riego (h)	8
Turnos máximos posibles (limitados por Jornada máxima)	2
Numero de turnos	4
Jornada real de riego (h)	8,05
caudal total finca (m3/h)	62,86
Caudal por turno (Caudal del sistema) (m3/h)	31,43
Válvulas por turno	4
Caudal de la válvula	7,86
Total válvulas finca	8
área de influencia válvula (Ha)	1,37

Tabla 1. Diseño agronómico para una extensión de 10 Has para el cultivo de limón. Los autores

3.5 Definición unidad de riego.

De acuerdo con los requerimientos de la planta y al tipo de suelo, se debe utilizar una línea de goteo que tenga una descarga de 2LPH cada 0.5 m, asegurando la devolución de la lámina necesaria para que el riego sea eficiente.

3.6 Diseño hidráulico.

Por medio de un programa de modelación hidráulica se realiza el diseño del sistema de riego, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el diseño agronómico, verificando las velocidades permisibles y los caudales que deben transitar por las tuberías, para poder realizar una selección acertada de los diámetros de los sistemas de conducción y distribución del sistema de riego.

A demás por medio de este diseño hidráulico se puede identificar el caudal por turno de riego, requerimiento de presión para el adecuado funcionamiento del sistema y con esta información se realiza la selección del sistema de bombeo indicado.

Como resultado de esta modelación se tiene el plano final con la distribución de las tuberías, diámetro, caudal por válvula, turnos de riego y toda la información pertinente para la elaboración del listado de materiales, presupuesto y construcción del sistema en campo.

Figura 8.

Plano hidráulico sistema de riego por goteo

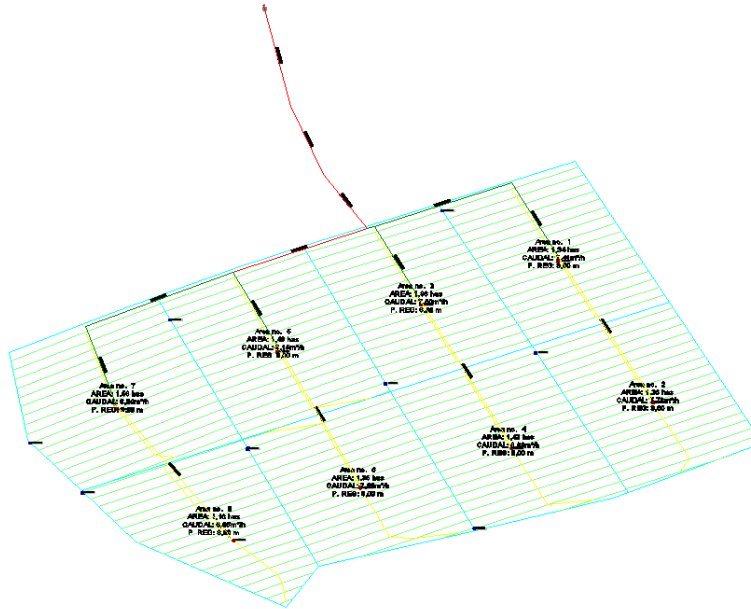


Figura 9. Plano hidráulico sistema de riego por goteo, distribución de válvulas, unidades de riego, tubería principal y secundaria. Los autores

Figura 10.

Turnos de riego

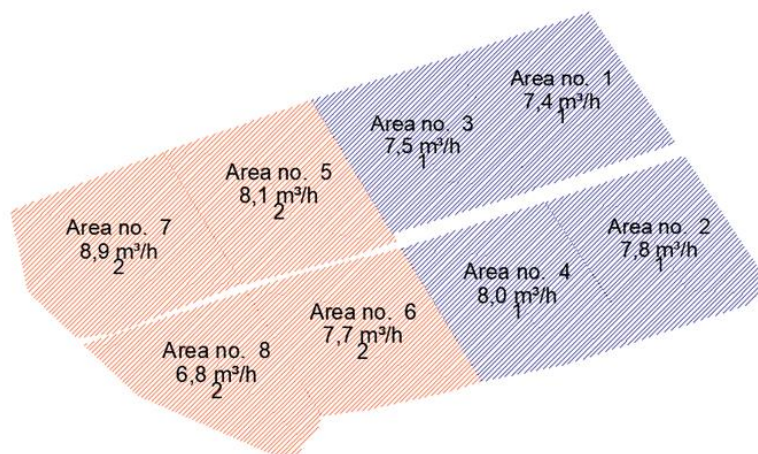


Figura 11. Turnos para llevar a cabo la jornada de riego en el predio seleccionado. Los autores.

CAPÍTULO IV

4 Calcular la inversión y los costos de la implementación del sistema de riego escogido en el proyecto

4.1 Infraestructura, equipamiento y costos

Después de realizar el diseño hidráulico se procede a la elaboración del listado de materiales y presupuesto del sistema de riego a instalar: (en el Anexo A se encontrará el presupuesto completo)

Tabla 2.

Presupuesto general del proyecto

SISTEMA		CANT.	V. UNITARIO	V. TOTAL
SISTEMA BOMBEO	BOMBA GOTEO			\$ 16.000.000
SISTEMA DE FERTILIZACION				\$ 3.472.665
SISTEMA DE FILTRADO GRAVA CON FILTRO DE RESPALDO				\$ 28.800.000
SISTEMA DE RIEGO GOTEO				\$ 28.856.292
SISTEMA DE CONDUCCION PVC Y ACCESORIOS GOTEO				\$ 6.906.523
IMPREVISTOS				\$ 3.000.000
MANO DE OBRA				\$ 31.240.456
TOTAL MATERIALES				\$ 87.035.480
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 31.240.456
GRAN TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA				\$ 118.275.936

Tabla 2. Presupuesto sistema de riego. Los autores

4.2 Estudio Financiero

Este capítulo es un componente esencial de los proyectos, ya que, permite determinar el capital necesario para la creación, implantación y puesta en marcha de un proyecto, determinando y discriminando las inversiones, con el fin de obtener utilidades económicas a través de la venta de un bien o un servicio.

4.2.1 Inversiones.

Las inversiones para el proyecto objeto de estudio se clasifican en fijas, diferidas y en capital de trabajo, a continuación, se realizará una breve descripción de cada una:

- La inversión fija es aquella que esta inmóvil durante la operación del proyecto y son bienes tangibles, adquiridos al inicio del proyecto, las inversiones realizadas bajo este rubro, incluyen compras de adquisiciones como: mobiliario y equipos, entre otros.
- Inversión diferida es aquella que, se realiza para la puesta en marcha de un proyecto en la cual la inversión se recupera a largo plazo tal como: funcionamiento, puesta en marcha, supervisión técnica, diseños, administración e imprevistos entre otros.

4.2.1.1 *Inversiones fijas del proyecto*

A continuación, se realiza el resumen de la inversión fija que tendrá el proyecto objeto de estudio.

Tabla 3.

Inversión Fija

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR
EQUIPO DE OFICINA (COMPUTADOR, SILLA, ESCRITORIO, TELÉFONO)	1	\$ 3.500.000
LICENCIA DE SOFTWARE	1	\$ 500.000
TOTAL		\$ 4.000.000

Tabla 3. Inversiones fijas para el proyecto. Los autores

4.2.1.2 Inversión diferida para el proyecto.

A continuación, se realiza el resumen de la inversión diferida que tendrá el proyecto objeto de estudio.

Tabla 4.

Inversiones Diferidas

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR
MATERIALES Y EQUIPOS	1	\$ 87.035.480
MANO DE OBRA	1	\$ 31.240.456
IMPREVISTOS	1	\$ 3.000.000
TOTAL		\$ 118.275.936

Tabla 4. Inversiones diferidas para el proyecto. Los autores

4.2.2 Fuente de Financiación

Una vez analizado el proyecto de estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de riego para un cultivo de limón en la Hacienda Magallanes del municipio de Barrancabermeja, y partiendo de un estudio económico, análisis del sector, estudio de suelo, viabilidad financiera, estadísticas de consumo, estudio del cultivo, dimensiones de áreas, zonas de abastecimientos, vías, herramientas, personal, maquinaria, equipos, softwares y demás recursos a usar en la implementación del nuevo sistema de riego, se determinó lo siguiente:

Tabla 5.

Proyección de costos del proyecto

No.	Descripción del Recurso	Costo Aproximado
1	Materiales y equipos	\$ 87.035.480,00
2	Mano de obra	\$31.240.456,00
3	Imprevisto	\$3.000.000,00
4	Inversión Fija	\$4.000.000,00
Total de la necesidad proyectada para la INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN del sistema de riego.		\$ 125.275.936,00

Tabla 5. Proyección de costos para el proyecto. Los autores

Una vez establecida la sociedad con Certificado Mercantil ante la Cámara de Comercio, la cual quedó determinada como una S.A.S. cuyos socios aportan de recursos monetarios al capital de la sociedad y cuyas ganancias se dividirán de acuerdo al porcentaje de inversión establecido en el siguiente cuadro de distribución de capital, así:

Tabla 6.

Aporte individual de los socios

No.	Socio	Identificación del Socio	Aporte	% de Participación
1	Mayoritario	1.121.869.415	\$ 30.000.000,00	50
2	Minorista	1.010.198.609	\$ 21.800.000,00	29,6
3	Minorista	1.075.214.823	\$ 15,200.000,00	20,4
Capital disponible			\$ 67.000.000,00	100

Tabla 6. Relación de aporte individual de los socios. Los autores

Una vez teniendo los datos establecidos como el costo de inversión de implementación del proyecto y el capital disponible, se determina como tal la necesidad, de la siguiente manera:

Tabla 7.

Cálculo del Capital

Valor del Proyecto	Capital Disponible	Recursos por financiar
\$ 125.275.936,00	\$ 67.000.000,00	\$ 58.275.936,00

Tabla 7. Relación del capital disponible y por financiar. Los autores

Así las cosas, el pertinente solicitar un crédito de libre inversión por un monto de \$58.275.936,00 (CINCUENTA Y OCHO MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y SEIS PESOS MCTE), para poder ejecutar el proyecto de “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA UN CULTIVO DE LIMÓN EN LA HACIENDA MAGALLANES MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA”.

4.2.3 Comparación de Variables

Una vez verificada la necesidad real monetaria del proyecto, se realizó un estudio financiero para escoger la mejor propuesta de crédito de libre inversión y poder cumplir con el proyecto, a lo cual se estima un tiempo máximo de seis meses, lo cual radica en la extensión de tiempo calculado entre el momento que inician las obras de instalación, pruebas, entrega del bien, reserva presupuestal, pago y disponibilidad de recursos financieros objetos del proyecto.

Para lo cual, se sacaron las siguientes estadísticas financieras y propuestas mercantiles, así:

- **Banco BBVA de Colombia.**

Tabla 8.

Tabla simulación de intereses causados No.1

Tipo de Crédito	Monto Requerido	Tasa de interés M.V.	# de Cuotas	Valor de la Cuota
Libre Inversión	\$ 58.275.936,00	1,65%	6	\$ 10.281.210,14

Fuente: Los autores

Para este crédito en específico, se calcula el pago total de \$3.411.324,84 (tres millones cuatrocientos once mil trescientos veinticuatro pesos con cuarenta y cuatro centavos M/cte.) de intereses causados a la deuda.

- **Banco de Bogotá (Grupo AV-Villas).**

Tabla 9.

Tabla simulación de intereses causados No.2

Tipo de Crédito	Monto Requerido	Tasa de interés M.V.	# de Cuotas	Valor de la Cuota
Libre Inversión	\$ 58.275.936,00	0,99%	6	\$ 10.051.962,20

Fuente: Los autores

Para este crédito en específico, se calcula el pago total de \$2.035.837,17 (dos millones treinta y cinco mil ochocientos treinta y siete pesos con diecisiete centavos M/cte.) de intereses causados a la deuda.

- **Banco Popular (Grupo AV-Villas).**

Tabla 10.

Tabla simulación de intereses causados No.3

Tipo de Crédito	Monto Requerido	Tasa de interés M.V.	# de Cuotas	Valor de la Cuota
Libre Inversión	\$ 58.275.936,00	1,19%	6	\$ 10.121.175,71

Fuente: Los autores

Para este crédito en específico, se calcula el pago total de \$2.451.118,24 (dos millones cuatrocientos cincuenta y unos mil ciento dieciocho pesos con veinticuatro centavos M/cte.) de intereses causados a la deuda.

Por lo anterior, se establece pertinente optar por la segunda opción ofrecida por el Banco de Bogotá en el cual se calcula el pago total de \$2.035.837,17 (dos millones treinta y cinco mil ochocientos treinta y siete pesos con diecisiete centavos M/cte.) de intereses causados a la deuda con una cuota fija mensual de \$ 10.051.962,20.

4.2.4 Tablas de Amortización

Con lo referenciado en el punto anterior, se hace necesaria la tabla de amortización del crédito de libre inversión, el cual establece una cuota fija mensual, de cobro mes vencido a un plazo máximo de seis (6) meses con posibilidades de abono a capital y/o reducción de cuotas.

Figura 12.

Tabla de amortización crédito Banco Bogotá

AMORTIZACIÓN CREDITO LIBRE INVERSIÓN BANCO BOGOTÁ						
Monto			\$ 58.275.936,00			
Interes mensual			0,99%			
Periodo o plazo en meses			6			
Cuota fija			\$ 10.051.962,20			
No. Periodos	saldo inicial	cuota fija	Interes	Abono a capital	saldo final	% de recuperación
0					\$ 58.275.936,00	
1	\$ 58.275.936,00	\$ 10.051.962,20	\$ 576.931,77	\$ 9.475.030,43	\$ 48.800.905,57	94,26%
2	\$ 48.800.905,57	\$ 10.051.962,20	\$ 483.128,97	\$ 9.568.833,23	\$ 39.232.072,34	95,19%
3	\$ 39.232.072,34	\$ 10.051.962,20	\$ 388.397,52	\$ 9.663.564,68	\$ 29.568.507,66	96,14%
4	\$ 29.568.507,66	\$ 10.051.962,20	\$ 292.728,23	\$ 9.759.233,97	\$ 19.809.273,69	97,09%
5	\$ 19.809.273,69	\$ 10.051.962,20	\$ 196.111,81	\$ 9.855.850,39	\$ 9.953.423,30	98,05%
6	\$ 9.953.423,30	\$ 10.051.962,20	\$ 98.538,89	\$ 9.953.423,30	\$ -	100,00%

Figura 13. Tabla de amortización crédito Banco Bogotá, para el cálculo de la cuota se utilizó la parametrización contable de funciones en el software OVA y plantilla EXCEL (Funciones Financieras-Categoría de PAGOS), y demás funciones simples de cálculos en EXCEL.

Análisis de resultados

El limón es una fruta de la familia botánica rutácea y del género citrus, se caracteriza por ser un fruto verde, semirredondo y con un peso entre 50 y 100 gramos, el cual necesita suplir un requerimiento hídrico que puede variar entre 1000 y 1563 mm, distribuidos durante el año, ya que en el municipio de Barrancabermeja existen largos periodos de sequía, y además se cuenta con un suelo arcillo – arenoso que presenta alta acidez, baja saturación y bajo contenido de nutrientes, es indispensable contar con un sistema de riego que pueda suplir los requerimientos de dicho cultivo y además se adapte a las condiciones antes planteadas.

Haciendo un análisis minucioso entre los diferentes sistemas de riego para cultivos, se llegó a la conclusión que la técnica más eficiente para el cultivo de limón era un sistema de riego por goteo, ya que este es el método más eficaz de suministro de agua y nutrientes. Entrega el agua y fertilizantes directamente a la zona radicular del cultivo, en la cantidad correcta y en el momento adecuado, logrando así una eficiencia del 90-95% de los mismos, por lo tanto, cada planta recibe exactamente lo que necesita y cuando lo necesita para desarrollarse óptimamente.

La finca Magallanes cuenta con una extensión total de 160 Has, para este estudio se tomó un área de 10 Has correspondiente al 6.25 % de la extensión, esta área fue seleccionada debido a la topografía evidenciada, ya que cuenta con una pendiente moderada, de esta manera se obtendrá un mejor aprovechamiento del riego, además se evitará problemas de erosión y sobre costos al no tener que establecer el cultivo con obras de conservación de suelo en algún terreno con pendiente pronunciada.

Al tener claro el área de trabajo se llevó a cabo la selección del punto de abastecimiento en el río Magdalena, teniendo en cuenta que este debería tener una ubicación estratégica y cercana para asegurar el adecuado funcionamiento del sistema y una eficiente instalación de los equipos.

Después de realizar la selección del sistema de riego, la ubicación y el área a utilizar, se pudieron definir los parámetros básicos de diseño, como lo son la lámina neta a reponer diariamente correspondiente a 2.3 mm, el caudal de la unidad de riego 2 LPH (litros por hora) , la separación de los goteros y laterales, a 0.5 m y 7 m respectivamente, la jornada máxima de riego definida a 8 horas diarias y los turnos de riego obtenidos fueron en total 2, de esta manera se logró el diseño agronómico de nuestro sistema.

Por medio del programa de simulación hidráulica EPANET, se realizó el diseño de las redes principales y secundarias del sistema de riego, logrando la óptima selección del diámetro de las tuberías, la unidad de bombeo, el sistema de filtrado requerido y el sistema de fertilización, con los datos mencionados anteriormente se procedió a la elaboración de los planos finales del diseño por medio del programa AutoCad.

Al tener el diseño del sistema de riego a implementar, por último, se llevó a cabo el presupuesto detallado, teniendo en cuenta las inversiones fijas y diferidas necesarias el cual corresponde a **\$125.275.936,00 COP.**

Una vez teniendo los datos establecidos como el costo de inversión se procede a determinar la necesidad del capital disponible y los recursos por financiar necesarios.

Discusión

A pesar de contar con la información general sobre el tipo de suelo presente en el municipio de Barrancabermeja- Norte de Santander, hubiese sido ideal conocer a detalle las propiedades físico – químicas del suelo de la Hacienda Magallanes, realizando como primera medida una muestra de suelo, esto permitiría identificar si realmente el área seleccionada cuenta con las condiciones idóneas para la implementación del cultivo y del sistema de riego elegido, esto debido a que el artículo científico (Guerra, Grajales, & Ríos, 2015) hablan sobre la relevancia que tiene el saber seleccionar un terreno para poder pensar en iniciar un cultivo ya que las condiciones pueden variar la calidad del producto, métodos de conservación de igual manera pueden alterar sus condiciones, el aporte de pruebas balísticas y científicas que consideren la reestructuración del proceso de fertilización, riego, siembra y cosecha las cuales son de gran importancia y definitivamente se deben tener en cuenta. (Arias, 2016)

Aunque el sistema de riego seleccionado fue el de goteo, teniendo en cuenta las condiciones del suelo, y requerimientos de la planta, (Sánchez, Gutiérrez, Palestina, & Pérez, 2017), hablan del sistema de riego por aspersión como alternativa eficiente, en el uso adecuado del agua, los sistemas de riego por aspersión pueden cubrir grandes áreas y pueden ser instalados con relativo poco gasto, desde la perspectiva del manejo de agua este sistema puede resultar ineficiente en especial en cultivos con áreas pequeñas que contienen especies y poblaciones diversas en diferentes modelos de organización.

Conclusiones

La textura del suelo y el requerimiento hídrico del cultivo a regar son indispensables para poder realizar una selección adecuada del sistema de riego a implementar.

De todos los sistemas de riego disponible, el goteo es la mejor opción dentro de los sistemas presurizados, para el cultivo de limón, al ser un sistema que evita regar las áreas no objetivo, evita el crecimiento de malezas, la proliferación de enfermedades y además se requiere menor consumo de agua, al contar con goteros auto compensados se garantiza la misma cantidad de agua para cada una de las plantas supliendo su requerimiento hídrico en un tiempo de riego estipulado.

Para poder realizar una selección adecuada del punto y la fuente de abastecimiento, es indispensable saber el requerimiento hídrico de la planta a regar y calcular los tiempos de riego por turno, así se conocerá el caudal requerido para el área seleccionada y se verificará si dicha fuente cuenta con las características necesarias como agua disponible y distancia mínima del área de riego.

Al poder diseñar con programas de simulación hidráulica, se puede garantizar la adecuada selección de los equipos requeridos para el buen funcionamiento del sistema de riego, tales como lo son equipos de bombeo, RDE de las tuberías, ubicación de válvulas de alivio, de aire o de sectorización.

Recomendaciones

Para realizar una selección precisa del sistema de riego a implementar en un área determinada, es recomendable conocer la textura del suelo de dicha área, por medio de un análisis de suelos y así determinar el % de arcillas, arena o limos contenidos.

La adecuada selección del filtrado en un sistema de riego por goteo es indispensable para un correcto funcionamiento y así evitar el taponamiento de las unidades de riego (goteros) y la sedimentación de partículas en las tuberías, por esto es recomendable llevar a cabo un análisis de agua de la fuente de abastecimiento y poder determinar la cantidad de sólidos suspendidos presentes en ella.

Referencias

- Álvarez, J. G., Alvarado, O. H., & Suesca, F. A. (2017). Efecto de diferentes láminas de riego en el crecimiento y desarrollo de cebolla de bulbo. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 356-367. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v11n2/2011-2173-rcch-11-02-00359.pdf>
- Andrieu, J. (2017). ¿Cómo usan el agua los productores de los oasis del oeste argentino? Un estudio de las prácticas de riego en el Valle del Tulum de San Juan. *Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 83-109. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/pampa/n16/n16a04.pdf>
- ANLA, A. n. (s.f.). *Autoridad nacional de Licencias Ambientales*. Obtenido de <http://portal.anla.gov.co/concesion-aguas-superficiales>
- Arias, W. (2016). Propuesta De Implementación De Un Cultivo De Limón Tahití De Alta Calidad En El Municipio De La Peña – Cundinamarca, Colombia. *Revista Científica Universidad Nueva Granada de Colombia*, 89-95. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15556/AriasPalaciosWilmer2016.pdf?sequence=3>https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623579/menacho_lh.pdf?sequence=13
- Demin, P. E. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego: métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones*. San Fernando del Valle de Catamarca: Instituto Nacional e Tecnología Agropecuaria. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf

- Guerra, D., Grajales, L. C., & Ríos, L. (2015). Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae) AGROSOVIA Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agorpecuaria*, 16(1), 87-93. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449944864007.pdf>
- Guijarro, A., Cevallos, L., Preciado, D., & Zambrao, B. (2018). Guijarro, Alfonso; Cevallos, Lorenzo; Preciado, Debora; Zambrao, Bryan;. *Espacios*, 39(37), 27. Obtenido de <http://sistemasblandosxd.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>
- Herrán, J., Sastre, S., & Torres, Á. (2017). Radio mensaje para la gestión del sistema de riego en comunidades rurales indígenas de Ecuador. *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*, 43-60. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19309>
- Osorio durango, E. J. (2012). Situación actual de la cadena de citricos en colombia. En *Citricos: Cultivo, poscosecha e industrialización*. (pág. 19). Itagui: Artes y letras.
- Sanchez Mejía, A. (2017). *Síntesis del sector agropecuario en barrancabermeja*. Barrancabermeja.
- Sánchez, R., Gutiérrez, H., Palestina, M., & Pérez, A. (2017). Eficiencia en el uso del agua de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con sistema de riego subsuperficial. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(1), 429-435. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n4/2448-6698-rmcp-8-04-00429.pdf>
- Santistevan, M., Helfgott, S., Loli, O., & Julca, A. (2016). Comportamiento Del Cultivo Del Limon (*Citrus Aurantifolia* Swingle) En Dos Localidades De Santa Elena, Ecuador.

Revista Científica y Tecnológica UPSE, 15-20. Obtenido de

<https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/146/pdf>

Anexos

Anexo A. Flujograma de proceso

Anexo A. Presupuesto implementación sistema de riego

Anexo B. Plano Sistema de Riego por goteo