



**FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRICOS  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:**

Atribución		Atribución no comercial		Atribución no comercial sin derivadas	
Atribución no comercial compartir igual	x	Atribución sin derivadas		Atribución compartir igual	

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2020

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUAS LLUVIAS PARA PRODUCCIÓN AGRICOLA EN EL MUNICIPIO DE LA MESA - CUNDINAMARCA.

**AUTOR (ES):** Ovalle Caro, José Giovanni y Prieto Jimenez, Luis Fernando.

**DIRECTOR:** Santamaría Alzate, Felipe.

**MODALIDAD:** Proyecto de investigación

**PÁGINAS:** 101 **TABLAS:** 32 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 19 **ANEXOS:** 2

**CONTENIDO:**

1. INTRODUCCIÓN
2. GENERALIDADES
3. OBJETIVOS
4. MARCOS DE REFERENCIA
5. METODOLOGÍA
6. PRODUCTOS A ENTREGAR
7. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS
8. CONCLUSIONES
9. ANEXOS
10. BIBLIOGRAFIA



**DESCRIPCIÓN:**

Conociendo la disponibilidad efectiva de agua lluvia que se puede captar en el predio, se realizara el diseño del sistema de almacenamiento y distribución teniendo en cuenta criterios para hacer un uso adecuado del recurso hídrico disminuyendo perdidas y maximizando los recursos. Dando inicio a una serie de acciones que lleven a realizar un uso eficiente del recurso hídrico en actividades agrícolas y así disminuir las afectaciones en la producción.

**METODOLOGÍA:**

Hidrologia. Los parametros usados para el desarrollo de este trabajo se basaron en el uso e interpretacion de informacion hidrologica optenida de estaciones meteorologicas de la zona, con la cual se determina la precipitacion aprovechable hallando cuadales maximos para diferentes eventos de periodos de retorno, se contemplaron la estimacion de caudales maximos usando el metodo racional, con esta informacion se determino el volumen posible a captar de aguas lluvias con las cubiertas existentes en el predio, procediendo a diseñarse el sistema de almacenamiento, optimizando su localizacion y su dimensionamiento.

Hidraulica: Teniendo esta informacion se relaciona el posible de agua almacenada con los requerimientos hidricos del cultivo establecido en el predio, realizando el diseño de la distribucion para uso agricola mediante un sistema de riego por goteo, donde se tubieron en cuenta para el dimensionamiento el tipo de flujo, cantidad de plantas disposicion de los laterales, factores de friccion, perdidas de energia en funcion de los caudales logrando un diseño tipo que se acomode facilmente a diferentes configuraciones de areas y pendientes y caudales.

**PALABRAS CLAVE:** RESERVORIO DE AGUA IMPERMEABILIZADO, COSECHA DE AGUAS, GEOMEMBRANAS, PRECIPITACION, ESCORRENTIA, RIEGO POR GOTEO, LINEA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION, REQUERIMIENTO HIDRICO, EVAPOTRANSPIRACION,



## **CONCLUSIONES:**

El Diseño del sistema de almacenamiento y de distribución de aguas lluvias propuesto en este trabajo, brinda la posibilidad de aprovechar el recurso hídrico procedente de las lluvias, haciendo uso de las cubiertas existentes en el predio de la mano de la implementación del reservorio diseñado, además de un sistema tipo para una hectárea de riego localizado para mango, brindando la posibilidad de generar una medida de adaptación que ayude a mitigar el déficit hídrico en épocas secas para sus actividades agrícolas.

El agua lluvia que puede ser captada mediante el uso de las áreas de las cubiertas existentes son insuficientes para abastecer los requerimientos hídricos del cultivo de mango establecidos en la Finca el Trébol, ya que en las áreas de captación actuales se puede suplir en un 57,08% del requerimiento de una sola hectárea en un mes crítico de sequía, sin embargo se estima que es un buen comienzo para iniciar un plan de uso eficiente de aguas lluvias al ponerlo en práctica ya que no se ha desarrollado alguno en la zona.

Teniendo en cuenta la capacidad de captación y de almacenamiento para nuestro reservorio impermeabilizado el cual llega a un volumen de 53,43 m<sup>3</sup> de aguas lluvia, y la implementación del sistema de distribución propuesto, puede brindar a un cultivo de una hectárea de mango lograr tener riego continuo durante casi 17 días durante un periodo de sequía, pero con la posibilidad de aumentar este periodo de riego con el uso de herramientas que optimicen el uso del recurso hídrico, tales como tensiómetros, hidrotenedores, entre otros.

El presente trabajo puede generar un gran impacto económico, ecológico y social, ya que propone aumentar la disponibilidad de un recurso limitado el cual puede mejorar la productividad del renglón agrícola para los pequeños productores, a causa del almacenamiento de las aguas lluvias brindarían la disminución a la afectación que se vienen presentando en los afluentes de la zona.

El sistema de almacenamiento de aguas lluvias presentado en este trabajo brinda la posibilidad de ser calculado, diseñado y replicado en otros sistemas productivos de pequeños y medianos productores, se requiere la implementación de conocimientos específicos pero garantiza una cuantificación técnicamente adecuada de la disponibilidad del recurso hídrico, justificándose la inversión del presupuesto establecido para la construcción del reservorio impermeabilizado de

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN  
- RAE -**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

67 m<sup>3</sup>, ya que se reducen las pérdidas por infiltración y se logra tener disponibilidad de agua para labores agrícolas en lapsos de tiempos de muy poca precipitación.

El sistema de distribución presentado está diseñado para brindar una idea general de cómo sería el comportamiento de un riego localizado con ciertas características, las cuales se podrían modificar según los parámetros reales de la zona a utilizar.

La propuesta presentada se debe complementar para aumentar su eficiencia y de esta manera disminuir las pérdidas por un mal uso del recurso hídrico en actividades agrícolas; ya que con un sistema de riego tecnificado, siendo el de goteo o uno de micro aspersión según las condiciones del predio y del cultivo, y de una elaboración del balance hídrico correspondiente con la integración de las diferentes variables o parámetros como la evapotranspiración de cultivo, tasa de infiltración, pendientes, áreas, densidades para cuantificar el gasto efectivo del agua y valorar las pérdidas; de esta manera se planificaría de manera correcta el uso del agua lluvia captada generando un plan de diseño agronómico que brinde las bases reales del cultivo y así de esta manera generar un diseño hidráulico ajustado..

Se concluye la necesidad por parte de los entes reguladora de los recursos hídricos, incentivar al productor para que enfoque su producción agrícola hacia un uso eficiente de los recursos disponibles, esto con el fin de que se pueda maximizar la oferta de agua para sus cultivos en época seca, mejorando las condiciones económicas y ambientales.

Se recomienda analizar una mayor cantidad de información hidroclimática de la región, aumentando el número de estaciones meteorológicas de la zona, ya que en este trabajo no se logró obtener información de todas las estaciones adyacentes, por ser de entidades privadas; todo esto con el fin de disminuir la incertidumbre de la calidad de los datos y mejorando la información generada en el cálculos para las respuestas a eventos hidrológicos.



## **FUENTES:**

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA MESA, tomado de:  
<http://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio-.aspx>

AGÜERO PITTMAN. Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales-Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER), Reimpreso

AMANCO. Manual técnico de tubosistemas Amanco, Especificaciones para tubería astm d-2241. San José, 2010.

AZEVEDO NETTO. José. y ACOSTA ÁLVAREZ. Guillermo. Manual de hidráulica, traducido por Guillermo Acosta Álvarez. México, D.F.:Harla, 1975.

Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991

BALLEN. José., GALARZA. Miguel. Y ORTIZ. Rafael. Seminario Iberoamericano sobre sistemas de abastecimiento urbano de agua, 2006.

BANCO MUNDIAL. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>.

BOCEK. Alex. Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural-Introducción a la captación del agua, traducido por S. Castillo y John Gálvez. Alabama: International Center for Aquaculture, sf.

CARRILLO. Rubén., PEÑA. Wagner. y OBANDO María. Sistemas de captación de agua lluvia para la producción agropecuaria sostenible.

CASTAÑEDA. N. Propuesta De Un Sistema De Aprovechamiento De Agua Lluvia, Como Alternativa Para El Ahorro De Agua Potable, En La Institución Educativa María Auxiliadora De Caldas, Antioquia. (Tesis de especialización, Universidad de Cartagena, Medellín, Colombia). 2010. Recuperado de:



<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1325/1/PropuestaSistemaAprovechamientoAguaLluvia.pdf>

CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2016, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

CEPIS, Guía y diseño para captación del agua de lluvia, Obtenido de:  
<https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf>

CHOW. Ven Te. Applied Hydrology. New york: McGraw-Hill. 1988.

CONTRERAS, O. Diseño De Prototipo De Techo Verde Como Solución A Problemas De Inundación Caso De Estudio: Chapinero Colombia. (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia). 2016. Recuperado de:  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13899/4/Dise%C3%B1o%20de%20prototipo%20de%20techo%20verde%20como%20solucion%20a%20problemas%20de%20inundacion%20caso%20de%20estudio%20Usaquen%20Colombia..pdf>

DANE. Departamento nacional de estadísticas. Boletín mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria, Enero 2015, Núm. 31.

ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. Boletín 2018, Gobernación de Cundinamarca. Vol. 26.

FAO. Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, Experiencias en América Latina, Serie Zonas Áridas y Semiáridas N° 13. Santiago de Chile: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2000

FAO. Captación y almacenamiento de agua lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Chile. 2013

FRASIER. Gary. y MYERS, Lloyd. Handbook of Water Harvesting, Agriculture Handbook number 600. Washington: United States Department of Agriculture, 1983.



GÁLVEZ, S. Modelo De Captación De Aguas Lluvia En Fachadas De Edificaciones. Tesis de pregrado, Universidad Mayor de Antioquia, Bogotá, Colombia. 2010). Recuperado de: [http://www.colmayor.edu.co/archivos/316\\_santiago\\_galvezmodelo\\_de\\_coy8t1.pdf](http://www.colmayor.edu.co/archivos/316_santiago_galvezmodelo_de_coy8t1.pdf)

GEO ENCICLOPEDIA. Monzones. Tomado de: <https://www.geoenciclopedia.com/monzones/>

Geosistemas Durman Ficha Técnica, Tomado de: <http://www.durman.com.co/uploads/documents/carta/5892449990bf9.pdf>

GILES, R. Mecánica de los fluidos e hidráulica. Mc Graw Hill. 1982.

GOOGLE MAPS. Localización de las veredas del municipio de la mesa - Cundinamarca. Tomado de:

[https://www.google.com/search?q=veredas+municipio+de+la+mesa&tbm=UKEwjizvmO0LPpAhXNVzABHYYIDcUQ2-cCegQIABAA&oq=veredas+municipio+de+la+mesa&gs\\_lcp=CgNpbWcQA1Dm5QFYlo4CYliQAmqAcAB4AIABzAGIAZgIkqEFMC41LjGYAQCgAQGgAQtn3Mtd2l6LWltZw&scient=img&ei=4129XqLRFc2vwbkPhpG0qAw#imgrc=kjZdlBUCQveZVM](https://www.google.com/search?q=veredas+municipio+de+la+mesa&tbm=UKEwjizvmO0LPpAhXNVzABHYYIDcUQ2-cCegQIABAA&oq=veredas+municipio+de+la+mesa&gs_lcp=CgNpbWcQA1Dm5QFYlo4CYliQAmqAcAB4AIABzAGIAZgIkqEFMC41LjGYAQCgAQGgAQtn3Mtd2l6LWltZw&scient=img&ei=4129XqLRFc2vwbkPhpG0qAw#imgrc=kjZdlBUCQveZVM)

GUERRA, L. Metodología Para La Reutilización De Aguas Lluvias Y Grises En Edificaciones. (Tesis de especialización, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia). 2019. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23395/1/Metodolog%C3%ADa-para-la-reutilizaci%C3%B3n-de-aguas-lluvias-y-grises-en-edificaciones.pdf>

HUETE. Mauricio. y ARIAS salvador. Manual para la producción de mango. La Lima: Programa de diversificación económica rural. 2007

IDEAM. Instituto De Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Estudio Nacional del Agua. 2000

IDEAM. Instituto De Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Tomado de: <http://www.ideam.gov.co/capas-geo>

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2018. *Estudio Nacional del Agua*. Recuperado de [http://www.andi.com.co/Uploads/ENA\\_2018-comprimido.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf)



IGAC Instituto geográfico Agustín Codazzi. Boletín 79. Caracterización edafológica de suelos de Cundinamarca.

MARTINEZ. Jorge. Evaluación de la viabilidad de un sistema de recolección y almacenamiento de aguas lluvias en la vereda santa rosa del municipio de Villavicencio – Meta, 2019. (Tesis de Especialización Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia). Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10997/8102/3/Articulo%12TDG.pdf>

MENDOZA. A. Riego por goteo. Centa-Ministerio de Agricultura del Salvador. 2013

MINISTERIO DE AMBIENTE Colombia. Boletín 4, octubre 2010.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia SCALL. Consultoría SP -16-2009, Costa Rica.

MONTERO, J. Estado del Arte de los Sistemas de Captación y Aprovechamiento de Aguas Lluvias como Alternativa en el Ahorro de Agua Potable en viviendas. 2016. (Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas, Bogotá, Colombia). Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2418/Monterojuan2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y> |105

ORDUZ, J. Características de la citricultura en el departamento del Meta y avances en el proceso de desarrollo tecnológico. En: Actualización tecnológica en ajonjolí, caucho, hortalizas y frutales para la Orinoquia colombiana. Villavicencio: Corporice – Plante. 1998. p. 25-32.

ORTIZ, W. y VELANDIA, W. Propuesta Para La Captación Y Uso De Agua Lluvia En Las Instalaciones De La Universidad Católica De Colombia A Partir De Un Modelo Físico De Recolección De Agua. 2017. (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia). Recuperado de: [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15502/1/5\\_TRABAJO%20DE%20GRADO..pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15502/1/5_TRABAJO%20DE%20GRADO..pdf)





ONU. Organización de Naciones Unidas. (2015). *Agua para un Mundo Sostenible. Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015: Datos y cifras*. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts Figures SPA web.pdf>

ONU. Organización de Naciones Unidas. 2015. *Agua y Desarrollo Sostenible*. Recuperado de [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/WM\\_IIIESP.pdf](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/WM_IIIESP.pdf)

PALACIO, N. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas Antioquia. Medellín. 2010.

PAVCO. Manual Técnico Sistemas Canales Y Bajantes. Recuperado de: <https://pavcowavin.com.co/manuales-tecnicos>

REYES, M. y RUBIO J. Descripción De Los Sistemas De Recolección Y Aprovechamiento De Aguas Lluvias. 2014. (Tesis de especialización, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia). Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2089/1/Recoleccion-aguas.pdf>.

SALDARRIAGA, J. Hidraulica de Tuberias. Alfa Omega. 2012

SUÁREZ, L. y RODRÍGUEZ, J. Recolección y reutilización de aguas lluvias en viviendas de interés social y bajos recursos en el barrio Yomasa en la Ciudad de Bogotá D.C. 2014 (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia). Recuperado de: [file:///C:/Users/jmartinez/Pictures/Recoleccion%20y%20reutilizacion%20de%20aguas%20lluvias\\_VIS\\_Yomasa.pdf](file:///C:/Users/jmartinez/Pictures/Recoleccion%20y%20reutilizacion%20de%20aguas%20lluvias_VIS_Yomasa.pdf)

TORIBIO. Constantino. Cultivo del mango. Madrid: Ministerio de agricultura. s.f.

VERGARA, J. Sistemas de riego para proyectos de pequeña escala en zonas de ladera. INCODER-ICA.1998