



**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**

**DISEÑO DE UNA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO
NO CONVENCIONAL PARA UNAS FAMILIAS DE LA VEREDA ESPIGAS DEL
MUNICIPIO DE SESQUILÉ EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA
(FASE II- DISEÑO, FINANCIACIÓN E IMPLEMENTACIÓN). CUNDINAMARCA**

**Estudiantes NICOLAS SILVA TORRES - 1103072 ANDRES FELIPE URIBE
MARROQUIN - 1103241**

Tutor YULIA IVANOVA – JULIO CUESTA – CARLOS GUTIERREZ ULLOA

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ
D.C., JUNIO DE 2023**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., ENERO DE 2024**



DISEÑO DE UNA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO
NO CONVENCIONAL PARA UNAS FAMILIAS DE LA VEREDA ESPIGA DEL
MUNICIPIO DE SESQUILÉ EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA
(FASE II- DISEÑO, FINANCIACIÓN E IMPLEMENTACIÓN). CUNDINAMARCA

Estudiantes

NICOLAS SILVA TORRES - 1103072

ANDRES FELIPE URIBE MARROQUIN - 1103241

Tutor

YULIA IVANOVA

JULIO CUESTA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C., ENERO DE 2024

Nota aceptación



Firma de tutor 1



Firma de tutor 2



Firma de tutor 3

Firma de jurado 1

Firma de jurado 2

Bogotá D. C., Enero de 2024

DEDICATORIA

Primeramente, agradecer y dedicar el alcance de esta meta a Dios, quien siempre me cuida, a mi madre Yeimy Johana Marroquin Ruiz, por la educación que plasmo en mi desde la infancia, que aunque no esté presente para ver este logro y no pudo apoyarme en el proceso, sé que está orgullosa, abuelos y tíos, que son la inspiración de cada uno de mis días, principalmente mi tío Gabriel Uribe Porras, que me han apoyado durante este proceso arduo y lindo al mismo tiempo, agradecer en gran parte a los docentes que todos los días te dejan una nueva enseñanza aparte de lo académico, principalmente los ingenieros y tutores Yulia Ivanova y Julio Cuesta por dedicarnos el tiempo y espacio para llevar a cabo el trabajo de grado.

primeramente quisiera dedicar este logro a Dios porque siempre me acompaño y cuido en cada decisión de mi vida, posteriormente a mis padres Juan Carlos Silva y Litza María Torres que siempre me apoyaron en los momentos difíciles, a mis hermanas María Alejandra y Mariana que son mi motor a salir adelante, a mi familia que me acompaña en cada paso que doy y a mis amigos que me ayudaron en cada momento de formación.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer de manera especial a los docentes tutores por brindarnos la confianza de llevar a cabo este proceso de trabajo de grado, por el tiempo y conocimiento que nos brindaron, al ingeniero Carlos Gutiérrez por su disposición y colaboración en este proyecto, también a los compañeros de proyecto de grado por el aporte de conocimientos y tiempo que nos brindaros, gracias.

CONTENIDO

1. PROBLEMA.....	11
1.1 IDENTIFICACIÓN	11
1.2 DESCRIPCIÓN	12
1.3 PLANTEAMIENTO.....	12
2. DELIMITACIÓN.....	12
2.1 CONCEPTUAL	13
2.2 GEOGRÁFICA.....	13
2.3 CRONOLÓGICA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. ANTECEDENTES	14
4.1 INTERNOS	15
4.2 EXTERNOS	15
5. JUSTIFICACIÓN.....	17
6. MARCO REFERENCIAL.....	17
6.1 MARCO CONCEPTUAL	17
6.2 MARCO INSTITUCIONAL	19
6.3 MARCO LEGAL	19
6.4 MARCO AMBIENTAL.....	19
7. METODOLOGÍA	19
7.1 LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS Y METADATOS.....	21
7.2 ZANJA DE INFILTRACIÓN	21
7.3 CONTROL DE HOJARASCA.....	22
7.4 FILTRACIÓN VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE	22
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR AGUA LLUVIAS	22
7.5 OPTIMIZACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA.....	23
7.6 OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	23
HÍDRICO A LA VIVIENDA.....	23
7.7 SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO	24
7.8 EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN OFERTA – DEMANDA PARA GARANTIZAR	25

LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA	25
7.9 CASA AGUATERAS	25
8. CAPÍTULOS.....	26
8.1 CAPITULO I – Insumos.....	26
8.2 CAPITULO II – Normativa	29
8.3 CAPITULO III– Contextualización Fase I	30
8.4 CAPITULO IV – Caracterización de la zona	31
8.4.1 Familia Blanca Muñoz	31
8.4.2 Familia Hicidro Torres	33
8.5 CAPITULO V – Problemática evidenciada.....	34
8.5.1 Reservorio 1	34
8.5.2 Reservorio 2	35
8.5.3 Reservorio 3	36
8.6 CAPITULO VI – Soluciones	37
8.6.1 Reservorio 1	37
8.6.2 Reservorio 2	38
8.6.3 Reservorio 3	38
8.6.4 Reservorio 4	39
8.6.5 Reservorio 5	39
8.7 CAPITULO VII – Diseño del Proyecto.....	52
8.8 CAPITULO VIII – Análisis de Costos	53
9. CONCLUSIONES	60
10. RECOMENDACIONES	61
11. BIBLIOGRAFÍA	62
12. ANEXOS	66
ANEXO 1: RELACIÓN OFERTA - DEMANDA PARA GARANTIZAR LA	66
DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA	67
ANEXO 2: CASAS AGUATERAS PARA USO DEL RECURSO HIDRICO PARA	77
GANADO Y QUEHACERES DEL HOGAR.....	
ANEXO 3: ZANJA DE INFILTRACIÓN.....	103
ANEXO 4: CONTROL DE HOJARASCA EN RESERVORIOS	118
ANEXO 5: FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE	143
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR AGUA LLUVIAS	143
ANEXO 6: OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA	151
ANEXO 7: SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO	155

ANEXO 8: OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE	161
ABASTECIMIENTO HÍDRICO A LA VIVIENDA	161
REFERENCIAS	165

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1. Metodología proyecto (Elaboración propia)	21
Ilustración 2. Diagrama de flujo implementación Zanja de infiltración; Fuente: (Alexandra Gamboa,2023)	22
Ilustración 3. Diagrama de flujo optimización de demanda de agua por cada familia; Fuente: (Andrea Barragan,2023)	23
Ilustración 4. Diagrama de flujo optimización para el sistema de conducción; Fuente: (Andrés Uribe ,2023)	24
Ilustración 5. Diagrama de flujo solución a la interrupción de la conducción; Fuente: (John Sebastián Carreño, 2023)	25
Ilustración 6. Diagrama de flujo solución relación oferta - demanda para garantizar la disponibilidad de agua en durante los meses de sequía; Fuente: (Andrea Barragan,2023)	25
Ilustración 7. Diagrama de flujo Construcción y adecuación casa aguatera; Fuente: (Nathalie Valencia,2023)	26
Ilustración 8. Recopilación de datos en visita de campo familia Muñoz (elaboración propia)	28
Ilustración 9. Recopilación de datos en visita de campo familia Torres (elaboración propia)	28
Ilustración 10. ubicación satelital finca de familia Muñoz (elaboración propia).....	31
Ilustración 11. Ubicación satelital finca de familia Torres (elaboración propia)	33
Ilustración 12. Reservorio 1 (elaboración propia)	34
Ilustración 13. Reservorio 2 (elaboración propia)	35
Ilustración 14. Reservorio 3 (elaboración propia)	36
Ilustración 15. prototipo de impermeabilización de reservorio 2 (pág. web)	38

Ilustración 16. Oferta vs demanda familia Muñoz ¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 17. Ilustración 16. Oferta vs demanda familia Muñoz¡Error! Marcador no definido.

Listado de Tablas

Tabla 1. Estudio nacional de agua	11
Tabla 2. Datos de precipitación de la Corporación Autónoma Regional (CAR); Fuente: (Corporación Autónoma Regional (CAR), 2023	27
Tabla 3. Estudio de volumen de recolección de agua lluvia familia Muñoz (elaboración propia)	44
Tabla 4. Evaluación de capacidad de almacenamiento, recolección de agua lluvia y demanda hídrica familia Muñoz (elaboración propia)	44
Tabla 5. Estudio de volumen de recolección de agua lluvia familia Torres (elaboración propia)	50
Tabla 6. Evaluación de capacidad de almacenamiento, recolección de agua lluvia y demanda hídrica familia Torres (elaboración propia)	51
Tabla 7. Costo de implementación de soluciones reservorio 1 (elaboración propia)	53
Tabla 8. Costo de implementación de soluciones reservorio 2 (elaboración propia)	54
Tabla 9. Costo de implementación de soluciones reservorio 3 (elaboración propia)	55
Tabla 10. Costo total de la obra familia Muñoz (elaboración propia)	55
Tabla 11. Costo de implementación de soluciones reservorio 4 (elaboración propia)	56
Tabla 12. Costo de implementación de soluciones reservorio 5 (elaboración propia)	56
Tabla 13. Costo total de la obra familia Torres (elaboración propia)	57

RESUMEN

En este documento se pretende dar solución a la problemática que enfrenta la comunidad de la vereda Espigas, del municipio de Sesquilé Cundinamarca. Dicha problemática consiste en que, en los meses de diciembre, enero y febrero que son de poca lluvia (meses secos) Diciembre, enero y febrero. Las familias presentan escasez de recursos hídricos debido a que no realizan el consumo adecuado del agua acumulada en los meses de lluvia. Según el estudio realizado el volumen de almacenamiento, tanto en tanques como en reservorios, suele ser inferior al requerido por la población, teniendo en cuenta la cantidad de personas que se encuentran en la vivienda junto con sus animales.

De cara a este problema, se plantean soluciones que pretenden redimensionar los reservorios existentes y complementarlos con un sistema de recolección de aguas lluvias. Es así que se plantea proteger los reservorios de residuos orgánicos, realizar un estudio del volumen de agua que se puede recolectar por metro cuadrado para casas aguateras y generar sistemas de almacenamiento complementarios a los existentes. De esta manera, se pretende que las familias que se priorizaron (Muños y Torres) no presenten nuevamente problemas de escasez de agua. Por último, es importante recalcar que se trabajó en convenio con la Universidad Militar Nueva Granada y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), y se llevó a cabo un intercambio de información con el fin de poder aportar nuevos conocimientos y formas de aportar al mejoramiento de vida en la población.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad se ha podido evidenciar la problemática de la escasez de agua en diferentes partes del mundo. La búsqueda, el transporte y el almacenamiento del recurso hídrico ha sido una de las principales preocupaciones del ser humano en su historia. De hecho, esta preocupación ha sido tan grande que las principales mentes de la historia antigua enfocaron todos sus esfuerzos en ese sentido. Con ello, se resalta que las principales civilizaciones del mundo o incluso nuestros primeros colonizadores se acentuaron cerca de las cuencas de ríos o quebradas las cuales les suministraban agua para su consumo (Alfaro, et al, 2017).

En la perspectiva actual, el acceso al agua es un problema cada vez mayor. El Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (ONU-DAES) expresan que “la escasez de agua afecta ya a todos los continentes” (Water, 2014). Concretamente, en Colombia en los últimos años han muerto cerca de 5.000 niños de la población indígena Wayuu por falta de agua para el consumo humano (Palomino, 2015).

A partir de esto y teniendo en cuenta la importancia vital del recurso hídrico, se prioriza una zona que a lo largo de los años ha presentado una dificultad para acceder al agua en los meses donde la cantidad de lluvia es mínima o incluso nula. Se trata de las familias que habitan en la vereda Espigas del municipio de Sesquilé en el departamento de Cundinamarca. A partir de un estudio diagnóstico de las necesidades de estas familias, se propone una serie de innovaciones relativas a la recolección y almacenamiento de agua. Con la intervención que se propone en las

páginas siguientes, se espera mejorar la calidad de vida de las familias y contribuir a su bienestar.

1. PROBLEMA

1.1 IDENTIFICACIÓN

Al consultar las estadísticas del Estudio Nacional de Agua en búsqueda del índice de escasez de agua en el departamento de Cundinamarca, se puede observar en la tabla 1, los datos que determinan el grado de vulnerabilidad en cuanto al acceso al agua de algunas regiones del departamento tanto en año medio como en año seco. De esta manera se observa que el municipio de Sesquilé presenta una vulnerabilidad media en los años mencionados (IDEAM, Estudio nacional de agua, 2000).

Tabla 1. Estudio nacional de agua

Municipio	Demanda anual (MMC)	Oferta media (MMC)	Oferta año seco (MMC)	Capacidad de regulación	Presión sobre calidad (DBO) miles-ton/año	Año medio			Año seco		
						Oferta reducida (MMC)	Relación demanda/oferta (%)	Vulnerabilidad disponibilidad de agua	Oferta reducida (MMC)	Relación demanda/oferta (%)	Vulnerabilidad disponibilidad de agua
Puerto Salgar	1,60	1110,00	1110,00	Moderada	1,84	1.110,00	0,14	Baja	1.110,00	0,14	Baja
Pulí	0,44	90,56	52,52	Baja	0,51	45,63	0,97	Media	26,47	1,67	Media
Quebradanegra	0,40	83,25	48,28	Muy baja	1,17	41,95	0,94	Alta	24,33	1,62	Alta
Quetame	0,51	198,66	105,29	Moderada	0,89	120,12	0,43	Baja	63,67	0,80	Baja
Quipile	1,17	46,43	39,47	Baja	3,11	23,40	5,00	Media	19,89	5,89	Media
Ricaurte	0,52	99,34	54,64	Baja	1,12	50,06	1,04	Media	27,53	1,89	Media
San Antonio del Tequendama	0,75	36,74	31,23	Baja	2,28	18,51	4,04	Media	15,73	4,75	Media
San Bernardo	1,53	138,10	111,86	Baja	3,57	69,59	2,19	Media	56,37	2,71	Media
San Cayetano	0,75	341,30	180,89	Baja	1,66	171,98	0,43	Media	91,15	0,82	Media
San Francisco	0,57	75,07	63,81	Muy baja	1,87	37,83	1,49	Alta	32,15	1,76	Alta
San Juan de Rioseco	0,97	158,98	92,21	Baja	1,73	80,11	1,21	Media	46,46	2,09	Media
Sasaima	0,72	70,02	59,51	Muy baja	2,63	35,28	2,03	Alta	29,99	2,39	Alta
Sesquilé	0,55	29,90	25,42	Baja	1,08	15,07	3,62	Media	12,81	4,25	Media
Sibaté	1,88	63,63	51,54	Baja	3,74	32,06	5,87	Media	25,97	7,24	Media
Silvania	1,550	107,54	87,10	Baja	3,44	54,19	2,86	Media	43,89	3,53	Media
Simijaca	0,80	86,88	39,96	Baja	1,43	43,78	1,82	Media	20,14	3,95	Media
Soacha - Granada	26,74	963,91	963,91	Baja	133,8	918,99	2,91	Media	914,28	2,93	Media
Sopó	1,53	841,00	841,00	Moderada	9,61	840,54	0,18	Baja	840,54	0,18	Baja

En los estudios de antecedentes climáticos se identificó que la población de la vereda Espigas, del municipio de Sesquilé, sufre de escasez de recurso hídrico. Como respuesta a este fenómeno, estas poblaciones diseñaron un sistema de recolección de aguas lluvias a través de los reservorios. No obstante, en las épocas secas del año (diciembre, enero, febrero), estos sistemas no son suficientes y varias familias quedan sin abastecimiento hídrico.

Para el proceso de intervención en vista de las características especiales de este proyecto, se hizo necesario gestionar un proceso de priorización. Para el diseño de este, se diseñó una matriz a través de la cual se identificaron las familias que se

priorizan para la segunda fase del proyecto para el diseño de un sistema combinado de recolección de aguas.

1.2 DESCRIPCIÓN

Se pretende diseñar e implementar un sistema de abastecimiento hídrico no convencional para la población de la vereda Espigas del municipio de Sesquilé, departamento de Cundinamarca, que actualmente enfrenta escasez del recurso hídrico. Este sistema será netamente de uso doméstico y animal según la necesidad de cada familia. Además, cabe resaltar que el sistema se diseñó teniendo presente los desarrollos previos por la población. Entonces, se trata de un complemento entre las tecnologías tradicionales de la comunidad y la alternativa de diseño planteada en la segunda fase del proyecto. Dicho complemento pretende hacer más eficiente el almacenamiento del agua y ampliar la capacidad para que, durante los meses de sequía, las familias intervenidas no presenten escasez.

1.3 PLANTEAMIENTO

De cara al desabastecimiento hídrico que se presenta en la vereda Las Espigas ubicada en el municipio de Sesquilé Cundinamarca y teniendo en cuenta que se requiere una solución óptima en donde se pueda responder a la demanda hídrica a partir de las ofertas hídricas mínimas presentadas por la comunidad e implementando una alternativa donde se involucren soluciones individuales no convencionales ¿cuál sería el diseño hidráulico por desarrollar para las familias Muñoz y Torres de la zona de estudio?

2. DELIMITACIÓN

El presente documento se enfoca en el diseño del prototipo o sistema de captación de agua, para la construcción e implementación del sistema. También abarca la socialización con la comunidad acerca de las soluciones o ventajas que tendrán implementando estos sistemas de captación de agua.

2.1 CONCEPTUAL

A partir del estudio llevado a cabo en la fase I del proyecto, se diseñó un sistema de abastecimiento hídrico no convencional, a dos (2) familias priorizadas de la vereda Espigas del municipio de Sesquilé, en el departamento de Cundinamarca. Luego de contar con el diseño, se realizó un estudio de costos.

2.2 GEOGRÁFICA

El proyecto se llevó a cabo en la vereda Espigas, la cual está situada en el municipio de Sesquilé, del departamento de Cundinamarca, Colombia. A una altitud de 2.595 metros sobre el nivel del mar. Es relevante especificar que Espigas se encuentra dentro de la reserva forestal de la cuenca alta del río Bogotá, conforme a lo establecido en la Resolución 0138. (MADS, 2014)

2.3 CRONOLÓGICA

Esta segunda etapa del proyecto se da inicio a mediados del mes de noviembre de 2022, donde se realizó una salida de campo con los tutores y compañeros que llevaron a cabo la primera fase del proyecto. La primera etapa se hizo con el fin de identificar y tener conocimiento de las familias y el lugar donde se llevaría a cabo el proyecto. Posteriormente, se hace una salida de campo en el mes de marzo de 2023; los cuatro grupos que trabajaron en el proyecto con el fin de priorizar las familias a las que se les hizo la intervención y su respectivo estudio para la solución de la problemática.

Seguido de esto se realizó estudios y diseños hidráulicos y topográficos. Estos estudios se realizaron bajo la normatividad de la resolución 0330 por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y la Resolución 0844 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2018). Para finalizar el proyecto, se propone llevar a cabo una salida de campo con el fin de socializar y entregar a cada una de las familias los respectivos diseños que corresponden a las soluciones de sus problemáticas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño del sistema de abastecimiento hídrico no convencional con su respectivo estudio de costos y presupuestos y un análisis de las posibles fuentes de financiación del proyecto para las familias priorizadas del municipio de Sesquilé en el departamento de Cundinamarca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y presentar soluciones para las diversas problemáticas que presentan las dos familias a intervenir y su comunidad.
- Evaluar los costos y presupuestos del sistema de recolección de agua para las familias Muñoz y Torres.
- Realizar acercamientos con la comunidad, la alcaldía municipal y los funcionarios de la CAR para socializar el diseño del sistema.

4. ANTECEDENTES

- La CAR viene trabajando en un programa denominado agua para la vida que consiste en incentivar a la recolección de agua lluvia a diferentes hogares del departamento, esto como respuesta a la escasez del recurso hídrico debido al cambio climático. Evidentemente, el sistema de acueducto no puede cumplir con la demanda requerida y tiene lugar una dinámica de desabastecimiento del recurso hídrico en los municipios de Cundinamarca por falta del suministro. Este proyecto se articula con el propósito de la CAR al fortalecer a la comunidad e su capacidad de almacenar el agua disponible y evitar desperdicios.
- Entre marzo y diciembre del año 2022, se presentó la fase 1 del proyecto, que se llevó a cabo por los compañeros Juan Diego Pérez Rincón junto con Camilo Andrés Aponte Céspedes, donde se priorizaron unas familias de la vereda Espigas y Tierra Negra del municipio de Sesquilé, teniendo en cuenta los criterios ambientales, sociales y económicos para diseñar

un sistema de abastecimiento hídrico no convencional que constituye la fase II del proyecto.

- Este documento encarna la segunda fase del proyecto.

4.1 INTERNOS

La primera fase del proyecto se llevó a cabo en el año 2022 dando inicio en el mes de abril y finalización en noviembre. En esta fase, se llevó a cabo un estudio de abastecimiento hídrico no convencional donde se detallaron los diferentes sistemas existentes en la actualidad. Posteriormente, se realizó una identificación y priorización de la zona para la aplicación de la propuesta donde los municipios interesados fueron Suesca y Sesquilé. Seguido de esto, se realizó un análisis climático de los municipios, más exactamente, de las veredas priorizadas para la implementación del proyecto. En este análisis se observaron los niveles de precipitación de la región por medio de la estación climática del IDEAM y la CAR. También se realizó la identificación de las características económicas, sociales y ambientales de la población.

En cuanto al trabajo de campo, se realizaron unas encuestas in situ con el fin de obtener información por parte de las familias las cuales tendrían el beneficio de la intervención del proyecto. A partir de estos datos, se elaboró una matriz de ponderación donde el resultado dio prioridad a las familias que realmente necesitan la intervención inmediata de cara a su vulnerabilidad, esta primera fase fue realizada por los estudiantes Camilo Andrés Aponte Cespedes y Juan Diego Pérez Rincón.

4.2 EXTERNOS

A lo largo de los años, en América latina se han venido realizando diferentes estudios para la conservación y protección del recurso hídrico. Esto es evidente en producciones escritas como el artículo realizado por las Naciones Unidas “Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe” (Martin & Bautista Justo, 2015), el cual habla de cómo se presentan a diario los conflictos por el agua, cómo esto ha tenido un impacto significativo en las economías de las poblaciones y cómo deben ser sus usos. Este artículo resalta la

importancia de priorizar los gastos importantes en cada vivienda, denuncia la falta de la aplicabilidad de normativas a la hora del suministro y el manejo inadecuado que se hace de las aguas. Adicionalmente, el texto explica que todo ser humano tiene derecho al agua y a su saneamiento; como deber correlativo, debe gestionar el recurso. Dicha gestión no se debe limitar al abastecimiento de agua potable y su saneamiento, sino que, de ser más profunda, debe trascender hacia el cuidado del agua potable y el uso adecuado de la misma. El artículo es enfático en la necesidad de evitar mal gastar el agua, lo cual implica que cada vez que se abre una llave para que salga agua y esta cae a las cañerías sin haberle dando un uso, se está contaminando el recurso y pasa de ser agua potable a agua residual.

En Colombia se han desarrollado estudios y tecnologías acerca de sistemas de recolección de aguas no convencionales donde se evidencia, en su gran mayoría, el uso de casas aguateras para dar soluciones alternativas a la escasez de agua en algunas regiones o comunidades en el país. Así se expresa en el documento “Soluciones alternativas para el acceso a agua y saneamiento en Colombia” (Bernal Pedraza, 2021) donde se argumenta que las soluciones alternativas que se deben tener en cuenta para algunas zonas rurales pueden ser casa aguateras, acueductos veredales y reservorios los cuales pueden suministrar agua a diferentes familias y comunidades. Además, pueden darse diferentes tipos de uso al agua, ya sea consumo humano, actividades agropecuarias o aseo en las viviendas. Este tipo de enfoques aportan en su gran mayoría a diferentes comunidades rurales del país que presentan dificultades para poder adquirir agua potable en sus municipios. Por esta razón, en muchas ocasiones, las comunidades se ven obligadas a ingerir aguas contaminadas que generan riesgo para la salud y afectan la calidad de vida de los habitantes de la zona. Adicionalmente, la calidad de las aguas puede generar desarrollo en las poblaciones o retraso en ellas, dependiendo si se cuenta con un recurso hídrico que permita su consumo.

5. JUSTIFICACIÓN

Basados en la fase I del proyecto, se encuentra que la vereda Espigas ubicada en el municipio de Sesquilé, departamento de Cundinamarca, presenta problemas de escasez de agua en cuatro meses del año (Septiembre, Diciembre, Enero y Febrero), donde los niveles de precipitación son bajos, por lo tanto se presentan bajos niveles de recolección de agua ya que los métodos actuales que la población utiliza para recolectar agua son la escorrentía superficial y los niveles freáticos que se presentan en la zona.

Por ende, es de importancia la implementación de la fase II que se llevó a cabo, realizando estudios hidráulicos e hidrológicos con el fin de brindar solución a esta problemática de escasez, priorizando las demandas de consumo doméstico y cumpliendo con el marco normativo ambiental de la zona, ya que es una zona de reserva forestal y limita realizar intervenciones y/o modificaciones donde se vea comprometida la flora y fauna local.

6. MARCO REFERENCIAL

Como marco de referencia se tendrá en cuenta el avance de la fase I del proyecto, en la cual se definieron los criterios de priorización de la población para el diseño de sistema no convencional en el municipio de Sesquilé en la vereda Espigas.

6.1 MARCO CONCEPTUAL

- Casas aguateras: La Casa Aguatera sirve para recoger y almacenar el agua lluvia de una forma más limpia. El agua que se recolecta o capta será de mejor calidad y tendrá beneficios para la salud, esto siempre y cuando se le practiquen los mantenimientos adecuados al sistema de recolección, conducción y filtración (FLM, 2019).
- Demanda doméstica de agua: La demanda o el consumo de agua doméstica tiene dos factores, los cuales se dan de una forma directa e indirecta a la hora del gasto de este recurso hídrico: por una parte, se encuentra el consumo propio o vital en la población el cual es un gasto

directo y, por otra parte, el agua extraída no consumida. En el factor del consumo propio se encuentra que es el que se utiliza para las labores de cocina (preparación de alimentos o consumo de agua como fuente de hidratación), de higiene, limpieza de ropa y, por último, el uso de sistemas sanitarios. Por otra parte, se encuentra que los extraídos agua no consumida son las pérdidas que se presentan en la cadena de conducción (Gonzales, Saldarriaga, & Jaramillo, 2010).

- También es necesario presente los habitantes por vivienda debido a que el consumo de agua domestico depende de cuántas personas viven. Una persona necesita aproximadamente 100 litros de agua el día, es decir que se requiere tener conocimiento de qué número de personas se encuentran en la vivienda para así mismo poder tener conocimiento exacto de la cantidad de agua necesaria (Comision Nacional de Áreas Naturales Protegida, 2019).
- Diseño: En ingeniería civil, es un proceso con características como: la creatividad, la sistematicidad, la flexibilidad (puede cambiar), su debido sustento en las matemáticas y en las ciencias de la ingeniería y su vocación de obtener un producto (acofi, 2013).
- Escasez del agua: Hay unos estándares mundiales que se tienen en cuenta para entender si en un determinado lugar presenta esta problemática social, los cuales especifican que, si los niveles anuales de agua se encuentran por debajo de los 1000 m³ por persona, hay escasez de agua. (Water, 2014)
- Oferta hídrica: Se refiere al volumen de agua continental, almacenada en los cuerpos de agua superficiales en un periodo determinado de tiempo. Se cuantifica a través de la esorrentía y rendimientos hídricos (L/s * km²) en las unidades espaciales de análisis definidas en la zonificación hidrográfica de Colombia, clasificada en tres niveles; áreas, zonas y subzonas hidrográficas. (IDEAM, 2014)

- Cosecha de aguas lluvias: Con el sistema de cosecha de agua los agricultores en épocas de sequía disponen de agua para cultivos, animales y quehaceres domésticos. (Hirozumi, 2015)

6.2 MARCO INSTITUCIONAL

Se trabaja con la Corporación Autónoma Regional (CAR) en convenio con el programa de Ingeniería Civil. Además, se trabaja con la Alcaldía del municipio de Sesquilé.

6.3 MARCO LEGAL

Para llevar a cabo el desarrollo de la fase II del proyecto se remitió a la normativa del ministerio de vivienda la resolución 0330 del 2017 Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), resolución 0844 del 2018 RAS RURAL Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Título J: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural 2020 y resolución 0138 del 2014 emitida por la Corporación Autónoma Regional (CAR), estos marcos legales se cumplen con el fin de brindar seguridad de los recursos naturales presentes en la zona y cumplir con los estándares técnicos de calidad exigidos por la normatividad nombrada.

6.4 MARCO AMBIENTAL

La vereda de espigas se encuentra ubicada en una zona de reserva forestal, esto lo establece la resolución 0138 del 31 de enero del 2014, por esta razón los estudios y diseños se realizaron teniendo en cuenta la resolución 0844 del 2018 RAS rural, con el fin de brindar seguridad de los recursos naturales presentes en la zona.

7. METODOLOGÍA

Dado el objetivo general de este proyecto que tiene como finalidad el diseño de abastecimiento hídrico en la vereda de Espigas del municipio de Sesquilé, se

evidencia algunas problemáticas adicionales a la escasez de agua que se presenta las cuales abarcan la calidad del agua de escorrentía superficial, calidad del agua lluvia, redes de tubería expuestas y sobredimensionamiento en los reservorios existentes en la zona. Las cuales se lograron demostrar dado a una salida de campo realizada en el mes de marzo del año 2023.

Con esta información recolectada se definió los insumos con los que se diagnostica la zona, tales como demanda hídrica doméstica y ganadera y la cantidad de reservorios para almacenamiento de agua. Posterior a obtener esta información, se realizaron estrategias de solución para cada una de las problemáticas, esto se llevó a cabo por medio de unas fichas técnicas que se aplicaron a cada una de las problemáticas ya mencionadas, estas fichas se pueden evidenciar en los anexos numeral 1-8.

En la ilustración 1 se puede observar la metodología desarrollada para dar cumplimiento a los objetivos planteados para la ejecución de este proyecto.

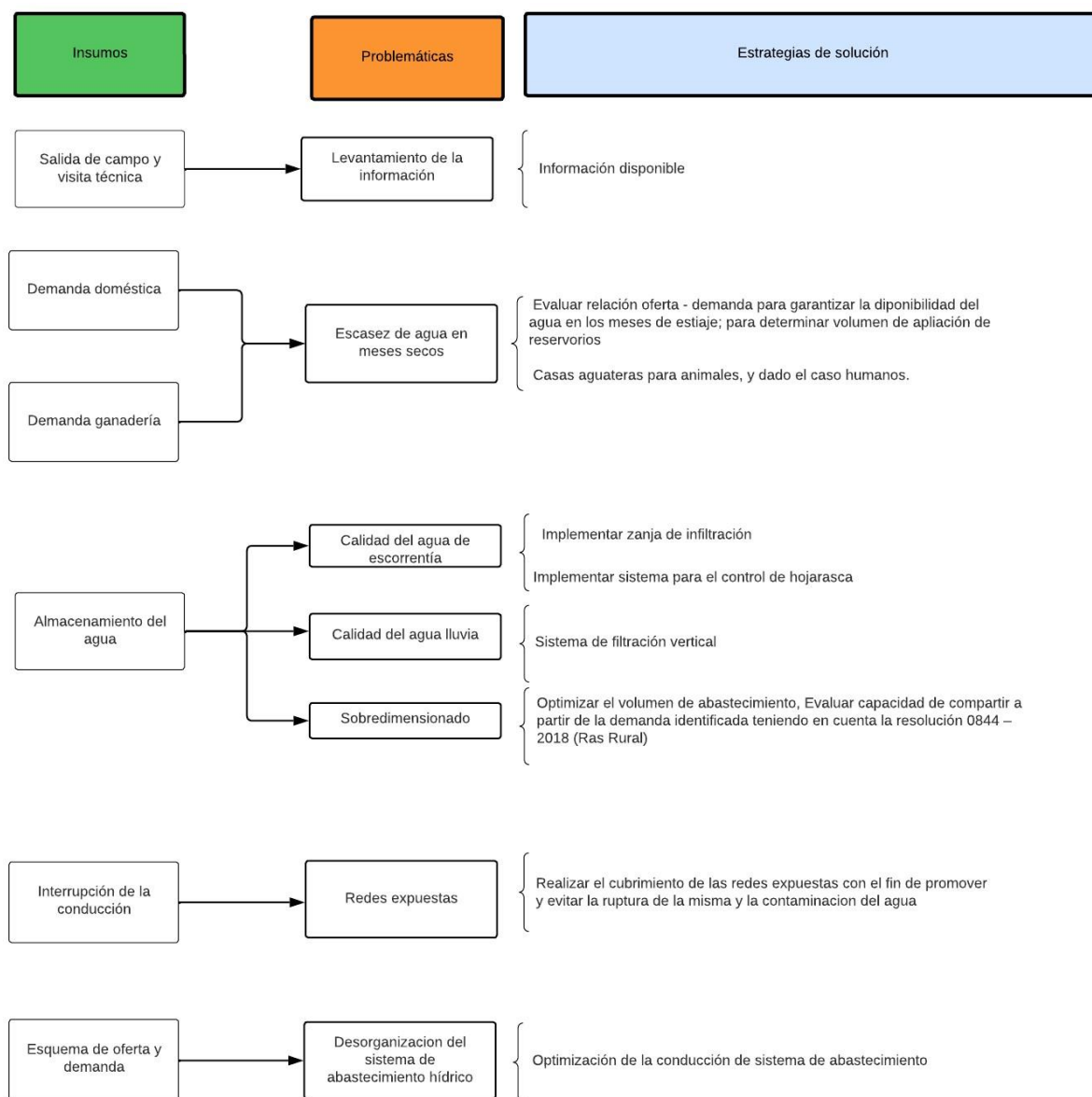


Ilustración 1. Metodología proyecto (Elaboración propia)

7.1 LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS Y METADATOS

7.2 ZANJA DE INFILTRACIÓN

En la población en estudio, algunas familias presentan problemas de contaminación en los reservorios a causa del material de arrastre producido por el ganado y procesos erosivos en la parte alta de la zona; ya que, cuando el agua baja por escorrentía de la montaña va arrastrando dicho material hasta terminar finalmente

almacenado en los reservorios. En la ilustración 2 se puede observar el diagrama de la implementación de la zanja de infiltración.

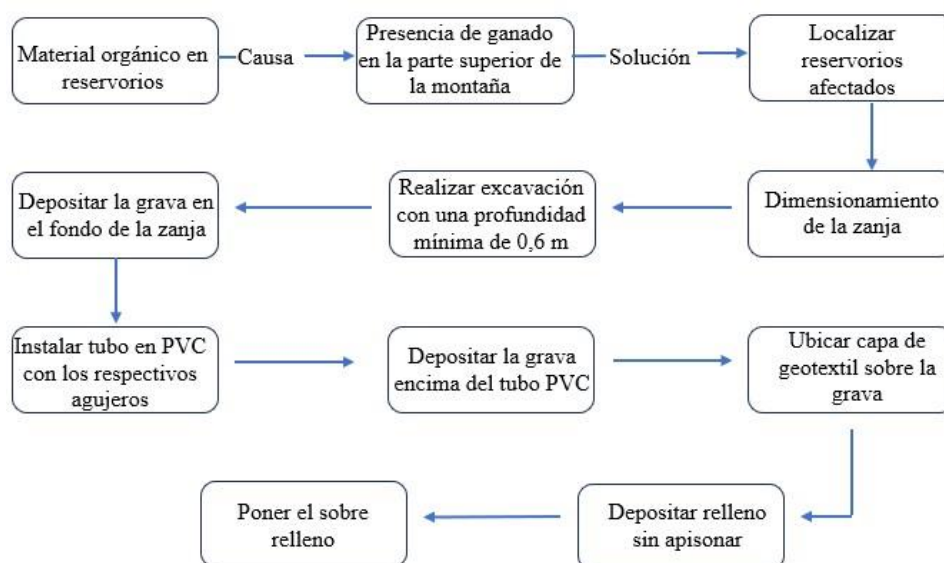


Ilustración 2. Diagrama de flujo implementación Zanja de infiltración; Fuente: (Alexandra Gamboa,2023)

7.3 CONTROL DE HOJARASCA

Un segundo problema de los reservorios es que no cuentan con un sistema de conducción protegido de diferentes factores (externos de la naturaleza) que afectan la calidad del agua, como también afectan la condición de vida de la comunidad. La hojarasca sigue la misma dinámica de los residuos de erosión, esta vez, de origen vegetal.

Al conocer las problemáticas que se están presentando, es necesario optar por decisiones que ayuden a tener este recurso hídrico en óptimas condiciones para el uso diario en cada vivienda. En concreto, es necesario controlar la cantidad de hojas de los árboles que se encuentran alrededor de los reservorios y que generan una contaminación de materia orgánica en el agua, junto con demás residuos que genera la descomposición de esta.

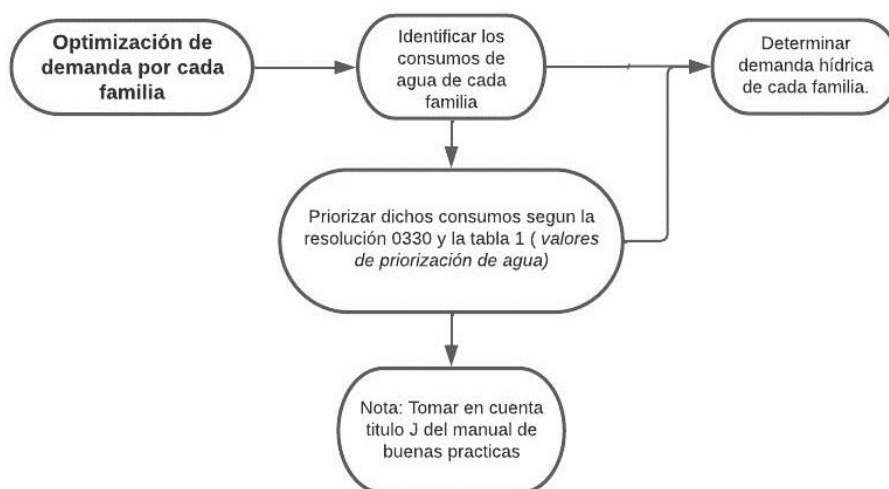
7.4 FILTRACIÓN VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR AGUA LLUVIAS

A los residentes de la vereda Espigas se les hace necesario disponer de agua que cuente con calidad adecuada que les permita disponer de ella de forma segura. Por

eso, resulta fundamental contar con filtros verticales conectados a su sistema de abastecimiento. La ausencia de adecuados sistemas de filtración podría poner en peligro la salud de quienes consumen el agua y la de los animales presentes en la zona. La filtración desempeña un papel crucial al eliminar contaminantes y garantiza un suministro seguro y saludable de agua, es por esto que se presenta una solución para eliminar agentes contaminantes que se encuentran en el agua lluvia; sin embargo, la elección del filtro adecuado dependerá del propósito para el cual se utilizará el agua. Así pues, se presentan filtros que pueden ser de utilidad para hacer un adecuado y seguro uso del agua.

7.5 OPTIMIZACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA

Es necesario optimizar la demanda requerida por cada familia en busca de garantizar el volumen de agua para sus necesidades domésticas.



Ilustración

3. Diagrama de flujo optimización de demanda de agua por cada familia; Fuente: (Andrea Barragan,2023)

7.6 OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO A LA VIVIENDA

Este proceso busca hacer un mejoramiento de calidad y eficiencia en la conducción de los sistemas de abastecimiento hídricos ya existentes. Para esto, se deben optimizar las distancias en el recorrido de la tubería que va desde el reservorio recolector al reservorio de almacenamiento. La topografía del terreno presenta zonas altas de montaña que se encuentran intermedias en el recorrido

del sistema de conducción de un reservorio a otro. Debido a esta situación se requiere el uso de una motobomba que permita garantizar el suministro de agua desde el punto inicial al punto final. Tras un estudio de la topografía de la zona, se encontró que el mayor desnivel en los recorridos oscila entre once (11m) y quince (15m) metros de altura. Con base en las condiciones de la zona y acorde al análisis de los datos encontrados en la ficha técnica de la motobomba sugerida, se determinó que la potencia de bombeo cumple con los criterios mínimos de la topografía. Con base en las características de fábrica de la motobomba, se estableció un diámetro de tubería tal que se acerca a las condiciones ideales de trabajo de la motobomba.

En algunos casos no se requiere el uso de motobomba ya que las condiciones del terreno brindan una pendiente tal que el sistema funciona a gravedad y solo se requiere la instalación de tubería.

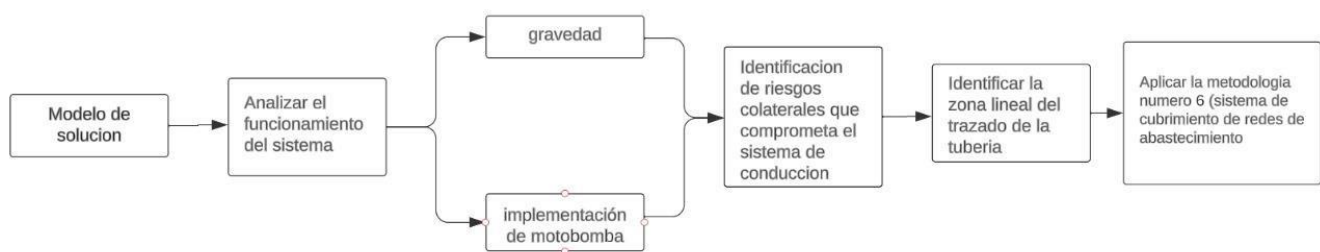
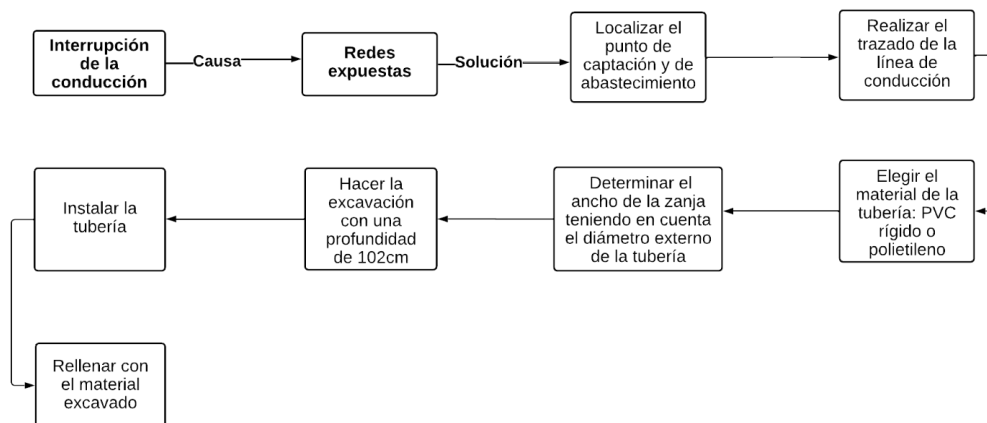


Ilustración 4. Diagrama de flujo optimización para el sistema de conducción; Fuente: (Andrés Uribe ,2023)

7.7 SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO

En la comunidad objeto de estudio, algunos de sus habitantes presentan interrupción en la conducción en sus sistemas de abastecimiento hídrico. Esto se debe a que su sistema de conducción actual no se encuentra protegido ante diferentes factores externos, lo que causa interrupciones, fugas y desconexiones que derivan en intermitencias en el sistema de abastecimiento. Por otra parte, algunos habitantes no cuentan con una red de conducción, esto limita el acceso al suministro hídrico.



Ilustración

5. Diagrama de flujo solución a la interrupción de la conducción; Fuente: (John Sebastián Carreño, 2023)

7.8 EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN OFERTA – DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA

A partir de esta evaluación, se pretende garantizar la disponibilidad de agua en la vereda durante los meses de sequía por medio de sistema de recolección del agua en los meses de abundantes precipitaciones.

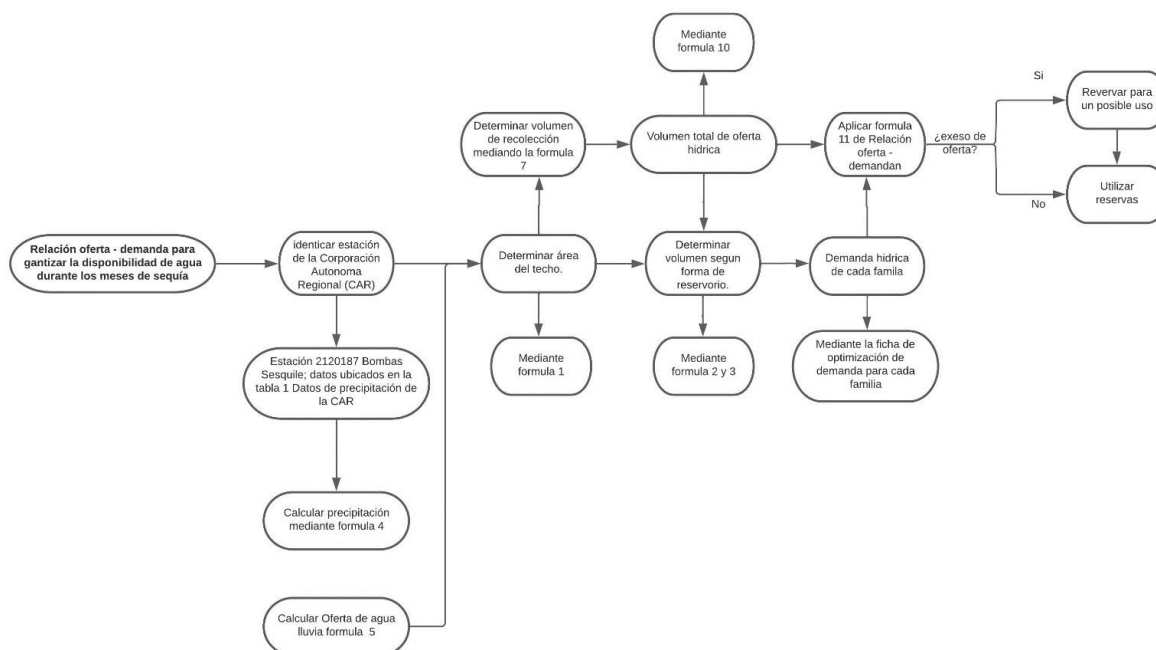


Ilustración 6. Diagrama de flujo solución relación oferta - demanda para garantizar la disponibilidad de agua en durante los meses de sequía; Fuente: (Andrea Barragan, 2023)

7.9 CASAS AGUATERAS

Una de las técnicas usadas por algunos habitantes es la construcción de casas aguateras. La comunidad suele ajustar los techos con el fin de abastecerse de

este líquido para utilizarlo en la ganadería y/o los quehaceres del hogar. Las casas aguateras son construcciones que se adaptan a los entornos con escasez de agua, y permiten aprovechar el agua lluvia, almacenarla y distribuirla.

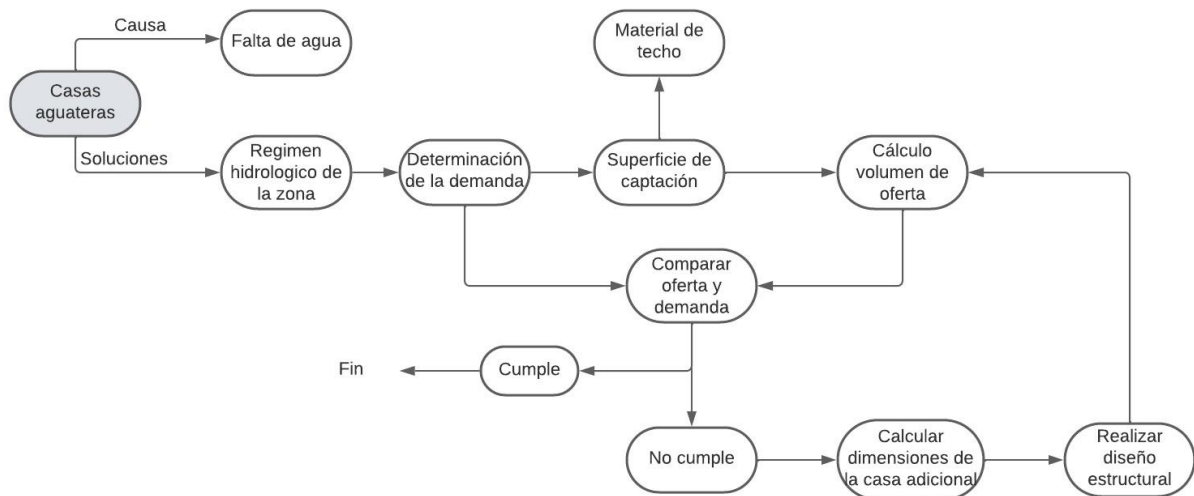


Ilustración 7. Diagrama de flujo Construcción y adecuación casa aguatera; Fuente: (Nathalie Valencia, 2023)

8. CAPÍTULOS

8.1 CAPITULO I – Insumos

La fase I del proyecto tuvo como finalidad la priorización de las zonas de aplicación del proyecto y la selección del sistema de abastecimiento hídrico no convencional. Para la fase dos se cuenta con insumos como los datos que se presentan a continuación en la tabla 2 los cuales corresponden los valores totales mensuales de las precipitaciones de los últimos 31 años, donde permite analizar el volumen de agua en m³ de la zona intervenida. Con estas cifras es posible obtener un aproximado de la recolección de agua lluvia.

Tabla 2. Datos de precipitación de la Corporación Autónoma Regional (CAR); Fuente: (Corporación Autónoma Regional (CAR), 2023)

C.A.R. - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICUICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)													
ESTACIÓN : 2120 187 BOMBAS SESQUILE													
Latitud Longitud Elevación	5° 2' 12,9" N 73° 48' 39,3" W 2578 m.s.n.m.	X=1048740 Y=1029590	Departamento Municipio Oficina Provincial	CUNDINAMARCA SESQUILE 2. ALMEIDAS - GUATAVITA				Corriente Cuenca	EMB. TOMINE EMB. TOMINE		Categoría Fecha Instalación Fecha Suspensión	PG 1/01/1994	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	
1984	16,3	45	76,4	52,4	103,1	76,4	37,7	64,1	100,4	35,3	101,4	4,9	
1985	17,2	46,3	50	57,1	72,9	52,4	45,1	35,5	82	136,3	91,3	39,9	
1986	23,5	109,5	70,4	43,7	76,6	87,5	82	33,9	36,4	164,4	69,9	9,3	
1987	31,6	30,1	23,9	64,2	76,6	31,3	49,4	35,6	30,5	125,9	44,6	32,1	
1988	6,6	35,4	24	37	70,6	57,7	52,4	81,9	74,4	73,8	87,3	51,4	
1989	10,6	43	191,7	56,9	86,1	83	89,4	26,8	36,1	15,1	35,1	19,9	
1990	40,9	46,9	30,6	79,1	72,2	48,3	31,1	40,6	15,3	133,2	37,8	91,4	
1991	39,5	13,6	101,9	36,4	35	29	110,6	65,4	22,6	83,7	118,3	20,4	
1992	11,1	42,8	38,3	42	22,9	21,7	64,4	39,2	54,6	13	109,9	53,7	
1993	60,1	58,7	46,1	98,2	170,1	59,3	66,1	31,9	31,7	9,4	80,9	2,6	
1994	28	26,6	46,2	62,4	93,9	40,4	48,9	60,9	30,2	66,2	73,9	6,5	
1995	13,7	26	55,6	59,6	43,4	56,6	44,6	77,2	18,3	59,8	37	74,4	
1996	33,2	53,9	77	34,5	66,6	39,1	129,6	17,8	41	36,4	40,7	14,2	
1997	55	14,8	0,4	12,4	25	22,6	75,7	42,7	18,7	26,3	10,8	3,8	
1998	1,8	3,8	55,6	20,9	19,3	3,7	2,9	16	44,5	26,7	9,5	2	
1999	36,6	59,1	87,2	76,5	45,3	91,2	26,5	80,7	65	146,4	124,1	49,2	
2000	95,3	64,9		9,7	27,7	54	64,6	68,3	95,9	66,5	35	21	
2001		9,5	15,7	12,5	67,9	35,6	76,1	34,6	35,3				
2002							26,7	45,9	15,7	35,2	24,9	0	
2003	0	12,1	0	0,5	16,8								
2006								23,2	29,2	96,3	57	34,1	
2007	0	10,1	45,7	74,9	62,4	66,1	15,6		23,3	104,9	32	15,9	
2008	32,7	23	32,6	49,1	95,6	83	72,6	60,3	23,4	85,9	167,8	34,1	
2009	64,6	19,1	62,6	31,6	61,2	37,6	58,1	51,6	30,6	50,7	47,7	2,5	
2010	0	10,7	17,2	133,9	62,9	24,1	87	63,5	79,6	106,8	106,9	58,3	
2011	14,6	31,6	115,3	226,1	97,2	62,3	45,2	31,6	39,2	143,8	207,6	39,4	
2012	31,6	13,6	74,2	223,4	53	72,2	99,3	71,7	30,4	115,5	0	11,1	
2013		48,2	45,7	100	121,3	16,4	54,9	57,6	26,3	66,5	130	53,3	
2014	19	16,4	105,2	43	66,1	74,1	76,2	47,7	44,9	62,4	106,7	33	
2015	3,5	41	29,7	23,8	14,3	101,4	80,7	63,2	12,7	1,8	74,8	8	
2016	12,6	15,4	35,3	96,3	55,6	51,5	72,8	51,2	99,3	54,6	95,5	35,3	
2017	86,4	46,6	142,3	57,7	119,8	80,7	59,1	41,7	36	25,9	56,6	6,3	
2018	19,3	19,3	61,6	136,6	63,2	63,6	93,4	50,3	31,5	67,4	46,2	0	

En marzo del año 2023, para la fase II del proyecto, se realizó una salida de campo con el fin de hacer un reconocimiento de la zona, realizar la identificación de las problemáticas presentes de cada familia y tener una visualización a profundidad de los diferentes medios de abastecimiento hídrico de las familias. Se recopilaron los registros fotográficos, se realizaron encuestas donde se observan los datos sobre las familias y la ubicación de las viviendas y se llevó a cabo una geolocalización por medio de GPS de las viviendas para tener una más exacta de ellas. Finalmente, se estudió la utilidad que le da cada familia al recurso hídrico y el número de reservorios con el que cuenta cada casa familiar.

En este caso tenemos el registro de dos familias: Muñoz y Torres, que se exponen a continuación en la ilustración 8 y 9 respectivamente:

Municipio	Sesquié	Coordenadas	X	Y
Vereda	Espigas	Casa		
N° habitantes x vivienda	2	Reservorio		
Nombre Familia	Bianca Olvera Muñoz, 18 de celular: 312555469			
Observaciones reservorio: (color de agua, filtración, recubrimiento)				

Ancho casa (m)		largo casa (m)	
Área techo			
dimensiones de reservorio		ancho	largo
Uso del agua		Doméstico	Agrícola
caracterización		Cantidad de m2 de cultivo	Cantidad de animales
Puede compartir el sistema		SI	NO

Diseño:

NO hay bomba

Ilustración 8. Recopilación de datos en visita de campo familia Muñoz (elaboración propia)

Municipio	Sesquié	Coordenadas	X	Y
Vereda	Espigas	Casa	73°41'29"	5°1'54.4"
N° habitantes x vivienda	4-5	Reservorio		
Nombre Familia	Hilario Torres García de celular: 3158299305			
Observaciones reservorio: (color de agua, filtración, recubrimiento)				

Ancho casa (m)		largo casa (m)	
Área techo			
dimensiones de reservorio		ancho	largo
Uso del agua		Doméstico	Agrícola
caracterización		Cantidad de m2 de cultivo	Cantidad de animales
Puede compartir el sistema		SI	NO

Diseño:

Ilustración 9. Recopilación de datos en visita de campo familia Torres (elaboración propia)

8.2 CAPITULO II – Normativa

La normativa relevante en la zona de estudio es principalmente la siguiente:

- Resolución 1526 DE 2012 Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones (Minambiente, 2012).
- Resolución 0330 de 2017 “Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS”: dicha resolución tiene como objeto principal presentar los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento. Dicha resolución se aplica a los prestadores de servicio público de acueducto, alcantarillado y aseo, entidades formuladoras de proyectos de inversión en el sector, entes de vigilancia y control y entidades territoriales. Así mismo, a diseñadores, constructores, interventores, operadores, entidades contratantes que elaboren o adelanten diseños, ejecución de obras, operen y mantengan obras, instalaciones o sistemas del sector de agua y saneamiento básico. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)
- Resolución 0844 de 2018 “Requisitos Técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales”: dicha resolución tiene como principal objetivo establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir en todas las etapas de un proyecto, ya sea desde el perfil inicial hasta la operación y mantenimiento continuo de la infraestructura que esté destinada al suministro de agua potable y/o saneamiento básico en zonas rurales. Estos requerimientos se encuentran en línea con los esquemas diferenciales establecidos en el Decreto número 1077 de 2015, así como también a la 0330 de 2017 y 501 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio o de

cualquier norma que las modifique adicione o sustituya (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018, pág. 2)

8.3 CAPITULO III– Contextualización Fase I

En el desarrollo de la fase I del proyecto se llevó a cabo la revisión de sistemas de abastecimiento hídrico no convencionales y se realizó el análisis de dos sistemas: atrapa nieblas y casas aguateras. Con el fin de definir uno de estos dos sistemas se observaron criterios como que el sistema tuviera un fácil mantenimiento y fácil instalación, pues luego de su puesta en marcha es la comunidad la que realiza los respectivos mantenimientos. Posterior a esto, se hizo la identificación y priorización de la zona para la aplicación del proyecto por medio de indagaciones en la comunidad que se encontrara interesada en el proyecto, finalmente la comunidad priorizada fue la vereda de Espigas, del municipio de Sesquilé, Cundinamarca, que fue la comunidad que presentaba un mayor déficit de escasez de agua durante cuatro meses al año.

Identificada la vereda a intervenir, se realizó un análisis climático donde se revisó las precipitaciones promedio anuales de las estaciones climáticas que se encuentran en la zona, posteriormente se identificaron las características económicas sociales y ambientales. Teniendo presente todos estos estudios y análisis se procede a seleccionar el sistema de abastecimiento hídrico no convencional que cumpla con todos estos caracteres mencionados.

8.4 CAPITULO IV – Caracterización de la zona

8.4.1 Familia Blanca Muñoz



Ilustración 10. ubicación satelital finca de familia Muñoz (elaboración propia)

Se puede evidenciar en el recuadro color magenta (C1) la ubicación de la casa de la señora Blanca Muñoz, donde el número de habitantes es de dos personas, cuentan con cuatro cabezas de ganado, este número puede variar hasta un máximo de siete. La problemática general que se puede evidenciar es la siguiente: el punto color azul el cual se representa con la nomenclatura (R1) referencia la ubicación de un reservorio de aproximadamente de 36 m^3 donde se almacena agua de escorrentía superficial y nivel freático, en la parte inferior se evidencia un punto con color azul representado con la nomenclatura (R2) que referencia la ubicación de un reservorio a pocos metros de la vivienda de aproximadamente 7.5 m^3 donde se encuentra agua almacenada por la escorrentía superficial. Finalmente, el punto de color azul con la nomenclatura (R3) referencia la ubicación de un reservorio de aproximadamente 1.5 m^3 .

Para una adecuada comprensión del problema, fue necesario identificar el nivel de importancia de cada uno de estos reservorios o el uso que se le da a cada una de sus aguas. Así, el reservorio que mayor importancia presenta es el 3, debido a que este es donde recolectan el agua que la familia utiliza para el consumo humano. Es decir, para la preparación de sus alimentos y su consumo. adicionalmente el reservorio R1 y R2 son utilizados para las labores de aseo junto con el suministro de agua para sus animales. El agua del reservorio R1 es transportada a un tanque por medio de motobomba.

Es importante recalcar que el reservorio R1 se encuentra en el predio del señor Isidro el cual les dio un permiso para poder implementarlo en ese punto y así tener una recolección mayor de la fuente hídrica.

Por otra parte, al calcular el consumo que tienen durante los meses secos, se evidenció que es de aproximadamente 45 m³, mientras que el volumen con el que cuenta la familia Blanca Muñoz durante los meses de precipitaciones abundantes es de aproximadamente 37.5 m³; sin embargo, durante los meses secos (diciembre, enero y febrero), donde los niveles de precipitación son mínimos, y los niveles de escorrentía superficial son relativamente nulos, la disponibilidad se reduce. Por esta razón, se quedan sin agua durante un tiempo y se ven en la obligación de pagar a personas que mediante un transporte por carrotanque les suministre agua. Este gasto es excesivo para la familia y para los habitantes de la zona de cara a su nivel de ingreso socioeconómico.

8.4.2 Familia Hicidro Torres

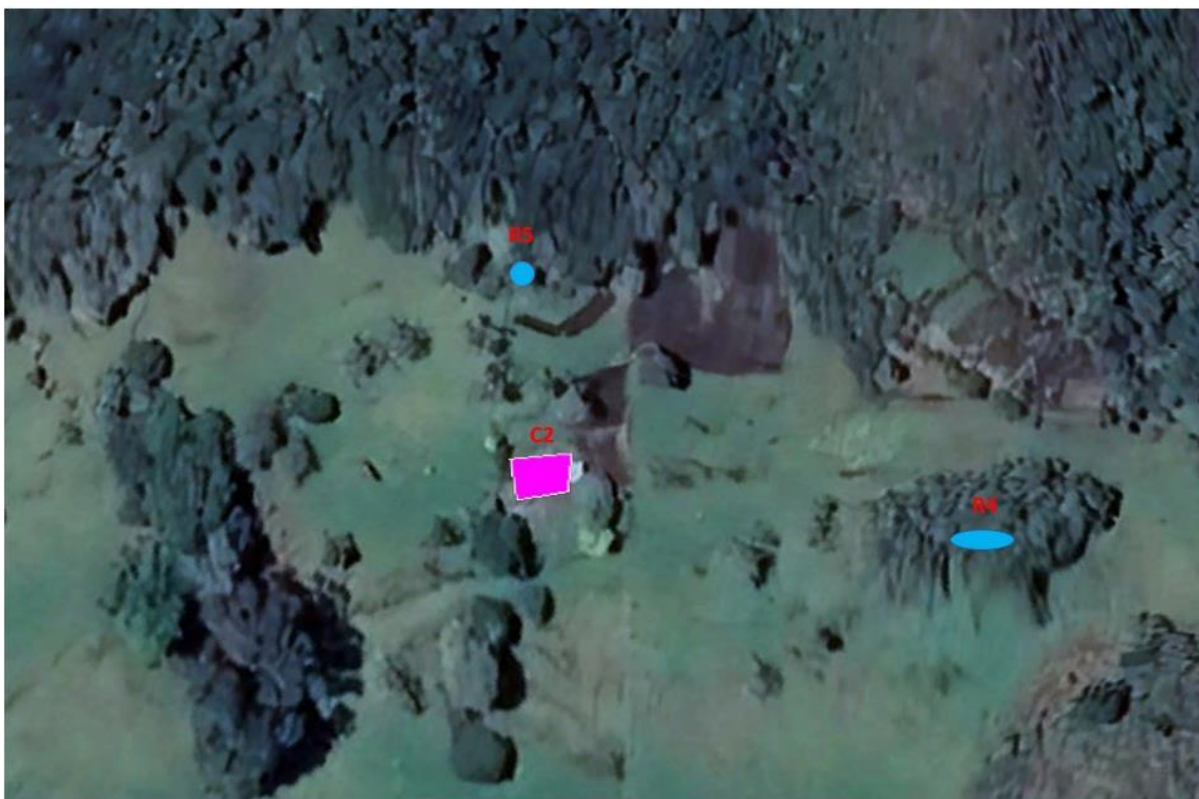


Ilustración 11. Ubicación satelital finca de familia Torres (elaboración propia)

En la ilustración 11 se puede observar en el recuadro de color magenta la ubicación de la finca del señor Hicidro Torres. En la geometría circular y ovalada de color azul hacen referencia a los dos reservorios con los cuales cuenta esta familia. Esta finca es habitada por 1 persona y de 4 a 7 animales (ganado). El primer reservorio R4 tiene una capacidad de aproximadamente 12 m³, estos compartidos en dos reservorios con medidas de 2m de largo por 2m de ancho por 1.5m de profundidad cada uno. El reservorio R5 cuenta con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 3 m³, las medidas de este son 2m de largo por 1m de ancho por 1.5 de profundidad, este reservorio es de vital importancia porque de allí es donde se suministra el recurso hídrico para el consumo humano. Sin embargo, en épocas de poca lluvia, este reservorio presenta escasez.

8.5 CAPITULO V – Problemática evidenciada

8.5.1 Reservorio 1

En la ilustración 12 se puede observar el estado encontrado en el reservorio denominado número 1, a continuación



Ilustración 12. Reservorio 1 (elaboración propia)

- **Contaminación orgánica del H₂O**

Se presenta contaminación orgánica en el agua debido a que se encuentra rodeada por árboles, plantas que producen hojas y ramas que al caer a los reservorios se convierten en contaminantes para las fuentes hídricas. Cuando caen estos residuos de las plantas y no se hace un mantenimiento o limpieza oportuna, estos se descomponen y quedan residuos que dañan el agua.

- **Calidad del agua para el consumo**

Al analizar los temas mencionados anteriormente, es posible concluir que este tipo de aguas no son aptas para el consumo humano, puesto que presentan una gran cantidad de residuos orgánicos que se pueden notar a simple vista y no tener las condiciones óptimas suficientes para el consumo humano.

- **Escasez de agua en meses secos**

Se presenta escasez de agua debido a que en los meses secos diciembre, enero y febrero los reservorios no pueden recoger el fluido por escorrentía. No obstante, es importante mencionar que la cantidad de recurso hídrico que puede almacenar este reservorio durante los meses de lluvia es buena, puesto que, debido a sus dimensiones de construcción, tiene una gran capacidad de almacenamiento: son cuatro metros (4m) de largo por tres metros (3m) de ancho y tres metros (3m) de profundidad, lo que significa que el volumen que puede recolectar es de aproximadamente de treinta y seis metros cúbicos de agua (36 m³).

8.5.2 Reservorio 2

En la ilustración 13 se puede observar el estado encontrado en el reservorio denominado número 2, a continuación



Ilustración 13. Reservorio 2 (elaboración propia)

- **Contaminación orgánica del H₂O**

De igual manera, se pudo evidenciar que este reservorio presenta una contaminación orgánica por la caída de ramas y hojas de los árboles cerca de él, también vemos residuos de grasa y una posible contaminación por el estiércol que se acumula en la ladera y es transportado por la escorrentía superficial.

- **Calidad del agua para el consumo**

Este reservorio presenta una pésima calidad para los usos que se le da como el consumo humano, doméstico o consumo animal, en este caso de tipo ganadero, esto representa un peligro para los animales que la consumen.

- **Filtración del agua**

Se evidencia que la filtración de este reservorio es constante, en épocas de lluvia, el reservorio cuenta con agua, pero en meses secos, que es donde las precipitaciones o niveles de lluvia son bajos, el reservorio queda sin el recurso hídrico a causa de la filtración que se presenta en él.

8.5.3 Reservorio 3

En la ilustración 14 se puede observar el estado encontrado en el reservorio denominado número 3, a continuación



Ilustración 14. Reservorio 3 (elaboración propia)

- **Contaminación orgánica del H2O**

Este reservorio presenta contaminación por caída de materia orgánica, como vemos en las imágenes la zona se encuentra totalmente rodeada de árboles y plantas, que al generar desprendimiento de las hojas y al caer en el reservorio producen su contaminación orgánica.

- **Calidad del agua para el consumo**

Este reservorio es utilizado con fines de consumo humano, su calidad no se determina con certeza ya que no se aplicaron los estudios de calidad de agua.

- **Filtración del agua**

Se encuentra que la filtración de este reservorio es constante, en épocas de lluvia, el reservorio cuenta con agua, pero en meses secos diciembre, enero y febrero donde las precipitaciones o niveles de lluvia son bajos, a causa de la filtración que se presenta en el reservorio, este queda sin el recurso hídrico.

8.6 CAPITULO VI – Soluciones

8.6.1 Reservorio 1

Teniendo presente las problemáticas presentadas, es necesario explicar las soluciones implementadas. En cuanto al primer reservorio, se implementó la metodología del control de hojarasca, zanja de infiltración, implementación de una motobomba con previo análisis de sus características, y metodología de cubrimiento de redes de abastecimiento. Es importante mencionar que este reservorio tendrá como finalidad ser un sistema compartido, el cual suministrará agua a las dos familias, pues los estudio sobre el consumo de la familia Torres arrojaron que el volumen que almacena no es suficiente, es por ello que se creó este sistema. Este acuerdo facilitará el acceso al agua de las familias y promoverá la solidaridad entre estas. Finalmente, se hizo un redimensionamiento del reservorio para que cumpliera con el volumen demandado, estos cálculos se pueden evidenciar en la

sección 8.6.6 Calculo de caudal de diseño de la zanja de infiltración familia Blanca Muñoz.

8.6.2 Reservorio 2

En cuanto al segundo reservorio, se implementaron varias soluciones la primera medida se realizó un recubrimiento en sus paredes y fondo del reservorio con una membrana plástica, que ayuda a reducir la filtración de agua, ya que este reservorio va a ser el que cumpla la finalidad de almacenar el agua durante los meses de sequía. Adicionalmente se realizó su respectivo dimensionamiento con el fin de tener un mayor volumen de almacenamiento. Como tercera medida, se implementó la metodología del control de hojarasca, de la zanja de infiltración y cubrimiento de redes de abastecimiento, estos cálculos se pueden evidenciar en la sección 8.6.6 Calculo de caudal de diseño de la zanja de infiltración familia Blanca Muñoz.



Ilustración 15. prototipo de impermeabilización de reservorio 2 (pág. web)

8.6.3 Reservorio 3

Para este reservorio, respecto a la contaminación orgánica, se implementó la metodología de control de hojarasca, zanja de infiltración y cubrimiento de redes de abastecimiento. Adicional a estas soluciones, se implementó la filtración vertical para el tratamiento de agua de sistemas de abastecimiento por agua lluvias, esto se puede evidenciar en los anexos numerales 3, 4, 5, 7.

8.6.4 Reservoirio 4

En el reservorio 4, respecto a la contaminación orgánica, se implementó dos (2) zanjas de infiltración, dos (2) de control de hojarasca y un sistema de abastecimiento hídrico.

8.6.5 Reservoirio 5

Para este reservorio, respecto a la contaminación orgánica, se implementó la metodología de sistema de control de hojarasca y de optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hídrico. Adicional a estas soluciones, para los reservorios y sistemas de conducción del recurso hídrico, también se aplicó la metodología de filtración vertical para el tratamiento del agua de sistemas de abastecimiento por agua lluvias, ya que este método de recolección de agua nos ayudara a tener un volumen adicional para el almacenamiento de agua. Para ello, también se hace un cálculo del área del tejado con el fin de saber el aproximado de agua que se puede recolectar por medio de precipitación de agua.

8.6.6 Calculo de caudal de diseño de la zanja de infiltración familia Blanca Muñoz

Para la implementación de la zanja para los reservorios de la familia Muñoz es necesario realizar los siguientes cálculos de la tabla 3, a continuación

Tabla 3. Datos iniciales. Fuente. Silva, Uribe, 2023.

características de suelo			
área de la cuenca, km 2	0,011984		
altura máxima, m	2943		
altura mínima, m	2885		
longitud del cauce principal, (m)	154,6	0,1546	km
coberturas vegetales	CN	área, km 2	tipo cobertura
	73	0,01	bosque
	74	0,01	pasto

A partir de los datos de la tabla 3 se calcularon los siguientes resultados:

Tabla 4. Datos calculados. Fuente. Ivanova, 2023.

CN ponderado	73,5		
tiempo de concentración, Tc (hr)	0,02	1,4	minutos
pendiente, %	37,52	0,4	m/m
desnivel (m)	58		
	fuelle: IDF		
Tr, años	I, (mm/h)	P, (mm)	Pe, (mm)
25	85	2,004	3,53
		S, (mm)	Ia, (mm)
		91,6	18,3

Las ecuaciones utilizadas son las presentadas a continuación:

- CN ponderado
(CN bosque*A bosque) + (CN pasto* A pasto) Área de cuenca

- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (minutos)

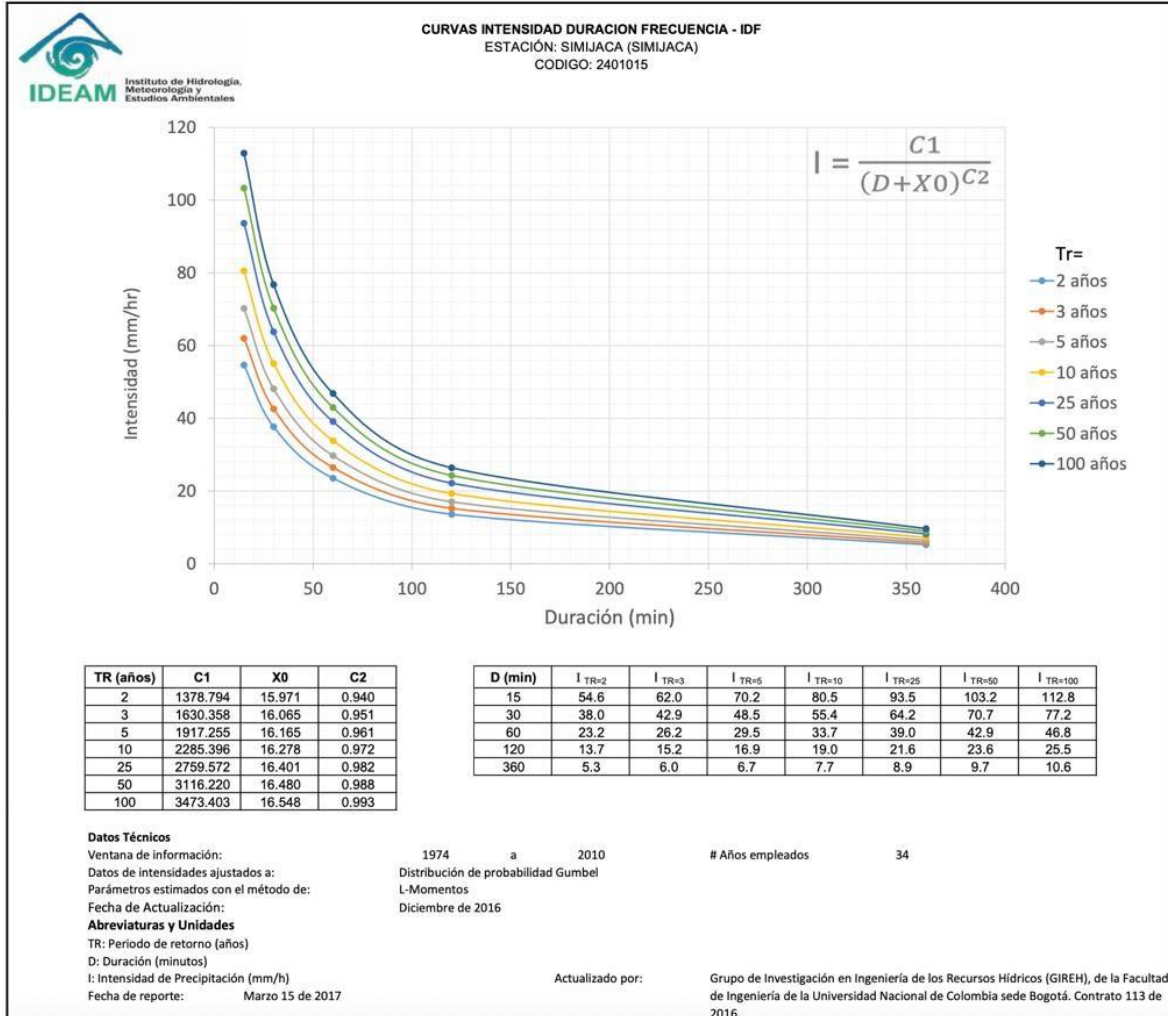
$$T_C = 0,02 * L^{0,77} * S - 0,385$$

- PENDIENTE (%)
 $P = 100 * \frac{\text{Altura máx} - \text{Altura min}}{L}$

- DESNIVEL (m)
 $\text{Desnivel} = \text{Altura máx} - \text{Altura min}$

- INTENSIDAD (mm/h)

Se toma a partir de la curva IDF con un valor de 85 (mm/h).



Gráfica 1. Curvas IDF estación Simijaca. Fuente. IDEAM, 2022.

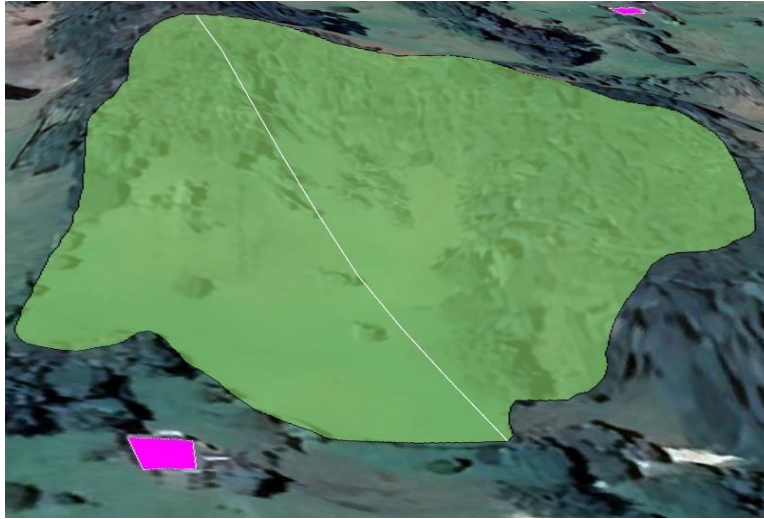


Ilustración 16. Área de la cuenca (Fuente propia)

- P (mm)

$$P = Tc * I$$

- Pe (mm)

$$Pe = (P - Ia) / 2 + S$$

- S (mm)

$$S = 25400CN - 254$$

Obteniendo estos datos, se continuó a realizar el hidrograma unitario triangular y fue necesario realizar los siguientes cálculos:

- Tiempo de retraso (h)

$$tr = 0,0395$$

- Duración de exceso

$$de = 2 * Tc^{0,5}$$

$$de = 0,307$$

- Tiempo pico (h)

$$tp = de + tr$$

$$tp = 0,193$$

- Tiempo base (h)

$$tb=83*tp$$

$$tb=0,515$$

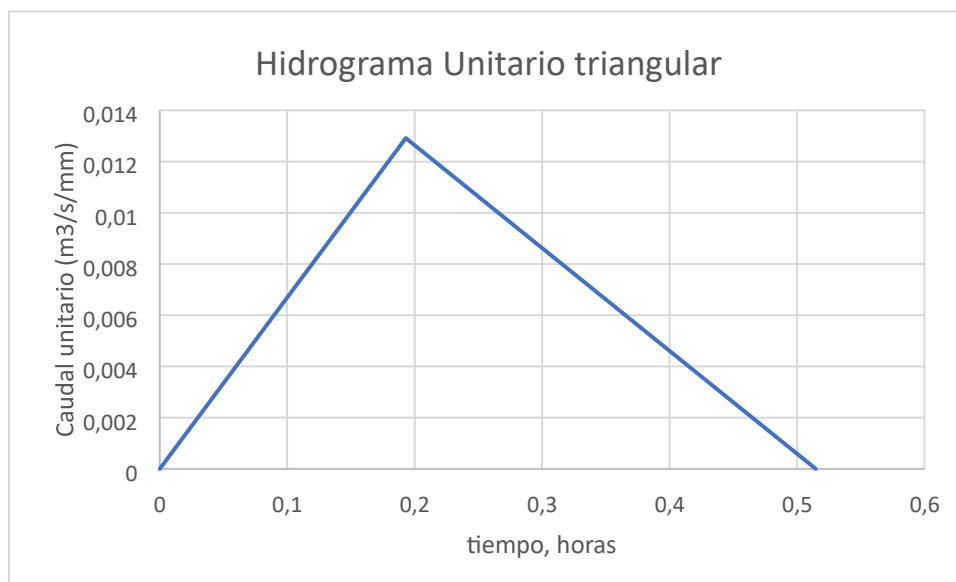
- Caudal unitario de la cuenca (m³/s)

$$qb=0,208*Atp/tp$$

$$qb=0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabla 5. Tiempo y caudal. Fuente. Ivanova, 2023.

t (horas)	Qp (m ³ /s/mm)
0	0
0,2	0,0129
0,5	0
t (horas)	Q pico, m ³ /s
0	0,00
0,2	0,05
0,5	0,00



Grafica 2. Hidrograma unitario triangular. Fuente. Ivanova, 2023

Tras realizar el estudio de demanda y oferta hídrica, se tiene como resultado que por medio de la recolección de agua lluvia en promedio en los meses del año se recolecta los siguientes volúmenes de agua. Para la familia de Blanca Muñoz se

tienen estos análisis donde se puede ver un aproximado de volumen que se recoge por medio del agua lluvia en los tejados durante los meses del año, estos datos se pueden observar en las tabla 6, a continuación

Tabla 6. Estudio de volumen de recolección de agua lluvia familia Muñoz (elaboración propia)

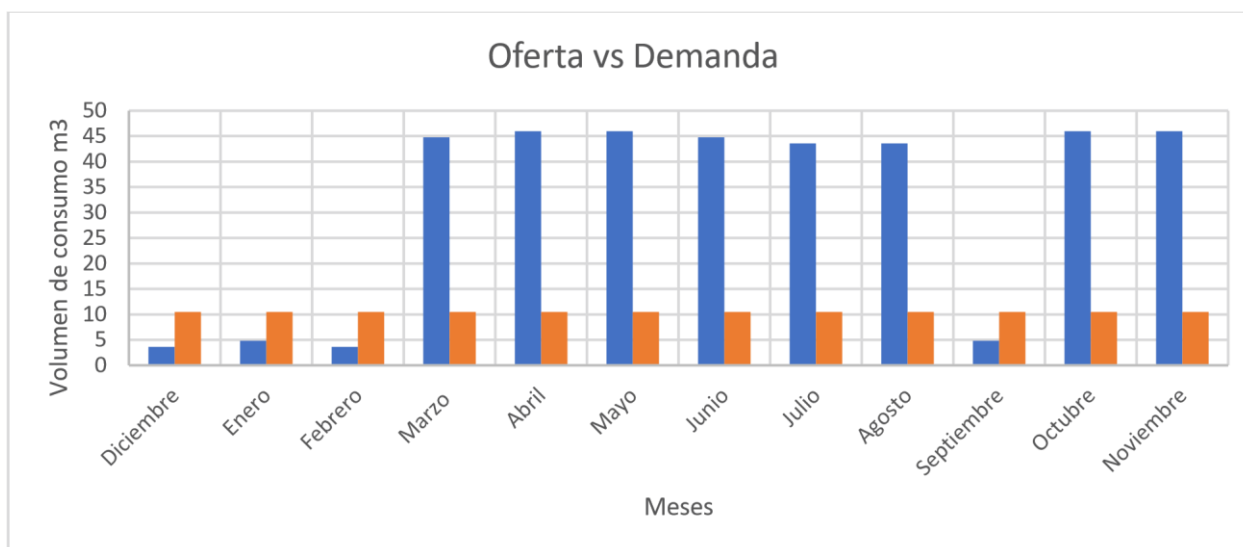
Recolecion mediante aguas lluvia			
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido (m3)
100	0,03	Diciembre	3
100	0,04	Enero	4
100	0,03	Febrero	3
Total			10
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido (m3)
100	0,06	Marzo	6
100	0,07	Abril	7
100	0,07	Mayo	7
100	0,06	Junio	6
100	0,05	Julio	5
100	0,05	Agosto	5
100	0,04	Septiembre	4
100	0,07	Octubre	7
100	0,07	Noviembre	7
Total			54

Tabla 7. Evaluación de capacidad de almacenamiento, recolección de agua lluvia y demanda hídrica familia Muñoz (elaboración propia)

meses	capacidad de almacenamientos	oferta lluvia m3/mes	oferta lluvia + oferta de almacenamientos	demandas m3
-------	------------------------------	----------------------	---	-------------

Diciembre		3,63	3,63	10,5
Enero		4,84	4,84	10,5
Febrero		3,63	3,63	10,5
Marzo	37,5	7,26	44,76	10,5
Abril	37,5	8,47	45,97	10,5
Mayo	37,5	8,47	45,97	10,5
Junio	37,5	7,26	44,76	10,5
Julio	37,5	6,05	43,55	10,5
Agosto	37,5	6,05	43,55	10,5
Septiembre		4,84	4,84	10,5
Octubre	37,5	8,47	45,97	10,5
Noviembre	37,5	8,47	45,97	10,5

En la tabla 7 evidenciamos la capacidad de almacenamiento de los reservorios de cara a la oferta de lluvia por mes. Los meses donde se encuentran las casillas en blanco nos indican que el nivel de agua es mínimo, prácticamente nulo, en los reservorios. También se representa en gráfica 3, a continuación



Grafica 3. Oferta vs demanda familia Muñoz

En la gráfica 3 se puede identificar los datos de oferta hídrica de color azul y la demanda hídrica de color naranja. Esta grafica nos indica que en los meses de diciembre, enero y febrero es donde se presenta escasez de agua, la oferta no satisface la demanda. Por ende, se requiere almacenar agua en los meses de

octubre y noviembre, un volumen aproximado de 45 m³, que son el volumen de agua necesario de esta familia para su uso doméstico y/o agrícola.

8.6.6 Cálculo de caudal de diseño de la zanja de infiltración familia Hicidro Torres

Para la implementación de la zanja para los reservorios de la familia Torres es necesario realizar los siguientes cálculos, presentados en la tabla 9, a continuación

Tabla 8. Datos iniciales. Fuente. Silva, Uribe, 2023

características de suelo			
área de la cuenca, km 2	0,089271		
altura máxima, m	3275		
altura mínima, m	2923		
longitud del cauce principal, (m)	484,6	0,4846	km
coberturas vegetales	CN	área, km 2	tipo cobertura
	73	0,04	bosque
	74	0,04	pasto

A partir de los datos de la tabla 8 se calcularon los siguientes resultados:

Tabla 9. Datos calculados. Fuente. Ivanova, 2023

CN ponderado	73,5		
tiempo de concentración, Tc (hr)	0,04	2,6	minutos
pendiente, %	72,64	0,7	m/m
desnivel (m)	352		
	fuente: IDF		
Tr, años	I, (mm/h)	P, (mm)	Pe, (mm)
25	85	3,745	2,76

S, (mm)	la, (mm)
91,6	18,3

Las ecuaciones utilizadas son las presentadas a continuación:

- CN ponderado

$$(\text{CN bosque} * A \text{ bosque}) + (\text{CN pasto} * A \text{ pasto}) \text{ Área de cuenca}$$

- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (minutos)

$$T_c = 0,02 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

- PENDIENTE (%)

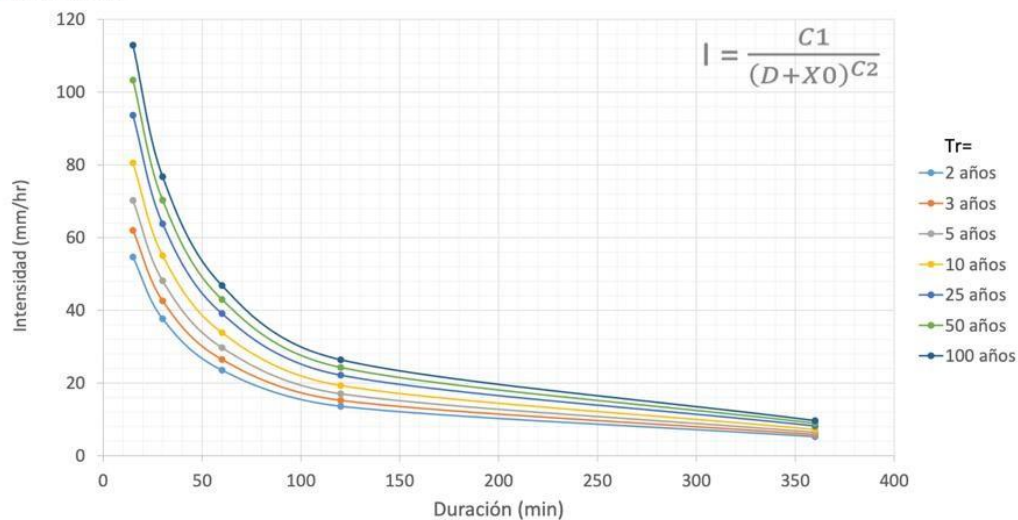
$$P = 100 * \frac{\text{Altura máx} - \text{Altura min}}{L}$$

- DESNIVEL (m)

$$\text{Desnivel} = \text{Altura máx} - \text{Altura min}$$

- INTENSIDAD (mm/h)

Se toma a partir de la curva IDF con un valor de 85 (mm/h).



TR (años)	C1	X0	C2
2	1378.794	15.971	0.940
3	1630.358	16.065	0.951
5	1917.255	16.165	0.961
10	2285.396	16.278	0.972
25	2759.572	16.401	0.982
50	3116.220	16.480	0.988
100	3473.403	16.548	0.993

D (min)	I TR=2	I TR=3	I TR=5	I TR=10	I TR=25	I TR=50	I TR=100
15	54.6	62.0	70.2	80.5	93.5	103.2	112.8
30	38.0	42.9	48.5	55.4	64.2	70.7	77.2
60	23.2	26.2	29.5	33.7	39.0	42.9	46.8
120	13.7	15.2	16.9	19.0	21.6	23.6	25.5
360	5.3	6.0	6.7	7.7	8.9	9.7	10.6

Datos Técnicos

Ventana de información:

Datos de intensidades ajustados a:

Parámetros estimados con el método de:

Fecha de Actualización:

Abreviaturas y Unidades

TR: Período de retorno (años)

D: Duración (minutos)

I: Intensidad de Precipitación (mm/h)

Fecha de reporte: Marzo 15 de 2017

1974

a

2010

Años empleados

34

Distribución de probabilidad Gumbel

L-Momentos

Diciembre de 2016

Actualizado por:

Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIREH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Contrato 113 de 2016.

Gráfica 4. Curvas IDF estación Simijaca. Fuente. IDEAM, 2022.

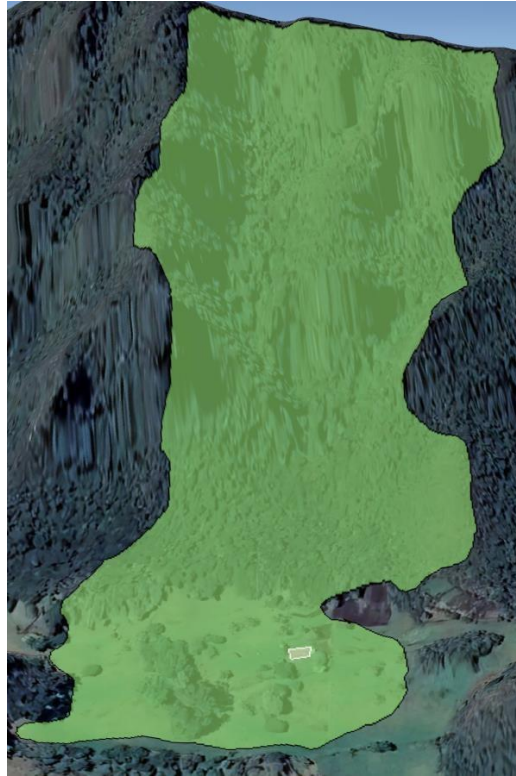


Ilustración 17. Área de la cuenca (Fuente propia)

- P (mm)

$$P = Tc * I$$

- Pe (mm)

$$Pe = (P - Ia)2P - Ia + S$$

- S (mm)

$$S = 25400CN - 254$$

Teniendo estos datos, se continuó a realizar el hidrograma unitario triangular y fue necesario realizar los siguientes cálculos:

- Tiempo de retraso (h)

$$tr = 0,0664$$

- Duración de exceso

$$de=2*Tc^{0,5}$$

$$de=0,420$$

- Tiempo pico (h)

$$tp=de^2+tr$$

$$tp=0,276$$

- Tiempo base (h)

$$tb=83*tp$$

$$tb=0,737$$

- Caudal unitario de la cuenca (m^3/s)

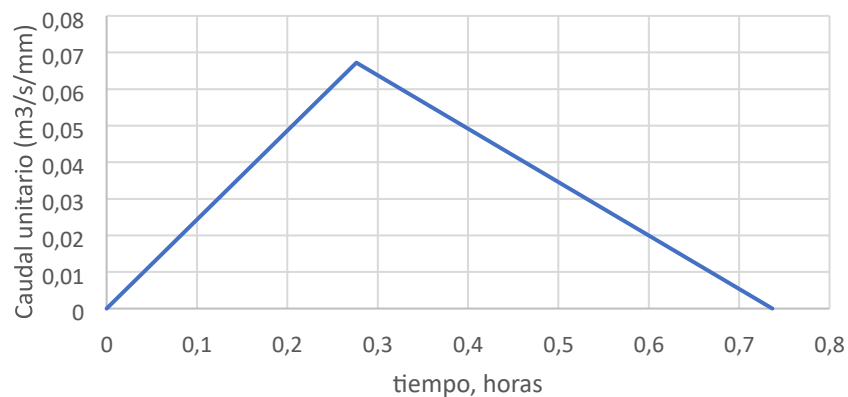
$$qb=0,208*Atp/tp$$

$$qb=0,0672 \text{ m}^3/s$$

Tabla 10. Tiempo y caudal. Fuente. Ivanova, 2023.

t (horas)	Qp (m ³ /s/mm)
0	0
0,3	0,0672
0,7	0
t (horas)	Q pico, m ³ /s
0	0,00
0,3	0,19
0,7	0,00

Hidrograma Unitario triangular



Para la familia de Hicidro Torres se poseen estos análisis donde se puede ver un aproximado de volumen que se recoge por medio del agua lluvia en los tejados durante los meses del año en la tabla 11, 12 y grafica 6 ilustradas, a continuación

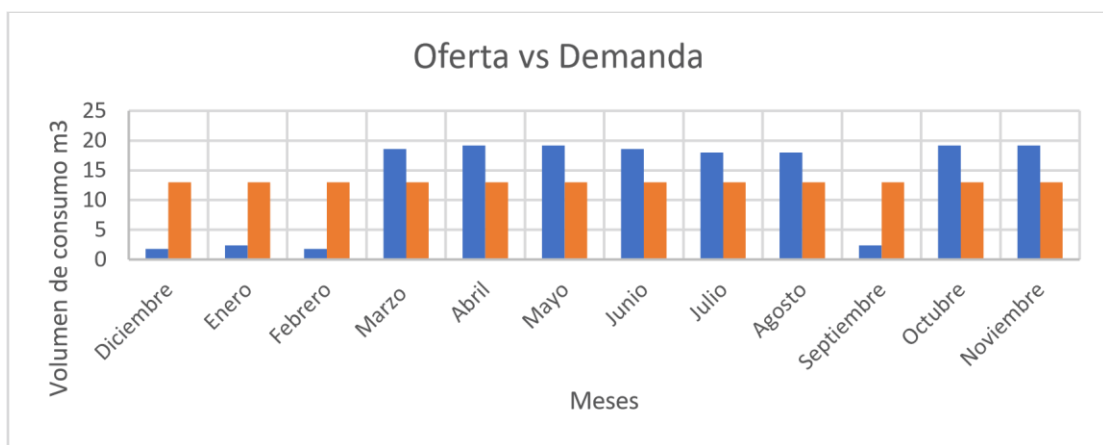
Tabla 11. Estudio de volumen de recolección de agua lluvia familia Torres (elaboración propia)

Recoleccion mediante aguas lluvia			
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido (m3)
60	0,03	Diciembre	1,8
60	0,04	Enero	2,4
60	0,03	Febrero	1,8
Total			6
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido (m3)
60	0,06	Marzo	3,6
60	0,07	Abril	4,2
60	0,07	Mayo	4,2
60	0,06	Junio	3,6
60	0,05	Julio	3
60	0,05	Agosto	3
60	0,04	Septiembre	2,4
60	0,07	Octubre	4,2
60	0,07	Noviembre	4,2
Total			32,4

Tabla 12. Evaluación de capacidad de almacenamiento, recolección de agua lluvia y demanda hídrica familia Torres (elaboración propia)

meses	oferta de almacenamientos m3	oferta lluvia m3/mes	oferta lluvia + oferta de almacenamientos	demanda m3
Diciembre		1,8	1,8	12,96

Enero		2,4	2,4	12,96
Febrero		1,8	1,8	12,96
Marzo	15	3,6	18,6	12,96
Abril	15	4,2	19,2	12,96
Mayo	15	4,2	19,2	12,96
Junio	15	3,6	18,6	12,96
Julio	15	3	18	12,96
Agosto	15	3	18	12,96
Septiembre		2,4	2,4	12,96
Octubre	15	4,2	19,2	12,96
Noviembre	15	4,2	19,2	12,96



Grafica 6. Oferta vs demanda familia Torres

8.7 CAPITULO VII – Diseño del Proyecto

Al obtener las soluciones individuales que se llevaron a cabo para cada familia, se dan a conocer los diseños finales del proyecto donde se puede identificar cada uno de los reservorios con su información detallada como lo es el consecutivo que se da a cada uno de ellos para poder identificarlos, dónde se encuentran ubicados, qué instalación se llevará a cabo y sus respectivos volúmenes para poder llevar a cabo su ejecución, implementación y su funcionamiento.

Es importante recalcar que se realizó la propuesta del diseño para cada una de las dos familias, además de la implementación de un sistema combinado en el cual se pretende suministrar agua de un reservorio para las dos viviendas. Este sistema se

trata de un diseño detallado de las redes de distribución para cada una de las familias, el cual cuenta con curvas de nivel cada metro, con sistema de coordenadas planas MAGNA Sirgas Colombia Bogotá con origen central y las unidades de medida en metros (m) y metros cúbicos (m³) para especificar distancias y volúmenes respectivamente, pulgadas (") para referenciar las dimensiones de la tubería de transporte de agua, estos cálculos se pueden evidenciar en los anexos en los numerales 1 al 8.

8.8 CAPITULO VIII – Análisis de Costos

Para llevar a cabo este proyecto se tomó como punto de partida las familias Muños y Torres donde, a partir de las problemáticas encontradas, se procede a dar solución. Para el análisis de costos, se plantearon diferentes metodologías que se pueden combinar y, a partir de ellas, obtener el precio total del proyecto. Se separaron por ítems cada una de las necesidades para la familia. Adicionalmente, dentro de los costos unitarios no se cuenta con el valor del transporte, es por eso que se toma la decisión de contar con los valores de administración e imprevistos para solventar estos costos. Ahora se procede a hacer un análisis para cada familia donde están separados por cada reservorio con los que cuentan y al final poder contar con un valor global para cada vivienda, se puede observar en las tabla desde la número 13 a la número 20, evidenciadas a continuación.

□ Sistema compartido

Tabla 13. Costo de implementación de soluciones reservorio 1 (elaboración propia)

RESERVORIO 1

N°	Detalle	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltracion				
1,1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10.800	4,8	\$ 51.840
1,2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2.000	8	\$ 16.000
1,3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15.000	1,06	\$ 15.900
1,4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6.250	4,8	\$ 30.000
1,5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16.325	4,8	\$ 78.360
1,6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7.500	4	\$ 30.000
1,7	Cañuelas	UND	\$ 11.000	2	\$ 22.000
1,8	Concreto 28 Mpa	kg	\$ 1.040	50	\$ 52.000
1,9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11.750	4	\$ 47.000
	Sub costo total				\$ 343.100
2	Control de hojarasca				
2,1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10.990	12	\$ 131.880
2,2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3.900	2	\$ 7.800
2,3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24.900	22	\$ 547.800
2,4	Madera aserrada	UND	\$ 39.900	25	\$ 997.500
2,5	Plentina ensamble en T	UND	\$ 29.900	24	\$ 717.600
	Sub costo total				\$ 2.402.580
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda Muños				
3,1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26.000	95,115	\$ 2.472.990
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4.600	186,5	\$ 857.900
	Sub costo total				\$ 3.330.890
4	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda Muños				
4,1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26.000	48,2	\$ 1.253.200
4,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4.600	94,15	\$ 433.090
	Sub costo total				\$ 2.322.719
5	Motobomba DCW40 compartida para las dos familias	UND	\$ 636.429	1	\$ 636.429
	Sub costo total				\$ 636.429
	Costo Total				\$ 9.035.718

Tabla 14. Costo total implementación de soluciones reservorio 1

Valor total	
Reservorio	Costo
Costo reservorio 1	\$ 9.035.718

Sub costo total		\$ 9.035.718
Administracion	5%	\$ 451.786
Imprevistos	5%	\$ 451.786
Utilidad	0%	\$ -
Iva sobre la utilidad	19%	\$ -
Costo total de obra		\$ 9.939.290

- Familia Muños

Tabla 15. Costo de implementación de soluciones reservorio 2 (elaboración propia)

RESERVORIO 2					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltracion				
1,1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10.800	4,8	\$ 51.840
1,2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2.000	4	\$ 8.000
1,3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15.000	1,06	\$ 15.900
1,4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6.250	4,8	\$ 30.000
1,5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16.325	4,8	\$ 78.360
1,6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7.500	4	\$ 30.000
1,7	Cañuelas	UND	\$ 11.000	2	\$ 22.000
1,8	Concreto 28 Mpa	kg	\$ 1.040	50	\$ 52.000
1,9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11.750	4	\$ 47.000
	Sub costo total				\$ 335.100
2	Control de hojarasca				
2,1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10.990	12	\$ 131.880
2,2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3.900	2	\$ 7.800
2,3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24.900	22	\$ 547.800
2,4	Madera aserrada	UND	\$ 39.900	25	\$ 997.500
2,5	Plentina ensamble en T	UND	\$ 29.900	24	\$ 717.600

	Sub costo total				\$ 2.402.580
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3,1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26.000	5,61	\$ 145.860
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4.600	11	\$ 50.600
	Sub costo total				\$ 196.460
4	Recubrimiento de reservorio				
4,1	Geomembrana Hdpe Cal. 20 ancho de 4.8 m	m2	\$ 13.937	31,48	\$ 438.737
	Sub costo total				\$ 438.737
Costo Total					\$ 3.176.417

Tabla 16. Costo de implementación de soluciones reservorio 3 (elaboración propia)

RESERVORIO 3					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltracion				
1,1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10.800	4	\$ 43.200
1,2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2.000	4	\$ 8.000
1,3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15.000	1,06	\$ 15.900
1,4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6.250	4,8	\$ 30.000
1,5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16.325	4,8	\$ 78.360
1,6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7.500	4	\$ 30.000
1,7	Cañuelas	UND	\$ 11.000	2	\$ 22.000
1,8	Concreto 28 Mpa x 50 kg	kg	\$ 1.040	50	\$ 52.000
1,9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11.750	4	\$ 47.000
	Sub costo total				\$ 326.460
2	Control de hojarasca				
2,1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10.990	6	\$ 65.940
2,2	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24.900	22	\$ 547.800

2,3	Madera aserrada	UND	\$ 39.900	25	\$ 997.500
2,4	Plentina ensamble en T	UND	\$ 29.900	24	\$ 717.600
	Sub costo total				\$ 2.328.840
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3,1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26.000	7,14	\$ 185.640
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4.600,00	14	\$ 64.400
	Sub costo total				\$ 250.040
Costo Total					\$ 2.905.340

Tabla 17. Costo total de la obra familia Muñoz (elaboración propia)

Valor total		
Reservorio		Costo
Costo reservorio 2		\$ 3.176.417
Costo reservorio 3		\$ 2.905.340
filtracion vertical		\$ 138.700
Sub costo total		\$ 6.220.457
Administracion	5%	\$ 311.023
Imprevistos	5%	\$ 311.023
Utilidad	0%	\$ -
Iva sobre la utilidad	19%	\$ -
Costo total de obra		\$ 6.842.502

- Familia Torres

Tabla 18. Costo de implementación de soluciones reservorio 4 (elaboración propia)

RESERVORIOS 4					
N°	Detalle	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltracion				
1,1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10.800	4,8	\$ 51.840
1,2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2.000	8	\$ 16.000
1,3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15.000	1,06	\$ 15.900
1,4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6.250	4,8	\$ 30.000
1,5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16.325	4,8	\$ 78.360
1,6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7.500	4	\$ 30.000
1,7	Cañuelas	UND	\$ 11.000	2	\$ 22.000
1,8	Concreto 28 Mpa	kg	\$ 1.040	50	\$ 52.000
1,9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11.750	4	\$ 47.000
	Sub Total				\$ 686.200
2	Control de hojarasca				
2,1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10.990	12	\$ 131.880
2,2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3.900	2	\$ 7.800
2,3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24.900	22	\$ 547.800
2,4	Madera aserrada	UND	\$ 39.900	25	\$ 997.500
2,5	plentina ensamble en T	UND	\$ 29.900	24	\$ 717.600
	Sub Total				\$ 4.805.160
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3,1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26.000	35,4	\$ 920.400
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4.600	70,8	\$ 325.680
3,3	Motobomba DCW40	UND	\$ 636.429	1	\$ 636.429
	Sub Total				\$ 1.882.509
Costo Total					\$ 7.373.869

Tabla 19. Costo de implementación de soluciones reservorio 5 (elaboración propia)

RESERVORIO 5					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Control de hojarasca				
1,1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10.990	12	\$ 131.880
1,2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3.900	2	\$ 7.800
1,3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24.900	22	\$ 547.800

1,4	Madera aserrada	UND	\$ 39.900	25	\$ 997.500
1,5	plentina ensamble en T	UND	\$ 29.900	24	\$ 717.600
	Sub Total				\$ 2.402.580
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3,1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26.000	34,5	\$ 897.000
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4.600	68,5	\$ 315.100
	Sub Total				\$ 1.212.100
Costo Total					\$ 3.614.680

Tabla 20. Costo total de la obra familia Torres (elaboración propia)

Valor total		
Reservorio		Costo
Costo reservorios 4		\$ 7.373.869
Costo reservorio 5		\$ 3.614.680
Filtracion vertical		\$ 68.800
Sub costo total		\$ 11.057.349
Administracion	5%	\$ 552.867
Imprevistos	5%	\$ 552.867
Utilidad	0%	\$ -
Iva sobre la utilidad	19%	\$ -
Costo total de obra		\$ 12.163.084

9. CONCLUSIONES

Como se pudo observar, en el documento se identificaron diferentes problemáticas en la población de la vereda Espigas del municipio de Sesquilé, Cundinamarca y se dieron las soluciones óptimas para cada una de las familias priorizadas (Muños y Torres). A propósito, se crearon y llevaron a cabo diferentes propuestas para cada una de las situaciones que generan escasez de agua en las comunidades, como lo fueron el control de hojarasca, zanjas de infiltración, filtración vertical para tratamiento de aguas, optimización de del sistema de conducción del agua, entre otras.

Estas propuestas intervinieron cada una de las dificultades expresadas en primer lugar, se promueve el cuidado de los reservorios, evitando la llegada de material orgánico a los mismos. En segundo lugar, se propone un trazado óptimo para el transporte del agua hacia las viviendas de acuerdo si puede ser transportada a gravedad o si es necesario el uso de bombas. En tercer lugar, se dispuso de un filtro

que puede dar un tratamiento que permite mejorar la calidad del recurso hídrico. Por último, se dio una optimización al consumo de agua dando valores a las cantidades que se debe consumir por un día en cada vivienda y priorizando la cantidad de habitantes y sus necesidades. También tiene en cuenta con qué animales cuentan y si tienen cultivos para así poder calcular la cantidad de agua que es necesario almacenar para los meses secos.

10. RECOMENDACIONES

El manejo responsable y sostenible de los recursos hídricos es una filosofía que ha ido creciendo constantemente en la humanidad y ha generado diferentes formas de desarrollo. Es por eso que se han creado nuevas tecnologías para la recolección de aguas lluvias, junto con diversos sistemas de tratamiento en busca de generar aguas de calidades óptimas para el consumo humano. El agua es un recurso natural abundante que constantemente se pierde por la falta de conocimiento, dar ideas de como poder recolectarlas y darle un manejo adecuado a las mismas es una forma de trabajar en pro de la conservación del agua.

Es importante hacer algunas recomendaciones que permitan dar un mejor uso y aprovechamiento del agua es necesario tener unas buenas prácticas de aseo y mantenimiento de los reservorios, hacer limpiezas frecuentes mensualmente, dar prioridad al consumo diario, evitar mal gastar el agua, entre otros. De esta manera, se ayuda a que en los meses secos no presenten escasez del recurso hídrico, contaminación orgánica y demás factores que puedan afectar la salud de los habitantes.

Por último, se quiere recalcar que es necesario que entre la comunidad y las diferentes familias priorizadas puedan aportar a mejorar la calidad de vida de las personas. La comunidad debe organizarse entorno al recurso del agua y enseñar las buenas prácticas del manejo del agua a las nuevas para que el cuidado del agua se convierta en un verdadero saber comunitario que perdure durante las generaciones.

11. BIBLIOGRAFÍA

History Latinoamérica, 2023. Genios Ancestrales, Einsteins de la antigüedad. De:

https://www.youtube.com/watch?v=e45HJeKVCoc&ab_channel=HistoryLatinoam%C3%A9rica

Alfaro, Urbina, Alvarado, 2017. Asentamientos humanos en torno a los humedales de la ciudad de Valdivia en tiempos prehispánicos e históricos coloniales. Obtenido de:

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-73562017000300005&script=sci_arttext *acofi.edu.co*. (Agosto de 2013).

Obtenido de

https://www.acofi.edu.co/wpcontent/uploads/2014/03/Generalidades_Disenio.pdf

AGROSYNC. (30 de agosto de 2023). *Croper.com*. Obtenido de <https://croper.com/products/8798-manguera-negra-de-polietileno-parariego-1-pulgada-x-100-mts>

Angulo de refuerzo 6"×6". (15 de 09 de 2023). Obtenido de HOMECENTER:

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/335162/angulo-derefuero-6x6-galvanizado/335162/>

ASENSI. (15 de Julio de 2019). *Filtro de carbón activo: Usos y dónde comprarlo*. Obtenido de Frigicoll: <https://www.frigicoll.es/blog/filtro-de-carbon-activousos-y-donde->

- comprarlo/#:~:text=%C2%A1Un%20filtro%20puede%20llegar%20a,una%20temperatura%20de%20200%20%C2%BAC.
- Bernal Pedraza, A. (Octubre de 2021). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Soluciones Alternativas para el Acceso a Agua y Saneamiento en Colombia:
http://www.fadmon.unal.edu.co/fileadmin/user_upload/investigacion/2021/noticias/soluciones_alternativas_publicacion_26_10_2021.pdf
- BRITA. (2023). *Guía de filtrados de agua*. Obtenido de <https://www.brita.es/blog/bienestar/tipos-filtros-agua>
- Comision Nacional de Áreas Naturales Protegida. (29 de Marzo de 2019). Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/sabescuantaagua-consumes#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Organizaci%C3%B3n,de%20consumo%20como%20de%20higiene>.
- Fajardo Toloza , G. A., & Sandoval Rodriguez , L. P. (Diciembre de 2020). *Repositorio Usta*. Obtenido de Repositorio Usta:
<https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/33244/1/2021laurasandoval.pdf>
- FEDERACION LUTERANA MUNDIAL. (2019). Obtenido de <https://colombia.lutheranworld.org/es/content/casas-aguateras-36>
- Fontaneria Lucero. (2023). *Blog sobre fontaneria*. Obtenido de <https://www.fontanerialucero.es/como-elegir-el-filtro-adecuado-para-elagua-de-lluvia/#!>
- garden, D. (30 de Agosto de 2023). *Ducati*. Obtenido de Ducatu:
<https://ducatigarden.co/motobombas-motor-gasolina-ducati>
- Gonzales, M., Saldarriaga, G., & Jaramillo, O. (2010). Estimacion de la demanda de agua. *Estudio nacional del agua*, 1-60.
- Hirozumi, K. (2015). Obtenido de https://www.jica.go.jp/project/ecuador/001/materials/ku57pq000011cym2att/water_harvest_sp.pdf
- IDEAM. (2000). *Estudio nacional de agua*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019252/ESTUDIONACIONALDELAGUA.pdf>
- IDEAM. (Enero de 2014). *Ideam.gov.co*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/ofertaagua#:~:text=La%20oferta%20h%C3%ADdrica%20superficial%20se,en%20la%20zonificaci%C3%B3n%20hidrogr%C3%A1fica%20de>
- IDESPO. (2012). *Universidad Nacional de Costa Rica*. Obtenido de https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14486/filtro_de_carbon_activado.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Este%20filtro%20consta%20de%20tres,una%20de%20carb%C3%B3n%20activo%20posible.&text=Este%20material%20tiene%20como%20funci%C3%B3n,la%20a
- Martin, L., & Bautista Justo, J. (Abril de 2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de Analisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe:

https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/analisis_preencion_y_resolucion_de_conflictos_por_el_agua_en_america_latina_y_el_caribe_se_riegue_no_circular.pdf

Ministerio de Ambiente. (30 de Agosto de 2021). *Arqui ambiental*. Obtenido de Arqui ambiental: <https://www.arqambiental.org/2021/08/30/captacion-de-agua-delluvia-ventajas-y-desventajas/>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (31 de Enero de 2014). Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5acb7870329e1.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Título J Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural . Bogotá , D.C, Colombia. Obtenido de Ministerio de vivienda.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio . (08 de Junio de 2017). Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C, Bogota D.C, Colombia.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (08 de Junio de 2017). Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C, Bogota D.C, Colombia.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (8 de junio de 2017). *Resolución 0330 de 2017*. Bogotá: Republica de Colombia. Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-20170?&idss=vYN83fnTLhvQLzV>

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (08 de Noviembre de 2018). Resolución 0844 de 2018. Bogotá D.C, Bogotá D.C, Colombia.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (08 de Noviembre de 2018). Resolución 0844 de 2018. Bogotá D.C, Bogotá D.C, Colombia.

NSR 10; Título B. (2010).

PALOMINO, S. (22 de Mayo de 2015). *La comunidad que se muera de sed*. Obtenido de EL PAÍS: https://elpais.com/internacional/2015/05/22/actualidad/1432256383_171660.html

Plato dentado 1"×4". (15 de 09 de 2023). Obtenido de HOMECENTER: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/335169/platodentado-1x4-galvanizado/335169/?kid=goosho_1161562&shop=googleShopping&gclid=Cj0KCQjw9MCnBhCYARIsAB1WQVU79YLYeFVeSrdo40RnPsHdHQ8nu5t9gD3p7EMhEiiiU4b0qx4tc9l0aAuDfEALw_wcB

Pletina en T. (15 de 09 de 2023). Obtenido de HOMECENTER: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/335158/pletina-ent-6x6-galvanizada/335158/>

Rural Perimetral S.R.L. (22 de Septiembre de 2023). *Postes para alambrados*. Obtenido de <https://www.ruralperimetrales.com/postes/#:~:text=Todos%20los%20postes%2C%20ya%20sean,esquineros%2C%20refuerzos%2C%20o%20intermedi> os

Silva, N. (2023).

Silva, N., & Valencia, N. (2023). Bogotá.

Sistemas e Irrigaciones S.A.S. (2021). *Soluciones integrales en riego*. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-573731340-filtro-malla-1-1-2riego-JM?matt_tool=45862477&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14633851677&matt_ad_group_id=145183662877&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=6448382

WATER, U. (24 de Noviembre de 2014). *Departamento de asuntos economicos y sociales de naciones unidas*. Obtenido de ONU: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

WATER, U. (24 de Noviembre de 2014). *Departamento de asuntos economicos y sociales de naciones unidas*. Obtenido de ONU: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

12. ANEXOS



**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**

CARTILLA PARA DISEÑO DE UNA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO NO CONVENCIONAL PARA FAMILIAS DE LAS VEREDAS ESPIGAS DEL MUNICIPIO DE SESQUILÉ EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

**Estudiantes NATHALIE VALENCIA - 1103522 ALEXANDRA GAMBOA –
1103333 ANDRES FELIPE URIBE – 1103241 NICOLAS SILVA TORRES –
1103072 JOHN SEBASTIAN CARREÑO – 1103325 DANIEL FERNANDO
DELGADO - 1103906 ANDREA VALENTINA BARRAGAN - 1103570**

Director YULIA IVANOVA – JULIO CUESTA

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C., OCTUBRE DE 2023**

Contenido

ANEXO 1: RELACIÓN OFERTA - DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA	65
ANEXO 2: CASAS AGUATERAS PARA USO DEL RECURSO HIDRICO PARA GANADO Y QUEHACERES DEL HOGAR. 75 ANEXO 3: ZANJA DE INFILTRACIÓN	101

ANEXO 4: CONTROL DE HOJARASCA EN RESERVORIOS	116
ANEXO 5: FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR AGUA LLUVIAS	144
ANEXO 6: OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA	152
ANEXO 7: SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO	156
ANEXO 8: OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO A LA VIVIENDA	162
REFERENCIAS	166

ANEXO 1: RELACIÓN OFERTA - DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA

1. Descripción general:

Garantizar la disponibilidad de agua en la vereda ESPIGAS del pueblo de SESQUILE durante los meses de sequía para la población, por medio de sistema de recolección del agua en los meses de excedentes de precipitaciones.

2. Modelo de solución:

En zonas rurales, es de conocimiento que no se tiene conexión a un sistema de suministro de agua potable, dado a esto su abastecimiento se da principalmente por hídricas superficiales, como ríos, quebradas o nacimiento.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) define como una técnica que permite a un grupo de personas obtener agua para el consumo humano y agrícola en lugares donde es escasa el agua dulce, la manera de obtener y recolectar esas aguas se realiza mediante los techos de las viviendas, para evitar la manipulación y contaminación de estas (Fajardo Toloza & Sandoval Rodriguez , 2020).

Del mismo modo es importante mencionar que la a resolución 0844 de 2018 establece ciertos parámetros que son de suma importancia para tener en cuenta a la hora de plantear un reservorio y/o tanque para almacenar agua para su posterior uso estos permiten la optimización de volúmenes de almacenamiento, pero de manera poco invasiva; algunas de las condiciones

planteadas son las siguientes (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018, pág. 7):

1. Considerar la disponibilidad de agua, ya que es necesario considerar la oferta ambiental disponible en el sentido de recursos hídricos, su cantidad y calidad de esta. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018)
2. Conocer y determinar la población atender y cuál es la demanda base de este; esta demanda se puede determinar mediante datos suministrados por la población por medio de encuestas, estas deberán realizarse durante la fase de estudio y diseño del sistema.
3. Identificar el esquema preliminar que se desea aplicar para cada familia o situación en específico.
4. Los requisitos mínimos y/o generales que se deben seguir para identificar la capacidad de compartir son:
 - Componentes de infraestructura, equipos especialmente motobombas y accesorios que permitan garantizar la entrega de manera segura el agua de consumo.
 - Los sistemas deben ser planeados, diseñados y contruidos conforme a los requisitos técnicos contenidos en esta resolución y planteados en la resolución 0330 de 2017 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017), de igual modo se podrán imprimir recomendación del título J del manual de buenas prácticas
 - Todo el material utilizado debe ser de uso hidráulico, sanitario o para lluvias, tales como PCV, polipropileno, polietileno de alta densidad (PEAD)
 - Dado que se incluyan proyectos de uso de sistemas prefabricados, el diseño, fabricación, ensamble de sus componentes y puesta en marcha debe tener un costo mínimo.
 - Proyectos de rehabilitación o de optimización de sistemas se buscará la adecuación de la infraestructura existente hacia la que se desee implementar.

- Si las viviendas se encuentran dispersas y no es posible plantear soluciones colectivas se deberá contar con soluciones individuales de agua y saneamiento básico.
- Para la selección de la tecnología es necesario tener en cuenta las recomendaciones sugeridas por la comunidad, claro está los diseños y puesta en marcha de estos debe cumplir con los requisitos técnicos establecidos en la normativa vigente.

Insumos:

1. Datos de precipitación de las estaciones Meteorológicas de la Corporación Autónoma Regional (CAR) Estación Bombas Sesquilé con ID 2120187 ubicada como se presenta a continuación.

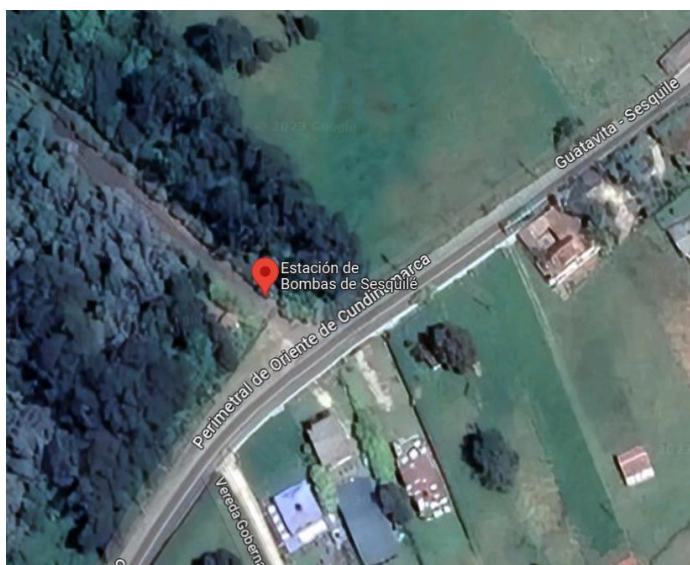


Ilustración 18 ubicación de la bomba de Sesquilé; Fuente: Google Maps

A continuación, encontrará una tabla con los últimos datos obtenidos de la página Web de la Corporación Autónoma Regional (CAR).

Tabla 21 DATOS DE PRECIPITACIÓN MULTIANUAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL (CAR); FUENTE: (Corporación Autónoma Regional (CAR), 2023)

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)

ESTACIÓN : 2120187 BOMBAS SESQUILÉ										
AÑO	ENERO		FEBRE		MARZO		ABRIL		MAYO	JUNIO
PROMEDIO MULTIANUAL	40,57		33,54		59,37		66,35		66,74	54,77
C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA										
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica										
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)										
ESTACIÓN : 2120187 BOMBAS SESQUILÉ										
AÑO	JULIO		AGOST		SEPTI		OCTUB		NOVIE	DICIE
PROMEDIO MULTIANUAL	62,55		48,86		42,47		73,81		73,11	28,60

2. Área disponible del techo para la recolección de agua lluvia, para determinar este dato es necesario tomar medidas de ancho y base de la casa, como se muestra en la siguiente imagen.

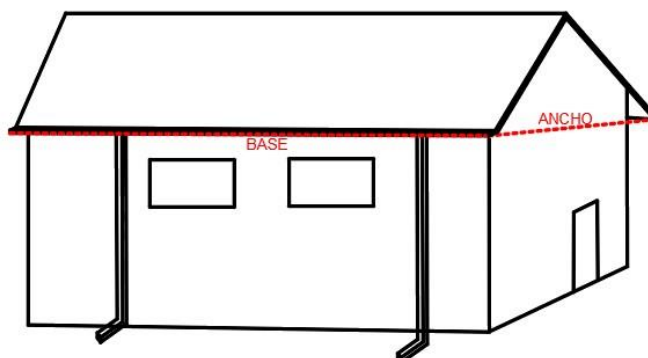


Ilustración 19 área horizontal; fuente: propia

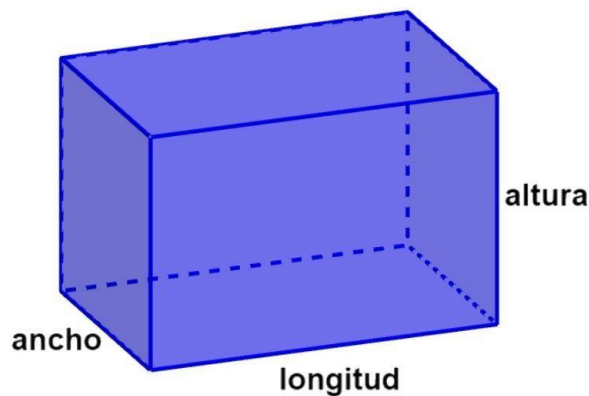
$$A = L * B$$

Ecuación 1 área del techo

$L \rightarrow$ Largo (metros).

$B \rightarrow$ Base (metros).

3. Datos de demanda de cada familia determinados en Ficha que lleva por nombre “OPTIMIZACIÓN DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA”
4. Oferta disponible de cada reservorio existente en las fincas, dicha oferta se determina mediante e área de cada uno considerando su forma de cada uno.
 - Si es un reservorio cuadrado, se medirá largo, ancho y altura.



$$V = H * L * A$$

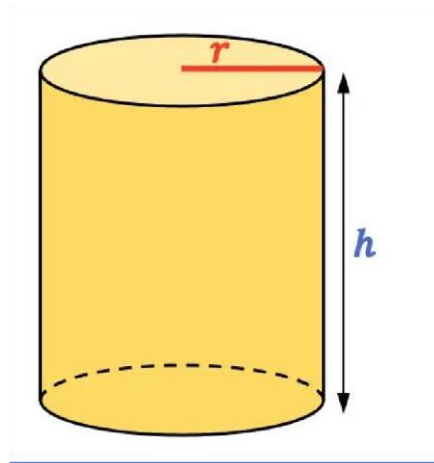
Ecuación 2 volumen de oferta de reservorio rectángulo

$L \rightarrow$ Largo (metros)

$H \rightarrow$ Ancho (metros)

$A \rightarrow$ Altura (metros)

- Si es un reservorio circular, se debe considerar el radio (igual diámetro dividido en dos) y la altura de este como se muestra a continuación.



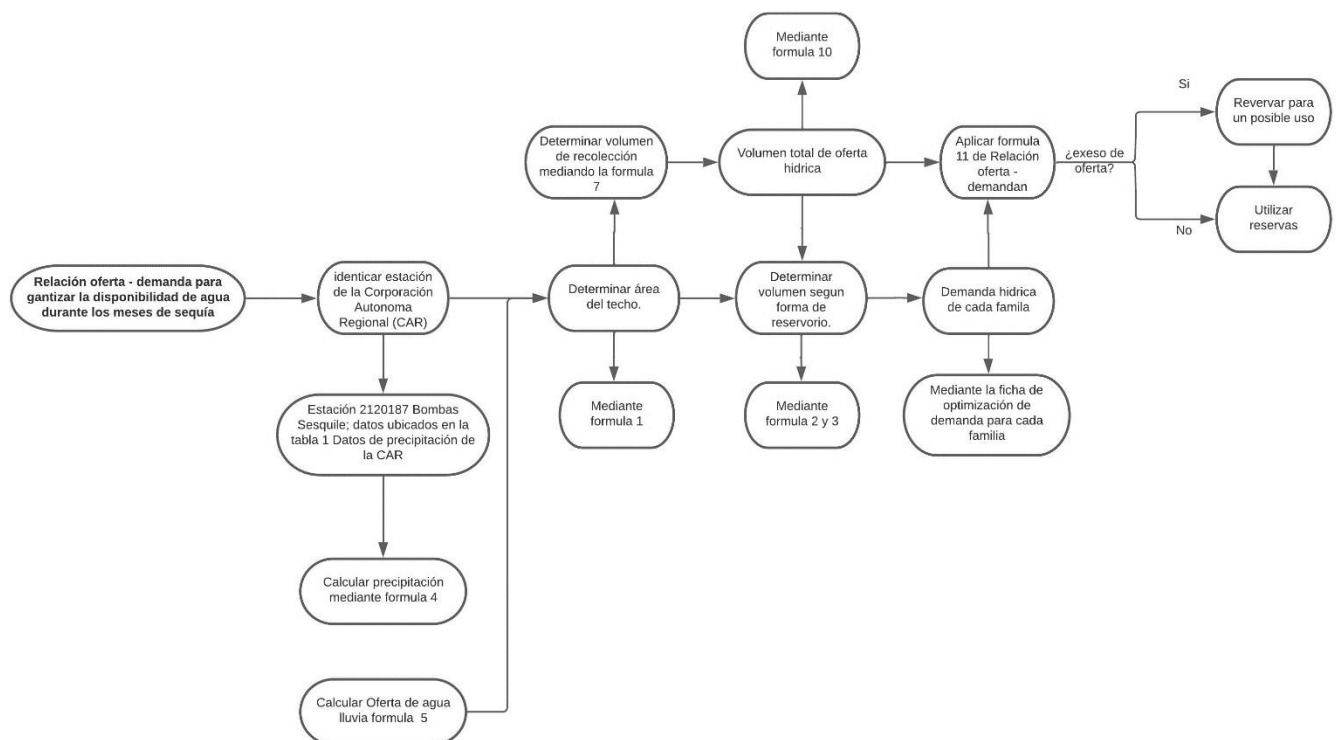
$$V_{circular} = A * \pi * r^2$$

Ecuación 3 volumen de oferta de reservorio circulo

r → Radio (metros)

- Realizar la relación oferta – demanda y verificar si esta oferta cumple con la demanda de cada familia

Diagrama de flujo



4. Aplicabilidad y Formulas

Determinar la oferta de agua lluvia de la zona y si puede suplir la necesidad de escasez de cada familia, es importante considerar que se priorizara la demanda de agua para consumo de cada familia, como establece el Manual de Buenas Prácticas Título J. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

Para determinar la oferta de agua lluvia se debe calcular la precipitación media de cada uno de los meses teniendo en cuenta los datos anteriores, dicho promedio de cálculo de la siguiente manera:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N}$$

Ecuación 4 precipitación media mensual

$P \rightarrow$ Precipitación media Mensual

$P_i \rightarrow$ Precipitación de cada año del cual se tiene dato.

$N \rightarrow$ Numero de datos donde halla valor numerico.

A continuación, se presenta un ejemplo de determinar el promedio con enero.

$$P = 40.56 \frac{mm}{mes}$$

De Igual forma se añade a promedios mensuales de los últimos doce meses del año.

Enero $\rightarrow 40.56 \frac{mm}{mes}$	Mayo $\rightarrow 66.74 \frac{mm}{mes}$	Septiembre $\rightarrow 42.47 \frac{mm}{mes}$
Febrero $\rightarrow 33.54 \frac{mm}{mes}$	Junio $\rightarrow 54.77 \frac{mm}{mes}$	Octubre $\rightarrow 73.81 \frac{mm}{mes}$
Marzo $\rightarrow 59.37 \frac{mm}{mes}$	Julio $\rightarrow 62.55 \frac{mm}{mes}$	Noviembre $\rightarrow 73.11 \frac{mm}{mes}$
Abril $\rightarrow 66.35 \frac{mm}{mes}$	Agosto $\rightarrow 48.86 \frac{mm}{mes}$	Diciembre $\rightarrow 28.60 \frac{mm}{mes}$

mes

mes

Oferta de agua lluvia.

$$V = P_m * \left(\frac{1}{1000} \right)$$

Ecuación 5 oferta de agua lluvia

$V \rightarrow$ Volumen de agua lluvia al mes.

$P \rightarrow$ Promedio Mensual de precipitaciones segun datos de los ultimos años.

Los volúmenes oferta en metros cubico por metro cuadrado se determinan mediante la formula número 5, teniendo en cuenta los valores multianuales, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 22 volúmenes ofertados por cada metro cuadrado; Fuente: (Barragán, 2023)

VOLUMEN OFERTA POR CADA METRO CUADRADO (m³/m²)											
	ENERO		FEBRE		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO
VOLUMEN MENSUAL	0,04		0,03		0,06		0,07		0,07		0,05
VOLUMEN OFERTA POR CADA METRO CUADRADO (m³/m²)											
	JULIO		AGOST		SEPTI		OCTUB		NOVIE		DICIE
VOLUMEN MENSUAL	0,06		0,05		0,04		0,07		0,07		0,03

Área del techo.

$$A = L * B$$

Ecuación 6 Área del techo

$L \rightarrow$ Largo (metros)

$B \rightarrow \text{Base (metros)}$

Volumen ofertado por el techo.

Para determinar el Volumen de agua que se puede obtener de la recolección del techo se debe multiplicar el área por el volumen ofertado por metro cuadrado que se ven en la “*Tabla 2 volúmenes ofertados por cada metro cuadrado*” aplicando la siguiente formula:

$$V = A * V$$

Ecuación 7 volumen del techo

Oferta de los reservorios existentes.

Rectangular

$$V = H * L * A$$

Ecuación 8 volumen de oferta de reservorio rectángulo

$L \rightarrow \text{Largo (metros)}$

$H \rightarrow \text{Ancho (metros)}$

$A \rightarrow \text{Altura (metros)}$

Circular

$$V = A * \pi * r$$

Ecuación 9 volumen de oferta de reservorio circulo

$r \rightarrow$ Radio (metros)

Oferta hídrica mensual

Para determinar la oferta hídrica total que se presenta en la zona se deben sumar el volumen de los reservorios existentes y el volumen de agua proporcionado por el techo.

$$V = V + V$$

Ecuación 10 volumen de oferta hídrica mensual

$V \rightarrow$ metros cubicos

$V \rightarrow$ metros cubicos

Relación oferta y demanda

$$R = \text{Demanda hidrica mensual} - \text{Oferta hidrica mensual.}$$

Ecuación 11 relación oferta – demanda

Demanda hidrica mensual $\rightarrow$ metros cubicos que se obtiene del Anexo 4

Oferta hidrica mensual $\rightarrow$ metros cubicos que se obtienen de la formula 10

Si el valor es positivo, indica que la oferta existente cumple con lo establecido y que además se cuenta con un volumen en exceso que puede reservarse para usarse después.

Si por el contrario es negativo, dicho número nos indica que la oferta de ese mes no supe las necesidades básicas y en este caso se podría utilizar el volumen de reserva en caso de haberlo.

En caso de que se desee almacenar para su posterior uso se debe realizar lo siguiente:

1. Obtener todos los valores de oferta hídrica del almacenamiento existente.
2. Tener claro cuál es la demanda hídrica mensual de cada familia que se obtiene por medio de la ficha “OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA”.
3. Con los datos anteriormente mencionados, verificar el valor mayor de la oferta de almacenamiento que este por encima de la demanda.
4. Con los datos anteriormente mencionados, verificar el valor menor de la oferta de almacenamiento que este por debajo de la demanda.
5. Sumar los valores obtenidos antes para así obtener el volumen que se requiere como mínimo el tanque y/o reservorio para almacenar el exceso de agua.

5. Ventajas y desventajas. Ventajas

- La cantidad de agua a obtener dependerá de la pluviosidad del lugar, la superficie de captación y almacenamiento. Así mismo, se debe considerar que los patrones de agua ni son constante todos los años, por lo que su oferta calculada varía. (Ministerio de Ambiente, 2021)
- La recolección de agua lluvia permite tener una alta calidad fisicoquímica de la misma, lo que nos indica que esta no estará tan contaminada. **Desventajas**
- En algunos casos no es posible determinar el área total del área de recolección lo que impide que se tenga un dimensionamiento claro de dicha área.
- No se cuenta con la tecnología necesaria para realizar un sistema primario de limpieza en las aguas recogidas por los diferentes reservorios y/o tecnología de casa aguatera.

ANEXO 2: CASAS AGUATERAS PARA USO DEL RECURSO HIDRICO PARA GANADO Y QUEHACERES DEL HOGAR.

1. Descripción general

En la vereda Espigas de Sesquilé Cundinamarca, algunos habitantes han tomado como opción para recolectar agua lluvia la construcción de casas aguateras, ajustando los techos con el fin de abastecerse de este líquido, para utilizarlo en la ganadería y/o los quehaceres del hogar.

Las casas aguateras son construcciones que se adaptan a los entornos con escasez de agua, aprovechando los recursos como el agua lluvia, para almacenar y distribuir agua.

2. Modelo de solución

Se van a realizar dos opciones de casas aguateras dependiendo de las necesidades de los casos individualmente; la primera opción se va a construir como estructura independiente de la vivienda, lo pueden usar las personas que no tienen suficiente agua para el ganado o cuando el techo de la vivienda no es apto para estas adecuaciones.

En el segundo caso, la casa aguatera se realiza en la vivienda haciendo adecuaciones para captar el agua lluvia.

Para realizar el diseño de la casa aguatera se debe ir al título J Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural “8.9.6 Recomendaciones para el diseño del sistema” en donde encontrará los siguientes pasos.

1. Se debe conocer el régimen hidrológico de la región donde se va a desarrollar el proyecto, para esto se debe basar en los datos de precipitación mensual del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM o Corporación Autónoma regional (CAR).

En Sesquilé se encuentra la estación 2120187 Bombas Sesquilé, donde se sacó la siguiente información:

Enero (mm/mes)	Febrero (mm/mes)	Marzo (mm/mes)	Abril (mm/mes)	Mayo (mm/mes)	Junio (mm/mes)
40,6	33,5	59,3	66,3	66,7	54,7
Julio (mm/mes)	Agosto (mm/mes)	Septiembre (mm/mes)	Octubre (mm/mes)	Noviembre (mm/mes)	Diciembre (mm/mes)
62,5	48,9	42,5	73,8	73,1	28,6

Tabla Tabla 2423 Precipitación mensual; Fuente: Elaboración propia Precipitación Mensual; Fuente: (Valencia, 2023)

mm/mes = milímetro sobre mes

2. Determinar la demanda. En las regiones de baja oferta hídrica, la demanda de agua estimada para el diseño de sistema de captación de agua lluvia para la vivienda rural debe estimarse en 50 litros/día humanos y 40 litros/día ganado, optimizando la demanda de agua, según El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
3. La superficie de la captación se debe calcular con el área de proyección horizontal de las superficies, la cual está dada por:

$$A = B \times H$$

Ecuación 12 Área proyección horizontal

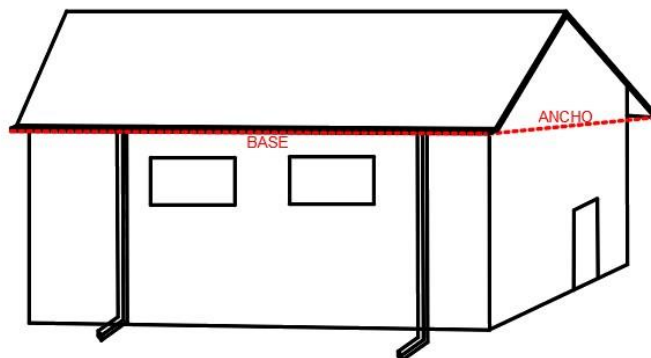
A = Área

B = Base

H = Ancho



Ilustración 20 área rectangular; Fuente: Elaboración propia



4. Se debe tener en cuenta el tipo de material del que están o van a estar construidas estas superficies para tener en cuenta el coeficiente de escorrentía para techos de:
 - Teja de lámina plástica = 0.9
 - Teja de asbesto cemento = 0.9
 - Teja de arcilla cocida = 0.8 a 0.9
 - Pisos cementados = 0.9
 - Piso pavimentado con ladrillo = 0.8
5. El cálculo del volumen de la oferta de agua que se puede captar en los meses de invierno está dado por:

$$V = \frac{(P_i)(C_e)(A)}{1000}$$

Ecuación 13 Volumen de oferta de agua

Vo = Volumen de la oferta de agua en m³/mes

Pi = Precipitación mensual en mm/mes

A = Proyección horizontal en el techo

Ce = Coeficiente de escorrentía

Ejemplo: Calcular el volumen de oferta de agua lluvia, que puede captar una vivienda con techo de lámina plástica, con una base de 9m por un ancho de 8.5m en el mes de octubre, para un hogar con 3 vacas.

$$A = 9 * 8.5 = 76.5 \text{ m}$$

$$P_i = 73.8 \text{ mm/mes}$$

$$C_e = 0.9$$

$$V = \frac{73.8 * 0.9 * 76.5}{1000} = 5.08 \text{ m /mes}$$

Teniendo en cuenta lo anterior se prosigue a usar el programa C + T compuesto, en el cual se debe tener en cuenta el tipo de madera que se va a utilizar en este caso es eucalipto que posee un contenido de humedad del 16%.

Con lo propuesto anteriormente se procede a seleccionar las dimensiones de las vigas que se van a utilizar.

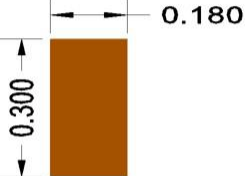
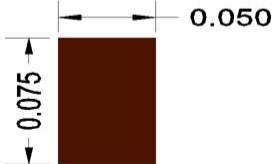
Seccion Transversal	
	Vigas
	Columna

Tabla 25 Dimensiones de Vigas y Columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)



Ilustración 23 c+t compuesto; Fuente : (Silva & Valencia, 2023)

Se trabaja con madera maciza y se debe elegir Colombia como país y la NSR – 10.

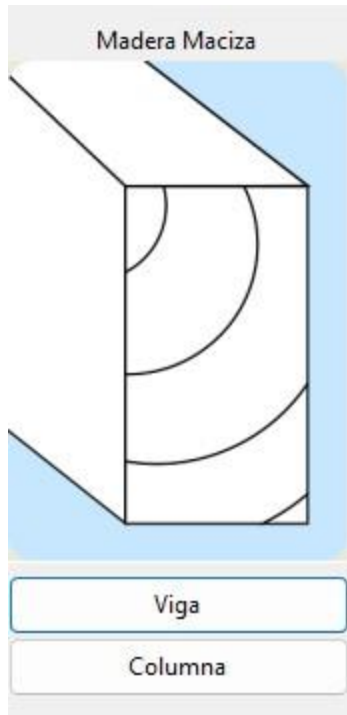


Ilustración 24 viga, Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Se presenta la tipología y los nombres que se van a usar en las vigas.

Tipo de Viga	
	V-T1
	V-T2
	V-T3

Ilustración 25 tipología o nomenclatura de viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Ahora bien, se debe iniciar con la viga, integrando los siguientes valores y dando ingresar.

Viga

Parametros

País: Colombia

Especie: Eucalipto

Grado Estructural: ES

Contenido de Humedad: 16 %

Acabado: Aserrado Bruto

Tamaño de sección: 50mm x 75mm (2x3)

☒ especificar otra sección

b: 180 [mm] h: 300 [mm]

Diagrama

Tensiones Admisibles

Tension	Valor (MPa)
Flexion	17,7
Compresion Paralela	12,9
Traccion Paralela	13,3
Cizalle	1,9
Compresion Normal	2,7
Modulo de Elasticidad	13800

Calcular Tensiones Admisibles

Ingresar

Ilustración 26 sección diseño vigas, Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

El espaciamiento es de 610 mm y se verifica el tamaño de la sección, se calculan las tensiones admisibles y se da ingresar.



Ilustración 27 separación de vigas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Para obtener la cantidad de vigas, se realizará de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad} &= \frac{3m}{0.610m} + 1 \approx 5.91 \\ \text{Cantidad} &= 6 \end{aligned}$$

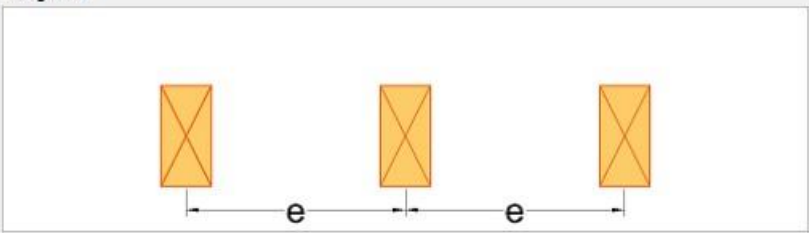
$$\begin{aligned} \text{Cantidad} &= \frac{6m}{0.610m} + 1 \approx 10.83 \end{aligned}$$

$$\text{Cantidad} = 11$$

Espaciamiento y tipo de restricción

Espaciamiento (e) [mm]

Diagrama



Tipo de restricción al volcamiento

☒ Ninguno

☐ Continuo a lo largo de la viga, placa de espesor [mm]

☐ Cadenetas, crucetas o costaneras distanciadas a [mm]

Ilustración 28 espaciamiento; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Tipo de apoyo

Configuración

☒ Apoyada ☐ Voladizo ☐ Empotrada

Apoyada

☒ continua - 1 tramo ☐ continua - 3 tramos

☐ continua - 2 tramos ☐ continua - 4 tramos

Tramos

☒ tramos iguales ☐ tramos distintos

tramo [mm]

tramo 1 [mm]

tramo 2 [mm]

tramo 3 [mm]

tramo 4 [mm]

Voladizo

☐ Empotrada

☐ Apoyada (Fijo+Movil) [mm]

Empotrada

☒ Bi-empotrada ☐ Empotrada-Apoyada (Movil)

Diagrama

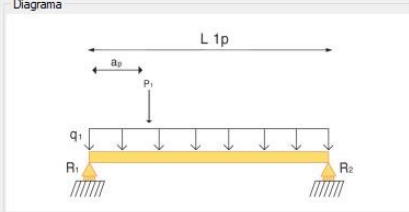


Ilustración 29 tipo apoyo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Se van a colocar 5 vigas con una pendiente del 15%, siendo el largo de la viga de 3 m o 6 m dependiendo el caso.

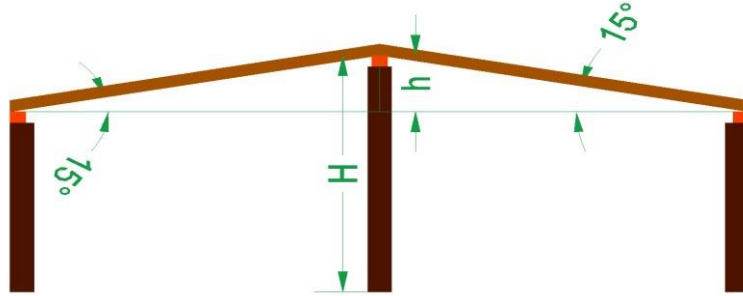


Ilustración 30 ángulo de inclinación para determinar la altura de la columna central; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Para determinar la carga permanente se deben usar las siguientes ecuaciones:

$$\text{Carga total} = \text{Peso techo} + \text{Peso Viga}$$

Ecuación 16 carga total

$$q = \text{Carga total} * \text{Separación vigas}$$

Ecuación 17 q

N

$$M = \frac{q \cdot \text{Longitud de viga} \cdot (mm)}{8}$$

Ecuación 18 Mmax

$$W = \frac{\text{ancho viga} * \text{alto viga}}{6}$$

Ecuación 19 Wn

$$F = \frac{M}{W}$$

Ecuación 20 F trabajo

Para la carga permanente se deben tener en cuenta los siguientes valores, para los tres casos que se van a tomar. Para la viga de 3m inclinada V-t3.

Carga total	5,345	kg/m ²		
q	3,212	kg/m	0,031502	N/mm
Mmax	35439,955	N.mm		
Wn	2700000	mm ³		
Ftrabajo	0,0131	Mpa		

Tabla 26 V-t3; Fuente: (Silva & Valencia, 2023) *Para*

la viga de 6 m V-t2.

Carga total	10,245	kg/m ²		
q	6,157245	kg/m ²	0,060382	N/mm
Mmax	67929,34367	N.mm		
Wn	2700000	mm ³		
Ftrabajo	0,025159	Mpa		

Tabla 27 v-t2; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Para la viga de 3m horizontal V-t1.

Cargatotal	10,245	kg/m ²		
q	6,157	kg/m ²	0,060382	N/mm
Mmax	271717,3747	N.mm		
Wn	2700000	mm ³		
Ftrabajo	0,1006	Mpa		

Tabla 28 v-t1; Fuente: (silva & Valencia, 2023)

Cargas Permanentes

Cargas distribuidas

Cargas puntuales

Carga Distribuida 1 (q_1)

0131

[N/mm2]

Carga Distribuida 2 (q_2)

0.00

[kg/m2]

Carga Distribuida 3 (q_3)

0.00

[kg/m2]

Carga Distribuida 4 (q_4)

0.00

[kg/m2]

Diagrama

Ingresar

Ilustración 31 cargas permanentes; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Para el tipo de estructura y la geografía en la cual se localiza, no hay carga de sobreeso ni de nieve, por lo que solo se trabaja con la carga de viento.

Con el siguiente mapa se determina la posición de la población:

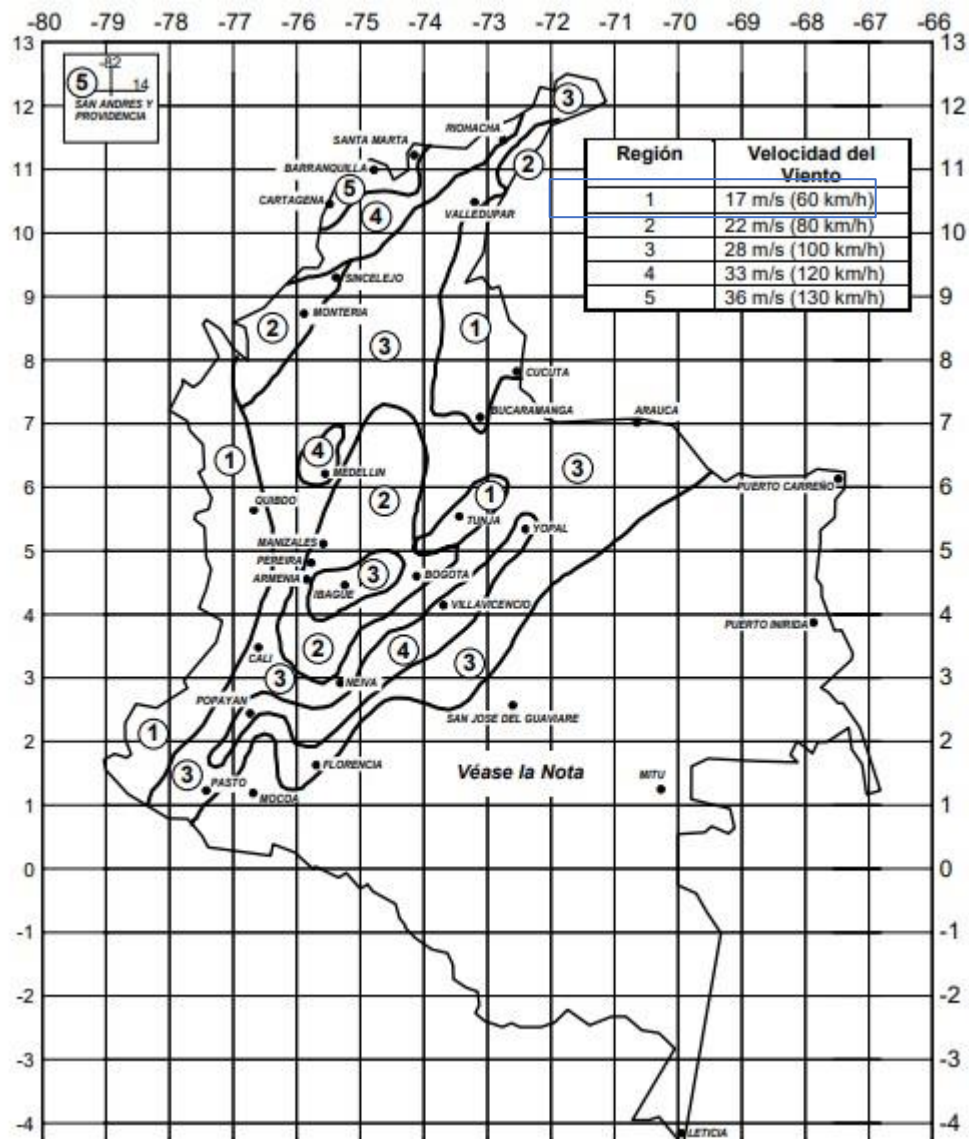


Ilustración 32 velocidad viento NSR 10; Fuente: (NSR 10, Título B; 2010)

Sistema Principal de Resistencia de Fuerzas de Viento – Método 1										h ≤ 18.0 m		
Figura B.6.4-2 (Continuación)					Presiones de Viento de Diseño					Muros y Cubiertas		
Edificios Cerrados												
Procedimiento Simplificado: Presión Básica de Viento, p _{s10} (kN/m ²) (Exposición B a una altura h = 10.0 m, K _{zt} = 1.0, con I = 1.0)												
Velocidad Básica de Viento m/s (km/h)	Angulo de Inclinación de la cubierta (grados)	Caso de Carga	Zonas									
			Presiones Horizontales				Presiones Verticales				Aleros	
			A	B	C	D	E	F	G	H	E _{OH}	G _{OH}
17 (60)	0 a 5	1	0.11	-0.05	0.07	-0.03	-0.13	-0.07	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	10	1	0.12	-0.05	0.08	-0.03	-0.13	-0.08	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	15	1	0.13	-0.04	0.09	-0.02	-0.13	-0.08	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	20	1	0.15	-0.04	0.10	-0.02	-0.13	-0.09	-0.09	-0.07	-0.18	-0.14
	25	1	0.13	0.02	0.10	0.02	-0.06	-0.08	-0.04	-0.06	-0.11	-0.09
		2	----	----	----	----	-0.02	-0.04	-0.01	-0.03	----	----
	30 a 45	1	0.12	0.08	0.09	0.06	0.01	-0.07	0.00	-0.06	-0.04	-0.05
		2	0.12	0.08	0.09	0.06	0.05	-0.04	0.04	-0.03	-0.04	-0.05

Ilustración 33 sistema principal resistencia de fuerza de viento NSR 10; Fuente: (NSR 10, Título B; 2010)

Con la posición de la población se observa la siguiente tabla:

Teniendo una carga de viento de 1 kn/m^2 .

Y se pone de la siguiente manera:

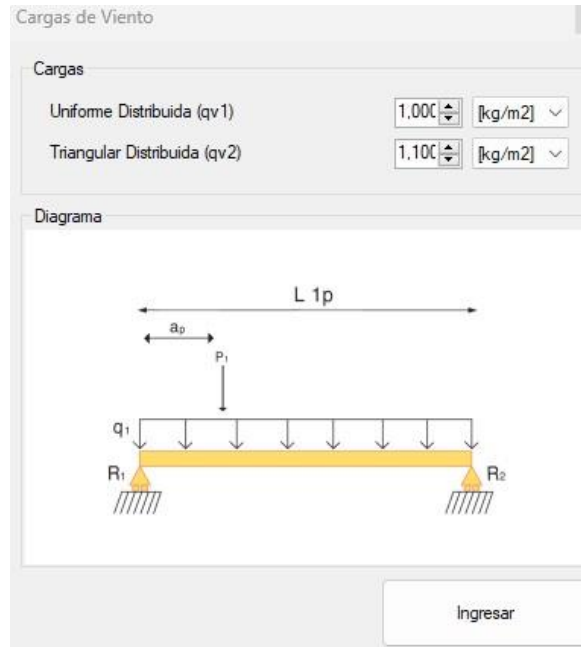


Ilustración 34 cargas de viento; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Se procede a calcular mediante el programa, verificando que cada una de las condiciones cumplan para el diseño de la estructura en madera.

Viga				
Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en flexión [MPa]	14,02	3,43	24	Cumple
Tensión en cizalle [MPa]	1,56	0,34	22	Cumple
Tensión en compresión normal [MPa]	1,67	0,38	23	Cumple
Tensión en tracción paralela [MPa]	10,53	0,03	0	Cumple
Tensión en compresión paralela [MPa]	8,04	0,03	0	Cumple

Tabla 30 Resumen Viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Viga				
Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [MPa]	8,04	0,03	0	Cumple
Verificación interacción tracción-flexión	1	0,248	24,8	Cumple
Verificación interacción compresión-flexión	1	0,244	24,4	Cumple
Deformación total [mm]	7,5	5,066	68	Cumple
Deformación sobrecarga [mm]	8,333	0	0	Cumple

Tabla 29 Resumen Viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Se saca el diagrama de momento, corte, deformación y axial.

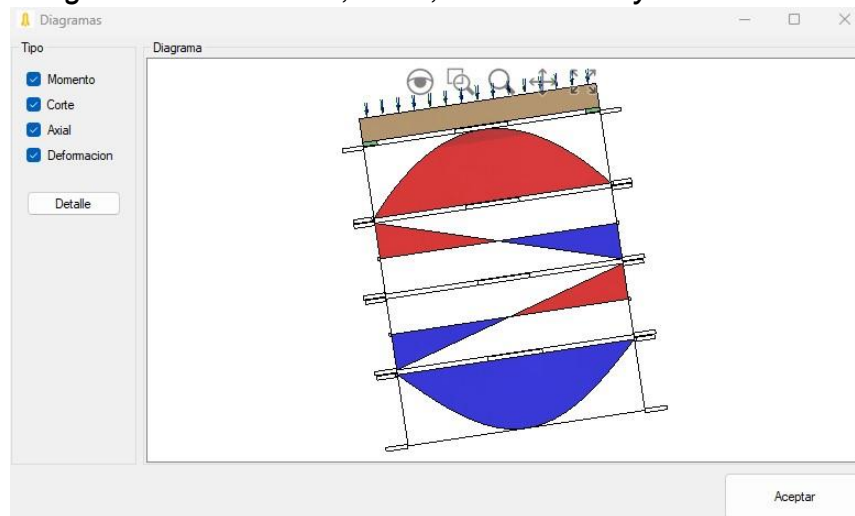


Ilustración 35 diagrama momento, cortante, axial y deformación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Se observa la gráfica de las vigas.

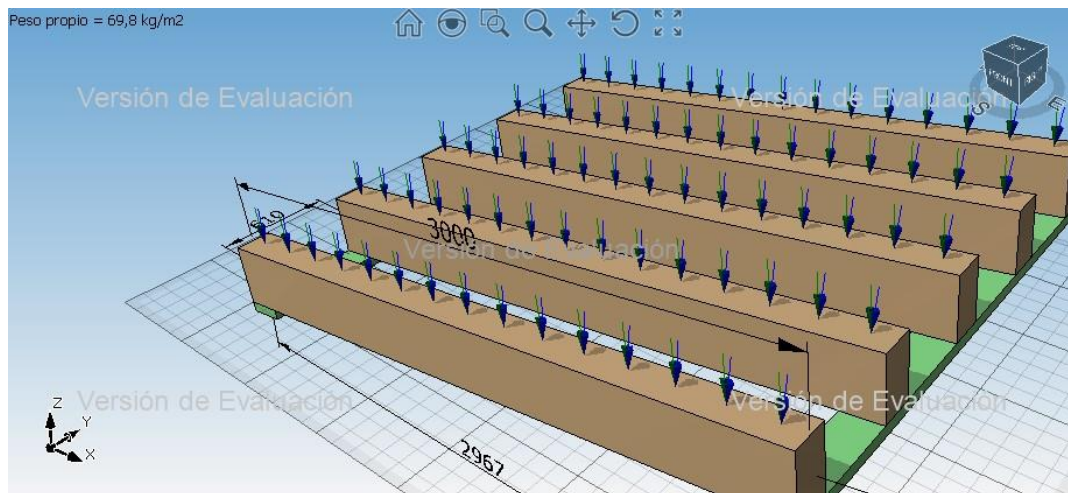


Ilustración 36 gráfica viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

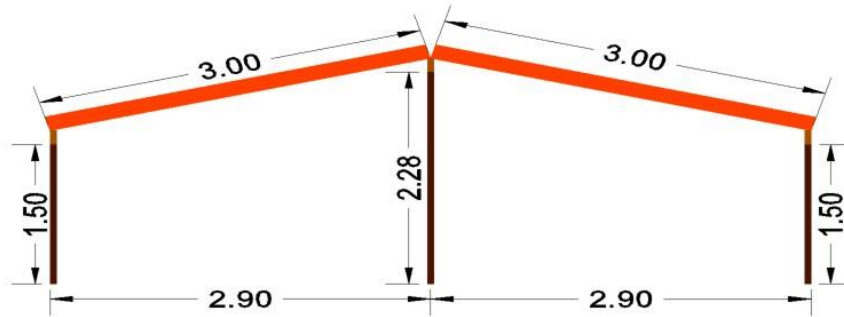
Se debe realizar el mismo procedimiento 3 veces, con los datos mencionados anteriormente.

Se procede a realizar el procedimiento anterior para las columnas como se muestra a continuación:

Tipo de Columnas	
	C-T1
	C-T2

Con lo propuesto anteriormente se procede a seleccionar las dimensiones de las columnas que se van a utilizar.

Ilustración 37 tipología o nomenclatura de columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)



Para las columnas se deben tener en cuenta que van a estar enterradas a una profundidad mínima de 60cm y máxima de 90 cm, adicionalmente se realizara una cimentación en concreto ciclópeo para dar estabilidad a la estructura, se van a poner las columnas C-T1 en las esquinas y la columna C-T2 en el centro, como se muestra a continuación:

Ilustración 38 pórtico con inclinación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Columna

Parametros

Pais

Colombia

Especie

Eucalipto

Grado Estructural

ES

Contenido de Humedad

16

%

Acabado

A serrado Bruto

Tamaño de seccion

50mm x 75mm (2x3)

☐ especificar otra seccion

b

[mm]

h

[mm]

Tensiones Admisibles

Tension	Valor (MPa)
Flexion	17,7
Compresion Paralela	12,9
Traccion Paralela	13,3
Cizalle	1,9
Compresion Normal	2,7
Modulo de Elasticidad	13800

Diagrama

Calcular Tensiones Admisibles

Ingresar

Ilustración 39 parámetros columna; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Se verifican los siguientes datos, se calcula y se da ingresar:

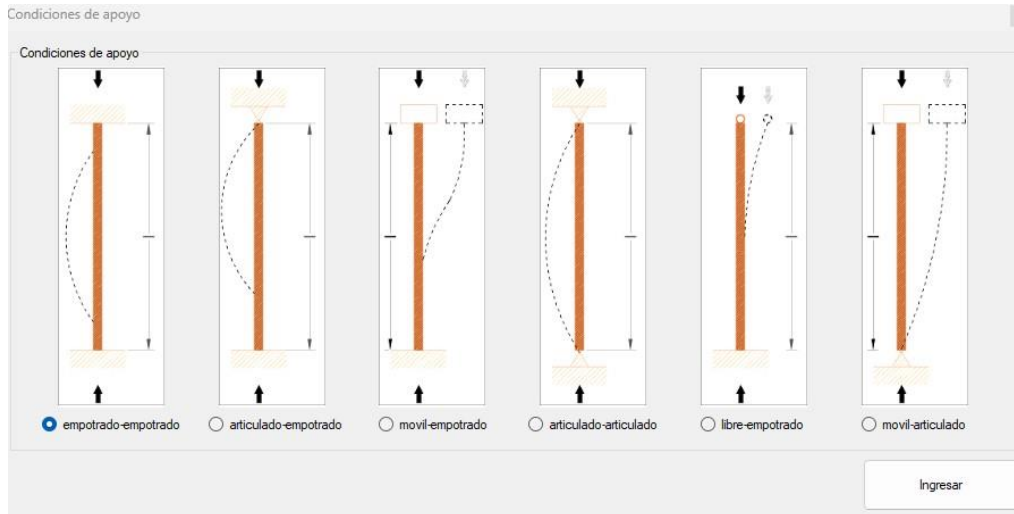


Ilustración 40 condiciones de apoyo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

La condición del apoyo para esta estructura es empotrado – empotrado.

Se deben tener en cuenta las siguientes restricciones de pandeo:

Ilustración 41 restricciones de pandeo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

El largo de la columna es de 1500 mm, con un espaciamiento de 3000 mm y son dos columnas.

Largo columna (la)	1500	[mm]
Número columnas	2	
Espaciamiento columnas	3000	[mm]

Ilustración 42 dimensionamiento de columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Para este caso solo se coloca la carga permanente calculada.

$$Carga = Carga\ Total\ Vigas * \acute{A}rea\ Techo$$

Ecuación 21 Carga Permanente

3m	carga permanente	92,21	kg
6m	carga permanente	184,41	kg

Ilustración 43. carga permanente; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Carga de Compresion	
Carga Permanente	98.21 [kg]
Sobrecarga de techo	0.00 [kg]
Sobrecarga de piso	0.00 [kg]
Nieve	0.00 [kg]

Ilustración 44 carga compresión; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Con la carga de viento obtenida anteriormente, se procede a ponerlo en el programa, tanto en los ejes X-X, como en Y-Y.

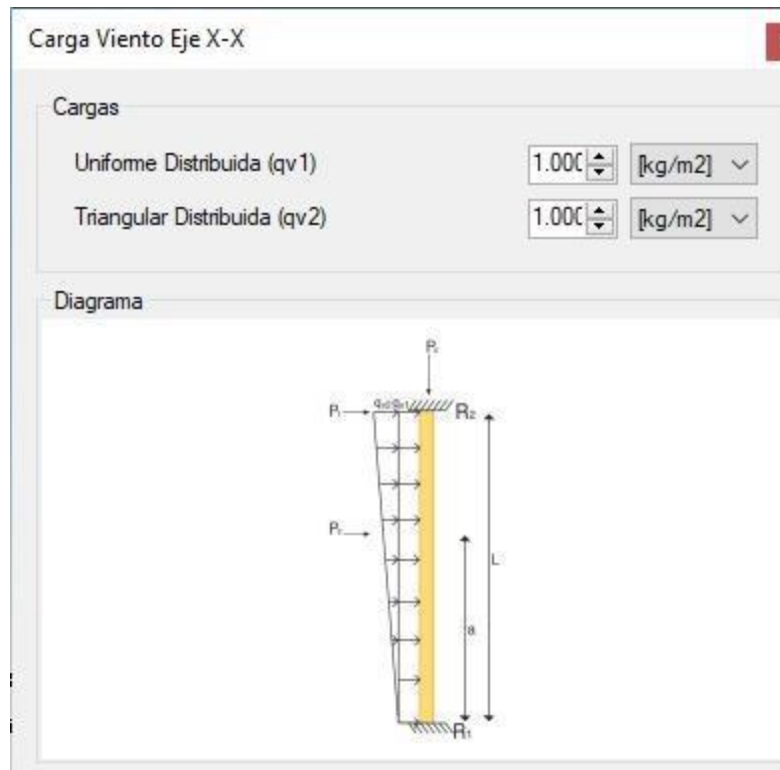


Ilustración 46 carga vientos X-X; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

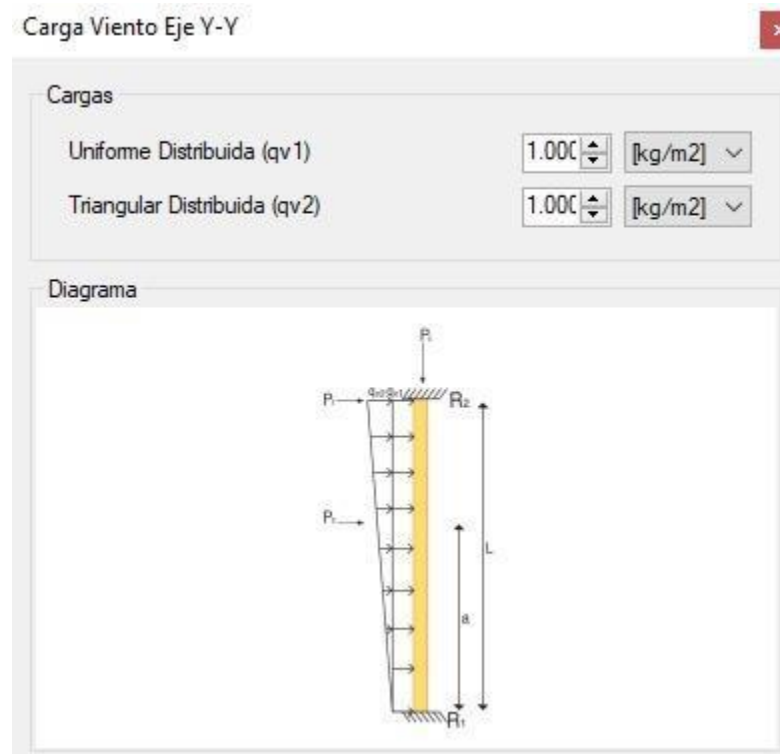


Ilustración 45 carga viento Y-Y; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Con los datos en el programa se procede a verificar los resultados, teniendo en cuenta que deben decir Cumple.

Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [MPa]	9,73	0,03	0	Cumple
Tensión en flexión x-x [MPa]	27,59	0,01	0	Cumple
Tensión en flexión y-y [MPa]	27,59	0,01	0	Cumple
Verificación interacción	1	0	0	Cumple

Imagen 30 Resumen resultados; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Obteniendo las siguientes gráficas como resultado:

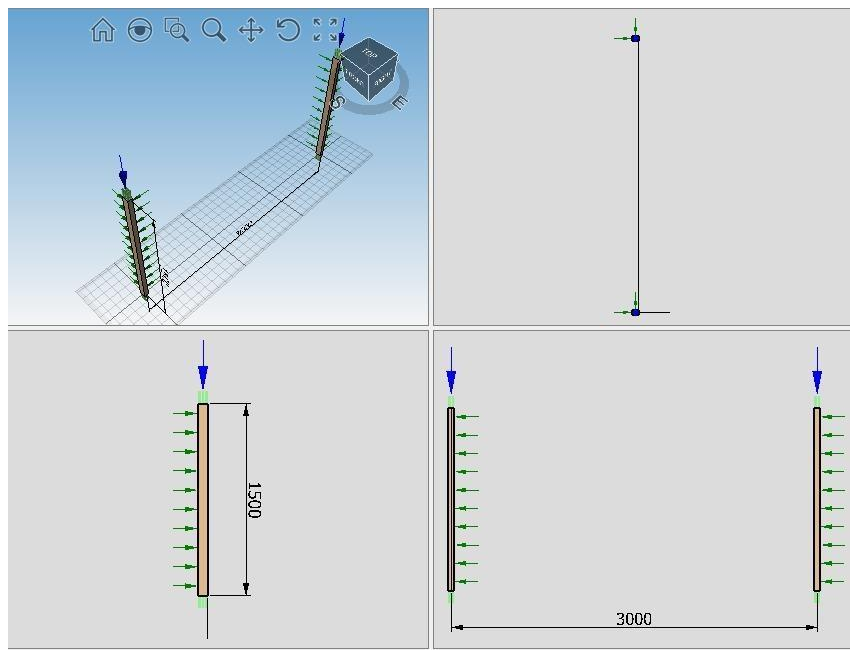


Ilustración 47 gráfico columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

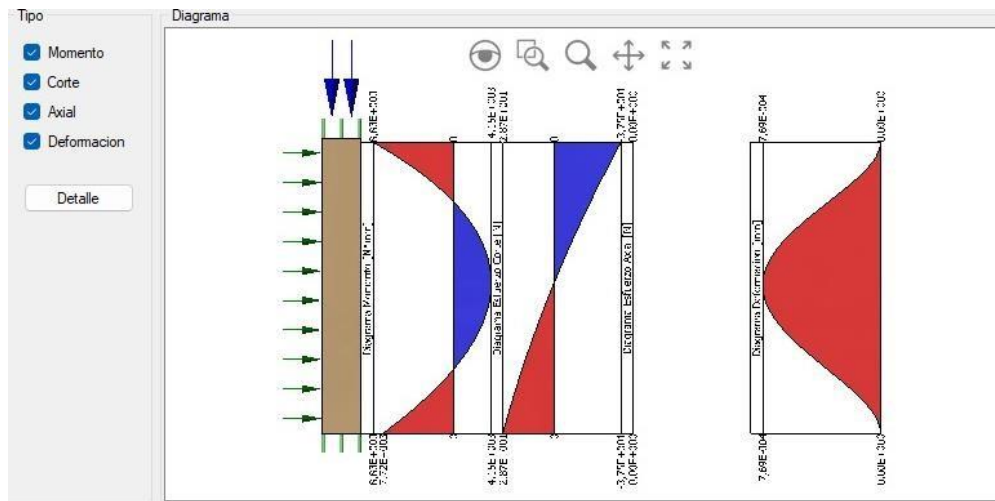


Ilustración 48 diagrama momento, corte, axial y deformación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Este proceso se debe volver a realizar con la columna de 2280mm, con 2 columnas y un espaciado de 6000 mm

Las uniones que se requieren para fijar las vigas y columnas, teniendo en cuenta las especificaciones:

22. PT-EM

Pletina bicromatada para empotrar

Propiedades

A Acero

B Recubrimiento bicromatado

Materiales base

Madera maciza, madera compuesta o madera laminada

Código	Dimensiones [mm]			Fijaciones	
	A	B	Espesor	Nº Orificios	Ø Orificios [mm]
PT-EM18040	190	40	2	6	Ø4,7

Aplicaciones

Material de soporte:

- Fijación madera-madera

Campo de aplicación:

- Uniones pilar-viga, uniones planas entre dos elementos, refuerzo de uniones...

Fijaciones

Material base madera:

- Puntas anilladas, Ø4 x 50 VMPF050
- Tirafondos, TEX Ø4,5

Ilustración 49 platina bicromatada; Fuente: (INDEX, 2017)

Esta pletina va a estar en las uniones de las vigas V-T2 en el pórtico central ya que cuenta con una longitud de 3m.

27.

AP-AT

Soporte en U para atornillar

Propiedades

A

Acero

G

Recubrimiento Galvanizado
Z-275

Materiales base

Madera maciza, madera compuesta, madera laminada u hormigón

Datos

Código	Dimensiones [mm]					Fijaciones			
	A	B	C	D	Espesor	Base		Cuerpo	
						Nº Orificios	Ø Orificios [mm]	Nº Orificios	Ø Orificios [mm]
APAT071	60	200	71	50	4	2	Ø10,5	4	Ø10,5
APAT091	60	200	91	50	4	2	Ø10,5	4	Ø10,5
APAT101	58	200	101	48	4	2	Ø10,5	4	Ø10,5

Aplicaciones

Material de soporte:

- Fijación madera-madera, madera-hormigón

Campo de aplicación:

- Unión pilares de porches, empalizadas, estructuras de jardín...

Fijaciones

Material base madera:

- Tirafondos, TEX Ø10
- Pernos métrica M10

Material base hormigón:

- Anclaje mecánico, MTH o MTP, métrica M10
- Anclaje químico, MOPOSE o MOEPSE + esparrago roscado métrica 10, EQAC10130

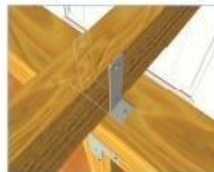


Ilustración 50 Soporte en U; Fuente: (INDEX, 2017)

Este tipo de soporte estará en las uniones de las vigas V-T2 o V-T1 con las vigas VT3.

25.

PT-ET

Pletina de ensamble en T

Propiedades

A

Acero DX51D

G

Recubrimiento Pre-Galvanizado Z-275

Materiales base

Madera maciza, madera compuesta o madera laminada

Datos

Código	Dimensiones [mm]				Fijaciones	
	A	B	C	Espesor	Nº Orificios	Ø Orificios [mm]
PTET169845	160	98	45	2,5	4 / 20	Ø11 / Ø4,6

Aplicaciones

Material de soporte:

- Fijación madera-madera

Campo de aplicación:

- Refuerzo de uniones, uniones pilar-viga, refuerzo contramarcos, ventanas, puertas...

Fijaciones

Material base madera:

- Puntas anilladas, Ø4 x 50 VMPF050
- Tirafondos, TEX Ø4,5

Ilustración 51 pletina ensamble en T; Fuente: (INDEX, 2017)

Esta pletina estará en la unión de las columnas con las vigas para dar estabilidad a la estructura.

Cabe resaltar que estos tipos de uniones se pueden adquirir en almacenes certificados, como Home Center, o en depósitos de materiales de construcción.

Terminando este procedimiento se deben volver a realizar los cálculos de Volumen de oferta de agua y demanda para verificar que cumpla con las necesidades del lugar.

Debajo de la casa adicional, ira un tanque que estará soportado por ladrillo, donde el mismo conectará con el bebedero para el ganado, que tendrá una llave para abrir y cerrar dependiendo de las necesidades como se muestra en la ilustración 69.

Para sostener la tubería que va del techo se colocaran soporte tipo cuelga para tubería como el que se muestra en la ilustración 99:



Ilustración 52 soporte tipo cuelga para tubería; Fuente: (Galco, 2023)

A continuación, se muestra el diagrama de flujo en el cual se muestra el paso a paso para lograr el objetivo final.

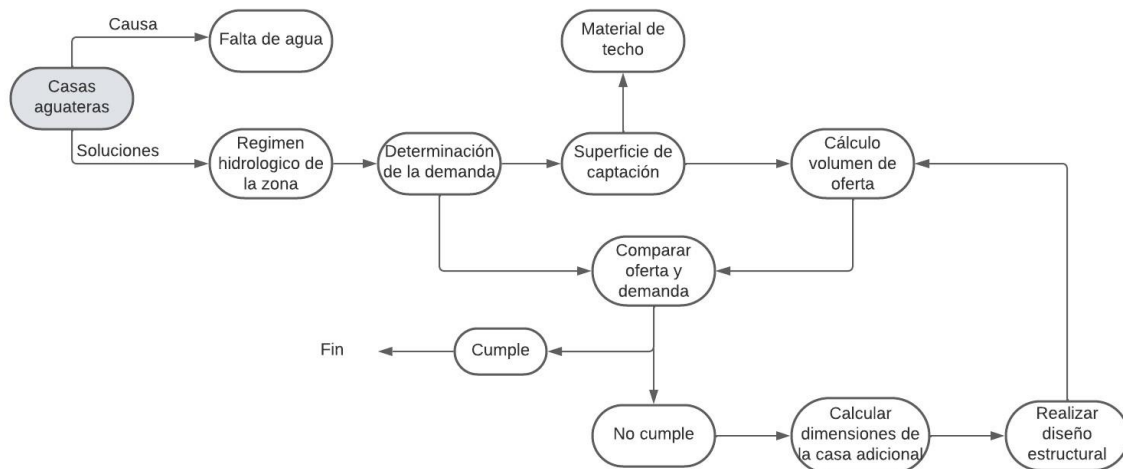


Diagrama 2 Ingeniería conceptual

3. Aplicabilidad

Para su aplicabilidad el tejado se convierte en la captación, la cual se puede almacenar en un depósito o desviarse a un sistema de carga artificial; este método es menos costoso y eficaz, ayudando a aumentar el nivel de aguas subterráneas en la zona.

El sistema de recogida de aguas lluvias consiste principalmente en el área de captación, el agua pluvial del tejado se recoge y almacena para su uso directo o recarga el nivel de aguas subterráneas.

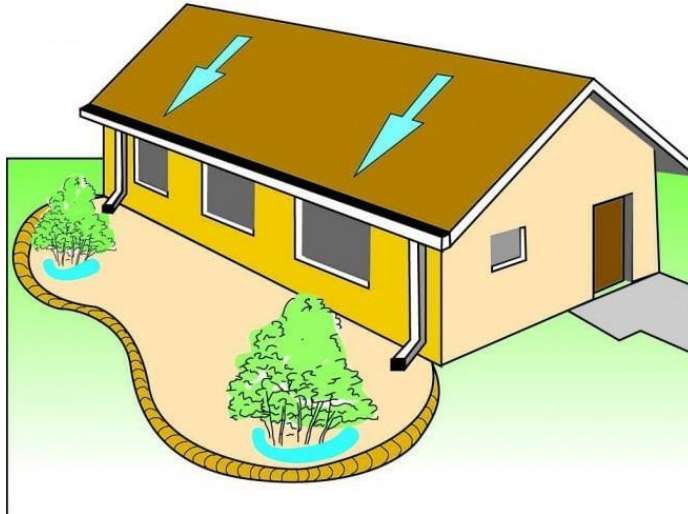


Ilustración 53 sistema simple de captación; Fuente: (Arkiplus; 2020)

4. Ventajas y desventajas

Como ventajas de las casas aguateras se encuentra el fácil mantenimiento gracias a que la recogida de agua lluvia tiene una tecnología sencilla y el costo total de la instalación y la operación es mucho menor que el de otros sistemas, aparte de esto tienen un suministro de agua independiente y el agua es apta no solo para el riego, sino que también que, para la ganadería, ayudando a disminuir el impacto sobre el medio ambiente al reducir el uso de máquinas a base de combustible.

Se reduce la demanda del agua subterránea, ayudando a que las mismas no se agoten tan rápido, por lo que es una buena opción para el tiempo de sequía ya que se puede recolectar agua en los meses anteriores.

Por otro lado, las precipitaciones son difíciles de predecir, limitando a su vez el suministro de agua y el costo inicial es alto dependiendo de la tecnología que se vaya a utilizar y su mantenimiento debe ser periódico, ya que son propensos a roedores, mosquitos, crecimiento de algas, insectos entre otros.

5. Costos si aplica:

Teniendo en cuenta las dimensiones del proyecto se determina lo siguiente:

Los siguientes son los costos unitarios, para la modificación del tejado.

Descripción	Unidad	Costos (COP)	Cantidad	Total
Tubería 1/2"	UND	\$ 10.300	2	\$ 20.600
Tanque 10 m3	UND	\$ 8.794.900	1	\$ 8.794.900
Canaleta pluvial	UND	\$ 89.900	26	\$ 2.337.400
Bebedero animales	UND	\$ 146.000	1	\$ 146.000
Válvula	UND	\$ 27.900	2	\$ 55.800
TOTAL				\$ 11.354.700

Tabla 31 Costos

Por el contrario, si se debe realizar una casa adicional se deben usar los siguientes costos unitarios, junto con los propuestos en la tabla 31.

Descripción	Unidad	Costos COP
Madera aserrada	UND	\$ 39.900
Ladrillo	UND	\$ 900
Teja	UND	\$ 71.500
Perfil	UND	\$ 99.900

Tabla 32 Costo Casa Adicional

ANEXO 3: ZANJA DE INFILTRACIÓN

1. Descripción general

En la población en estudio, que está ubicada en la vereda Espigas del municipio de Sesquilé, Algunas familias presentan problemas de contaminación en los reservorios a causa del material de arrastre producido por el ganado y procesos erosivos en la parte superior, ya que cuando el agua baja por escorrentía de la montaña va arrastrando dicho material hasta terminar almacenado en los reservorios.

2. Modelo de solución

Para disminuir dicha situación, se propone implementar una zanja de infiltración con el fin de filtrar el agua con la ayuda de grava de diferentes tamaños y después depositarla en el reservorio esperando tener una mejor calidad del agua. Una zanja de infiltración se define como excavaciones que se realizan en el terreno en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal, que se construyen para detener la escorrentía de las lluvias y almacenar agua para poblaciones rurales.

Para su realización es necesario contar con grava de 19 a 38 mm, tubo PVC de 75 mm mínimo con pequeñas perforaciones, capa de geotextil, relleno sin apisonar y sobre relleno.

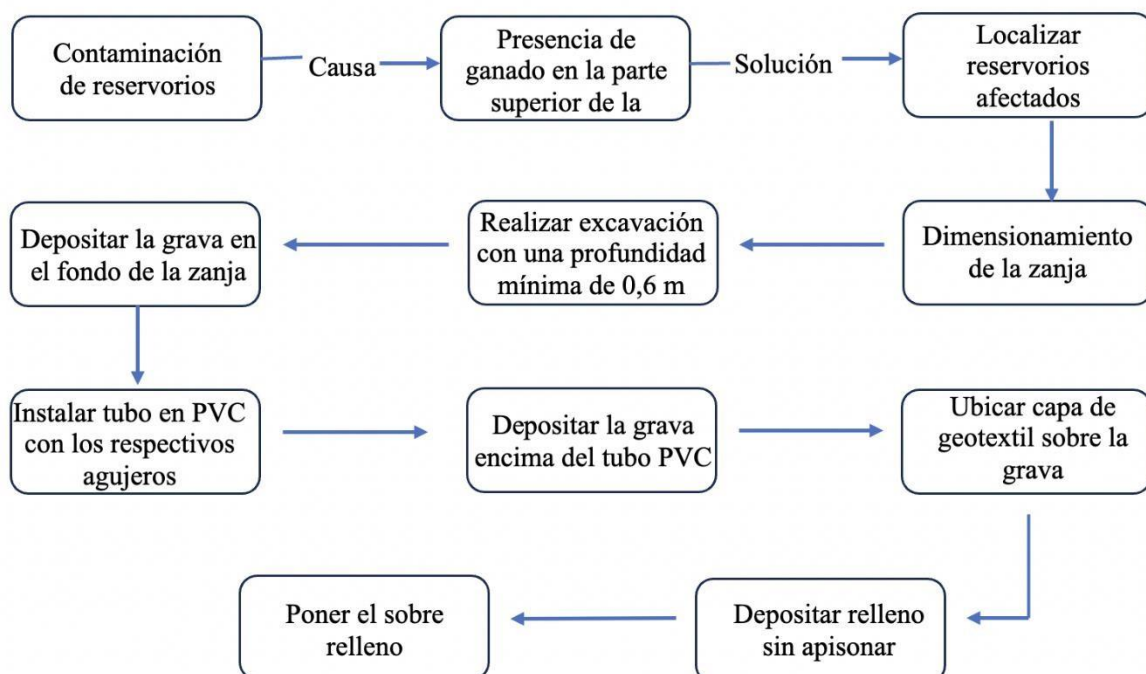


Diagrama 3 Realización de la zanja. Fuente. Gamboa, 2023.

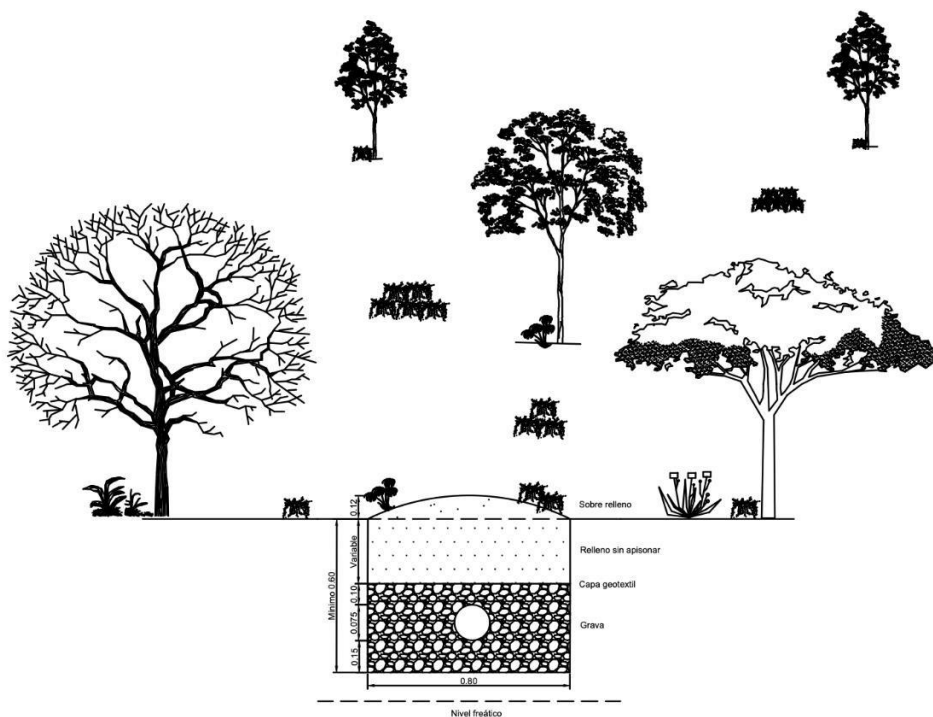


Ilustración 54 Zanja de infiltración. Fuente. Gamboa, 2023.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que con cada tormenta de lluvia las zanjas de infiltración se llenan con tierra y restos de plantas. Por eso, se debe realizar el mantenimiento de la zanja de infiltración para asegurar su buen funcionamiento. La zanja se limpia sacando la lama acumulada y esta se lleva nuevamente a los terrenos, de esta manera se aprovecha la lama.

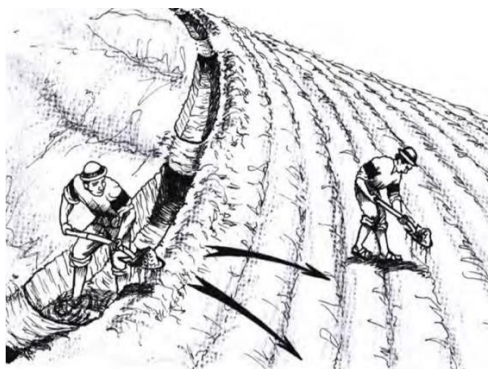


Ilustración 55 Mantenimiento zanja de infiltración. Fuente. Cartilla de capacitación JALDA.

También se recomienda que en lo posible se evite que los animales entren en las zanjales de infiltración, porque pueden derrumbar los costados de las zanjales, y comer los pastos que protegen los camellones.



Ilustración 56 Daño en la zanja por animales. Fuente. Cartilla de capacitación JALDA

3. Aplicabilidad

Para la realización de la zanja de infiltración se debe iniciar por la excavación manual de 0,6 m de profundidad, 4 m de largo y 0,8 m de ancho. Una vez esté hecha la excavación, se procede a depositar la grava y a instalar el tubo PVC para continuar depositando los demás materiales hasta colocar el sobre relleno como se muestra en la Figura 4.

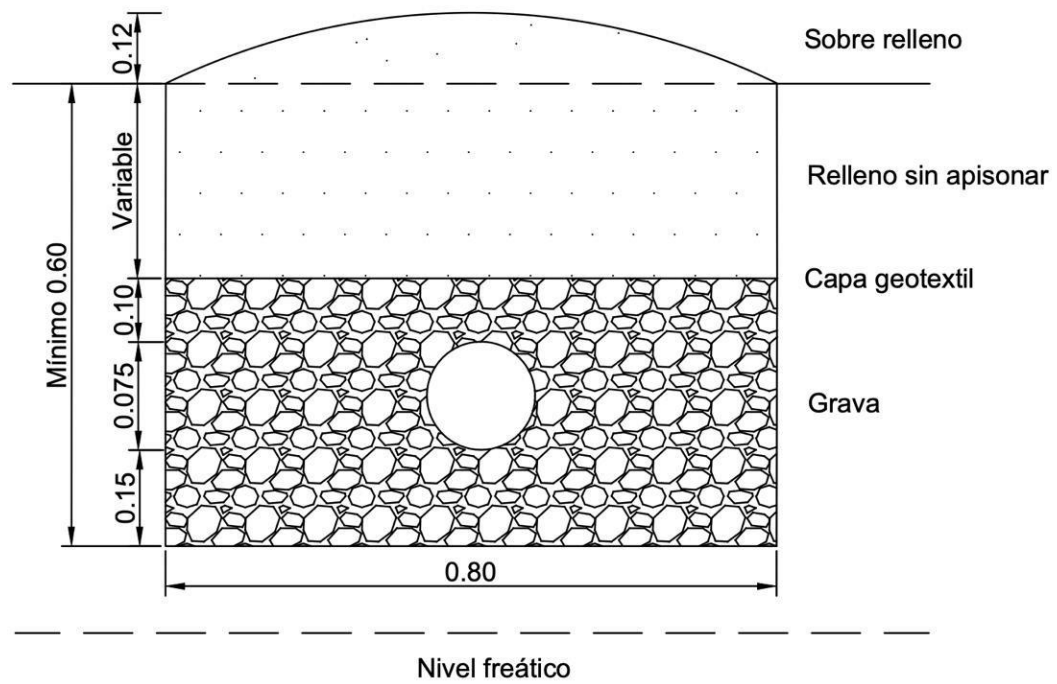


Ilustración 57 Zanja de infiltración sección transversal. Fuente. Gamboa, 2023.

Para dicha excavación se debe tener en cuenta que no puede haber árboles a menos de 3 m, sin embargo, al ser zona protegida por ser reserva forestal, se recomienda la realización de la zanja metros arriba del reservorio como se observa en la siguiente vista en planta.

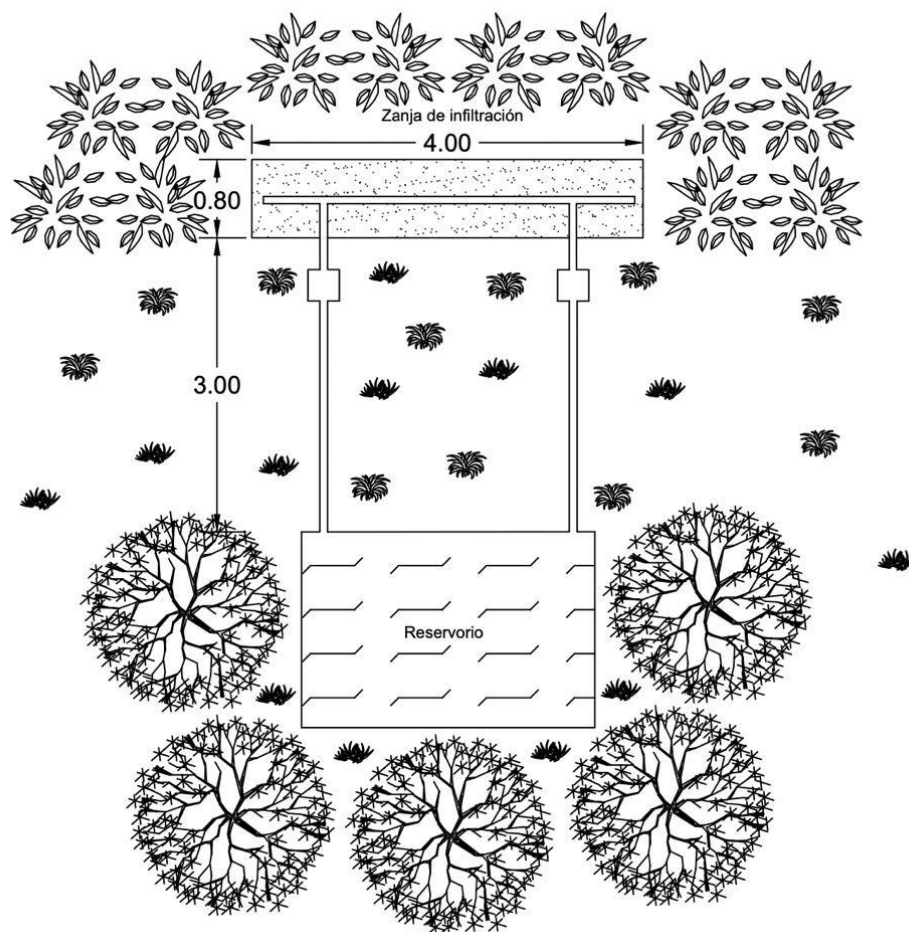


Ilustración 58 Zanja de infiltración vista en planta. Fuente. Gamboa, 2023

Cálculo del caudal

El siguiente cálculo se presenta como ejemplo de la Familia Cortés, para futuros diseños de zanjas de infiltración:

Para que la zanja de infiltración tenga un buen funcionamiento, es necesario conocer el caudal que va desde la cuenca hasta el reservorio, y de esta manera saber cuánta agua va a pasar por el drenaje. Para calcular el caudal que recibe el reservorio se utilizó el método racional que tiene como ecuación:

$$Q = \frac{C * i * A}{3,6}$$

Ecuación 22 Método Racional

Donde,

Q_p = Caudal máximo para un periodo de retorno (m^3/s) C = Coeficiente de
escorrentía (adimensional) i = Intensidad media de lluvia para una duración
igual al tiempo de

concentración de la cuenca (mm/h) A

= Área aferente (m^2)

Para la realización de la ecuación anterior, fue necesario calcular el área aferente.
Este cálculo se realizó en la herramienta computacional QGIS y el resultado fue
de 31633,53 m^2 .



Ilustración 59 . Área aferente. Fuente. Gamboa, 2023.

Por otra parte, para conocer el área que tiene cada tipo de superficie y su
respectivo coeficiente de escorrentía, se dividió la cuenca entre los diferentes
tipos de superficie que en este caso fueron pastizales y bosques promedio,
usando un periodo de retorno de 10 años. Esto se realizó a partir del cálculo de
cada área en el programa QGIS y de la tabla “Coeficiente de escorrentía” como
se muestra a continuación:



Bosque	
Pastizal	

Ilustración 60 Superficies Fuente. Gamboa, 2023

Características de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2-7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2-7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2-7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Plano, 0-2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2-7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Nota: Los valores del cuadro son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. [Referencia 10]

Ilustración 61 Coeficiente de escorrentía. Fuente. Mc Graw Hill, 1994.

A partir dicho análisis, se obtuvo que el área de pastizales es de 13835,81 m² y el de bosque de 17680,27 m² con un coeficiente de escorrentía de 0,38 y 0,36 respectivamente.

Para resolver la ecuación 1 es necesario hallar un coeficiente de escorrentía general para toda el área aferente en el que se incluya el área de pastizal y de bosque como se muestra a continuación:

$$C = \frac{(C_1 * A_1) + (C_2 * A_2)}{A}$$

$$C = \frac{(0,36 * 17738,995) + (0,38 * 13894,535)}{31633,53}$$

$$C = 0,37$$

Ecuación 23 Coeficiente de Escorrentía. Fuente. Mc Graw Hill, 1994.

Buscando hallar el tiempo de concentración de la tormenta, se tuvo que calcular la pendiente del terreno, esto se hizo a partir de la siguiente ecuación:

$$I = \frac{(h_1 - h_2)}{L}$$

$$I = \frac{(2947 - 2883)}{0,195}$$

$$I = 328,21 = 3,2\%$$

Ecuación 24 Pendiente del área aferente. Fuente. Mc Graw Hill, 1994.

Donde:

h_1 = Punto de inicio (m) h_2

= Punto final (m)

L = Longitud total del cauce (km)

Todos los parámetros anteriores fueron hallados en la herramienta computacional QGIS a partir de un Modelo Digital de Relieve de la zona.

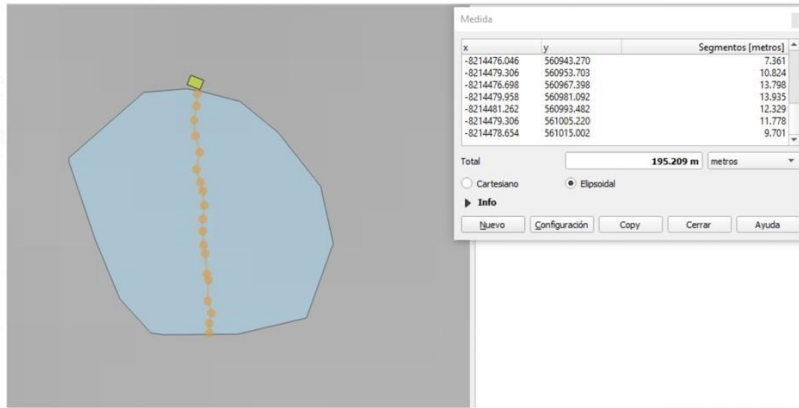


Ilustración 62 Longitud del cauce. Fuente. Gamboa, 2023.

Teniendo la pendiente y la longitud del área aferente, se continúa calculando el tiempo de concentración, de la siguiente manera:

$$t = 0,06628 \frac{L}{I^{0,32}}$$

$$t = 0,06628 \frac{195,209}{3,2^{0,32}}$$

$$t = 0,41 \text{ horas}$$

Ecuación 25 Tiempo de concentración. Fuente. TeChow, 1994.

El siguiente paso fue hallar la intensidad, para esto se buscó una estación hidrológica del IDEAM que midiera precipitaciones, que estuviera lo más cerca posible a la zona en estudio y que tuviera datos actuales, la estación que cumplió con los criterios anteriores fue la estación de Simijaca con código 2401015. Teniendo el periodo de retorno de 10 años y el tiempo de concentración de la tormenta, se obtuvieron los siguientes parámetros:

$$C_1 = 2285,396 \quad X_0 = 16,278 \quad C_2 = 0,972 \quad D = 47,44$$

Para hallar D, se tuvo que interpolar de la siguiente manera:

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} * (Y_2 - Y_1)$$

$$Y = 55,4 + \left[\left(\frac{41 - 30}{60 - 30} \right) * (33,7 - 55,4) \right]$$

$$Y = 47,44$$

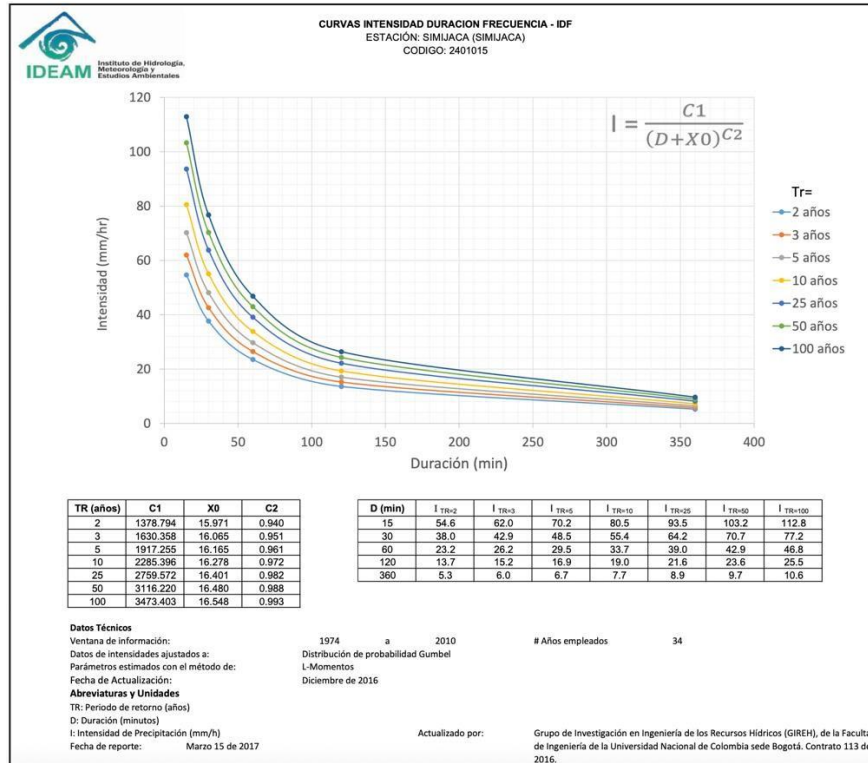


Ilustración 63 Curvas IDF estación Simijaca. Fuente. IDEAM, 2023.

Los parámetros hallados anteriormente se utilizaron para resolver la siguiente ecuación y conocer el valor de la intensidad:

$$i = \frac{C}{(D + X)}$$

$$i = \frac{2285,396}{(47,44 + 16,278)}$$

$$i = 40,29 \text{ mm/h}$$

Ecuación 26 Intensidad. Fuente. IDEAM, 2023.

Como resultado de la ecuación anterior, se obtuvo que la intensidad de la lluvia en un lapso de 41 min y para un periodo de retorno de 10 años es de 40,29 mm/h. Reemplazando los parámetros hallados en la ecuación 1, se obtiene que el caudal que llega al reservorio 1 desde el área mostrada, es de:

$$Q = \frac{C * i * A}{3,6}$$

$$Q = \frac{0,37 * 0,0040 * 0,031}{3,6}$$

$$Q = 0,0000127 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0127 \text{ L/s}$$

Tamaño tubo PVC

Se recomienda que el tamaño de tubo para la zanja de infiltración sea de 4 pulgadas, ya que se considera que es un tamaño aceptable para recibir un caudal de 0,0000127 m³/s por parte de la cuenca. A continuación, se muestra la manera en que deben ir los orificios en dicho tubo, se aclara que el material debe ser de PVC.



Ilustración 64 Orificios en tubo PVC. Fuente. Vamos a construir, 2022.

Pendiente de tuberías

Se recomienda que la tubería siga la misma pendiente del terreno, ya que esta es apta para garantizar la conducción del agua a gravedad desde la zanja al reservorio, y del reservorio a la casa.

Cajas de inspección

Las cajas de inspección son cámaras que sirven para la limpieza, desinfección y la inspección del agua que va pasando. En caso de haber obstrucciones en la tubería, se pueden solucionar desde dicha caja. Tiene como función recoger toda el agua que salga desde la zanja y hacerla pasar hasta el reservorio, de esta manera es fácil conocer con qué calidad está llegando.

Los siguientes criterios normativos aplican para la construcción de cajas de inspección con sección interna de 0,60 m x 0,60 m y profundidad hasta a 1,00 m. El espesor de sus muros y losa de fondo debe ser de 0.10 m (ver figuras 1 y 2). También es posible construirlas con sección circular de diámetro interno igual a 0.60 m. Este tipo de caja se debe construir solo si la profundidad de la red es inferior a 1,00 m.

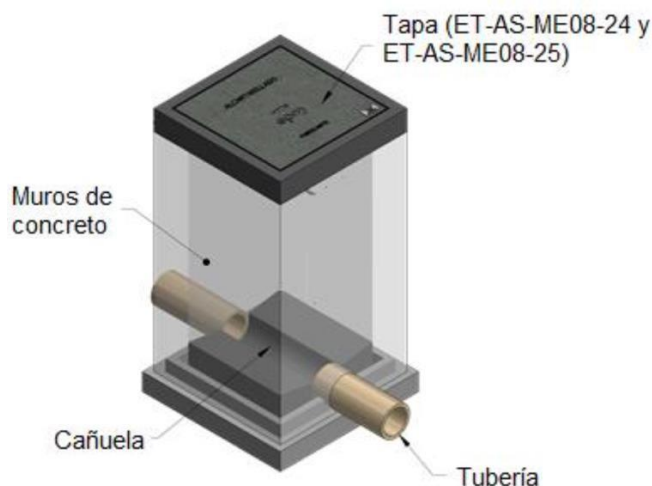


Ilustración 65 Caja de inspección. Fuente. EPM, 2019

El concreto que sea usado para la construcción de la caja debe tener una resistencia a la compresión de 28 MPa. Adicional a esto, la losa de fondo y los muros deben tener una malla electrosoldada con varillas de diámetro 6 mm y una separación de 0,15 m para ambas direcciones, el recubrimiento de la malla debe ser mínimo de 0,05 m.

En el presente trabajo se proponen dos cajas de inspección entre la zanja de infiltración y el reservorio, para tener control sobre la calidad de agua que está llegando. A continuación, se explicará su construcción y aspectos relevantes.

En el fondo de la caja deben ir ubicadas las cañuelas, su forma debe ser semicircular, con pendiente uniforme y altura hasta medio tubo. Las cañuelas son definidas como “canales de transición de sección transversal semicircular que se construyen sobre la mesa o base de la cámaras y cajas de inspección con el fin de dar continuidad al flujo entre las tuberías de entrada y de salida.” (EPM, 2019). Por otra parte, las superficies interiores de la caja se deben esmaltar con una pasta de cemento.

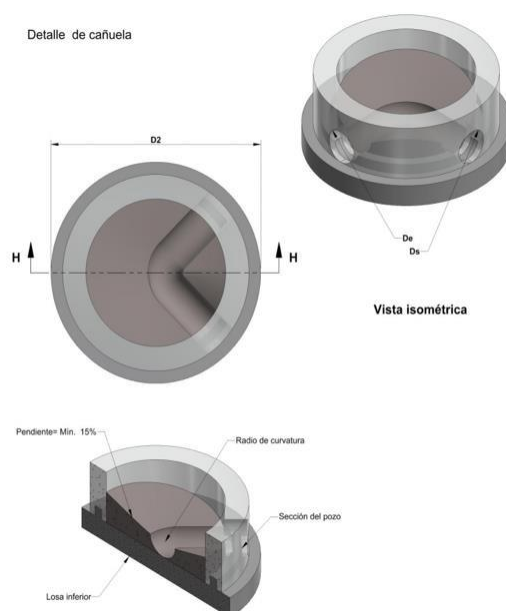


Ilustración 66 Detalle de cañuela. Fuente. EPM, 2017

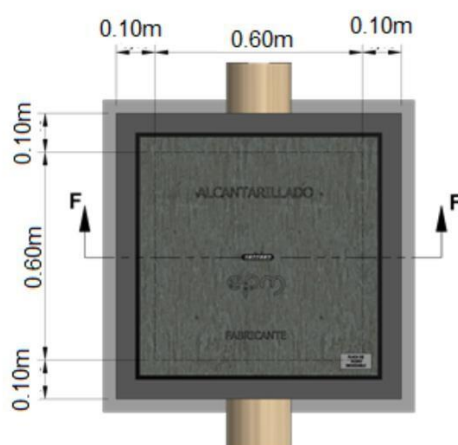


Ilustración 67 Caja de inspección – Vista en planta. Fuente. EPM, 2019.

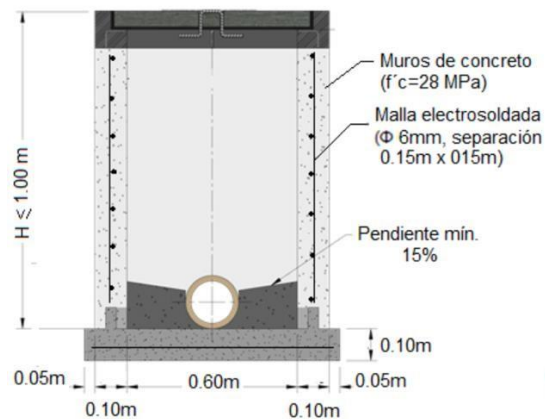


Ilustración 68 . Caja de inspección – Sección transversal. Fuente. EPM, 2019.

4. Ventajas y desventajas

Como ventajas de la instalación de la zanja de infiltración se tiene que es amigable con el entorno, es una solución sustentable, cuida el medio ambiente al prevenir la contaminación de mantos freáticos. Es hermético e higiénico y es construido en una sola pieza evita fugas, olores y agrietamientos.

Sus desventajas principales es que pueden constituir obstáculos al normal tránsito del ganado, por otra parte, si no se realiza la limpieza periódica del canal, puede provocar el desborde del agua almacenada y la formación de cárcavas laderas abajo.

5. Costos

A partir de los materiales nombrados y de los precios consultados, se presenta la siguiente tabla de costos:

DETALLE	UNIDAD	COSTO
Excavación manual (4 m x 0,8 m x 0,6 m)	m3	\$43.200
Excavación manual (3 m x 0,15 m x 0,6 m) x 2	m3	\$12.000
Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$15.000
Capa geotextil (4 m x 0,8 m)	m2	\$25.000
Tubo PVC 4" (4m)	m	\$65.300
Tubo PVC 2" (3m)	m	\$22.500
Cañuelas x 2	UN	\$22.000
Concreto 28 Mpa x 50 kg	kg	\$52.000
Malla electrosoldada 6mm (0,6 x 1,0) x 4	m2	\$47.000
TOTAL		\$304.000

Tabla 33 Cotización insumos zanja infiltración. Fuente. Gamboa, 2023.

ANEXO 4: CONTROL DE HOJARASCA EN RESERVORIOS

1. Descripción general

La comunidad de la vereda Espigas ubicada en el municipio de Sesquilé, donde algunos de sus habitantes presentan interrupción del abastecimiento hídrico; debido a que estos no cuentan con un sistema de conducción protegido de diferentes factores (externos de la naturaleza) que afectan la calidad del agua como también la condición de vida de la comunidad. Por lo que al conocer las problemáticas que se están presentando es necesario tomar decisiones que ayuden a tener este recurso hídrico en óptimas condiciones para el uso diario en cada vivienda controlando la cantidad de hojas de los árboles que se encuentran alrededor de los reservorios generando una contaminación de materia orgánica en el agua y junto con demás residuos que genera la descomposición de esta.

2. Modelo de solución

Para mitigar esta problemática se plantean una posible solución, la cual es hacer un tipo de techo sobre los reservorios utilizando madera de eucalipto (se toma la decisión de utilizar este tipo de madera debido a que es la que se utiliza en la zona) para la creación de una estructura que va a soportar o sostener la malla protectora tipo polisombra que

evitara la caída de hojas sobre la superficie de los reservorios es por lo que se toma en cuenta el siguiente procedimiento en las cuales se presentan dos opciones dependiendo de las dimensiones del reservorio:

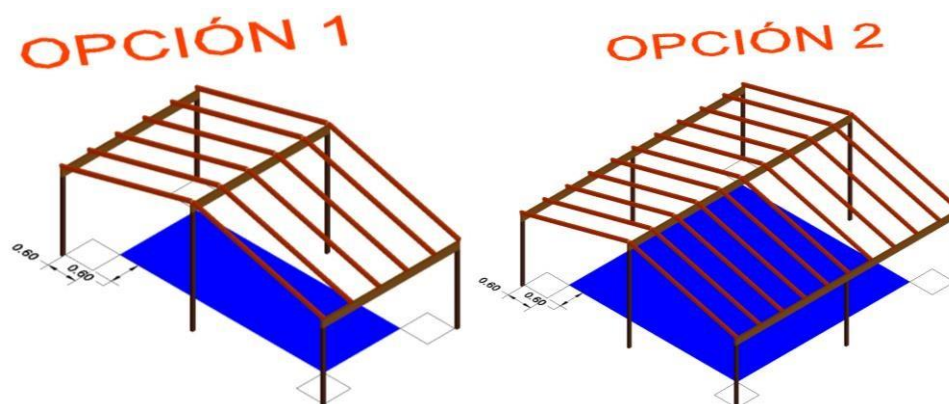


Ilustración 69 Diseño de las estructuras que protegerá el servicio Fuente: Silva & Valencia, 2023

Se conoce el tamaño del reservorio a intervenir, se define el tamaño que debe tener la malla; teniendo en cuenta la distancia a la que se deben enterrar las columnas es haciendo un cuadrado de 0.6m * 0.6 m desde cada una de las esquinas del reservorio hasta las columnas como se muestra en la ilustración 17.

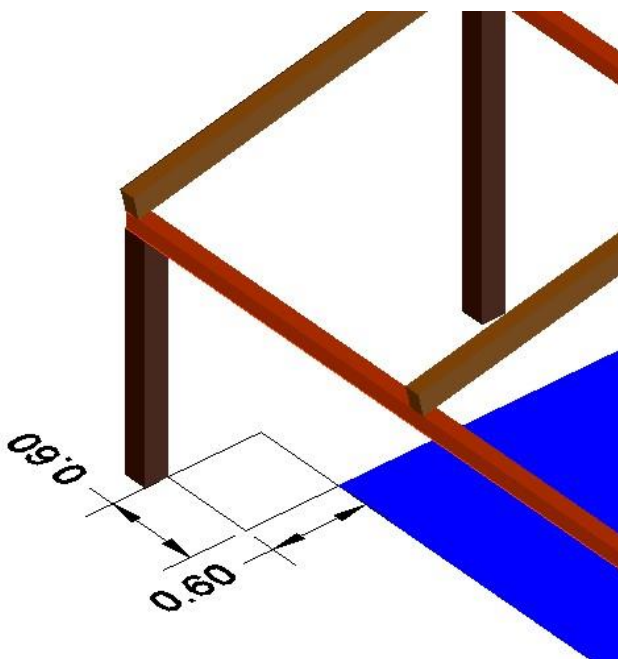


Ilustración 70 Distanciamiento desde la esquina del reservorio hasta las columnas que sostendrán la estructura. Fuente: Silva & Valencia, 2023

- ✓ Se selecciona el tipo de malla como lo es en este caso la polisombra al 80%.

MATERIAL	COSTO POR (Metro cuadrado)	DURABILIDAD (MESES)	DIMESIONES COMERCIALES	COSTO BENEFICIO (meses)
POLISOMBRA 80%	\$ 2,747.50	36	4 m Ancho y una longitud que va desde 1 m hasta 50 m	\$ 76.32
ROLLO TELA VERDE	\$ 2,528.57	6	2.1 m de ancho y una longitud que va desde 1 m hasta 50 m	\$ 421.43
PLASTICO PARA INVERNADERO	\$ 4,190.00	36	10 m de ancho y una longitud que va desde 1 m hasta 50 m	\$ 116.39

Tabla 34 Comparación de tres posibilidades de mallas que existen fuente: Imagen propia (Polisombra Negra, 2023) (Plástico para invernadero, 2023) (Rollo de tela verde, 2023)

Se toma la decisión de utilizar la polisombra por encima de los dos materiales que también fueron contemplados debido a que esta presenta una de las mayores durabilidades, además de presentar un costo mínimo con respecto a la durabilidad de estos; es decir se hace una evaluación de costo beneficio de los 3 productos como se puede observar en la tabla anterior.

- ✓ Se selecciona las dimensiones de las columnas y vigas que se utilizaran

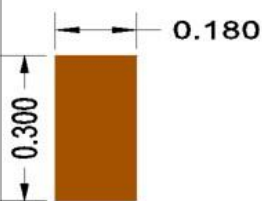
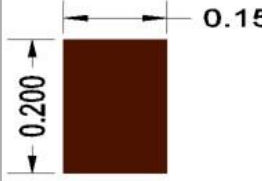
Seccion Transversal	
	Vigas
	Columna

Ilustración 71 Dimensiones de vigas y columnas Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Como se muestra en la ilustración anterior se presentan las dimensiones de las columnas que es de 7.5 cm * 5 cm como mínimo y para vigas de 30 cm * 18 cm para que puedan soportar las cargas a las que estarán sometidas.

- ✓ Se prepara el terreno para la instalación de la malla, teniendo en cuenta que es necesario la limpieza de este; es decir quitando algún tipo de ramas o maleza que pueda interferir a la hora de la colocación del techo protector.
- ✓ Se realiza la instalación de la estructura sobre la cual va a estar colocada la polisombra. Adicionalmente es necesario conocer que la posilombra al 80% se consigue en el mercado con un ancho de 4 metros y la longitud necesaria para la protección completa del reservorio. posteriormente, se toma la decisión de que la altura a la que se colocara la estructura del techo no superara el 1.50 metros en los pórticos laterales es debido a que se pretende que la persona que vaya a hacer el mantenimiento tenga un fácil acceso a la parte superior de la estructura no le sea necesario utilizar escalera para alcanzar alturas mayores, mientras que en el pórtico central se tomara una altura de 2.28 metros, por último cada columna al momento de enterrarla se debe hacer un hueco con una profundidad mínima de 60 cm y no deberá superar los 90 cm de profundidad (Rural Perimetral S.R.L., 2023) en la cual se busca colocar las columnas,

adicionalmente se realizara una cimentación en concreto ciclópeo para dar estabilidad a la estructura.

- ✓ Se instala la polisombra sujetándola a la estructura realizada, en cada uno de sus lados utilizando alambre calibre 14 galvanizado el cual se utilizará para la unión de la estructura con la polisombra haciendo una especie de tejido generando un buen agarre y una buena tensión sin excederse en la tensión que pueda generar un daño en la estructura de la malla.
- ✓ Es necesario e importante realizar periódicamente una revisión de la polisombra como mínimo cada quince (15) días y máximo cada mes, para poder detectar la acumulación de hojarasca y retirarla de manera oportuna, utilizando escobas las cuales cuenten con un palo que les permita alcanzar los desechos de los árboles que se encuentran en la mitad de la estructura para así evitar la obstrucción del agua y garantizar la calidad de esta. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente no será necesario utilizar ningún tipo de herramienta para llegar a lugares de una altura mayor.

Así mismo se procede a tener un paso a paso de cómo hacer la instalación de la estructura en la cual se expondrán las dos opciones analizadas para diseñar:

- ✓ Primero se presentará la tipología y los nombres que se le colocan a cada una de las vigas y columnas que se utilizaran para llevar a cabo la construcción de las estructuras.

Tipo de Columnas	
	C-T1
	C-T2

Tipo de Viga	
	V-T1
	V-T2
	V-T3

Ilustración 72 Tipología o nomenclatura de las columnas y vigas Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Se hace un hueco con la profundidad de 60 cm en cada una de las esquinas donde irán las columnas C-T1 y en la mitad de estas se colocará la columna C-T2 haciendo el mismo procedimiento que se utiliza para las C-T1 creando una estructura como se muestra en la ilustración 21.

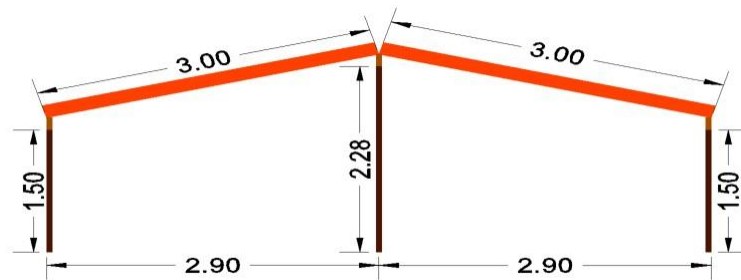


Ilustración 73 Pórtico con inclinación Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Para la elaboración de los pórticos laterales se presentan dos opciones que es dependiendo el tamaño del reservorio:
 - Opción 1: Esta se presenta cuando el reservorio no excede las dimensiones de ancho y largo de 1.8 m * 4.6 m, puesto que este se podría diseñar de la siguiente manera.

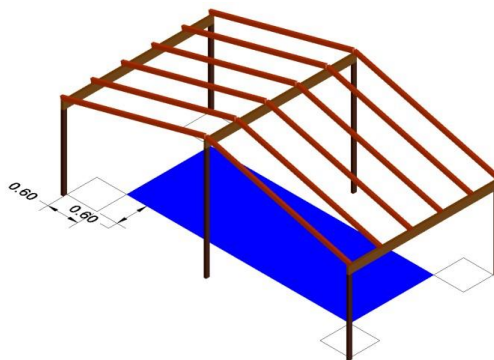


Ilustración 74 Estructura opción 1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

En esta opción se tiene en cuenta la ilustración 21 para la instalación de la estructura que llevara la pendiente necesaria para la instalación de la polisombra; posteriormente se presenta dos pórticos los cuales se utilizaran para sostener la estructura como se podrá evidenciar en la ilustración 22 y 23.

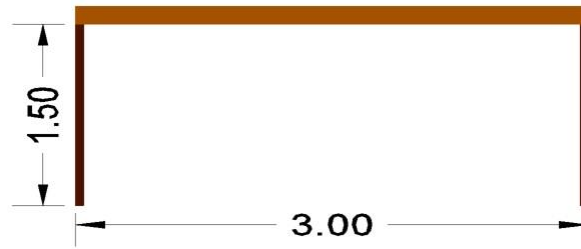


Ilustración 75 Pórtico lateral opción 1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

En los pórticos laterales se utilizarán dos (2) columna C-T1 las cuales soportaran la viga que se encuentra apoyada en sus extremos como se muestra en la ilustración 22 la cuales se encuentran a una separación de 3 metros, la viga que está apoyada es una V_T1. Esta tipología de los materiales se encuentra en la ilustración 20.

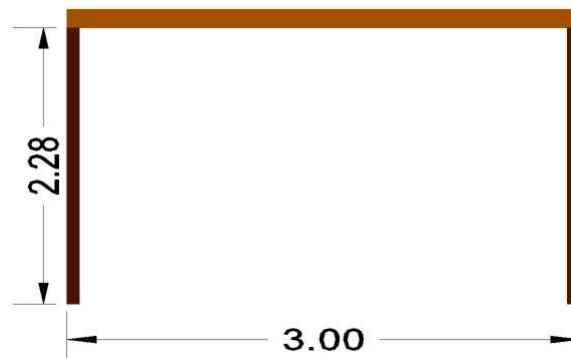


Ilustración 76 Pórtico central opción 1Ref. (Silva & Valencia, 2023)

En el pórtico laterales se utilizarán dos (2) columna C-T2 las cuales soportaran la viga que se encuentra apoyada en sus extremos como se muestra en la ilustración 8 la cuales se encuentran a una separación de 3 metros, la viga que está apoyada es una V_T1. Esta tipología de los materiales se encuentra en la ilustración 20.

- Opción 2: Esta se presenta cuando el reservorio no excede las dimensiones de ancho y largo de 4.8 m * 4.6 m, puesto que este se podría diseñar de la siguiente manera.

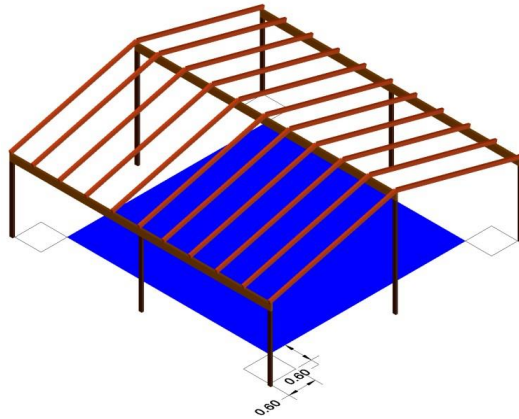


Ilustración 77 Estructura opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

En esta opción se tiene en cuenta la ilustración 20 para la instalación de la estructura que llevara la pendiente necesaria para la instalación de la polisombra; posteriormente se presenta dos pórticos los cuales se utilizaran para sostener la estructura como se podrá evidenciar en la ilustración 25 y 26.

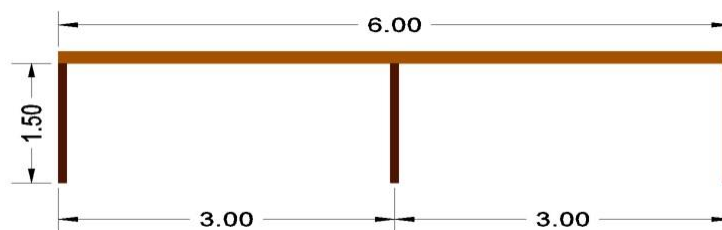


Ilustración 78 Pórtico lateral opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

En los pórticos laterales, se emplearán tres (3) columnas de tipo C-T1 para brindar soporte a la viga, como se representa en la ilustración 26. Estas columnas están ubicadas a una distancia de 3 metros entre sí. La viga apoyada sobre estas columnas es de tipo V-T2, y en su punto central, presenta una unión que se muestra en la ilustración 52. Puede encontrar información adicional sobre estos materiales y su disposición en la ilustración 20.

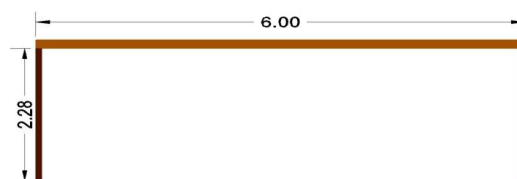


Ilustración 79 Pórtico central opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

En el pórtico lateral se utilizarán dos (2) columnas C-T2, las cuales soportarán la viga que se encuentra apoyada en sus extremos, como se muestra en la ilustración 25. Estas columnas se encuentran a una separación de 6 metros. La viga que está apoyada es una V-T2, y en el centro de esta, se encuentra una unión, como se muestra en la ilustración 50. Esta tipología de los materiales se encuentra en la ilustración 20.

Recomendación: Utilizar estas opciones las cuales se encuentran calculadas específicamente para estas dimensiones, si se toma la decisión de tener otras dimensiones en los reservorios y las estructuras se recomienda buscar un diseñador estructural con conocimientos en estructuras en madera para que se pueda llevar a cabo el diseño de la nueva estructura.

- ✓ Por último, se deben colocar unas vigas tipo V-T3 soportadas sobre las vigas V-T1 y V-T2 dependiendo de la opción que se tome, teniendo en cuenta que deben ir a una separación de aproximadamente 61 cm como se muestra en la ilustración 27.



Ilustración 80 Separación de vigas V-T3 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Es necesario tener en cuenta que para cada una de las opciones que se presentan serán necesarias una cantidad de vigas; para el cálculo de este se procede a mostrar el cálculo de las cantidades.

- Opción 1:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad} &= \frac{3m}{0.610m} + 1 \approx 5.91 \\ \text{Cantidad} &= 6 \end{aligned}$$

Ecuación 27 Calculo cantidad de vigas opción 1 Ref. (Silva, 2023)

En esta parte se toma siempre el aproximado hacia arriba debido a que en algún caso da con decimales.

- Opción 2:

$$Cantidad = \frac{6m}{0.610m} + 1 \approx 10.83$$

$$Cantidad = 11$$

Ecuación 28 Calculo cantidad de vigas opción 2 Ref. (Silva, 2023)

En esta parte se toma siempre el aproximado hacia arriba debido a que en algún caso da con decimales.

- ✓ Por último, es importan recalcar que las uniones de las vigas V-T3 y las V-T2 o V-T1 son las que se muestran en la ilustración 51 mientras que las que se utilizan en las columnas con respecto a las vigas son las uniones que se muestran en la ilustración 52.

Teniendo en cuenta lo anterior se prosigue a usar el programa C + T compuesto, en el cual se debe tener en cuenta el tipo de madera que se va a utilizar en este caso es eucalipto que posee un contenido de humedad del 16%.

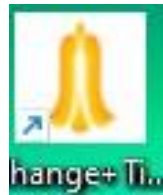


Ilustración 81 Logo programa C+T Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Ahora bien, se presentará el paso a paso para ingresar los datos al programa y así poder calcular las resistencias de cada uno de los elementos en madera que se van a utilizar para la estructura.

- ✓ Se trabaja con madera maciza y se debe elegir Colombia como país y la NSR – 10.

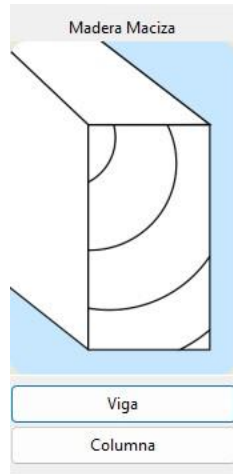


Ilustración 82 Viga Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Ahora bien, se debe iniciar con la viga, integrando los siguientes valores y dando ingresar.

Viga

Diagrama

Parametros

País: Colombia

Especie: Eucalipto

Grado Estructural: ES

Contenido de Humedad: 16 %

Acabado: Aserrado Bruto

Tamaño de seccion: 50mm x 75mm (2x3)

☒ especificar otra sección

b: 180 [mm] h: 300 [mm]

Tensiones Admisibles

Tension	Valor (MPa)
Flexion	17,7
Compresion Paralela	12,9
Traccion Paralela	13,3
Cizalle	1,9
Compresion Normal	2,7
Modulo de Elasticidad	13800

Diagrama: 300, 180

Calcular Tensiones Admisibles

Ingresar

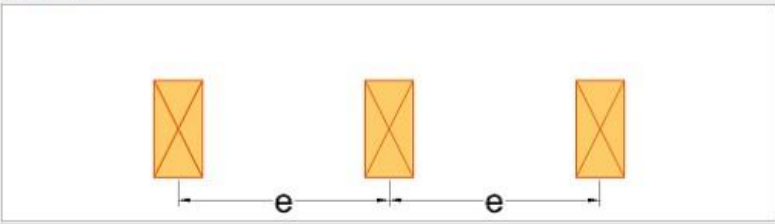
Ilustración 83 Sección diseño de vigas Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ El espaciamiento es de 610 mm y se verifica el tamaño de la sección, se calculan las tensiones admisibles y se da ingresar.

Espaciamiento y tipo de restricción

Espaciamiento (e) [mm]

Diagrama



Tipo de restricción al volcamiento

☒ Ninguno

☐ Continuo a lo largo de la viga, placa de espesor [mm]

☐ Cadenetas, crucetas o costaneras distanciadas a [mm]

Ilustración 84 Espaciamiento Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Tipo de apoyo

Configuración

☒ Apoyada ☐ Voladizo ☐ Empotrada

Apoyada

☒ continua - 1 tramo ☐ continua - 3 tramos

☐ continua - 2 tramos ☐ continua - 4 tramos

Tramos

☒ tramos iguales ☐ tramos distintos

tramo [mm]

tramo 1 [mm]

tramo 2 [mm]

tramo 3 [mm]

tramo 4 [mm]

Voladizo

☒ Empotrada ☐ Apoyada (Fijo+Movil)

apoyo(L2) [mm]

Empotrada

☒ Bi-empotrada ☐ Empotrada-Apoyada (Movil)

Diagrama

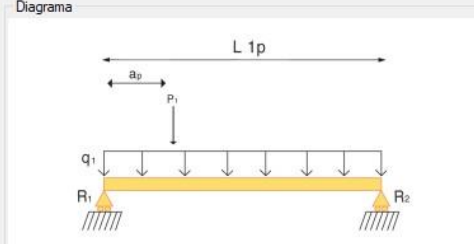


Ilustración 85 Tipo de apoyo Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Se van a colocar 5 vigas con una pendiente del 15%, siendo el largo de la viga de 3 m o 6 m dependiendo el caso.

- ✓ Para determinar la carga permanente se deben tener en cuenta los siguientes valores, para los tres casos que se van a tomar teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\text{Carga total} = \text{peso del techo} + \text{peso de la viga}$$

$$\text{Ecuación 29 Carga total}$$

$$q = \text{carga total} * \text{separacion de vigas}$$

Ecuación 30 Carga uniformemente distribuida

$$M = \frac{\frac{q}{mm} * (\text{longitud de la viga})^2}{8}$$

Ecuación 31 Momento máximo de la sección

$$W = \frac{\text{ancho viga} * \text{altura viga}^3}{6}$$

Ecuación 32 Modulo de flexión de la sección transversal

$$F = \frac{M}{W}$$

Ecuación 33 Tensión de trabajo

- *Para una viga V-T3*

Carga total	5,345	kg/m2		
q	3,212	kg/m	0,031502	N/mm
Mmax	35439,955	N.mm		
Wn	2700000	mm3		
Ftrabajo	0,0131	Mpa		

Tabla 35 Calculo viga V-T3 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- *Para una viga V-T2*

Cargatotal	10,245	kg/m2		
q	6,157	kg/m2	0,060382	N/mm
Mmax	271717,3747	N.mm		
Wn	2700000	mm3		
Ftrabajo	0,1006	Mpa		

Tabla 36 Calculo viga V-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- *Para una viga V-T1*

Carga total	10,245	kg/m2		
-------------	--------	-------	--	--

q	6,157245	kg/m2	0,060382	N/mm
Mmax	67929,34367	N.mm		
Wn	2700000	mm3		
Ftrabajo	0,025159	Mpa		

Tabla 37 Calculo viga V-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

✓ Cargas permanentes

Cargas Permanentes

Cargas distribuidas

Cargas puntuales

Carga Distribuida 1 (q1)

0131

[N/mm2]

Carga Distribuida 2 (q2)

0.00

[kg/m2]

Carga Distribuida 3 (q3)

0.00

[kg/m2]

Carga Distribuida 4 (q4)

0.00

[kg/m2]

Diagrama

Ingresar

Ilustración 86 Carga permanente Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Dada la naturaleza de la estructura y las características geográficas de su ubicación, únicamente se considera la carga generada por el viento como factor influyente en el diseño y análisis estructural.

Con el siguiente mapa se determina la posición de la población:

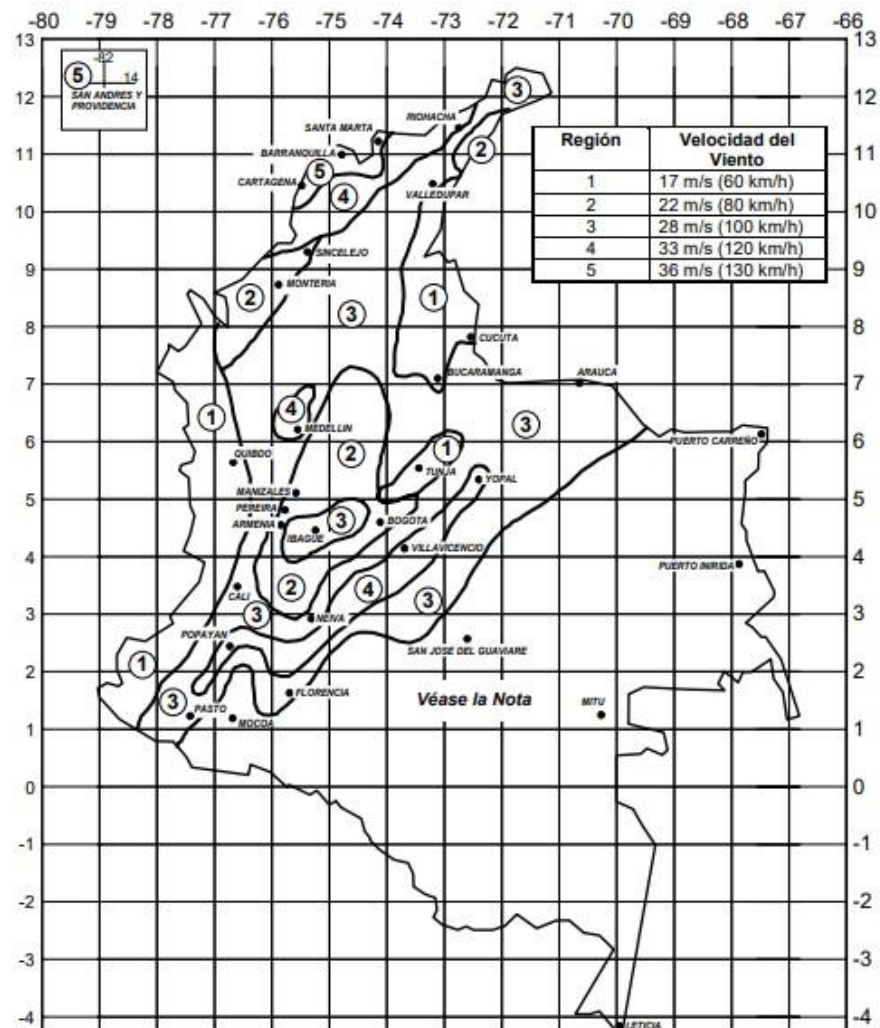


Ilustración 87 Velocidad Viento NSR-10 Ref. (NSR 10; Título B, 2010)

NSR-10 – Capítulo B.6 – Fuerzas de viento

Sistema Principal de Resistencia de Fuerzas de Viento – Método 1						h ≤ 18.0 m						
Figura B.6.4-2 (Continuación)		Presiones de Viento de Diseño				Muros y Cubiertas						
Edificios Cerrados												
Procedimiento Simplificado: Presión Básica de Viento, p _{s10} (kN/m ²) (Exposición B a una altura h = 10.0 m, K _{zt} = 1.0, con I = 1.0)												
Velocidad Básica de Viento m/s (km/h)	Angulo de Inclinación de la cubierta (grados)	Caso de Carga	Zonas									
			Presiones Horizontales				Presiones Verticales				Aleros	
			A	B	C	D	E	F	G	H	E _{OH}	G _{OH}
17 (60)	0 a 5	1	0.11	-0.05	0.07	-0.03	-0.13	-0.07	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	10	1	0.12	-0.05	0.08	-0.03	-0.13	-0.08	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	15	1	0.13	-0.04	0.09	-0.02	-0.13	-0.08	-0.09	-0.06	-0.18	-0.14
	20	1	0.15	-0.04	0.10	-0.02	-0.13	-0.09	-0.09	-0.07	-0.18	-0.14
	25	1	0.13	0.02	0.10	0.02	-0.06	-0.08	-0.04	-0.06	-0.11	-0.09
		2	----	----	----	----	-0.02	-0.04	-0.01	-0.03	----	----
	30 a 45	1	0.12	0.08	0.09	0.06	0.01	-0.07	0.00	-0.06	-0.04	-0.05
		2	0.12	0.08	0.09	0.06	0.05	-0.04	0.04	-0.03	-0.04	-0.05

Ilustración 88 Sistema principal resistencia de fuerza de viento NSR-10 Ref. (NSR 10; Título B, 2010)

- ✓ Con la posición de la población se observa la siguiente tabla:
Teniendo una carga de viento de 1 kg/m^2 .
Y se pone de la siguiente manera:

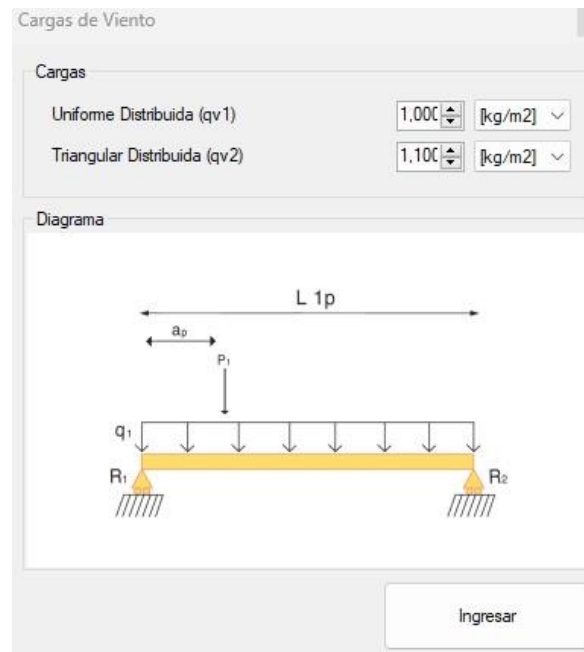


Ilustración 89 Cargas de viento Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Se procede a calcular mediante el programa, verificando que cada una de las condiciones cumplan para el diseño de la estructura en madera.

Viga				
Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en flexión [MPa]	14,02	3,43	24	Cumple
Tensión en cizalle [MPa]	1,56	0,34	22	Cumple
Tensión en compresión normal [MPa]	1,67	0,38	23	Cumple
Tensión en tracción paralela [MPa]	10,53	0,03	0	Cumple
Tensión en compresión paralela IM...	8,04	0,03	0	Cumple

Tabla 38 Resumen viga Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Viga				
Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [M...	8,04	0,03	0	Cumple
Verificación interacción tracción fle...	1	0,248	24,8	Cumple
Verificación interacción compresión...	1	0,244	24,4	Cumple
Deformación total [mm]	7,5	5,066	68	Cumple
Deformación sobrecarga [mm]	8,333	0	0	Cumple

Tabla 39 Resumen viga Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Se saca el diagrama de momento, corte, deformación y axial.

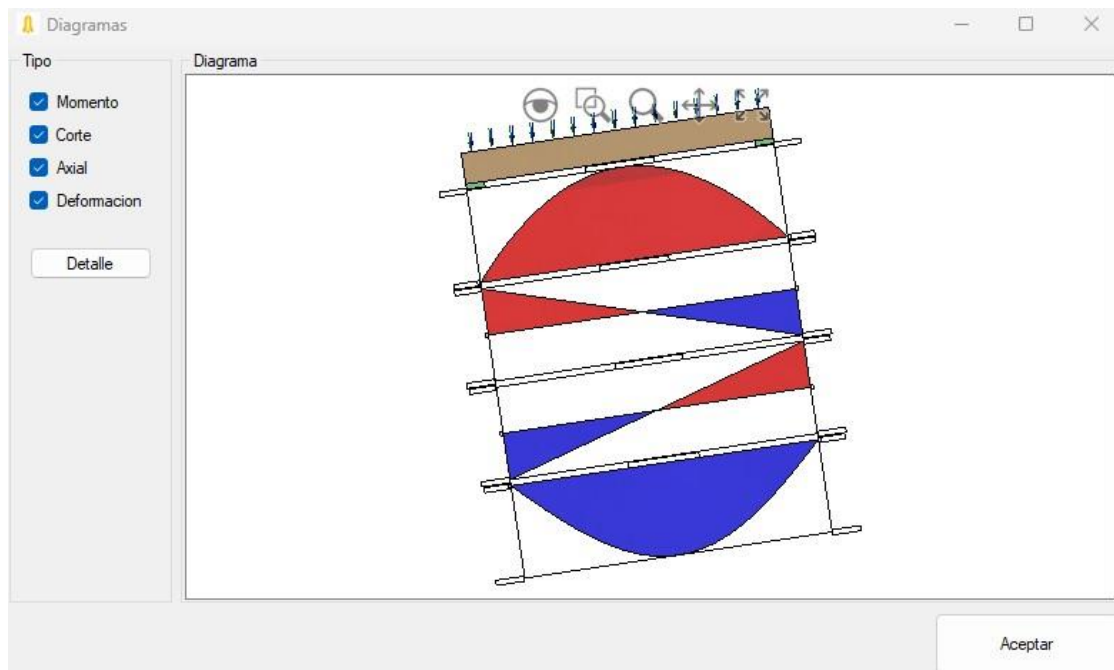


Ilustración 90 Diagrama de Momento, Cortante, Axial y Deformación Ref. (Silva & Valencia, 2023)

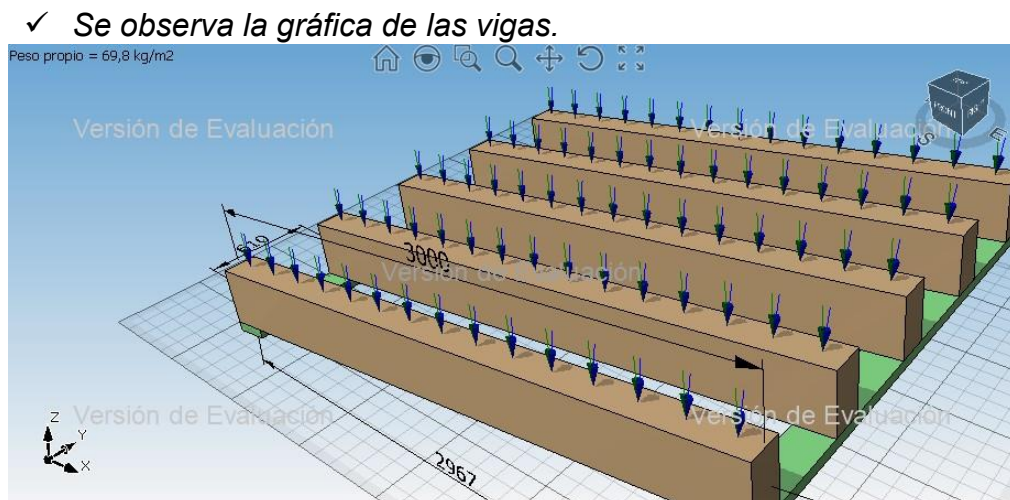


Ilustración 91 Grafica viga Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Se debe realizar el mismo procedimiento 3 veces, con los datos mencionados anteriormente.

Se procede a realizar el procedimiento anterior para las columnas como se muestra a continuación:

- ✓ Se verifican los siguientes datos, se calcula y se da ingresar:

Parametros

Pais

Colombia

Especie

Eucalipto

Grado Estructural

ES

Contenido de Humedad

16

%

Acabado

Aserrado Bruto

Tamaño de seccion

50mm x 75mm (2x3)

☒ especificar otra seccion

b

150

[mm]

h

200

[mm]

Diagrama

Calcular Tensiones Admisibles

Ingresar

Tensiones Admisibles

Tension	Valor (MPa)
Flexion	17,7
Compresion Paralela	12,9
Traccion Paralela	13,3
Cizalle	1,9
Compresion Normal	2,7
Modulo de Elasticidad	13800

Ilustración 92 Parámetros columnas Ref. (Silva & Valencia, 2023)

✓ La condición del apoyo para esta estructura es empotrada – empotrado.

Condiciones de apoyo

Condiciones de apoyo

☒ empotrada-empotrada

☐ articulado-empotrada

☐ movil-empotrada

☐ articulado-articulado

☐ libre-empotrada

☐ movil-articulado

Ingresar

Ilustración 93 Condiciones de apoyo Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Se deben tener en cuenta las siguientes restricciones de pandeo:

Restricciones al pandeo

Restricción en torno al eje x-x

☒ sin restricción en todo el largo de la columna

☐ restricción continua en todo el largo de la columna

☐ restricción espaciada a [mm]

Restricción en torno al eje y-y

☒ sin restricción en todo el largo de la columna

☐ restricción continua en todo el largo de la columna

☐ restricción espaciada a [mm]

Ingresar

Ilustración 94 Restricciones de pandeo Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Se presentarán dos longitudes, las cargas de compresión y de viento de las columnas junto con las gráficas de momento, cortante, deformación y axial, teniendo en cuenta que se tienen dos tipos de columnas.

- Columna C-T1

Longitud:

Largo columna (la) [mm]

Número columnas

Espaciamiento columnas [mm]

Ilustración 95 Datos de columna C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Es fundamental tener en cuenta que este cálculo se refiere a la longitud que va desde la base del terreno hasta la parte superior de la columna. Es importante mencionar que a esta longitud se le deben sumar los 60 cm que estarán enterrados bajo tierra.

Carga de compresión:

$$\text{Carga permanente} = \text{carga total viga} * \text{area del techo}$$

Ecuación 34 Carga permanente

carga permanente	92.21	kg
------------------	-------	----

Tabla 40 Carga permanente C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Carga de Compresion	
Carga Permanente	98.21 [kg]
Sobrecarga de techo	0.00 [kg]
Sobrecarga de piso	0.00 [kg]
Nieve	0.00 [kg]

Ilustración 96 Cargas de compresión C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Cargas de viento en los ejes x-x y-y:

Carga Viento Eje X-X

Cargas

Uniforme Distribuida (qv1) 1.00 [kg/m2]

Triangular Distribuida (qv2) 1.00 [kg/m2]

Diagrama

Carga Viento Eje Y-Y

Cargas

Uniforme Distribuida (qv1) 1.00 [kg/m2]

Triangular Distribuida (qv2) 1.00 [kg/m2]

Diagrama

Ilustración 97 Cargas de viento en los ejes x-x y-y para C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Momento, cortante, deformación y axial:

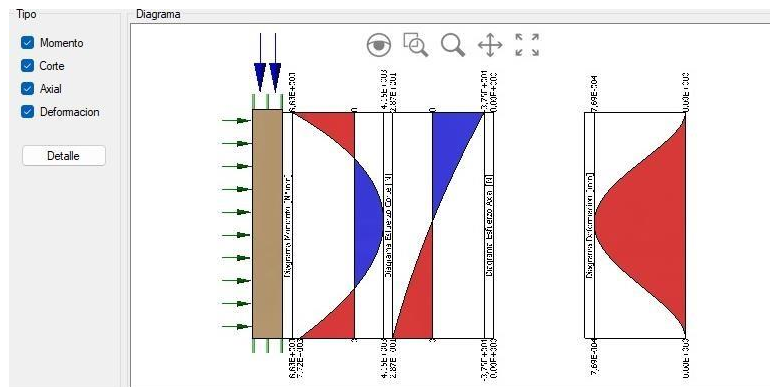


Ilustración 98 Momento, cortante, deformación y axial para C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Resumen columna:

Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [MPa]	9,73	0,03	0	Cumple
Tensión en flexión x-x [MPa]	27,59	0,01	0	Cumple
Tensión en flexión y-y [MPa]	27,59	0,01	0	Cumple
Verificación interacción	1	0	0	Cumple

Tabla 41 Resumen columna C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- **Columna C-T2**

Longitud:

Largo columna (la)	2280	[mm]
Número columnas	2	
Espaciamiento columnas	6000	[mm]

Ilustración 99 Datos de columna C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Es importante tener en cuenta que este cálculo se dé la longitud va desde la base del terreno hasta la parte superior de la columna, es importante especificar que a esta longitud se le debe sumar los 60 cm que estará enterrada la columna.

Carga de compresión:

carga permanente	184.41	kg
------------------	--------	----

Tabla 42 Carga permanente C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Carga de Compresion		
Carga Permanente	184.4	[kg]
Sobrecarga de techo	0.00	[kg]
Sobrecarga de piso	0.00	[kg]
Nieve	0.00	[kg]

Ilustración 100 Cargas de compresión C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Cargas de viento en los ejes x-x y-y:

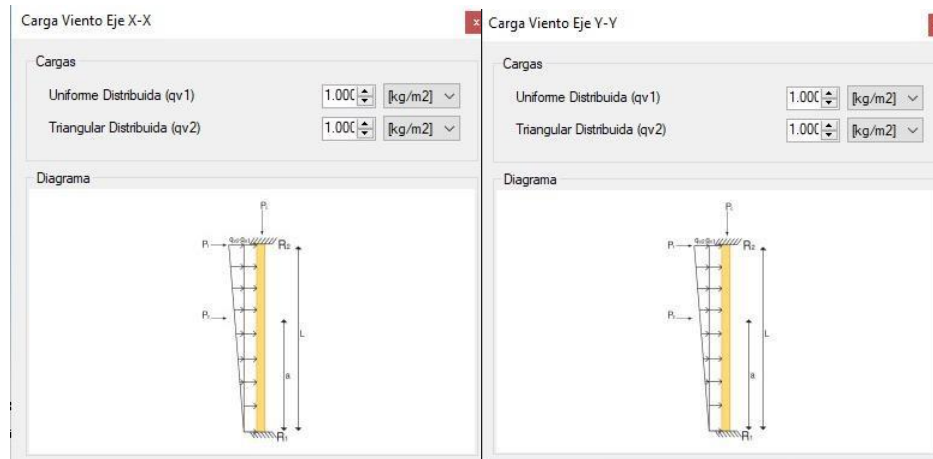


Ilustración 101 Cargas de viento en los ejes x-x y-y para C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Momento, cortante, deformación y axial:

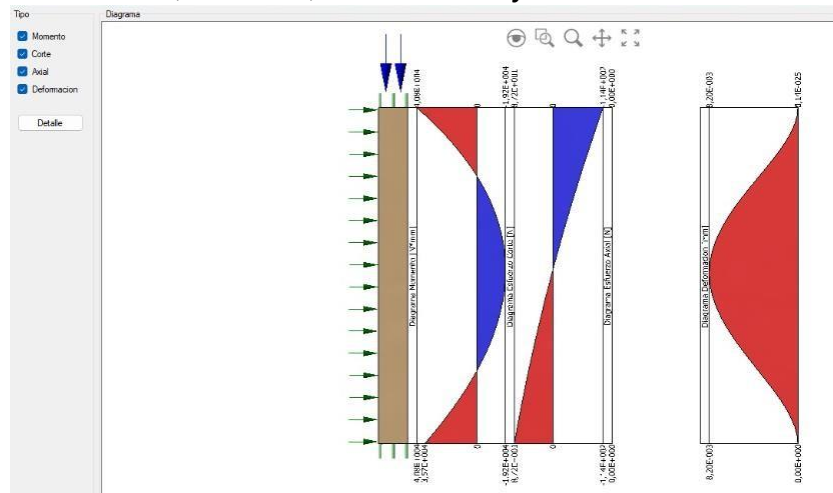


Ilustración 102 Momento, cortante, deformación y axial para C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

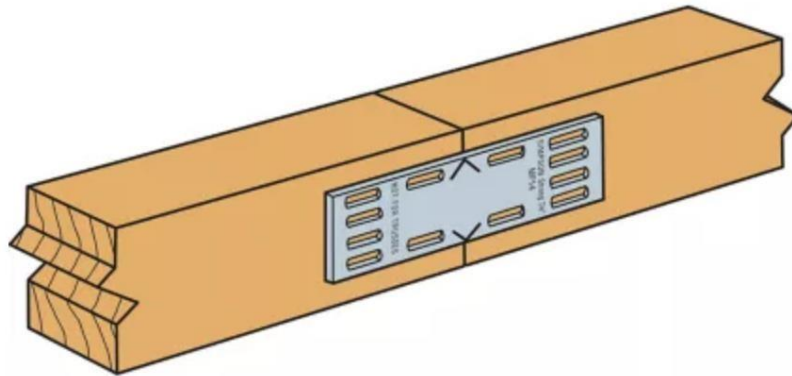
Resumen columna:

Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [MPa]	9.41	326.89	3474	No cumple
Tensión en flexión x-x [MPa]	27.59	0.04	0	Cumple
Tensión en flexión y-y [MPa]	27.59	0.05	0	Cumple
Verificación interacción	1	1206.92	120692	No cumple

Tabla

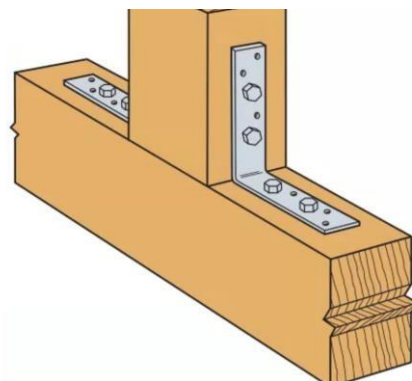
43 Resumen columna C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- ✓ Ahora se presentarán las uniones a utilizar para fijar las vigas y columnas, teniendo en cuenta sus especificaciones:



*Ilustración 103 Plato dentado galvanizado Ref. (Plato dentado 1"*4", 2023)*

Esta pletina se utilizará para unir las vigas que se denominaron V-T2 en el pórtico central debido a que esta cuenta solamente con una longitud de 3 m.



*Ilustración 104 Angulo de refuerzo galvanizado Ref. (Angulo de refuerzo 6"*6", 2023)*

Este soporte se utilizará para unir las vigas V-T2 o V-T1 con las V-T3.

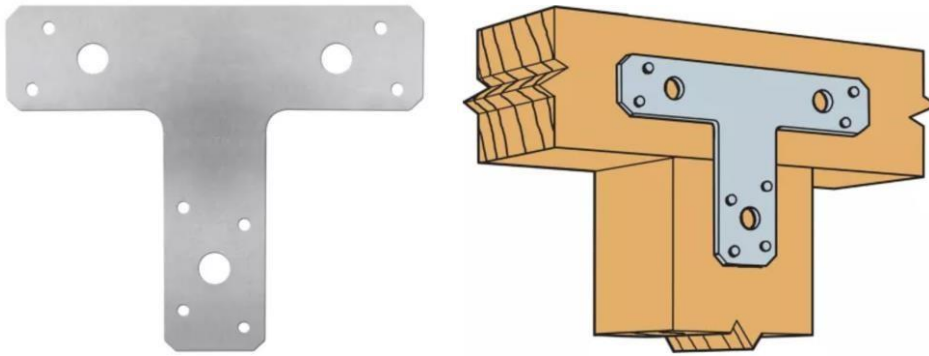


Ilustración 105 Pletina en T 6x6 Ref. (Pletina en T, 2023)

Esta pletina será utilizada para la unión de las columnas con respecto a las vigas para dar una fijación a la estructura.

Cabe resaltar que estos tipos de uniones se pueden adquirir en almacenes certificados, como Home Center, o en depósitos de materiales de construcción.

3. Aplicabilidad

Se pretende dar una solución a la problemática que está viviendo la población de la vereda Espigas del municipio de Sesquilé. Ellos están presentando escasez de agua en los tiempos secos. Adicionalmente, los reservorios con que cuentan presentan contaminación debido a la gran cantidad de hojas y ramas que les caen diariamente de los árboles que están alrededor de estos.

Es por ello por lo que se toma la decisión de hacer una ficha técnica en la cual se pueda mostrar y expresar de la mejor forma el paso a paso de cómo se puede dar solución a esta problemática. Se plantea un diseño de una estructura en madera y, adicionalmente, se propone colocar un polisombra sobre esta para evitar la caída de desechos de los árboles que se tienen.

4. Ventajas y desventajas.

- Ventajas:

- ✓ La polisombra es rentable y de fácil instalación la cual ayuda a controlar la acumulación de hojas en los reservorios.

- ✓ La polisombra protege el agua de la contaminación por hojas, el cual mejora la calidad del agua que se va a consumir.
- ✓ Si se reduce la cantidad de hojas en el agua tiende a reducir el riesgo de la obstrucción de la tubería y así mismo se reduce el costo del mantenimiento.
- Desventajas:
 - ✓ La polisombra puede requerir limpieza regular para evitar la acumulación de hojas en la parte superior.
 - ✓ Si no se selecciona una polisombra de buena calidad es decir teniendo en cuenta la durabilidad que ofrece junto con la forma en la que fue elabora, teniendo en cuenta que se ofrecen en mercado con un porcentaje de cobertura que van desde el 35% hasta 80%; teniendo en cuenta que entre mayor porcentaje va a tener una mayor retención de solidos que provienen de las plantas. Además, si no se realizan sus respectivos mantenimientos con el tiempo esta va a tender a deteriorarse muy rápido, lo que generara el cambio e incremento en los costos.
 - ✓ La polisombra puede que no sea efectiva para el control de la acumulación de otros contaminantes en el agua como lo es la contaminación por filtración y escorrentía de desechos que se encuentran en el suelo, como puede ser aguas residuales o desechos orgánicos de los animales que se encuentran en la zona.

5. Costos

Se presentan dos tablas de costos, debido a que se encuentran dos opciones con las que se pueden trabajar en las cuales podrán encontrar valores unitarios, el costo total de cada uno de los materiales, junto con las cantidades necesarias.

OPCION 1				
Detalle	Unidad	Costo (Home Center)	Cantidad	Total
Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por metro lineal	m	\$ 10,990	6	\$ 65,940

	m2	\$ 2,748	-	-
Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24,900	12	\$ 298,800
Madera aserrada	UND	\$ 39,900	21	\$ 837,900
Pletina emsamble en T	UND	\$ 29,900	8	\$ 239,200

Tabla 44 Costos opción 1 Ref. (Silva, 2023)

OPCION 2				
Detalle	Unidad	Costo (Home Center)	Cantidad	Total
Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por metro lineal	m	\$ 10,990	12	\$ 131,880
	m2	\$ 2,747.50	-	-
Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3,900	2	\$ 7,800
Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24,900	22	\$ 547,800
Madera aserrada	UND	\$ 39,900	25	\$ 997,500
Pletina emsamble en T	UND	\$ 29,900	24	\$ 717,600

Tabla 45 Costos opción 1 Ref. (Silva, 2023)

ANEXO 5: FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR AGUA LLUVIAS

1. Descripción general:

Los residentes de la vereda Espigas se les hace necesario disponer de agua que cuente con calidad adecuada que permita disponer de ella de forma segura. Por eso, resulta fundamental contar con dispositivos que satisfagan esta necesidad en su sistema de suministro como lo hacen los filtros verticales conectados a su sistema de abastecimiento. La ausencia de adecuados sistemas de filtración podría poner en peligro la salud de quienes consumen el agua y la de los animales presentes en la zona. La filtración desempeña un papel crucial al eliminar contaminantes y garantizar un suministro seguro y saludable de agua. Es

por esto por lo que se presenta una solución para eliminar agentes contaminantes que se encuentran en el agua lluvia ya que la elección del filtro adecuado dependerá del propósito para el cual se utilizará el agua. Sin embargo, se presentan filtros que pueden ser de utilidad para hacer un adecuado y seguro uso del agua.

2. Modelo de solución:

La filtración es una etapa física de refinamiento o mejora de la calidad del agua. Consiste en hacer pasar el agua a través de capas de material poroso o granular con el objetivo de retener bacterias y partículas suspendidas en el líquido. Para poder tener condiciones aceptables de agua y que las personas puedan consumirla es necesario hacer uso de diferentes filtros dependiendo de las condiciones que presente el agua, es por esto que resulta fundamental identificar el origen de la contaminación.

Sin embargo, es importante mencionar que en caso de utilizar el agua de lluvia para consumo humano o para cocinar como lo espera la población de la vereda Espigas en el municipio de Sesquilé, se recomienda optar por un filtro de carbón activado. Por otro lado, si el propósito es utilizar el agua de lluvia para riego de jardines u otros usos no potables, se aconseja emplear un filtro de arena o un filtro de tamiz (Fontaneria Lucero, 2023).

Es fundamental destacar que así como es necesario retener partículas pequeñas que quedaran en el filtro de carbón activado es importante retener partículas más grandes, es por esto que es necesario hacer uso de otro tipo de filtro de malla que se instalara en las bajantes de agua lluvia como primera medida de protección ya que permitirá retener las partículas más grandes tales como hojas o elementos de volúmenes mayores para no saturar los sistemas de filtración de partículas con materiales grandes que se puedan llegar a encontrar en los techos. A continuación, se presenta un tipo de filtro de malla usado en bajantes de agua libres de mantenimiento.

Filtro de hojas bajantes



Ilustración 106 Adaptado de (FORTELV, 2022)

A continuación, se tendrá énfasis en la solución que permita a los habitantes emplear el agua para uso doméstico y personal, por lo tanto, se presentan las características y beneficios de la filtración empleando el método de carbón activado.

- Carbón activado:

Consiste en un sistema de filtración que utiliza bloques o gránulos de carbón con alta capacidad de absorción. Las partículas indeseables en el agua se adhieren al carbón, dejando el producto final libre de contaminantes. Además, el carbón activado puede eliminar olores desagradables y químicos perjudiciales para la salud (BRITA, 2023).

El funcionamiento del filtro de carbón activado principalmente consiste en el siguiente procedimiento: El agua se introduce en la parte superior de una columna o filtro que contiene carbón activado. Luego, por la fuerza de la gravedad, el agua circula hacia abajo y se recupera a través de un sistema de drenaje en la parte superior.

El agua, al pasar por los filtros de carbón activado, se purifica de los productos químicos contaminantes que queden retenidos en el sistema.

Esta purificación se realiza porque los filtros de carbón activado albergan diminutos pedazos de carbón, presentados en forma de gránulos o bloques, que han sido procesados para volverse altamente porosos.

El flujo del agua procede en dirección descendente a lo largo del medio filtrante hasta llegar al punto de salida. Para poder entender el funcionamiento de un filtro de carbón activado para agua con mayor claridad se muestra la siguiente ilustración y se muestra el funcionamiento del filtro:

Uso del filtro de carbón activado

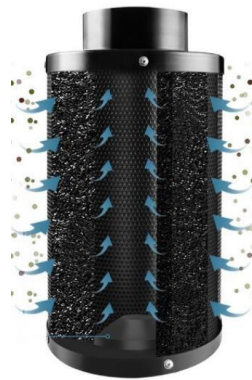


Ilustración 107. Adaptado de (fotografía), (TemplateMonster, 2019)

Por tal motivo, el filtro de carbón activado es un sistema que nos permite obtener calidades de agua bastante aceptables sin necesidad de llevar a cabo procesos tediosos y costosos ya que es de fácil instalación y va conectado a la línea principal de abastecimiento y de fácil mantenimiento debido a que por medio de un proceso de lavado para eliminar partículas se puede volver a obtener las capacidades que presentaba el carbón activado inicialmente, con un correcto mantenimiento puede llegar a durar hasta 10 años (ASENSI, 2019).

Para seleccionar el sistema de filtrado más adecuado para cada proyecto, es importante tener en cuenta la cantidad de agua que se desea filtrar en primer lugar. Según lo observado en la visita técnica, los habitantes de la vereda Espigas se les hace necesario filtrar una cantidad de agua necesaria para su consumo y actividad económica, es por esto por lo que es recomendable optar por un sistema de carbón activado.

- Construcción de un filtro de carbón activado:

Existen diferentes formas de lograr una filtración para agua por medio de carbón activado, estos filtros están diseñados con carbón activado, que es carbón poroso tratado para aumentar su capacidad de absorción y adsorción. La adsorción es un proceso mediante el cual los contaminantes se adhieren a la superficie del carbón activado debido a fuerzas químicas y físicas, puede ser de forma industrializada o de forma casera.

A continuación, se presenta un proceso de construcción para filtros caseros, su construcción es practica sencilla y de bajo costo:

Para lograr filtrar la mayor cantidad de agua es recomendable usar un botellón de agua, es por esto por lo que el primer paso consiste en hacer un orificio a la parte inferior del mismo como se muestra a continuación en la imagen ilustrativa:
Orificio para el botellón (Imagen ilustrativa)



Ilustración 108. Adaptado de (IDESPO, 2012)

Se realiza una perforación en la tapa y se añade una capa de algodón de aproximadamente 10 cm para evitar que el material filtrante salga de la botella, se realizara este agujero con el fin de conectar las mangueras que llevarán el agua a los tanques de almacenamiento, obteniendo el siguiente resultado.

Botellón (Imagen ilustrativa)



Ilustración 109. Adaptado de (IDESPO, 2012)

Acto seguido se lleva a cabo la instalación o vertimiento de la capa de material filtrante, en este caso el carbón activado de aproximadamente 25 a 30 cm de espesor, como se presenta a continuación:

Filtro terminado (Imagen ilustrativa)



Ilustración 110. Adaptado de (IDESPO, 2012)

Es muy importante que el filtro sea instalado de manera vertical ya que el agua cruda entrara por la parte superior abierta y saldrá por el agujero que se le hizo a la tapa del botellón, la cual estará conectada a una manguera que conducirá a los tanques de almacenamiento para su disposición final.

La conclusión sobre el uso de filtros caseros de carbón activado para mejorar la calidad del agua es que pueden ser una opción económica y efectiva para eliminar sabores, olores e impurezas. Es crucial construir y mantener adecuadamente estos filtros para garantizar un rendimiento óptimo. Además, es posible que los filtros de carbón activado no sean capaces de eliminar contaminantes más severos o patógenos presentes en el agua.

3. Aplicabilidad

La filtración de agua implica la separación de partículas sólidas en suspensión presentes en el agua, utilizando medios porosos o filtros que retienen dichos sólidos mientras permiten el paso del líquido. Este proceso elimina minerales y trata el agua turbia, logrando obtener un agua clara y transparente. Es decir, un agua incolora, que es indicativo de su calidad.

Los filtros de carbón activado son altamente eficaces para eliminar una variedad de químicos dañinos presentes en el agua. Estos compuestos incluyen cloro, benceno, radón, trihalometanos disolventes, así como pesticidas, herbicidas y muchos otros

productos químicos sintéticos que pueden entrar en contacto con el agua a medida que fluye a través del sistema de recolección y distribución.

Además de su capacidad para eliminar sustancias químicas, los filtros de carbón activado también son efectivos en la eliminación de sabores desagradables y olores presentes en el agua.

Su instalación debe ser dependiendo que es lo que se quiera retener ya que en las bajantes puede ser instaladas mallas para retener hojas y elementos orgánicos y después de este proceso pueden instalarse filtros que permitan la descontaminación total del agua para así poder lograr una calidad de agua aceptable y sin perjudicar a las personas que la consumen.

Según las características encontradas en campo se puede llevar a cabo la siguiente instalación:

4. Ventajas y desventajas.

Dentro de las ventajas de utilizar un sistema de filtración tenemos que la instalación de bajo costo y su facilidad de instalación la hacen una buena opción. A diferencia de otros sistemas de tratamiento de agua, a comparación de otros equipos que se usan en grandes redes de distribución, los filtros de agua se colocan fácilmente y no tienen un costo tan alto como otras soluciones.

Además, es un sistema eficaz para eliminar contaminantes orgánicos y químicos, lo que nos permite consumir agua del grifo libre de impurezas y con calidad del agua aceptable para el uso de las viviendas donde se implemente este sistema.

La única desventaja que presenta es que, si no se realiza un mantenimiento adecuado, puede convertirse en un foco de bacterias. Por lo tanto, si se opta por la instalación de filtros de agua, es fundamental recordar la importancia de llevar a cabo un mantenimiento periódico, en el caso de los filtros de carbón activado es recomendable llevar a cabo un mantenimiento preventivo de cada ya que este permite llegar a utilizar el compuesto por un periodo bastante prolongado con el fin de recuperar la inversión y tener siempre una calidad de agua esperada. Si se instalan filtros de agua con el objetivo de evitar problemas de impurezas y no realiza el mantenimiento necesario, podría generar una

situación aún más grave: que el agua esté contaminada con bacterias que podrían afectar la salud y de los seres vivos que consuman el agua.

5. Costos

Considerando el filtro casero de carbón activado mencionado previamente, es posible emplear los costos individuales siguientes.

FILTRO DE CARBON ACTIVADO

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO
BOTELLON 20L	UN	\$ 14.000,00
ALGODÓN	KG	\$ 19.000,00
ANCLAJES DE SUJECION	UN	\$ 30.000,00
CARBON ACTIVADO		
GRAULADO	KG	\$ 35.800,00

FILTRO CONTROL DE HOJARAZCA EN TECHOS

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO
FILTRO	UN	\$ 69.900,00

TOTAL, GENERAL \$ 68.700,00

(Tabla 46. Costos unitarios filtro de carbón activado casero) ((Sistemas e Irrigaciones S.A.S., 2021)

Para los anclajes de sujeción se tuvo en cuenta la utilización de elementos tales como chazos expansivos (x4) y anillos metálicos para soportar el peso del botellón.

ANEXO 6: OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA

1. Descripción General:

Optimizar la demanda requerida por cada familia buscando garantizar el volumen de agua para sus necesidades domésticas.

2. Modelo de Solución.

La alternativa plateada para optimizar la demanda de agua requerida por cada familia consiste en priorizar el consumo de estas en ciertas actividades que se consideran básicas, las cuales serán establecidas por el diseñador y/o familia, pero este deberá tener en cuenta la Resolución 0330 de 2017 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio , 2017) y la 0844 de 2018 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018). Así mismo, se recomienda tener en cuenta valores acorde a lo establecido en el título J del manual de buenas prácticas página 436 en el cuadro 2 denominado “**Cantidades de agua de referencia según uso**” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, pág. 436)

Uso	Unidad	Cantidad o rango
Bebida	Litros-hab/d	2 – 5
Preparación de alimentos	Litros-hab/d	2 – 5
Lavado de loza	Litros-hab/d	10 – 25
Aseo personal (lavado de manos y baño)	Litros/hab-d	12 – 20
Aseo personal (evacuación de excretas)	Litros/hab-d	6 – 50
Aseo de la vivienda	Litros/hab-d	4 – 15

Lavado de ropas	Litros/hab-d	20 – 50
Cultivos	Litros/planta-d	0.8
Cría de ganado bovino	Litros/cabeza-d	25 – 110
Cría de ganado porcícola	Litros/cabeza-d	10 – 25
Cría de aves de corral	Litros/cabeza-d	0.2 – 0.5

Fuente: Elaboración MVCT-VASB, con sustento en Restrepo, 2010. Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza

Tabla 47 CANTIDADES DE REFERENCIA DE AGUA SEGUN SU USO fuente:
(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

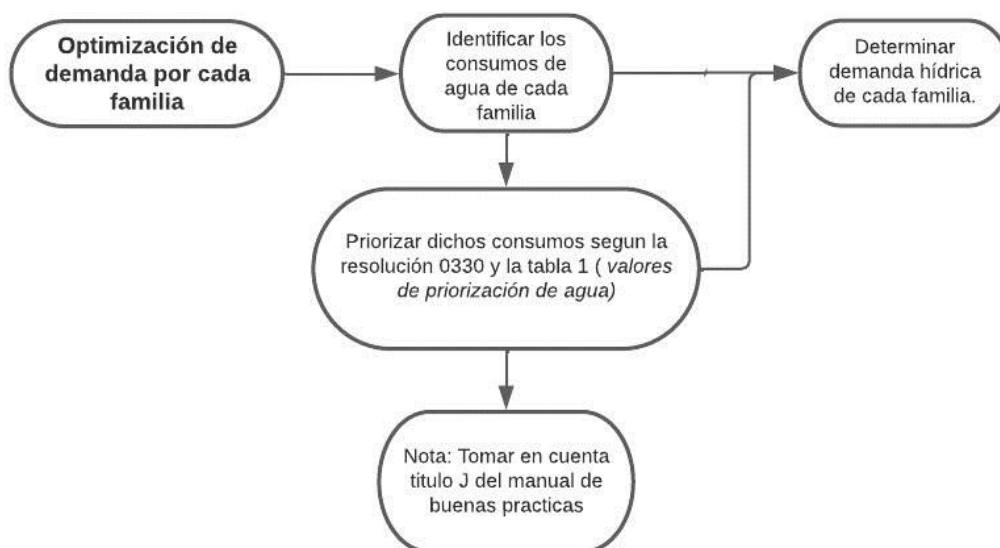
Es importante tener en cuenta las necesidades de agua para consumo animal, dado que se debe contemplar la temporada de lluvias como las épocas secas y realizar el balance correspondiente que podrá encontrar en la ficha “RELACIÓN OFERTA - DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN DURANTE LOS MESES DE SEQUÍA”; así mismo, es importante tener en cuenta que la suma de los valores anteriores no debe dar una detonación máxima superior a los presentados en el artículo 43 de la resolución 0330 de 2017 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio , 2017, pág. 9) o los determinados en el artículo 32 de la resolución 0844 de 2018 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018, pág. 29), que es igual a 140 _____

*

Insumos:

1. Datos de cantidad de personas que habitan cada finca, así como número de animales que tienen.
2. Consumo mensual de agua que tiene cada familia el cual se determina mediante la aplicabilidad más abajo.

Nota: El consumo de agua para cada núcleo familiar debe ser calculada con la información de cada núcleo. Diagrama de flujo



3. Aplicabilidad y Formulas.

La optimización de la demanda se hace priorizando el uso de agua en aquellas actividades de suma importancia consideradas en la normativa vigente de vital uso. Según la información recopilada en las distintas salidas de campos realizadas se toman los siguientes usos los cuales serán denominados **“Usos Priorizados”**, y tendrán valores establecidos por cada diseñador, pero dentro de los rangos dados en la normativa Manual de Buenas Prácticas página 436 en el cuadro 2 denominada **“Cantidades de agua de referencia según uso”**, dado a lo anterior los datos establecidos serán los siguientes:

USO PRIORITARIO DE AGUA			USO AGUA		
Actividad	Consumo		Actividad	Consumo	
Aseo personal	15	L/hab*día	VACAS	40	L/hab*día
alimentos	5	L/hab*día	PERRO	0,5	L/hab*día
sanitario	30	L/hab*día			
Total	50	L/hab*día			

Tabla 48 valores de priorización de agua

Cálculo de demanda hídrica.

Para determinar la demanda hídrica se tiene en cuenta el consumo mensual determinado anteriormente el cual para consumo humanos es de $50 \frac{L}{hab*día}$ y en el caso de tener vacas el consumo $40 \frac{L}{vac*día}$ por cada una y en el caso de perro es de $0.5 \frac{L}{perro*día}$. y se utiliza la siguiente formula.

$$D_{hidrica} = No\ habitantes * 50 \frac{L}{hab * día} + No\ vacas * 40 \frac{L}{vac * día} + (No\ perro * 0.5 \frac{L}{perro * día})$$

Como ejemplo práctico se tomará los datos del señor “**Álvaro Gil**” de la cual se obtienen los siguientes datos:

Población	
Habitantes	2
Vacas	2
Perro	1

Tabla 49 datos obtenidos en la encuesta

Con los datos obtenidos se reemplaza en la fórmula para determinar la Demanda neta hídrica.

$$D = \left(2 \text{ hab} * 50 \frac{\text{L}}{\text{hab} * \text{dia}} \right) + \left(2 \text{ vacas} * 40 \frac{\text{L}}{\text{vac} * \text{dia}} \right) + \left(1 \text{ perro} * 5 \frac{\text{L}}{\text{perro} * \text{dia}} \right)$$

$$D = 180.5 \frac{\text{L}}{\text{dia}}$$

Según lo anterior, la demanda hídrica al día es de $180.5 \frac{\text{L}}{\text{dia}}$, en dado caso que se decía conocer la demanda hídrica mensual se debe multiplicar este por treinta días, en este caso se obtenida una demanda hídrica mensual de 5415 $\frac{\text{L}}{\text{mes}}$ y en el caso que se desee en unidades metros cúbicos se debe dividir el valor anterior de 5415 $\frac{\text{L}}{\text{mes}}$ sobre

$$1000, \text{ lo cual nos da un valor de } \frac{5415 \frac{\text{L}}{\text{mes}}}{1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3}} = 5.415 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$$

Cálculo de oferta hídrica.

- **Agua lluvia:** Para obtener el cálculo de oferta hídrica seguir pasos de la guía que lleva por nombre “**Relación oferta/demanda para garantizar la disponibilidad de agua durante los meses de sequía**”

4. Ventajas y desventajas. Ventajas

- El optimizar la demanda de agua que tenga cada familia, permite que este recurso tan escaso en la zona sea manejado de manera más eficiente y que en los meses de sequía no se tenga un desabastecimiento del agua.

- No se es necesario solicitar a la alcaldía del municipio el envío de un carro tanque lo cual incurre en gastos extras para la comunidad de la zona.

Desventajas.

La desventaja más significativa que se tiene es que la optimización de esta la demanda de agua puede ocasionar que no se tenga en cuenta algunas actividades que involucren el recurso y que esta no supla la demanda real que existe.

ANEXO 7: SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO

1. Descripción general

En la comunidad de la vereda Las Espigas, municipio de Sesquilé del departamento de Cundinamarca, algunos de sus habitantes presentan interrupción en la conducción en sus sistemas de abastecimiento hídrico, debido a que su sistema de conducción actual no se encuentra protegido ante diferentes factores externos, causando interrupciones, fugas y desconexiones que en efecto causa intermitencias en el sistema de abastecimiento. Por otra parte, algunos habitantes no cuentan con una red de conducción por lo cual se limita el acceso al suministro hídrico.



Ilustración 111 Redes expuestas; Fuente: (Carreño,2023)



Ilustración 112 Redes expuestas; Fuente: (Carreño,2023)

2. Modelo de solución

Para mitigar la interrupción de la conducción se pretende realizar la instalación subterránea de la red con el fin de evitar la ruptura y, al mismo tiempo, previendo contaminación del agua. Por lo tanto, se recomienda implementar tubería rígida o flexible de $\frac{1}{2}$ ", ya que es el diámetro nominal que mejor se adapta a este tipo de condiciones de diseño, el material a usar debe ser preferiblemente PVC rígido o polietileno. Estos materiales se pueden obtener en cualquier depósito de materiales de construcción o ferretería, por otra parte, estos criterios de diseño se basan en el artículo 56 de la resolución 0330 de 2017 emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Es importante aclarar que la tubería a utilizar se encuentre en perfectas condiciones antes de ser instalada.



Ilustración 113 Construcción de la zanja; Fuente: (EMAPASR-EP,2020)

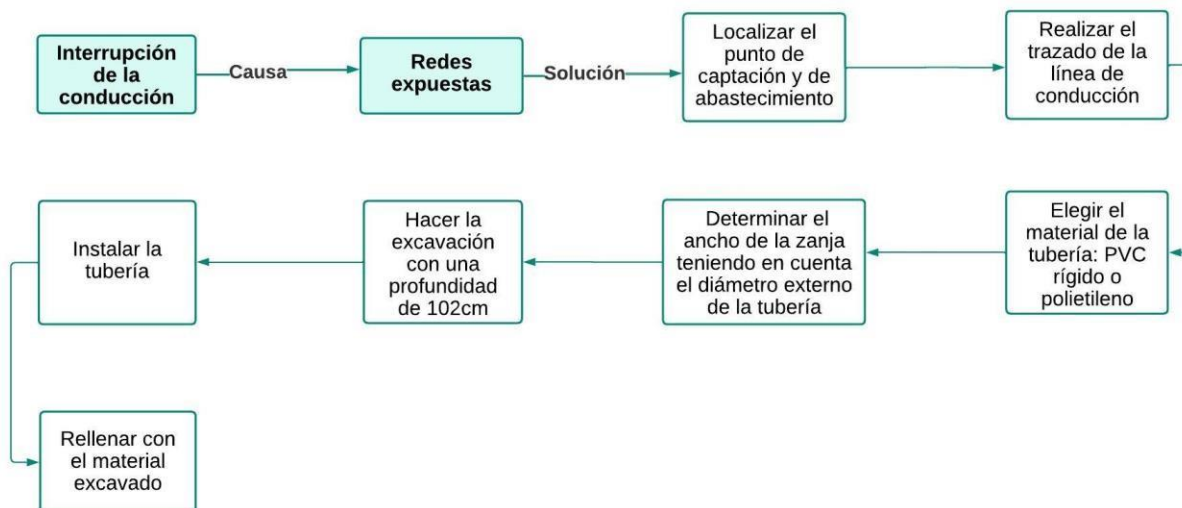


Diagrama 5 Diagrama de flujo solución a la interrupción de la conducción; Fuente: (Carreño,2023)

3. Aplicabilidad

Para su instalación se debe realizar una excavación tipo zanja a la profundidad de la cota clave de la tubería a un metro como se indica en la Ilustración 6 cota clave de la tubería , para zonas verdes o agrícolas y accesos peatonales según lo indicado en el artículo 60 de la resolución 0330 de 2017 emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, por otra parte, se recomienda estabilizar la tubería en el fondo de la zanja como se especifica en la siguiente figura y finalmente cubrir con el mismo material posteriormente excavado.



Ilustración 114 Instalación de tubería; Fuente: (EMAPASR-EP,2020)

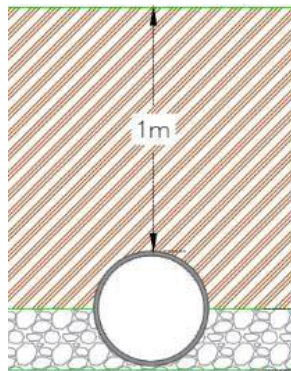


Ilustración 115 cota clave de la tubería; Fuente: (Carreño, 2023)

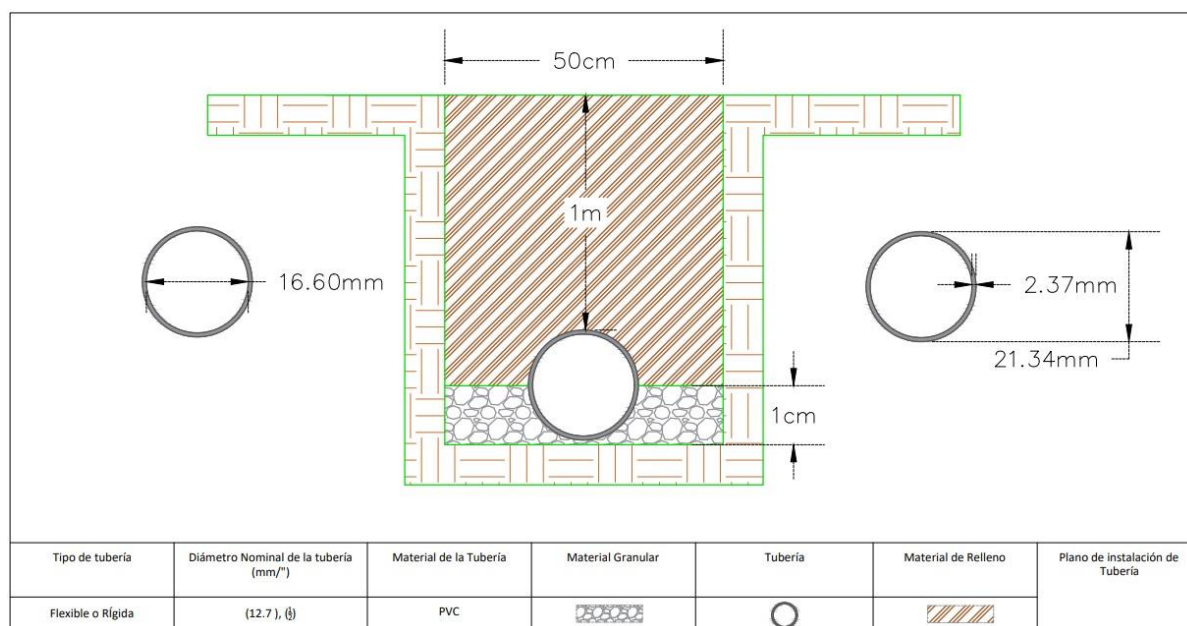


Ilustración 116 Plano de instalación de tubería; Fuente: (Carreño, 2023)

Como se evidencia en el plano de instalación de tubería se identifican las características técnicas que debe cumplir la tubería a implementar para el correcto funcionamiento de la red de conducción. Es importante aclarar que el material granular como se especifica en el presente plano hace referencia a grava de 1" pulgada para dar estabilidad a la red de conducción; el material de relleno es el mismo material que previamente se excavó para realizar la zanja. Por otra parte, para el proceso de relleno y readecuación es necesario ir apisonado por capas el material e ir rellenando la zanja para generar estabilidad en la zona intervenida. Este proceso se hace con el fin de recuperar la misma densidad del suelo que tenía antes de la intervención para poder soportar las cargas dinámicas. Es decir, cargas que generen movimiento o que sean temporales y estáticas que hacen referencia a cargas que se mantienen en un mismo lugar.

4. Ventajas y desventajas

La instalación de tubería subterránea para el transporte de agua disminuye el riesgo de interrupción para el funcionamiento del sistema de abastecimiento hídrico, ya que se evita la exposición de la tubería a factores externos como la exposición directa al sol y a el cambio climático que disminuyen la vida útil de la tubería. Por otra parte, se evita la ruptura y desconexión a causa de actividades humanas y agrícolas. Sin embargo, la tubería evita que se contamine el agua debido a su recubrimiento a lo largo de todo su recorrido.

La fácil instalación de este tipo de tubería disminuye los costos de instalación ya que no se requieren equipo de gran tamaño si no herramientas manuales de bajo costo.

Una de las principales desventajas que presentan este tipo de instalación para zonas rurales es la limitación del área para sembrar cultivos en la zona del trazado de la tubería, esto es debido a que los cultivos pueden afectar la tubería por medio de las raíces afectando la sección transversal que causa deformaciones y posteriormente ruptura.

5. Costos

Teniendo en cuenta las dimensiones del proyecto se puede aplicar los siguientes costos unitarios

Detalle	Und	Costo
Excavación en tierra seca a mano entre 0-2m de profundidad (incluye mano de obra y herramienta)	M3	\$ 24.022
Suministro e Instalación Tubería PVC P de 1/2"	ML	\$ 18.930

Tabla 50 costos unitarios sistema de cubrimiento de redes de abastecimiento; Fuente: (Carreño,2023)

ANEXO 8: OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO A LA VIVIENDA

Descripción general

Este proceso busca hacer un mejoramiento de calidad y eficiencia en la conducción de los sistemas de abastecimiento hídricos ya existentes. Optimizando las distancias en el recorrido de la tubería que va desde el reservorio recolector al reservorio de almacenamiento. La topografía del terreno presenta zonas altas de montaña que se encuentran intermedias en el recorrido del sistema de conducción de un reservorio a otro. Debido a esta situación se requiere el uso de una motobomba que permita garantizar el suministro de agua desde el punto inicial al punto final. Realizado un estudio de la topografía de la zona se encontró que el mayor desnivel en los recorridos oscila entre once (11m) a quince (15m) metros de altura, debido a las condiciones de la zona y con base al análisis de los datos encontrados en la ficha técnica de la motobomba sugerida se determina que la potencia de bombeo cumple con los criterios mínimos de la topografía. Cumpliendo con las características del fabricante de la motobomba se establece un diámetro de tubería tal que se acerca a las condiciones ideales de trabajo de la motobomba.

En algunos casos no se requiere el uso de motobomba ya que las condiciones del terreno brindan una pendiente tal que el sistema funcione a gravedad y solo se requiere la instalación de tubería.

Modelo de solución:

En el recorrido de este sistema hídrico en específico (reservorio 1 al reservorio 2) identificado en el plano 1/1 “identificación de los sistemas de conducción de las fincas de Blanca Oliva e Hicidro Torres”. Donde se evidencia que la topografía del terreno no permite que el sistema trabaje a gravedad. El primer criterio de selección de la motobomba DCW40 se relaciona con la potencia máxima de elevación de la motobomba que para la seleccionada es de 16 metros de altura y cumple con la topografía de la zona.

Como se puede observar en la ilustración 1 en la sección de bomba.

El segundo criterio de selección para la implementación de la motobomba esta dado a que los reservorios no superan los tres (3m) metros de profundidad, por ende, se selecciona la motobomba DCW40, que cumple el requerimiento de altura de succión dado por la ficha técnica del fabricante. Como se puede observar en la ilustración 1 en la sección de bomba.

En el tercer criterio se tiene presente las condiciones óptimas de trabajo dadas por el fabricante respecto a los diámetros (D = 1.5”) de trabajo de succión y descarga los cuales lo que permiten una reducción en los costos de la implementación en el sistema de conducción del agua. Como se puede observar en la ilustración 1 en la sección de bomba. (garden, 2023)

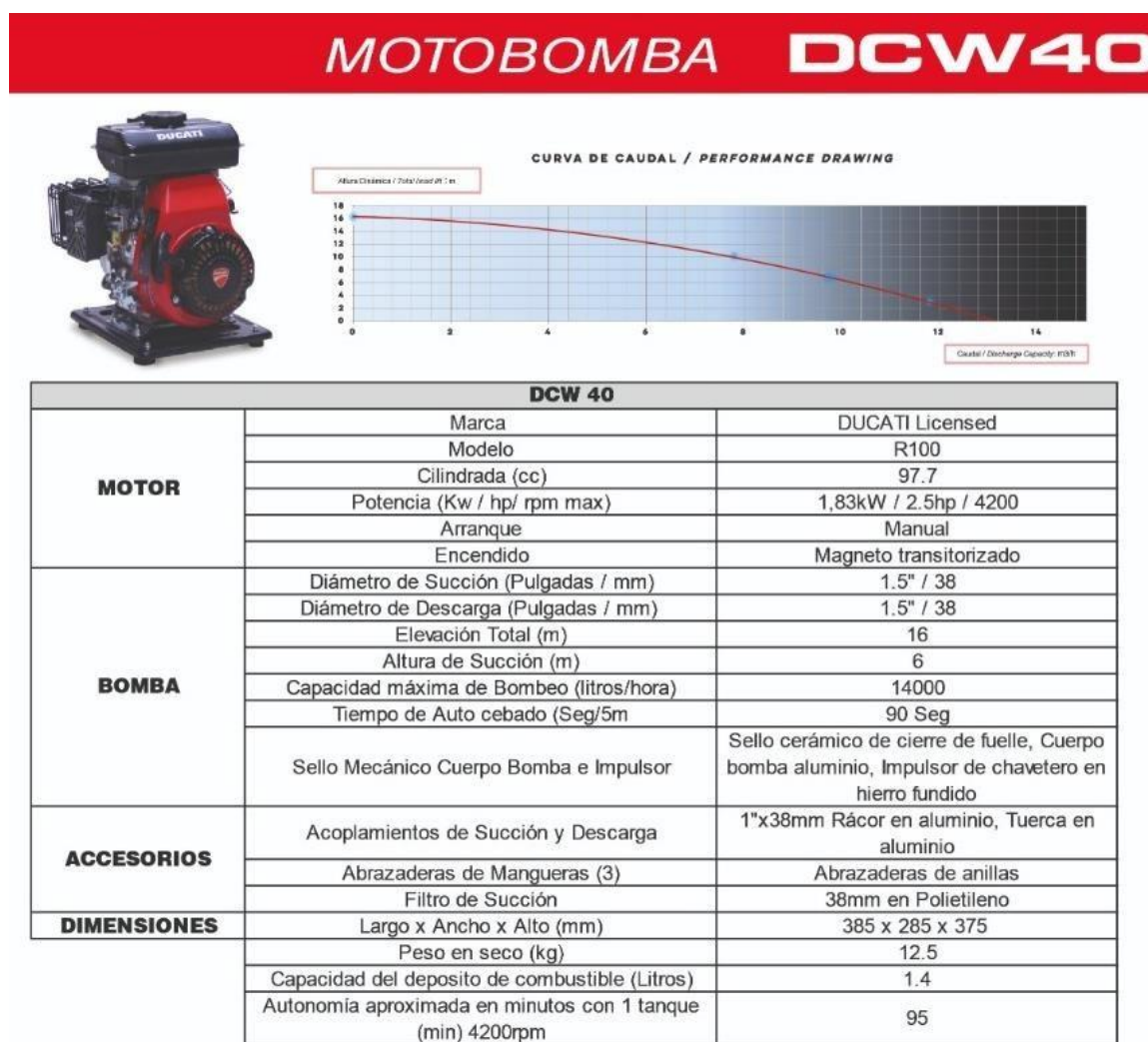


Ilustración 117. Ficha técnica motobomba DCW40

□ ingeniería conceptual.

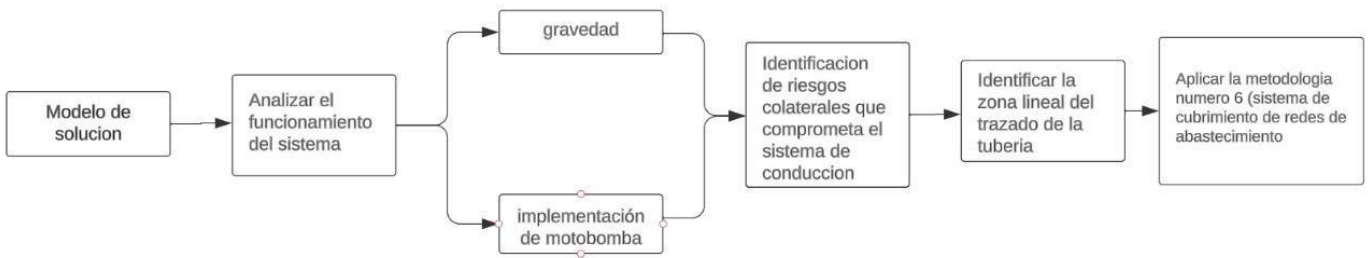


Diagrama 6 Ingeniería Conceptual

Dentro de la evaluación de los posibles funcionamientos del sistema se encuentra la implementación de una motobomba si se requiere o el diseño para que el sistema funcione a gravedad.

En la zona se pueden presentar riesgos colaterales que comprometen el buen estado del sistema de conducción tales como, paso de animales, caída de árboles y posibles deslizamientos de tierra. Para prevenir estos riesgos se recomienda hacer uso de la ficha técnica número 6 (sistema de cubrimiento de redes de abastecimiento), que nos indica la instalación adecuada del sistema de tubería, realizada por Juan Sebastián Carreño, seguir paso a paso su implementación.

Para identificar el recorrido del sistema de tuberías se tuvo en cuenta dos factores, la optimización de recursos tales como distancia total del sistema de conducción, tubería y excavación para la instalación y la menor afectación a las zonas de vegetación (**deforestación**) que interfieren en la conducción del recurso hídrico.

6. Aplicabilidad

Esta metodología tiene como finalidad, realizar la adecuación o reestructuración en la conducción del sistema de agua. respecto a los sistemas ya existentes que fueron implementados por la comunidad, o si es necesario implementar nuevos sistemas de conducción.

Con esto se busca brindar seguridad en términos del transporte de agua hacia las viviendas, esto se logra realizando una intervención que consta en proteger las redes de tuberías previniendo así daños colaterales que se puedan presentar.

Esta metodología va en conjunto con la metodología número 6 (sistema de cubrimiento de redes de abastecimiento) con el fin de hacer una protección del sistema. Los pasos metodológicos de dicha metodología se presentan a continuación:

- Realizar el análisis de la ruta optima que se aplicara para la instalación de la tubería, teniendo en cuenta si se favorece trabajar a gravedad o implementar motobomba.
- Según la topografía de la zona, se hace la implementación de una motobomba
- Tomar medidas longitudinales para la instalación de la tubería optimizando el recorrido del sistema.
- Se hace implementación de la metodología de (sistema de cubrimiento de redes de abastecimiento), que consiste en llevar las tuberías subterráneas.
- Realizar la instalación y pruebas de conducción del sistema.
- Poner en marcha su funcionamiento.

7. Ventajas y desventajas.

Ventajas

Para las tuberías se tiene un control de riesgos superficiales que puedan afectar las líneas de conducción ya sea por el paso de animales o maquinaria que se pueda utilizar en la zona (podadoras de pasto, motosierras, etc.).

Para las motobombas, es importante esta aplicación de metodología ya que se encuentra la recomendación de una motobomba especifica la cual satisface los problemas de conducción del agua de los reservorios de recolección hasta los reservorios de almacenamiento, esta motobomba brinda unas características que optimizan el consumo de combustible, ya que es la gasolina la fuente de poder de estas. ya que corrigiendo su potencia adecuada se podría llegar a disminuir los niveles de consumo de combustible. **Desventajas**

Con respecto a las tuberías su manteamiento en caso de requerirlo tendría complejidad para la localización del problema, esto haciendo que se realice una búsqueda desde la boca de la conducción, trayendo así más trabajo en cuestión de excavación.

8. Costos si aplica.

En la tabla 1 se encuentran los costos unitarios de insumos como tubería que se mide en metro lineal y mano de obra para la excavación de terreno. (Agrosync, 2023)

insumo	Unidad	Precio
--------	--------	--------

Excavación por m3, mano de obra	m ³	\$26.000
Manguera agrícola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	Metro lineal	\$4.666
Motobomba DCW40	Unidad	\$636.429

Tabla 51 costos unitarios de insumos; Fuente: (Uribe, 2023)

REFERENCIAS

- Díaz, Jorge. (2019, Marzo 14). Zanjas de infiltración.
- Cardona, Andrés. (2018, mayo 9). Beneficios de las zanjas de infiltración.
- Rotoplast. (2023, abril). Biodigestores.
- Aguilar, Alex. (2007, agosto). Manual básico para el análisis de una cuenca hidrográfica.
- IDEAM. (2023). Curvas Intensidad, Duración, Frecuencia.
- Campos, Daniel. (2008, Junio). Calibración del método racional en cuencas hidrográficas.
- Vamos a construir. (2022). Dren o filtro francés. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=Tnk6h_WG9r0
- Salas, Juan. (2022). Zanjas Filtrantes: fundamentos, diseño, selección de ubicación y construcción.

- Norma de diseño de alcantarillado EPM.
- Resolución 0330 de 2017 Ministerio de vivienda, ciudad y territorio de Colombia.
- Resolución 1166 de 2006 y 1127 de 2007 del anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.
- (s.f.). Obtenido de amcecuador: 1072270-FormatNew-Tela-Polisombra-Negro-Al-80-Polietileno (amcecuador.com)
- AGROUNIVERSO. (s.f.). Obtenido de <https://www.agrouniverso.com/www/index.php/productos/polisombramen%C3%B4A/polisombras.html>
- HOMECENTER. (s.f.). Obtenido de https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/434559/polisombra-negra-80-10mt-x-40mt-l-x-a-anti-uv/434559/?kid=goosho_1161562&shop=googleShopping&gclid=EAlaIQobChMloaGSjZKbgAMVM4FaBR2ZOAEC EAQYAiABEgLzcPD_BwE
- HOMECENTER. (s.f.). Obtenido de https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/142932/agrolene-uv-1metros-x-10-metros-ancho-cal-7invernadero/142932/?kid=goosho_1246419&shop=googleShopping&gclid=EAlaIQobChMlwfantJebgAMVSJ5aBR2rQQh5EAQYASABEgJsY_D_BwE
- HOMECENTER. (s.f.). Obtenido de https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/425389/rollo-tela-verde-50m-x-210m-ancho-55gr-m2/425389/?kid=goosho_1161562&shop=googleShopping&gclid=EAlaIQobChMloaGSjZKbgAMVM4FaBR2ZOAEC EAQYASABEgLaafD_BwE
- PAVCO. (s.f.). Obtenido de https://pavcowavingeosinteticos.com/fichas/Tela_Cerramiento_FT2021.pdf

-
- ASENSI. (15 de Julio de 2019). Filtro de carbón activo: Usos y dónde comprarlo. Obtenido de Frigicoll: <https://www.frigicoll.es/blog/filtro-de-carbon-activo-usos-y-dondecomprarlo/#:~:text=%C2%A1Un%20filtro%20puede%20llegar%20a,una%20temperatura%20de%20200%20%C2%BAC>.
- BRITA. (2023). Guia de filtrados de agua. Obtenido de <https://www.brita.es/blog/bienestar/tipos-filtros-agua>
- Fontaneria Lucero. (2023). Blog sobre fontaneria. Obtenido de <https://www.fontanerialucero.es/como-elegir-el-filtro-adecuado-para-el-agua-delluvia/#!>
- FORTELV. (23 de Mayo de 2022). FORTLEV. Obtenido de <https://www.fortlev.com.br/produtos/meio-ambiente/separador-de-folhas/>
- IDESPO. (2012). Universidad Nacional de Costa Rica. Obtenido de https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14486/filtro_de_carbon_activad
o.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Este%20filtro%20consta%20de%20tres,una%20de%20carb%C3%B3n%20activo%20posible.&text=Este%20material%20tiene%20como%20funci%C3%B3n,la%20a
- Sistemas e Irrigaciones S.A.S. (2021). Soluciones integrales en riego. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-573731340-filtro-malla-1-1-2-riego_JM?matt_tool=45862477&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14633851677&matt_ad_group_id=145183662877&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=6448382
TemplateMonster. (2019). bruniversitat. Obtenido de <https://shop13003.bruniversitat.org/content?c=filtros+de+carb%C3%B3n+activado+p+ara+agua+potable&id=3>

-
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2011). Minvivienda. Obtenido de Minvivienda: https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo_j_vf_1.pdf
- vivienda, M. d. (08 de Junio de 2017). Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico . Bogotá D.C, Bogota D.C, Colombia .
- Vivividad, M. d. (08 de Noviembre de 2018). Resolución 0844 de 2018. Bogotá D.C, Bogotá D.C, Colombia .
- AGROSYNC. (30 de agosto de 2023). Croper.com. Obtenido de <https://croper.com/products/8798-manguera-negra-de-polietileno-para-riego-1pulgada-x-100-mts>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Por lo cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico - RAS. <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/resolucion-0330-2017.pdf>
- Fidubogota. (2023). costo directo de la obra. 9/08/2023 <https://www.fidubogota.com/documents/1428694/2240345/6-preciounitario.PDF/93eb4f57-c44b-9906-2e52-37985c0aeb16?t=1620083499022>
- EMCALI. (2023). Listado de Precios Unitarios 2023. 9/08/2023 <https://www.emcali.com.co/documents/107516/1011921/Lista+de+Precios+2023+UENAA.pdf>
- EMAPASR. (2020). AMPLIAN SERVICIO DE AGUA POTABLE EN CDLA. SANTA FE. https://www.emapasr.gob.ec/htm/ooaapp_2020.html
Corporación Autonoma Regional (CAR). (10 de Abril de 2023). Corporación Autonoma Regional (CAR). Obtenido de Corporación Autonoma Regional (CAR): <https://www.car.gov.co/>
- Fajardo Toloza , G. A., & Sandoval Rodriguez , L. P. (Diciembre de 2020).

-

Repositorio Usta. Obtenido de Repositorio Usta:

<https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/33244/1/2021laurasandoval.pdf>

- Ministerio de Ambiente. (30 de Agosto de 2021). Arqui ambiental. Obtenido de Arqui ambiental: <https://www.arqambiental.org/2021/08/30/captacion-de-agua-de-lluviaventajas-y-desventajas/>
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (08 de Junio de 2017). Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Rotoplas. (19 de Agosto de 2020). Rotoplas. Obtenido de Rotoplas: <https://rotoplas.com.mx/ventajas-de-tener-un-sistema-de-captacion-de-agua-delluvia/>
- Ecológico sostenible (2022). Captación de agua lluvia: ventajas, desventajas, usos y técnicas. Captación de agua de lluvia: ventajas, desventajas, usos y técnicas (ecologicosostenible.com)
- Arkiplus (2020). Captación de agua lluvia en techos. Captación de agua de lluvia en techos - Arkiplus
- Grantural (2021). Captación de agua lluvia en techos. ▷ Captacion de agua de lluvia en techos | Actualizado junio 2023 (grantural.es)
- Bernal A. (2021) Soluciones alternativas para el acceso a agua y saneamiento en Colombia. SOLUCIONES ALTERNATIVAS PARA EL ACCESO A AGUA Y SANEAMIENTO EN COLOMBIA (unal.edu.co)
RAS (2010). Título J Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural. 100811_titulo_j_ras-_.pdf (minvivienda.gov.co)



Comité de Opción de Grado No 2023-02

Registro 645

Bogotá DC.

Cordial Saludo

JOSUE DAVID DAZA ROJAS

Docente del Programa de Ingeniería Civil

Lea Atentamente el contenido de este documento

Después de desarrollado el comité opción de Grado me place indicarle que ha sido seleccionado como jurado de la Presentación en la modalidad de trabajo de grado de ANDRES FELIPE URIBE MARROQUIN estudiante del programa de ingeniería civil con código 1103241

titulado Diseño de una alternativa de sistema de abastecimiento hídrico no convencional para unas familias de las veredas Espigas y Tierra Negra del municipio de Sesquilé en el departamento de Cundinamarca (fase II- diseño, financiación e implementación).

Cuyo Director es YULIA IVANOVA

El cual tendrá acceso en el link

https://drive.google.com/open?id=1afVIPx541xd690Qoru_8ONoLJdXkUN1s

Agradecemos en el término máximo de 15 días calendario las observaciones que surjan en su proceso de revisión, Remita en ESTE MISMO CORREO las Anotaciones o el archivo Adjunto con las Observaciones Correspondientes Al proceso De revisión.

NOTA: este correo ha sido configurado para notificar a los involucrados en este proceso solo es dar la opción de responder en su correo electrónico y serán cargados automáticamente los correos de los remitentes interesados.

Gracias por contribuir al Proceso de opción de Grado,



La Universidad que todos queremos

ingcivil.grados@unimilitar.edu.co

Proceso opciones de Grado
Programa Ing. Civil

Puede Consultar los procedimientos en la página

<https://sites.google.com/unimilitar.edu.co/opciones-civil/inicio>



Comité de Opción de Grado No 2023-02

Registro 646

Bogotá DC.

Cordial Saludo

JOSUE DAVID DAZA ROJAS

Docente del Programa de Ingeniería Civil

Lea atentamente el contenido de este documento

Después de desarrollado el comité opción de Grado me place indicarle que ha sido seleccionado como jurado de la Presentación en la modalidad de trabajo de grado de NICOLAS SILVA TORRES estudiante del programa de ingeniería civil con código 1103072

titulado Diseño de una alternativa de sistema de abastecimiento hídrico no convencional para unas familias de las veredas Espigas y Tierra Negra del municipio de Sesquilé en el departamento de Cundinamarca (fase II- diseño, financiación e implementación).

Cuyo Director es YULIA IVANOVA

El cual tendrá acceso en el link

https://drive.google.com/open?id=1USzciqZKOdDPBv_c4S4Xv_DfPw48buHY

Agradecemos en el término máximo de 15 días calendario las observaciones que surjan en su proceso de revisión, Remita en ESTE MISMO CORREO las Anotaciones o el archivo Adjunto con las Observaciones Correspondientes Al proceso De revisión.

NOTA: este correo ha sido configurado para notificar a los involucrados en este proceso solo es dar la opción de responder en su correo electrónico y serán cargados automáticamente los correos de los remitentes interesados.

Gracias por contribuir al Proceso de opción de Grado,



La Universidad que todos queremos

ingcivil.grados@unimilitar.edu.co

Proceso opciones de Grado
Programa Ing. Civil

Puede Consultar los procedimientos en la página

<https://sites.google.com/unimilitar.edu.co/opciones-civil/inicio>



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MULTIMEDIA

FORMATO CONTROL DE AVANCE DE OPCIÓN DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Este formato tiene como objetivo registrar el seguimiento y control al desarrollo de la opción de grado. El formato se archivará en la carpeta de archivo donde reposan los soportes de cada estudiante en cuanto a su opción de grado a cargo de cada unidad académica.

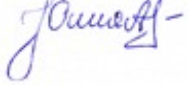
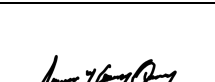
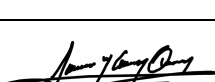
Será responsabilidad del estudiante mantener actualizado dicho formato validado por el tutor/director de la opción de grado. A su vez, la información consignada en este formato será uno de los insumos para la evaluación de los créditos académicos de la Opción de Grado de noveno semestre.

Nombre del estudiante: Andrés Felipe Uribe Marroquín, Nicolas Silva Torres Nombre del tutor/director: Yulia Ivanova, Julio Cuesta

Modalidad opción de grado: Trabajo de grado - presencial

Fecha reunión	Hora	Temas tratados	Firma estudiante	Firma Director/Tutor
1 de marzo del 2023	10:00 am	Contextualización y Alcance	Nicolas Silva T. Felipe Uribe	 
3 de marzo del 2023	8:00 am	Salida de campo Sesquilé Cundinamarca vereda las Espigas	Nicolas Silva T. Felipe Uribe	 
13 de marzo del 2023	2:00 pm	Entrega y revisión de los avances realizados	Nicolas Silva T. Felipe Uribe	 
26 de abril del 2023	2:00 pm	Asesoría Scopus	Nicolas Silva T. Felipe Uribe	 



26 de mayo del 2023	8:00 am	Reunión de seguimiento y aclaración de dudas	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		
6 de junio del 2023	10:00 am	Reunión de seguimiento y control	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		
26 de julio del 2023	2:30 am	Reunión de seguimiento y control	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		
18 de septiembre del 2023	2:00 pm	Reunión de seguimiento y control	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		
25 de septiembre del 2023	2:00 pm	Reunión de seguimiento y control	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		
29 de septiembre del 2023	2:00 pm	Ensayo y correcciones de las sustentaciones	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		
02 de octubre del 2023	2:00 pm	Sustentación del trabajo de grado a la Corporación Autónoma Regional (CAR)	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		
24 de octubre del 2023	2:00 pm	Precisar criterios y formas de presentar la información	Nicolás Silva T. Felipe Uribe		



14 de octubre del 2023	3:00 pm	Últimos ajustes	Nicolás Nieves T. Felipe Uribe	 
12 de diciembre del 2023	3:00 pm	Presentación de los últimos ajustes	Nicolás Nieves T. Felipe Uribe	 
16 de diciembre del 2023	8:00 am	Salida de campo Sesquilé Cundinamarca vereda las Espigas, socialización del proyecto a la comunidad	Nicolás Nieves T. Felipe Uribe	 

Bogotá, D.C., 12/01/2024

Señores
COMITÉ DE OPCIÓN DE GRADO
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Ciudad. Bogotá D.C.

Ref.: Entrega resultado de la opción de grado

En cumplimiento del reglamento de la Facultad para el desarrollo de la Opción de Grado, nos permitimos presentar para los fines pertinentes el resultado de la opción de grado: **“DISEÑO DE UNA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO NO CONVENCIONAL PARA UNAS FAMILIAS DE LA VEREDA ESPIGAS DEL MUNICIPIO DE SESQUILÉ EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA (FASE II- DISEÑO, FINANCIACIÓN E IMPLEMENTACIÓN)”**.

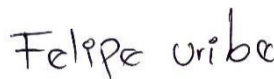
Atentamente,

Firma:



Nombre alumno: Nicolas Silva Torres
Código: 1103072

Firma:



Nombre del alumno: Andrés Felipe Uribe Marroquín
Código: 1103241



Nombre director /Tutor: Dr. Carlos Gutiérrez, Ing. Msc. Yulia Ivanova, Ing. Msc. Julio Cuesta

Re: formatos de trabajo de grado Recibidos x



Julio Cuesta Olave
para Nicolas, Andres, mi, Yulia ▾

📧 sab, 13 ene, 8:45 a.m. (hace 2 días) ★ 😊 ↩ ⋮

Respetados todos,
Adjunto información firmada, favor continuar con el trámite ante opciones de grado UMNG.

Cordialmente,



Julio Cuesta Olave IC Esp MSc.
Profesor Asistente
Universidad Militar Nueva Granada
Carrera 11 No. 101-80, Bogotá D. C.
PBX: 650 00 00 exts. 1262
Cel: 310 6095185
Correo electrónico: julio.cuesta@unimilitar.edu.co
www.umng.edu.co

La información contenida en este correo electrónico y en todos sus archivos anejos es confidencial y privilegiada, y no necesariamente transmite el pensamiento o convicciones de la Universidad Militar Nueva Granada. Si por algún motivo recibe esta comunicación y usted no es el destinatario autorizado, sírvase borrarlo de inmediato, notificarle de su error a la persona que le envió y abstenerse de divulgar su contenido y anexos, ya que esta información sólo puede ser utilizada por la persona a quien está dirigida. Está prohibido cualquier uso inadecuado de esta información, así como la generación de copias de este mensaje.

Diseño de una alternativa de sistema de abastecimiento hídrico no convencional

Andrés Uribe
Nicolas Silva



SC 4420-1



SC 4420-1



SA-CER502658



CO-SC 4420-1



OS-CER508440



CO-SC 4420-1

Compromiso granadino con la excelencia



INDICE



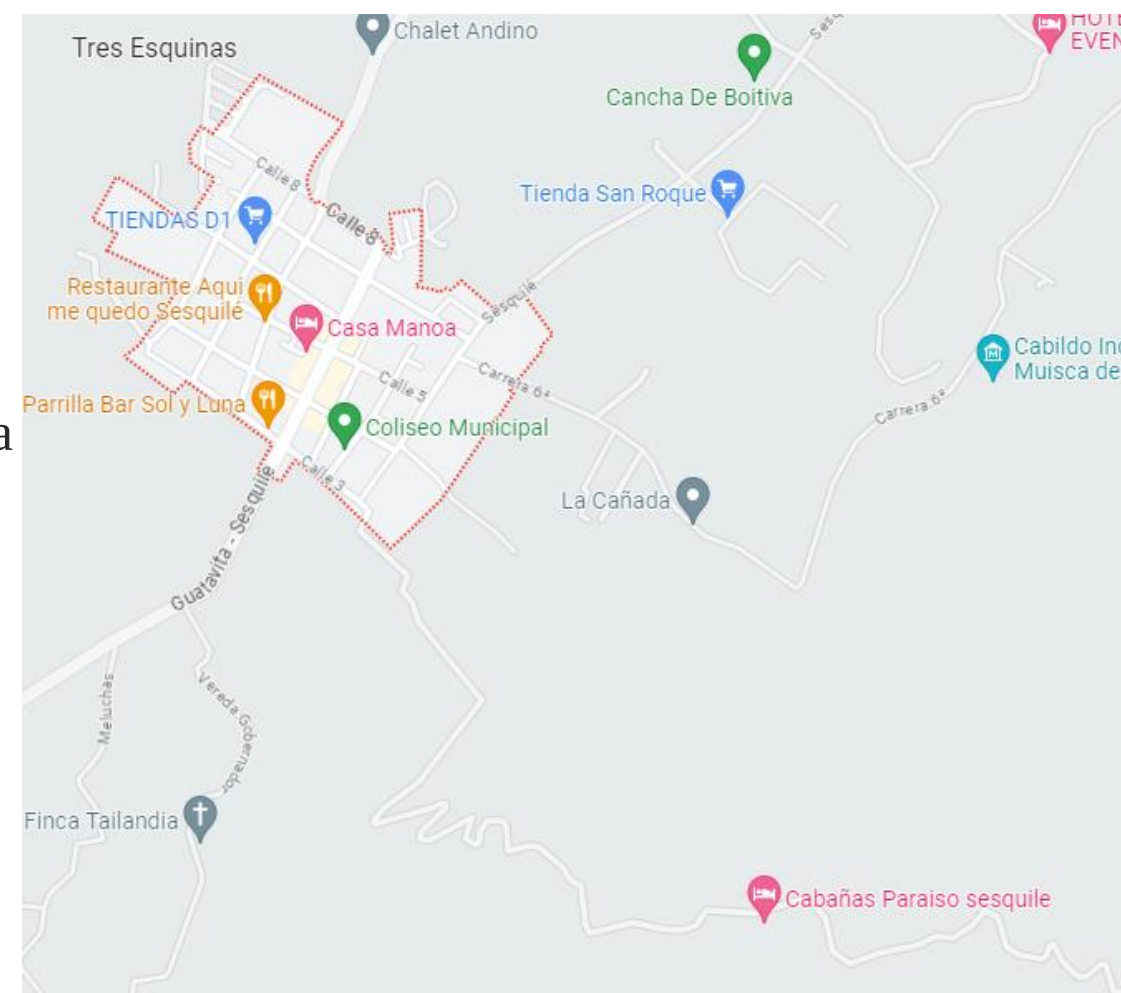
- DESCRIPCION DEL MUNICIPIO
- METODOLOGÍA
- ZANJA DE INFILTRACIÓN
- FILTRACION VERTICAL
- OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA
- OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO
- RELACIÓN OFERTA DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA
- DISEÑO ESTRUCTURAL EN MADERA
- CONTROL DE HOJARASCA
- CASA AGUATERA
- FAMILIA CORTÉS
- FAMILIA DE BLANCA OLIVA E HICIDRO
- FAMILIA GIL
- FAMILIAS BUITRAGO Y MORENO

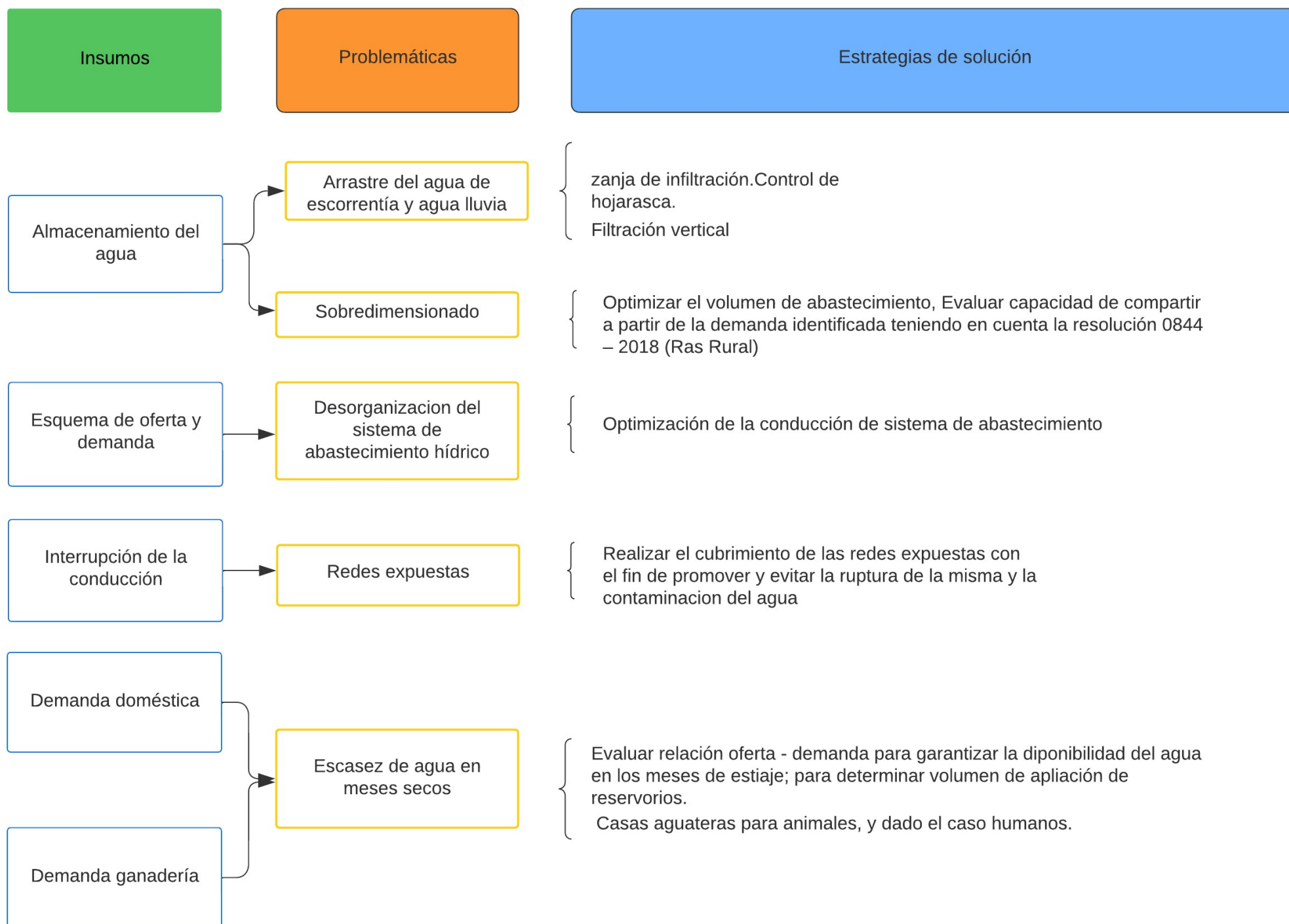


DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO



- La vereda Las Espigas, municipio de Sesquilé
- 2.595 m.s.m., con una temperatura media de 14°C
- Economía: la agricultura, ganadería.
- Población total: 13936 habitante, población urbana 3468 habitantes y población rural 10468.
- Población vereda Espigas 27 familias



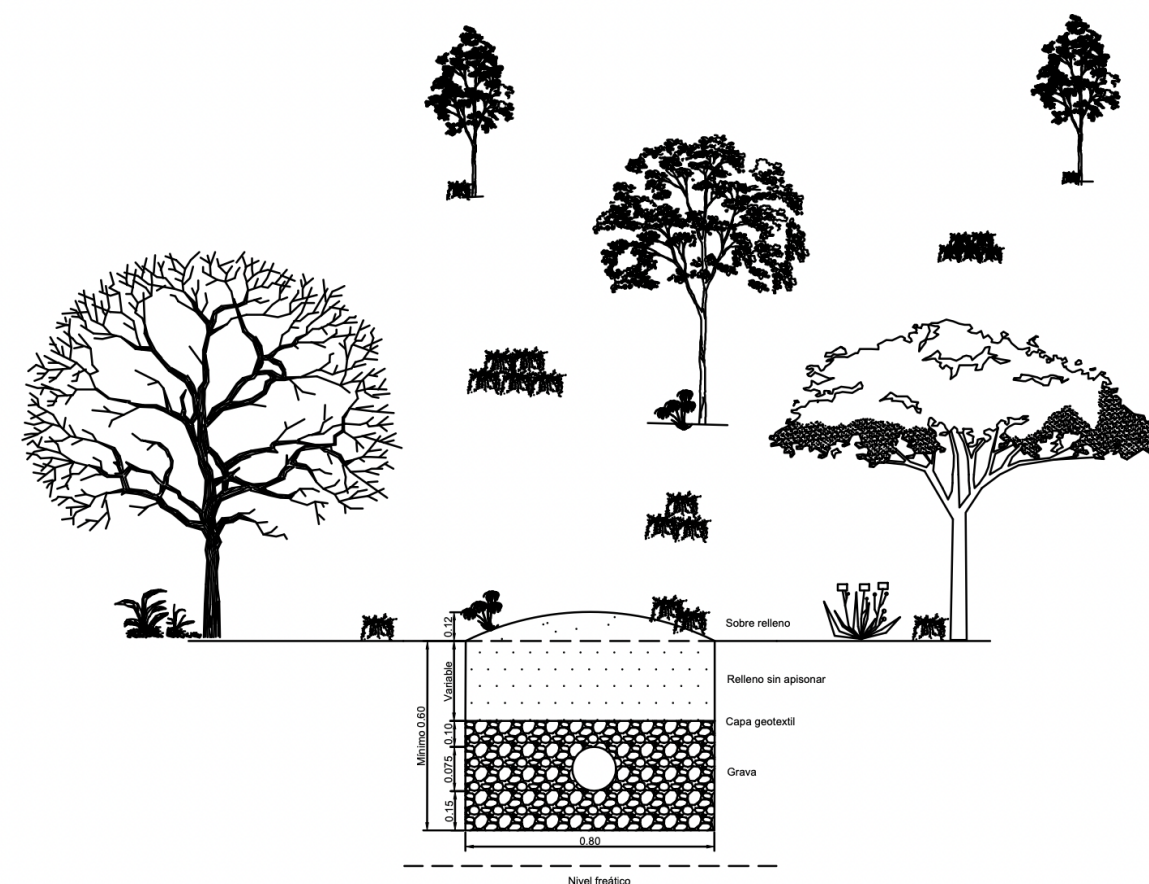


ZANJA DE INFILTRACIÓN



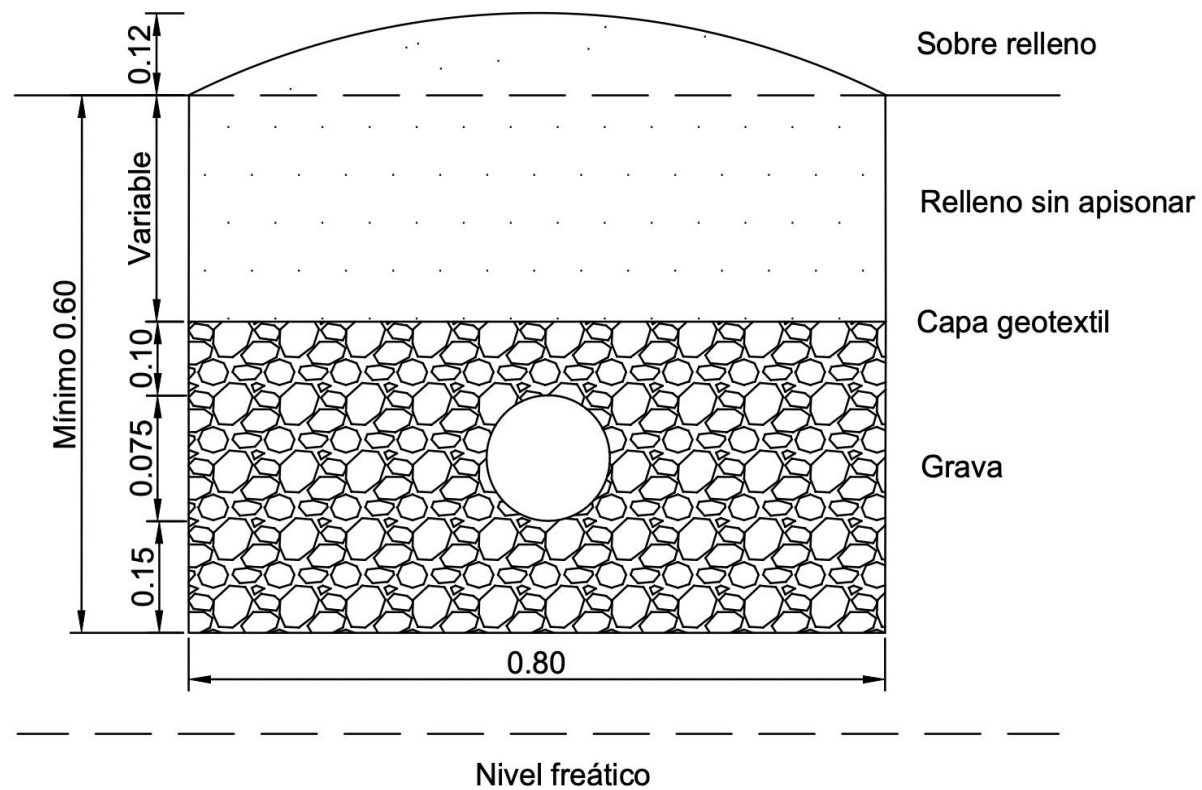
Definición

Una zanja de infiltración se define como excavaciones que se realizan en el terreno en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal, que se construyen para detener la escorrentía de las lluvias y almacenar agua, impidiendo que cualquier material que haya sido arrastrado, termine depositado en los reservorios.

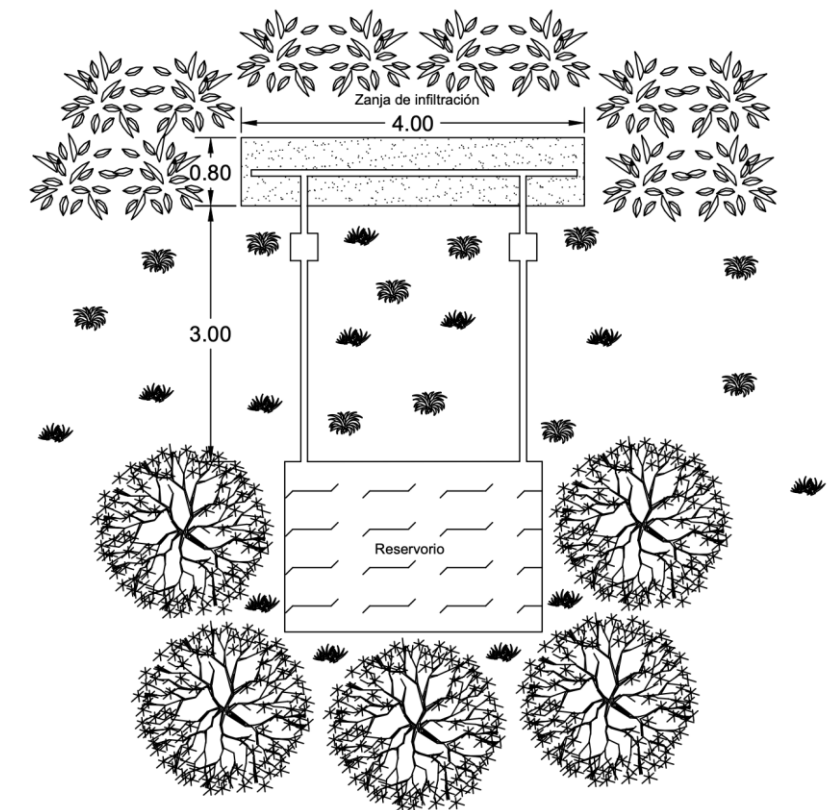


Zanja de infiltración.

ZANJA DE INFILTRACIÓN

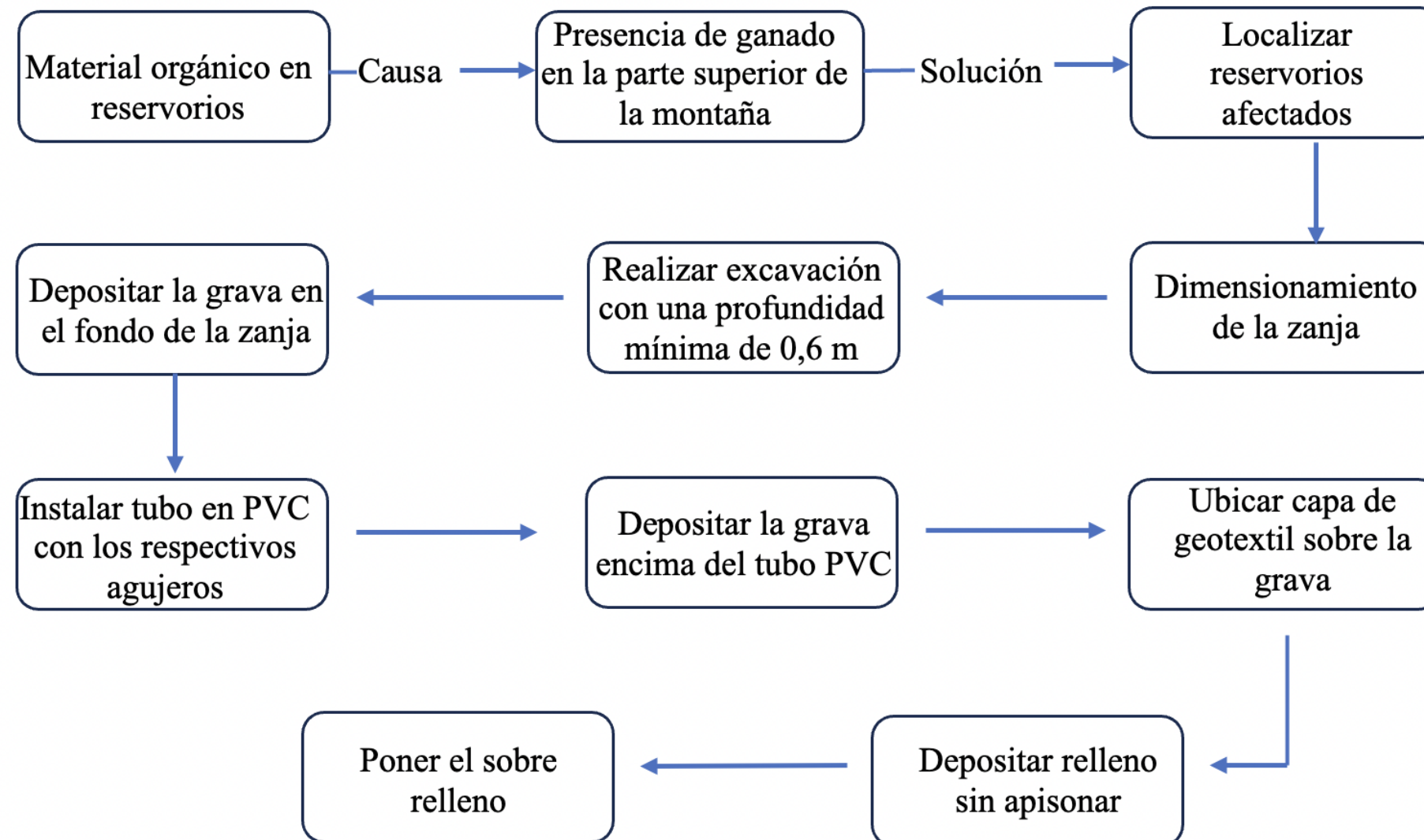


Zanja de infiltración - Sección transversal.



Zanja de infiltración - Vista en planta.

ZANJA DE INFILTRACIÓN



ZANJA DE INFILTRACIÓN



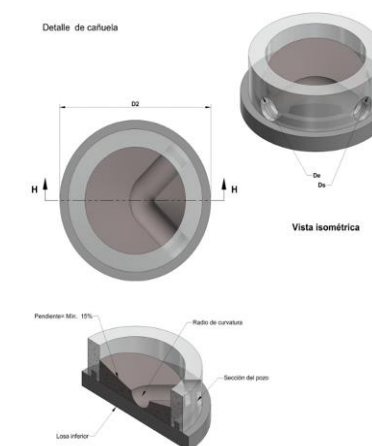
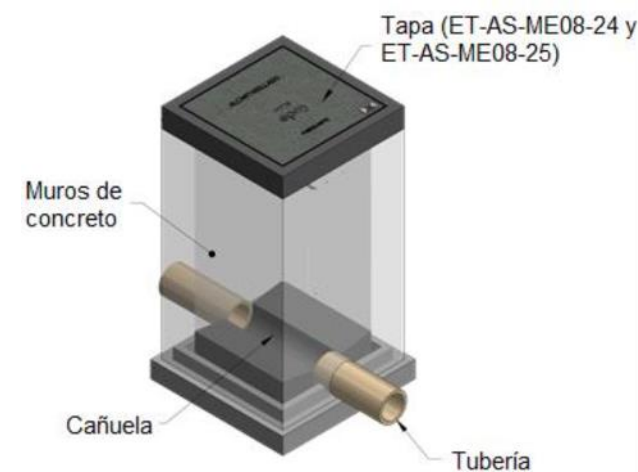
Tamaño tubo PVC zanja = 4 pulgadas



Tamaño tubo PVC conducción = 2 pulgadas



Cajas de inspección = Profundidad de red menor a 1,0 m



Sección interna = 0,60 x 0,60

Profundidad = 1,0 m

Espesor de losa = 0,10 m

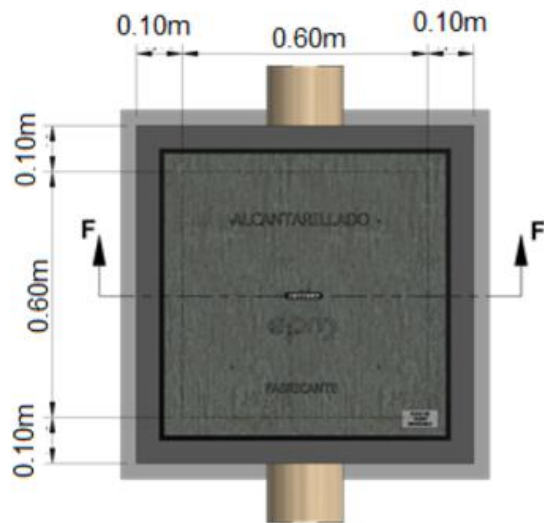
Espesor de muros = 0,10 m

Resistencia concreto = 28 MPa

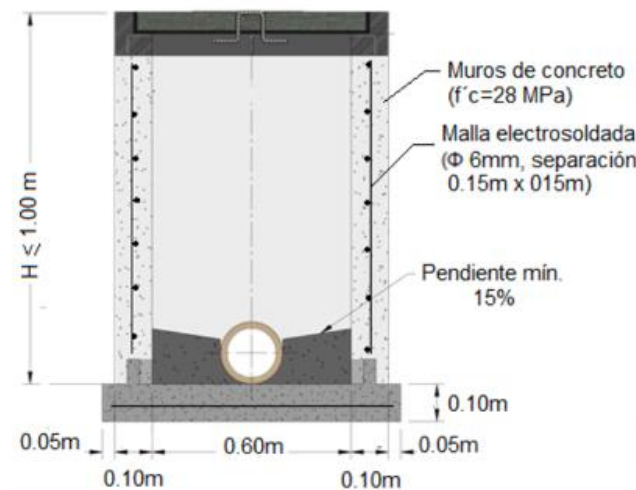
Fuente. EPM, 2019.

ZANJA DE INFILTRACIÓN

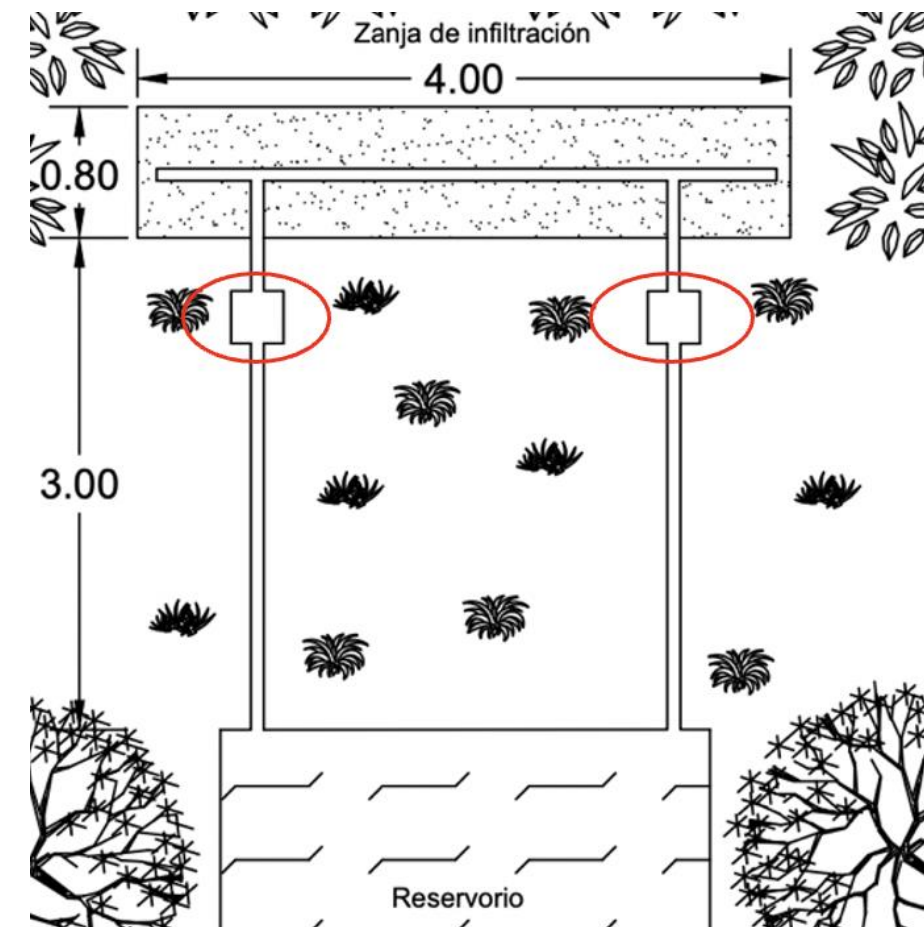
Cajas de inspección



Caja de inspección
Vista en planta



Caja de inspección
Sección transversal



ZANJA DE INFILTRACIÓN



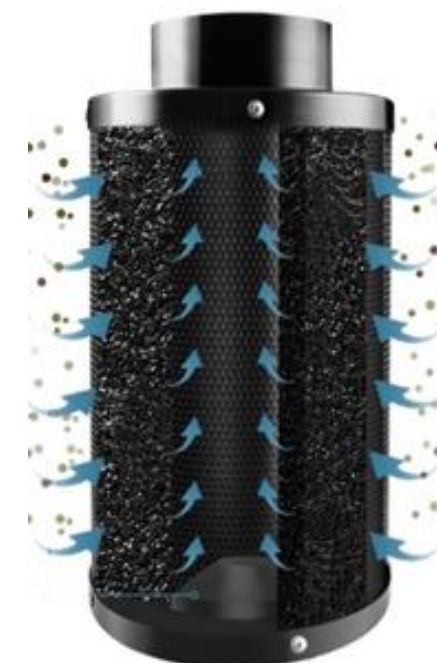
Costos

DETALLE	UNIDAD	COSTO UNITARIO
Excavación manual	m3	\$24.000
Grava entre 19 y 38 mm	kg	\$1.000
Capa geotextil	m2	\$7.700
Tubo PVC 4"	m	\$16.300
Tubo PVC 2"	m	\$7.500
Cañuelas x 2	UN	\$11.000
Concreto 28 Mpa x 50 kg	kg	\$3.000
Malla electrosoldada 6mm (0,6 x 1,0) x 4	m2	\$11.750
TOTAL		\$82.250

FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA



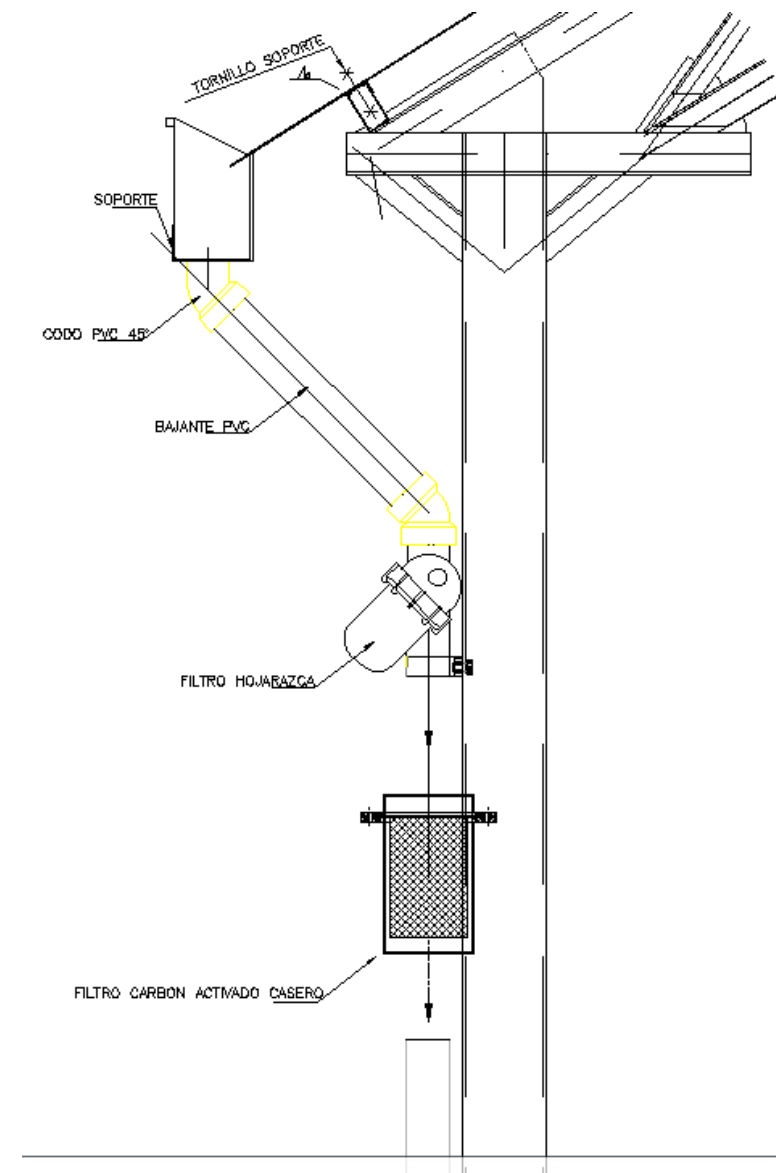
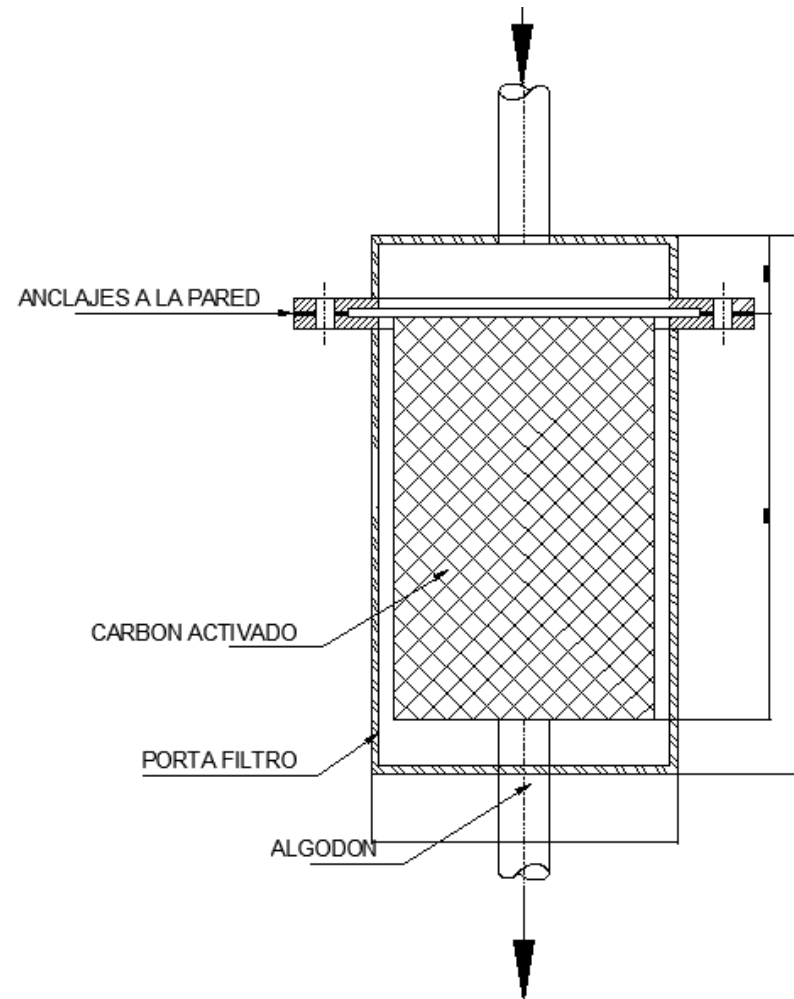
Los residentes de la vereda Espigas se les hace necesario disponer de elementos de filtración que les permita obtener calidades adecuadas para el consumo de agua. Es por esto por lo que se presenta una solución pertinente que llevara a cabo un proceso de eliminación de agentes contaminantes que se encuentran en el agua lluvia por medio de un proceso de filtración con carbón activado y filtro de malla para retener elementos de mayor volumen presente en los techos.



FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA



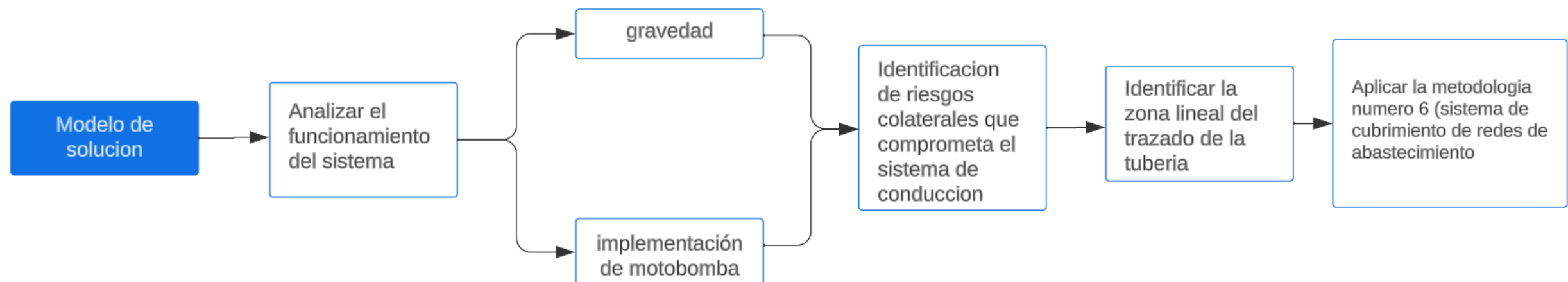
FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA



OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO A LA VIVIENDA



Este proceso busca hacer un mejoramiento de calidad y eficiencia en la conducción de los sistemas de abastecimiento hídricos ya existentes. Optimizando las distancias en el recorrido de la tubería que va desde el reservorio recolector al reservorio de almacenamiento.



OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA

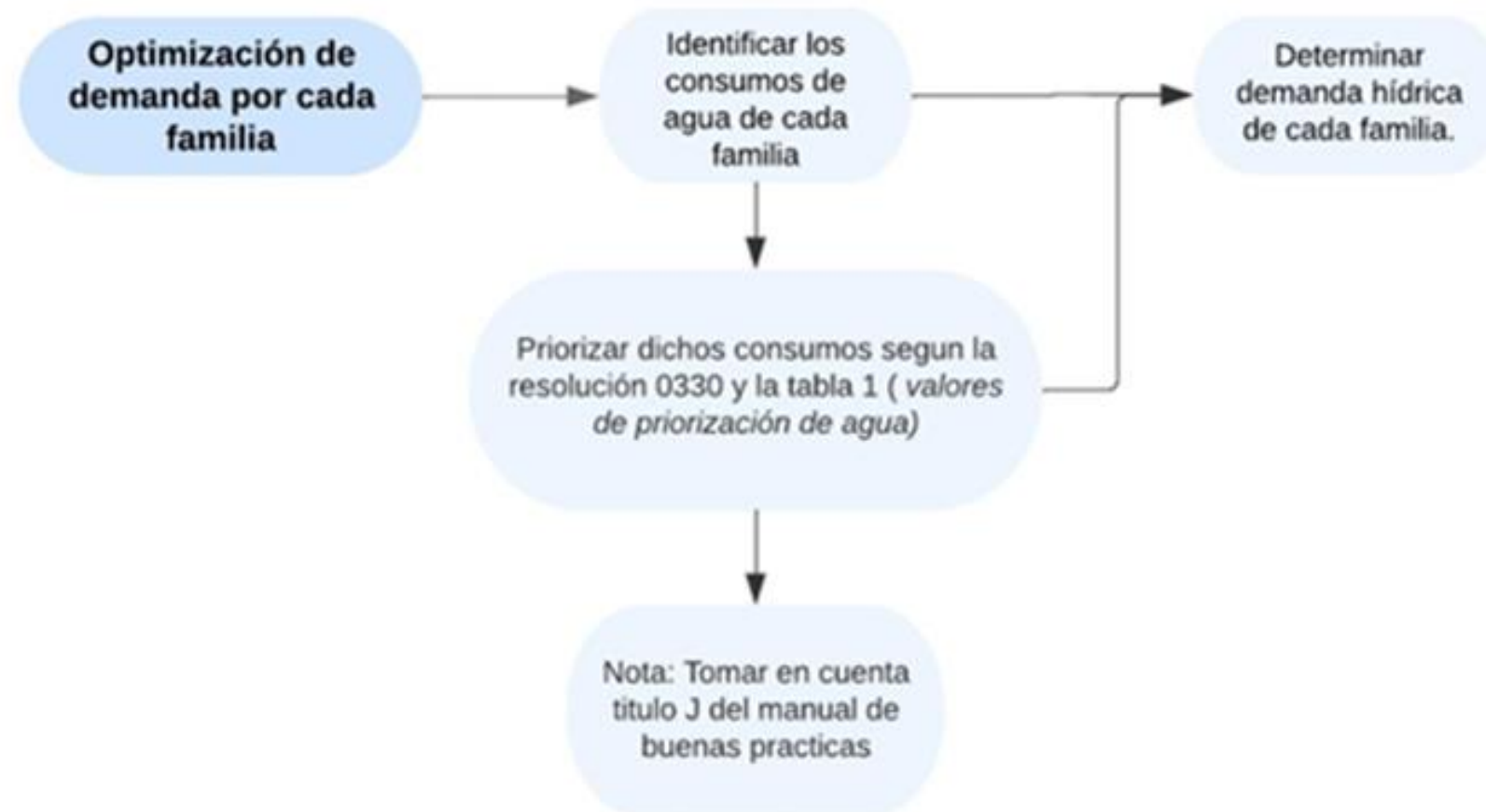


La alternativa planteada para optimizar la demanda de agua requerida por cada familia consiste en priorizar el consumo de estas en ciertas actividades que se consideran básicas, las cuales serán establecidas por el diseñador y/o familia, pero este deberá tener en cuenta la Resolución 0330 de 2017 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017) y la 0844 de 2018 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018). Así mismo, se recomienda tener en cuenta valores acorde a lo establecido en el título J del manual de buenas prácticas página 436 en el cuadro 2 denominado “Cantidades de agua de referencia según uso”

Uso	Unidad	Cantidad o rango
Bebida	Litros-hab/d	2 – 5
Preparación de alimentos	Litros-hab/d	2 – 5
Lavado de loza	Litros-hab/d	10 – 25
Aseo personal (lavado de manos y baño)	Litros/hab-d	12 – 20
Aseo personal (evacuación de excretas)	Litros/hab-d	6 – 50
Aseo de la vivienda	Litros/hab-d	4 – 15
Lavado de ropas	Litros/hab-d	20 – 50
Cultivos	Litros/planta-d	0.8
Cría de ganado bovino	Litros/cabeza-d	25 – 110
Cría de ganado porcícola	Litros/cabeza-d	10 – 25
Cría de aves de corral	Litros/cabeza-d	0.2 – 0.5

Fuente: Elaboración MVCT-VASB, con sustento en Restrepo, 2010. Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza

OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA



OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA



USO PRIORITARIO DE AGUA

Actividad	Consumo	
Aseo personal	15	L/hab* dia
alimentos	5	L/hab* dia
sanitario	30	L/hab* dia
Total	50	L/hab* dia

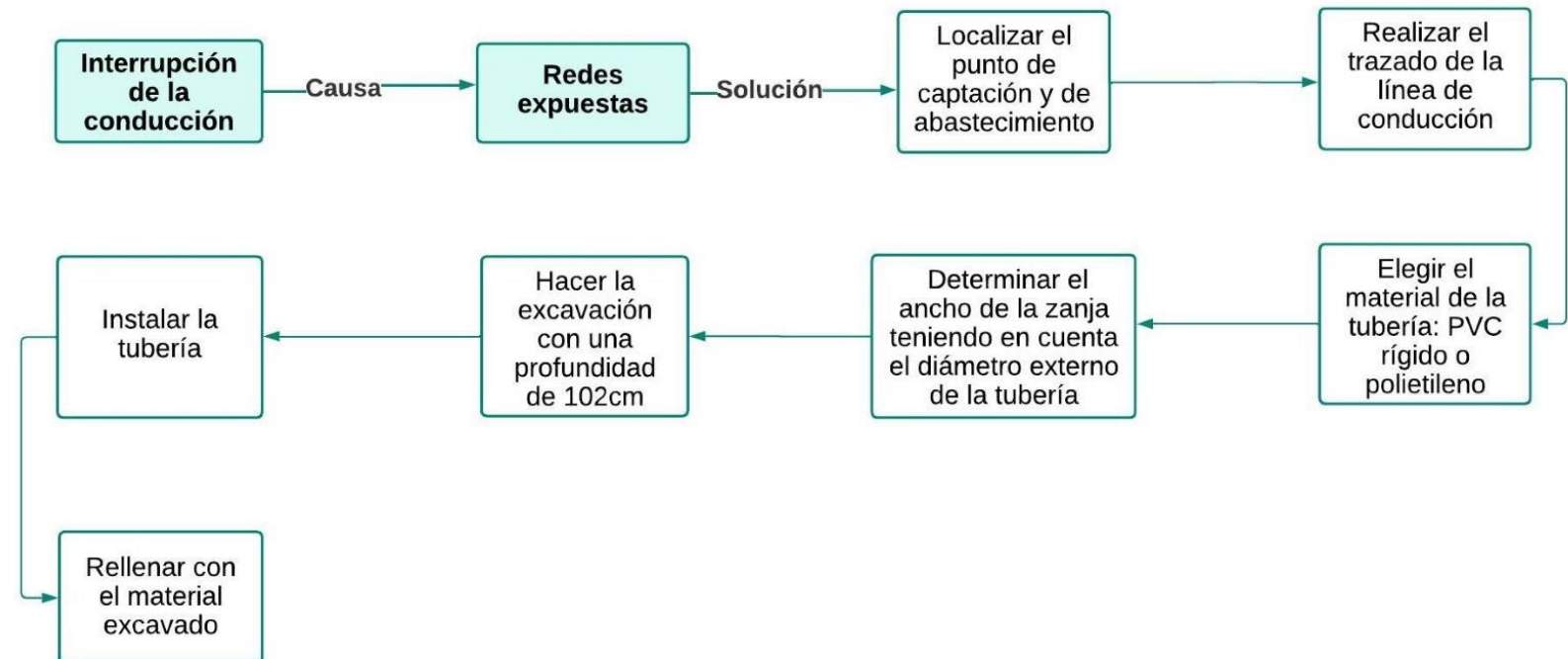
USO AGUA

Actividad	Consumo	
VACAS	40	L/hab* dia
PERRO	0,5	L/hab* dia

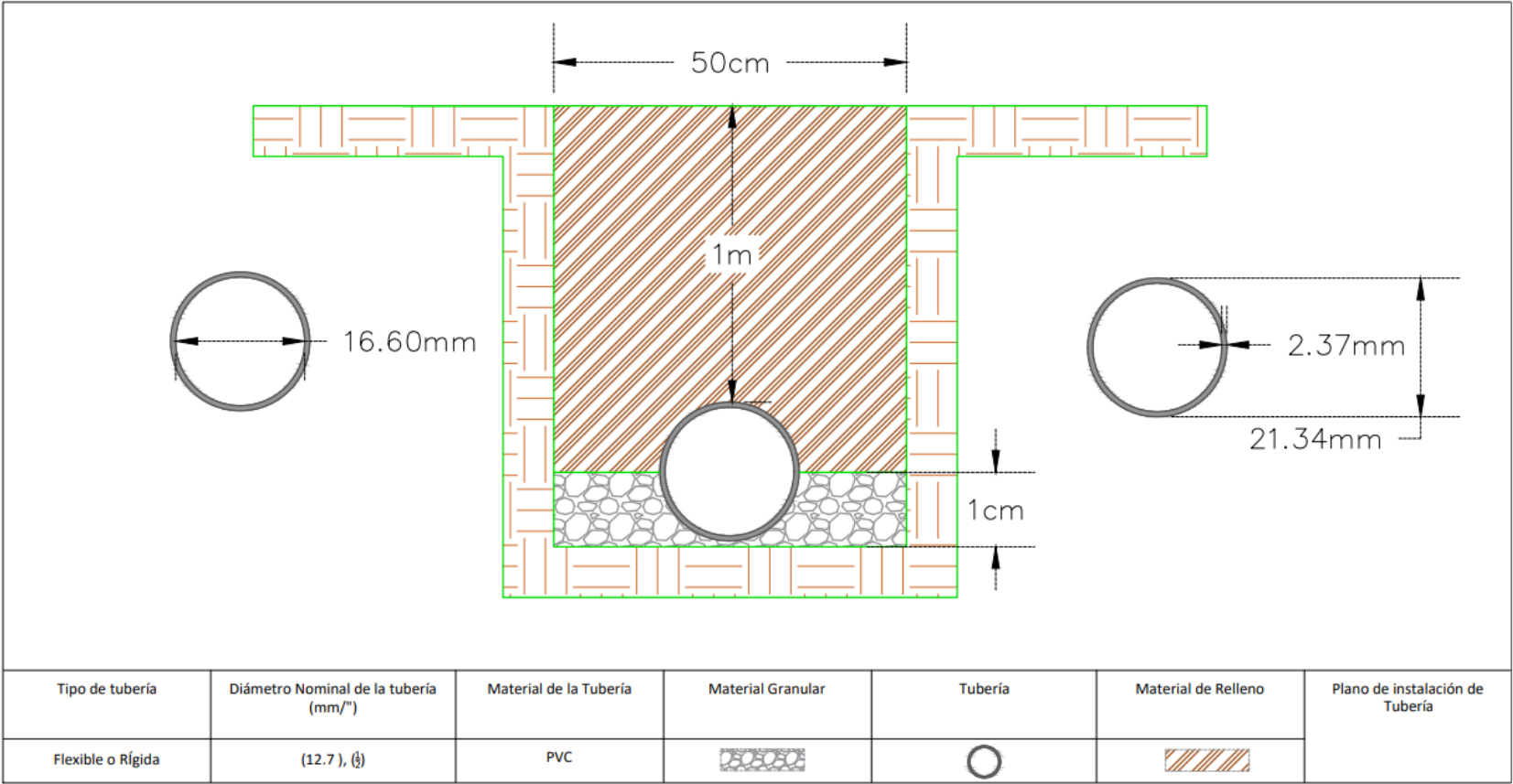
SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO



Los habitantes presentan interrupción en la conducción en sus sistemas de abastecimiento hídrico, debido a que su sistema de conducción actual no se encuentra protegido ante diferentes factores externos, causando interrupciones, fugas y desconexiones que en efecto causa intermitencias en el sistema de abastecimiento.



SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO



Detalle	Und	Costo
Excavación en tierra seca a mano entre 0-2m de profundidad (incluye mano de obra y herramienta)	M3	\$ 24.022
Suministro e Instalación Tubería PVC P de 1/2"	ML	\$ 18.930

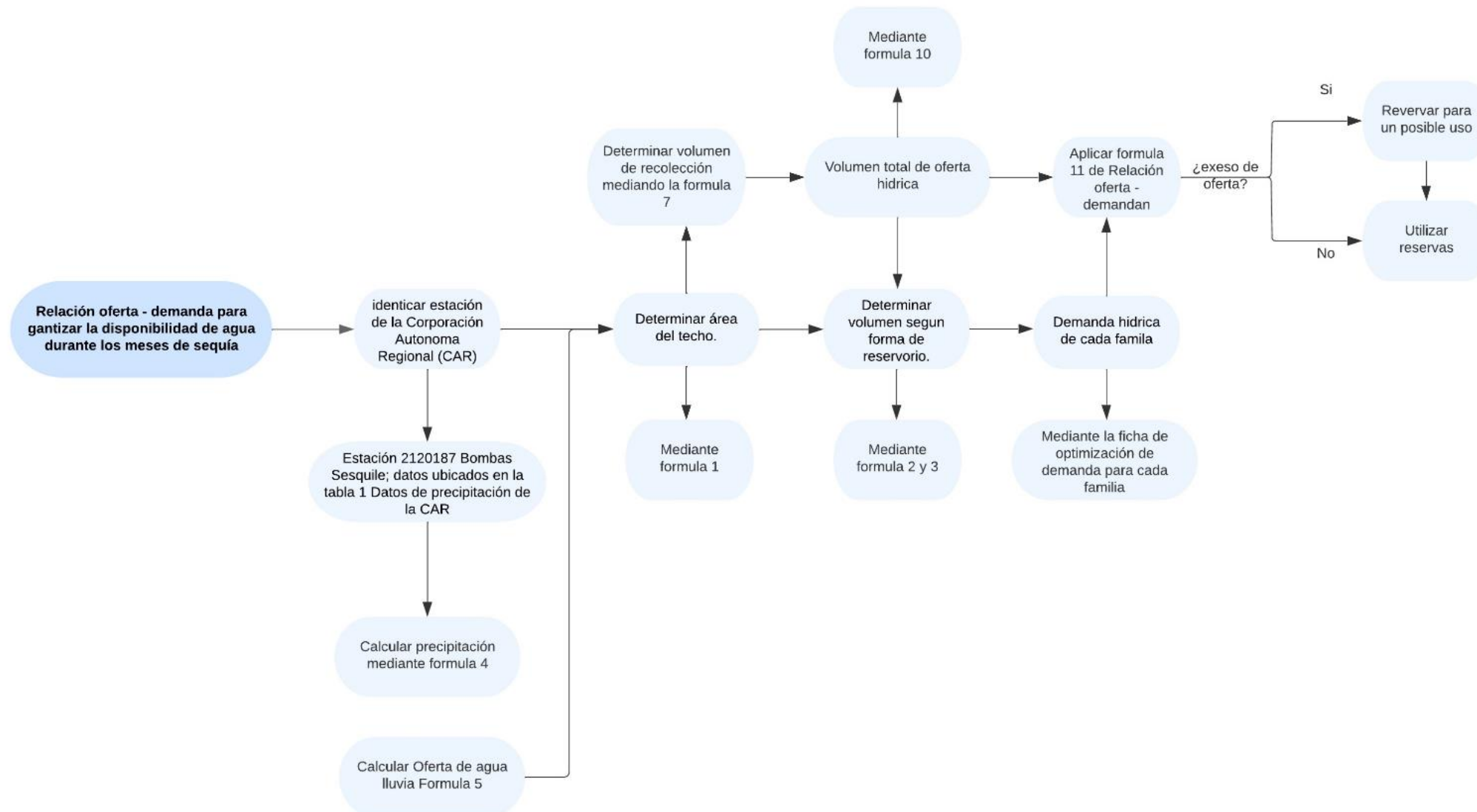
RELACIÓN OFERTA DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA



Garantizar la disponibilidad de agua en la vereda Espigas del pueblo de Sesquilé durante los meses de sequía para la población, por medio de sistema de recolección del agua en los meses de mayores precipitaciones.



RELACIÓN OFERTA DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA



RELACIÓN OFERTA DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA



C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA														
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica														
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)														
ESTACIÓN : 2120187 BOMBAS SESQUILÉ														
Latitud	5° 2' 12,9" N	X=N=1048740	Departamento	CUNDINAMARCA				Corriente	EMB. TOMINÉ	Categoría		PG		
Longitud	73° 48' 39,3" W	Y=E=1029560	Municipio	SESQUILE				Cuenca	EMB. TOMINÉ	Fecha Instalación		1/01/1984		
Elevación	2578 m.s.n.m		Oficina Provincial	2 ALMEIDAS - GUATAVITA						Fecha Suspensión				
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE		
1984	16,3	45	78,4	52,4	103,1	76,4	37,7	64,1	100,4	35,3	101,4	4,9		
1985	17,2	46,3	50	57,1	72,9	52,4	45,1	35,5	82	136,3	91,3	39,9		
1986	23,5	109,5	70,4	43,7	76,6	87,5	82	33,9	38,4	184,4	69,9	9,3		
1987	31,6	30,1	23,9	64,2	76,8	31,3	49,4	35,6	30,5	125,9	44,6	32,1		
1988	6,6	35,4	24	37	70,6	57,7	52,4	81,9	74,4	73,8	87,3	51,4		
1989	10,8	43	191,7	58,9	88,1	83	89,4	28,8	36,1	15,1	35,1	19,9		
1990	409	46,9	30,8	79,1	72,2	48,3	31,1	40,6	15,3	133,2	37,8	91,4		
1991	39,5	13,6	101,9	36,4	35	29	110,6	65,4	22,6	83,7	118,3	20,4		
1992	11,1	42,8	38,3	42	22,9	21,7	64,4	39,2	54,6	13	109,9	53,7		
1993	60,1	58,7	46,1	98,2	170,1	59,3	66,1	31,9	31,7	9,4	80,9	2,6		
1994	28	26,6	46,2	62,4	93,9	40,4	48,9	60,9	30,2	66,2	73,9	8,5		
1995	13,7	28	55,8	59,6	43,4	56,8	44,8	77,2	18,3	59,8	37	74,4		
1996	33,2	53,9	77	34,5	66,6	39,1	129,6	17,8	41	38,4	40,7	14,2		
1997	55	14,8	0,4	12,4	25	22,6	75,7	42,7	18,7	28,3	10,8	3,8		
1998	1,8	3,8	55,6	20,9	19,3	3,7	2,9	16	44,5	28,7	9,5	2		
1999	36,8	59,1	87,2	76,5	45,3	91,2	26,5	80,7	65	146,4	124,1	49,2		
2000	95,3	64,9		9,7	27,7	54	64,6	68,3	95,9	86,5	35	21		
2001		9,5	15,7	12,5	67,9	35,8	76,1	34,6	35,3					
2002							26,7	45,9	15,7	35,2	24,9	0		
2003	0	12,1	0	0,5	16,8									
2006								23,2	29,2	98,3	57	34,1		
2007	0	10,1	45,7	74,9	62,4	66,1	15,6		23,3	104,9	32	15,9		
2008	32,7	23	32,6	49,1	95,6	83	72,6	60,3	23,4	85,9	167,8	34,1		
2009	64,6	19,1	82,8	31,8	61,2	37,6	58,1	51,8	30,6	50,7	47,7	2,5		
2010	0	10,7	17,2	133,9	62,9	24,1	87	63,5	79,6	108,8	109,9	58,3		
2011	14,8	31,8	115,3	226,1	97,2	62,3	45,2	31,6	39,2	143,8	207,6	39,4		
2012	31,8	13,8	74,2	223,4	53	72,2	99,3	71,7	30,4	115,5	0	11,1		
2013		48,2	45,7	100	121,3	16,4	54,9	57,6	26,3	68,5	130	53,3		
2014	19	16,4	105,2	43	68,1	74,1	76,2	47,7	44,9	62,4	106,7	33		
2015	3,5	41	29,7	23,8	14,3	101,4	80,7	63,2	12,7	1,8	74,8	8		
2016	12,8	15,4	35,3	98,3	55,6	51,5	72,8	51,2	99,3	54,6	95,5	35,3		
2017	88,4	46,8	142,3	57,7	119,8	80,7	59,1	41,7	38	25,9	58,8	63		
2018	19,3	19,3	61,6	136,8	63,2	83,6	93,4	50,3	31,5	67,4	46,2	0		

RELACIÓN OFERTA DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA



C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA										
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica										
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)										
ESTACIÓN : 2120187 BOMBAS SESQUILÉ										
AÑO	ENERO		FEBRE		MARZO		ABRIL		MAYO	JUNIO
PROMEDIO MULTIANUAL	40,57		33,54		59,37		66,35		66,74	54,77

Promedio Multianual

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA										
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica										
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)										
ESTACIÓN : 2120187 BOMBAS SESQUILÉ										
AÑO	JULIO		AGOST		SEPTI		OCTUB		NOVIE	DICIE
PROMEDIO MULTIANUAL	62,55		48,86		42,47		73,81		73,11	28,60

$$P_m = \frac{P_{\text{precipitaciones del mes de enero de los últimos 36 años registrados}}}{N}$$

$P_{\text{últimos 36 años}}$ → Precipitación de cada año del cual se tiene dato.

N → Numero de datos donde halla valor numerico.

RELACIÓN OFERTA DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA



VOLUMEN OFERTA POR CADA METRO CUADRADO (m³/m²)											
	ENERO		FEBRE		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO
VOLUMEN MENSUAL	0.04		0.03		0.06		0.07		0.07		0.05

VOLUMEN OFERTA POR CADA METRO CUADRADO (m³/m²)											
	JULIO		AGOST		SEPTI		OCTUB		NOVIE		DICIE
VOLUMEN MENSUAL	0,06		0,05		0,04		0,07		0,07		0,03

Volumen del Techo

$$V_{techo} = A_{techo} * V_{oferta}$$

Oferta Agua lluvia

$$V_{oferta} = P_m * \left(\frac{1}{1000} \right)$$

Área Del techo

$$A_{techo} = L * B$$

$L \rightarrow$ Largo (metros)

$B \rightarrow$ Base (metros)

RELACIÓN OFERTA DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA



Volumen según Forma

$$V_{rectangular} = H * L * A$$

$L \rightarrow$ Largo (metros)

$H \rightarrow$ Ancho (metros)

$A \rightarrow$ Altura (metros)

$$V_{circular} = A * \pi * r^2$$

$r \rightarrow$ Radio (metros)

Oferta Hídrica mensual

$$V_{oferta\ total} = V_{tipo\ de\ reservorio} + V_{techo}$$

$V_{tipo\ de\ reservorio} \rightarrow$ metros cubicos

$V_{techo} \rightarrow$ metros cubicos

Relación Oferta – Demanda

$$R_{\frac{oferta}{demanda}} = Demanda\ hidrica\ mensual - Oferta\ hidrica\ mensual.$$

$Demanda\ hidrica\ mensual \rightarrow$ metros cubicos que se obtiene del Anexo 4

$Oferta\ hidrica\ mensual \rightarrow$ metros cubicos que se obtienen de la formula 10

DISEÑO ESTRUCTURAL EN MADERA



Con las siguientes ecuaciones se determina la carga permanente.

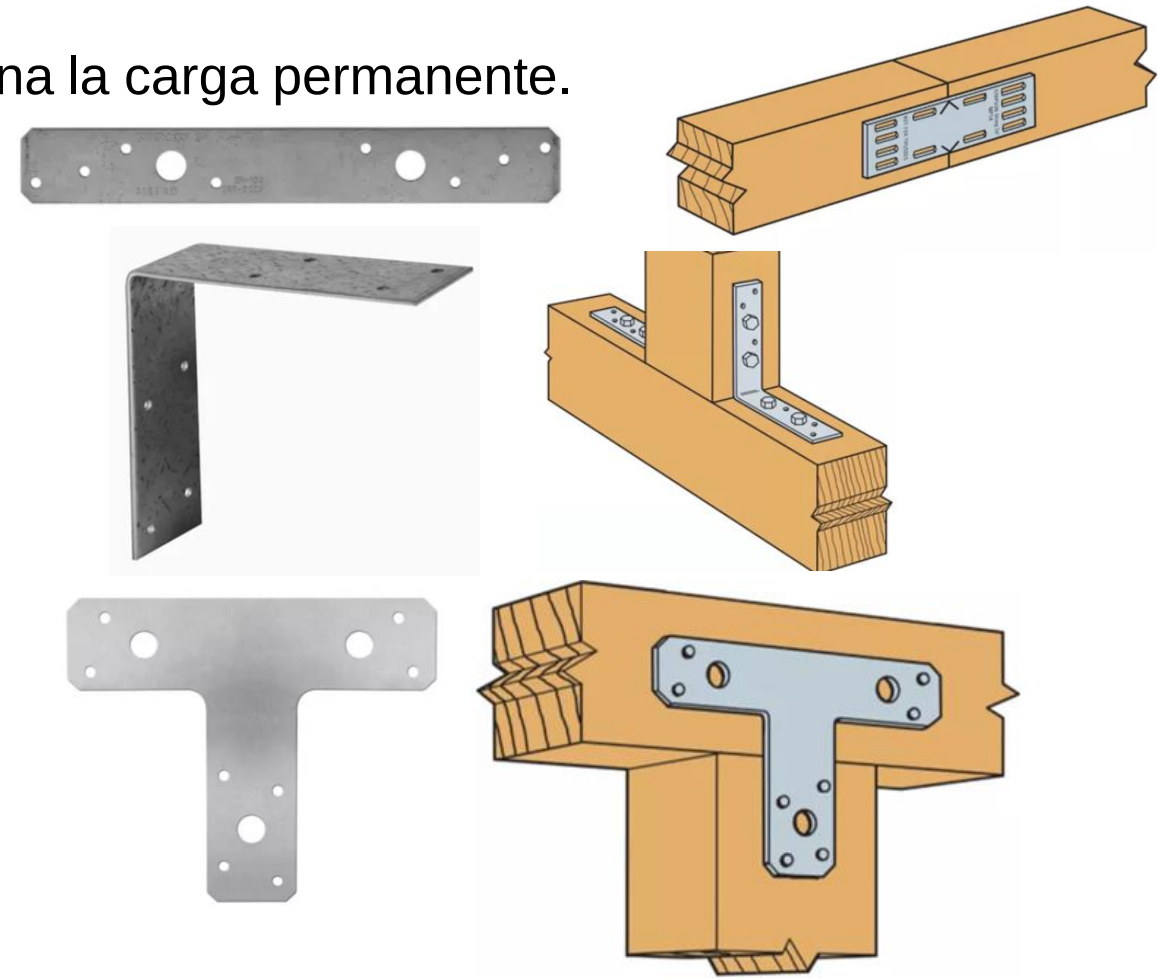
$$Carga\ total = Peso\ techo + Peso\ Viga$$

$$q = Carga\ total * Separación\ vigas$$

$$M_{max} = \frac{q \left(\frac{N}{mm} \right) * Longitud\ de\ viga^2}{8}$$

$$W_n = \frac{ancho\ viga * alto\ viga^2}{6}$$

$$F_{trabajo} = \frac{M_{max}}{W_n}$$



DISEÑO ESTRUCTURAL EN MADERA



VIGAS

V-T1

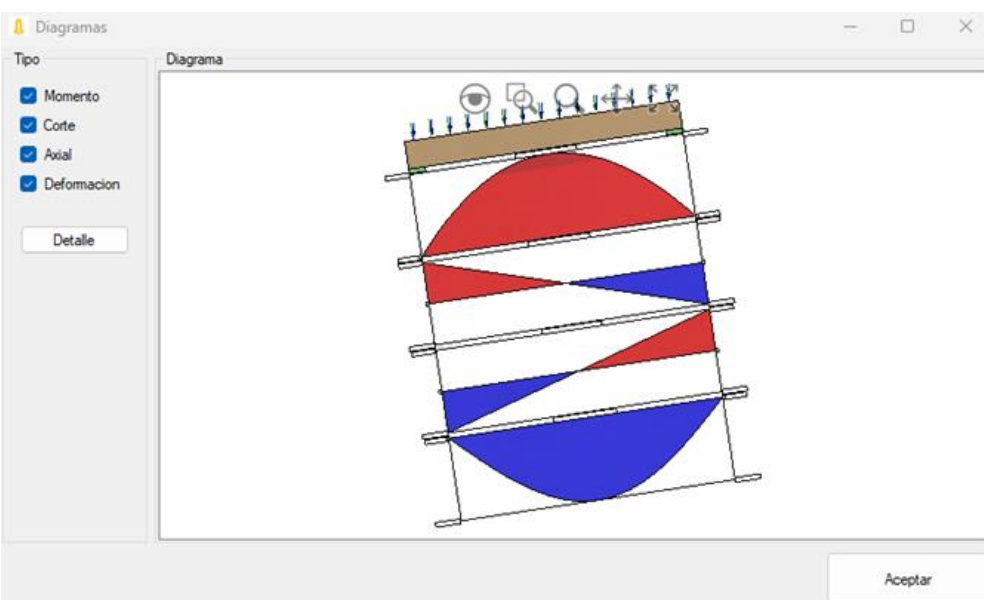
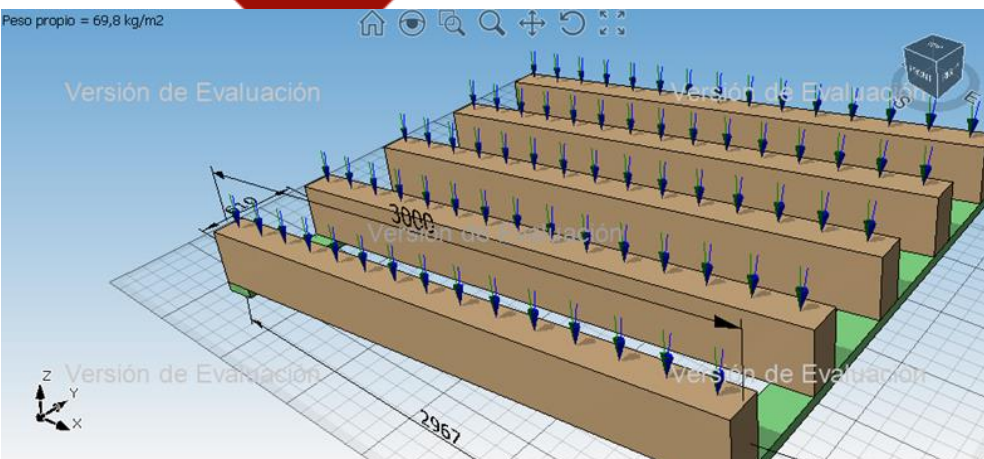
Carga total	10,245	kg/m2		
q	6,157245	kg/m2	0,060382	N/mm
Mmax	67929,34367	N.mm		
Wn	2700000	mm3		
Ftrabajo	0,025159	Mpa		

V-T2

Cargatotal	10,245	kg/m2		
q	6,157	kg/m2	0,060382	N/mm
Mmax	271717,3747	N.mm		
Wn	2700000	mm3		
Ftrabajo	0,1006	Mpa		

V-T3

Carga total	5,345	kg/m2		
q	3,212	kg/m	0,031502	N/mm
Mmax	35439,955	N.mm		
Wn	2700000	mm3		
Ftrabajo	0,0131	Mpa		



DISEÑO ESTRUCTURAL EN MADERA



Viga

Resumen

Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en flexión [MPa]	14,02	3,43	24	Cumple
Tensión en cizalle [MPa]	1,56	0,34	22	Cumple
Tensión en compresión normal [MPa]	1,67	0,38	23	Cumple
Tensión en tracción paralela [MPa]	10,53	0,03	0	Cumple
Tensión en compresión paralela [MPa]	8,04	0,03	0	Cumple

Resumen

Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [MPa]	8,04	0,03	0	Cumple
Verificación interacción tracción-flexión	1	0,248	24,8	Cumple
Verificación interacción compresión-flexión	1	0,244	24,4	Cumple
Deformación total [mm]	7,5	5,066	68	Cumple
Deformación sobrecarga [mm]	8,333	0	0	Cumple

DISEÑO ESTRUCTURAL EN MADERA



COLUMNA

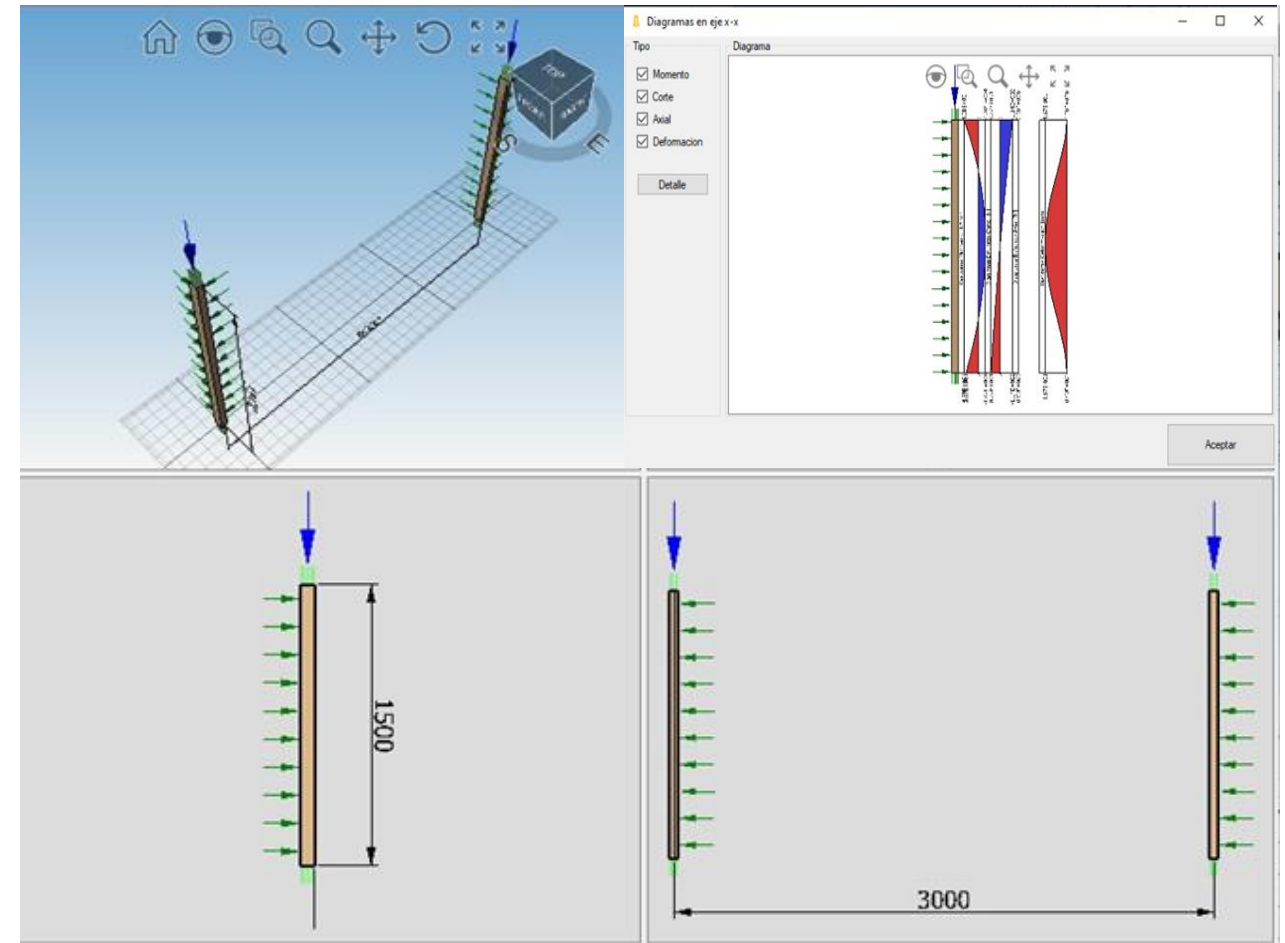
$$Carga_{permanente} = Carga\ Total\ Vigas * \acute{A}rea\ Techo$$

C-T1

carga permanente	92.21	kg
------------------	-------	----

C-T2

carga permanente	184.41	kg
------------------	--------	----



DISEÑO ESTRUCTURAL EN MADERA

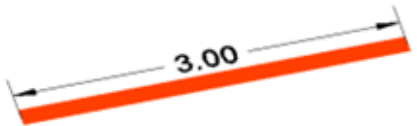


Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [MPa]	9,73	0,03	0	Cumple
Tensión en flexión x-x [MPa]	27,59	0,01	0	Cumple
Tensión en flexión y-y [MPa]	27,59	0,01	0	Cumple
Verificación interacción	1	0	0	Cumple

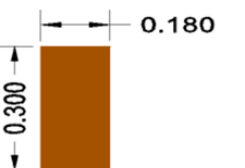
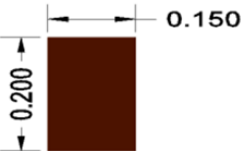
Resumen				
Propiedad	Valor de diseño	Valor de trabajo	Utilización (%)	Verificación
Tensión en compresión paralela [MPa]	9,41	326,89	3474	No cumple
Tensión en flexión x-x [MPa]	27,59	0,04	0	Cumple
Tensión en flexión y-y [MPa]	27,59	0,05	0	Cumple
Verificación interacción	1	1206,92	120692	No cumple

CONTROL DE HOJARASCA

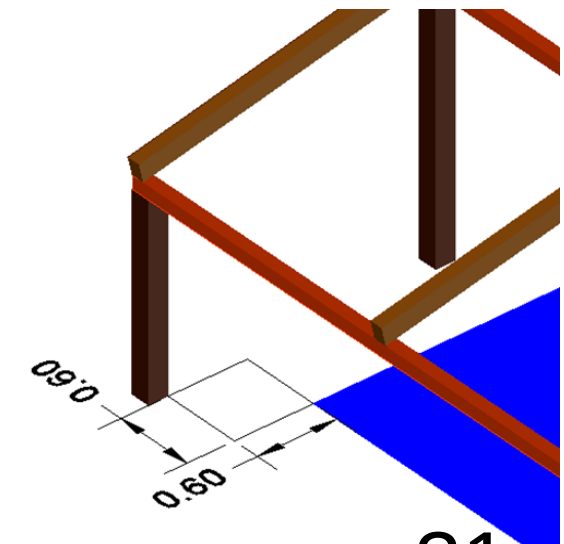
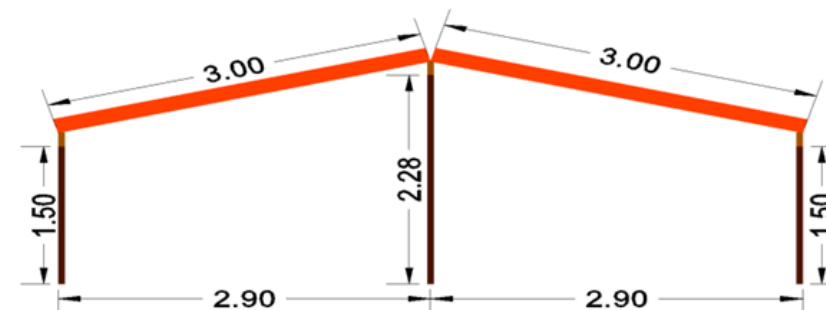


Tipo de Viga	
	V-T1
	V-T2
	V-T3

MATERIAL	COSTO POR (Metro cuadrado)	DURABILIDAD (MESES)	DIMESIONES COMERCIALES	COSTO BENEFICIO (meses)
POLISOMBRA 80%	\$ 2,747.50	36	4 m Ancho y una longitud que va desde 1 m hasta 50 m	\$ 76.32
ROLLO TELA VERDE	\$ 2,528.57	6	2.1 m de ancho y una longitud que va desde 1 m hasta 50 m	\$ 421.43
PLASTICO PARA INVERNADERO	\$ 4,190.00	36	10 m de ancho y una longitud que va desde 1 m hasta 50 m	\$ 116.39

Seccion Transversal	
	Vigas
	Columna

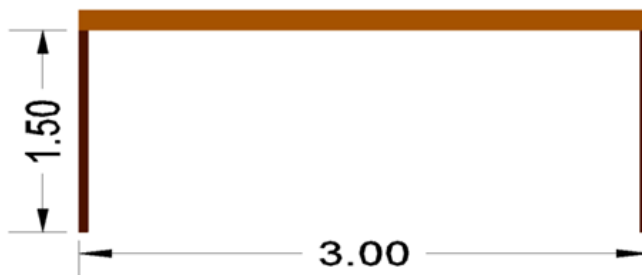
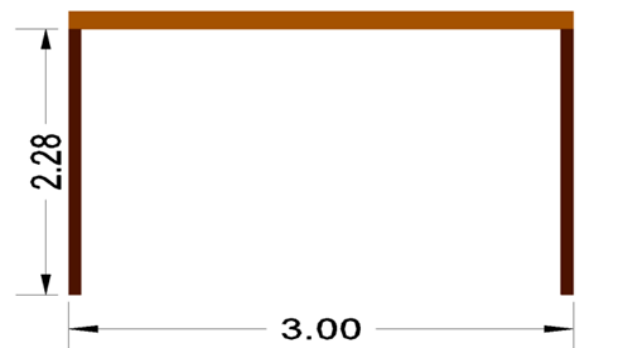
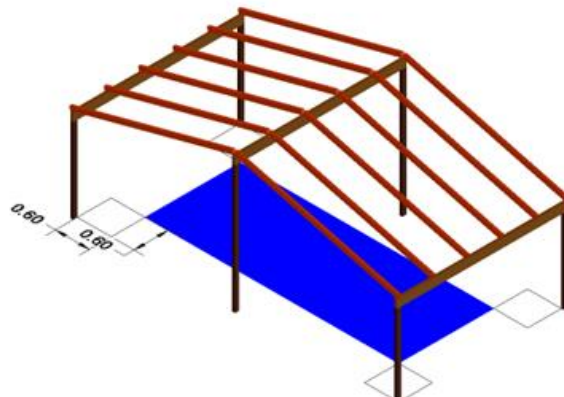
Tipo de Columnas	
	C-T1
	C-T2



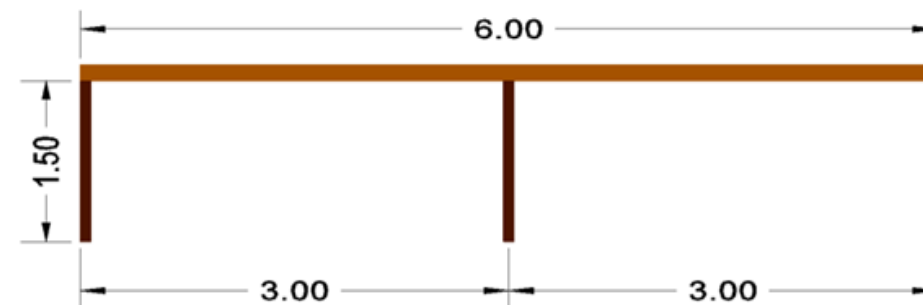
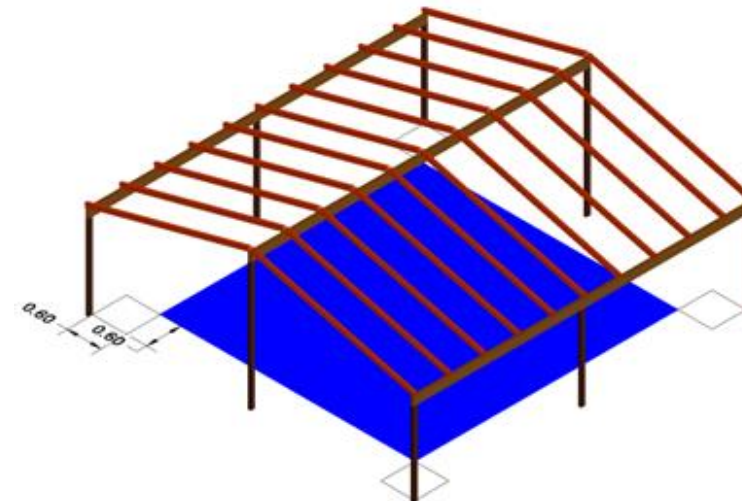
CONTROL DE HOJARASCA



OPCIÓN 1



OPCIÓN 2

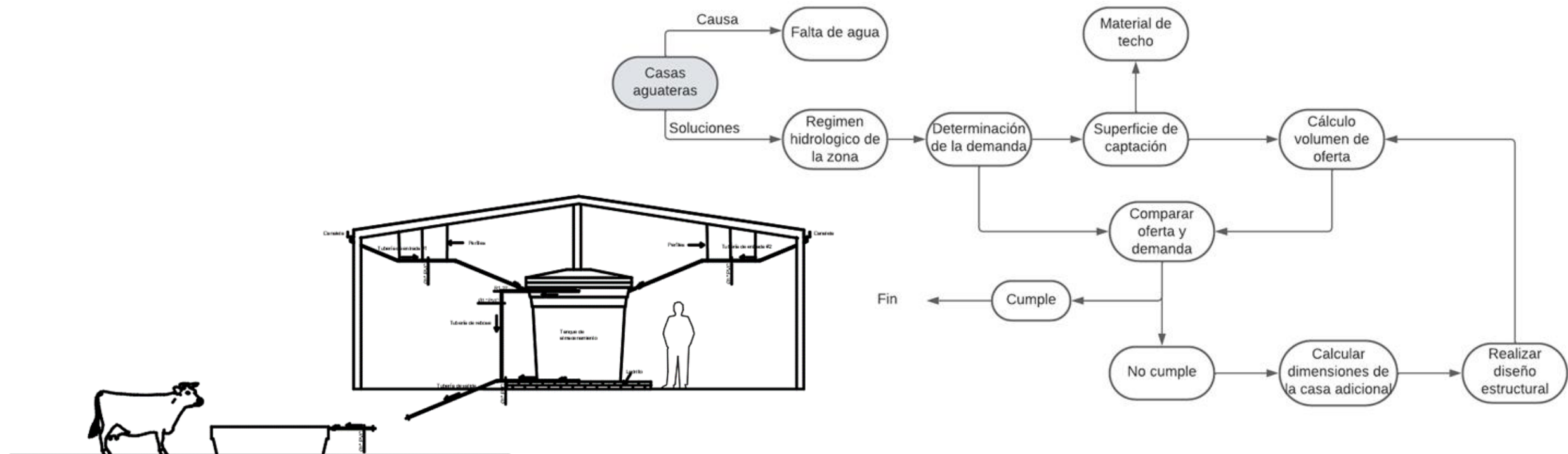


CASA AGUATERA



Sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia - SCALL

Las casas aguateras son construcciones que se adaptan a los entornos con escasez de agua, aprovechando los recursos como el agua lluvia, para almacenar y distribuir agua.



CASA AGUATERA



Promedio Precipitaciones mensuales

Mes	P (mm/mes)	Vo (m³/mes)
Enero	40,6	0,04
Febrero	33,5	0,03
Marzo	59,3	0,05
Abril	66,3	0,06
Mayo	66,7	0,06
Junio	54,7	0,05
Julio	62,5	0,06
Agosto	48,9	0,04
Septiembre	42,5	0,04
Octubre	73,8	0,07
Noviembre	73,1	0,07
Diciembre	28,6	0,03

Coeficiente de materiales

- Teja de lámina plástica = 0.9
- Teja de asbesto cemento = 0.9
- Teja de arcilla cocida = 0.8 a 0.9
- Pisos cementados = 0.9
- Piso pavimentado con ladrillo = 0.8

Volumen de oferta de agua

$$V_o = \frac{(P_i)(C_e)(A)}{1000}$$

Vo = Volumen de la oferta de agua en m3/mes

Pi = Precipitación mensual en mm/mes

A = Proyección horizontal en el techo

Ce = Coeficiente de escorrentía

CASA AGUATERA



Costos

Descripción	Unidad	Costos (COP)
Tubería 1/2"	UND	\$ 10.300
Tanque 10 m3	UND	\$ 8.794.900
Canaleta pluvial	UND	\$ 89.900
Bebedero animales	UND	\$ 146.000
Válvula	UND	\$ 27.900

Descripción	Unidad	Costos COP
Madera aserrada	UND	\$ 39.900
Ladrillo	UND	\$ 900
Teja	UND	\$ 71.500
Perfil	UND	\$ 99.900

FAMILIA MUÑOZ Y TORRES

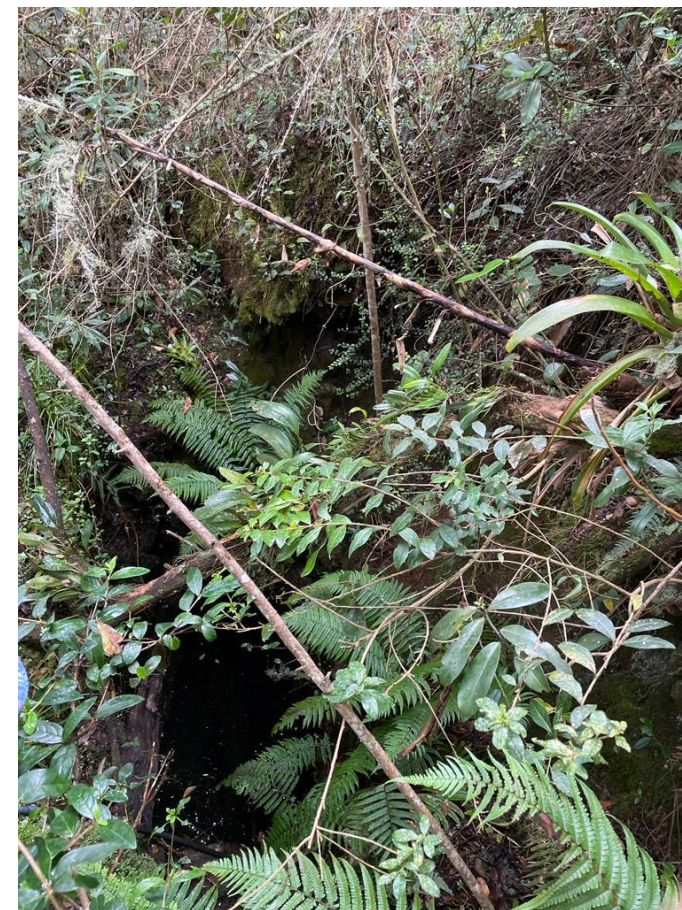


PROBLEMATICAS:

- Escasez de agua en meses secos
- Contaminacion del los reservorios (visual)
- Arrastre de residuos organicos
- Caída de residuos de los arboles







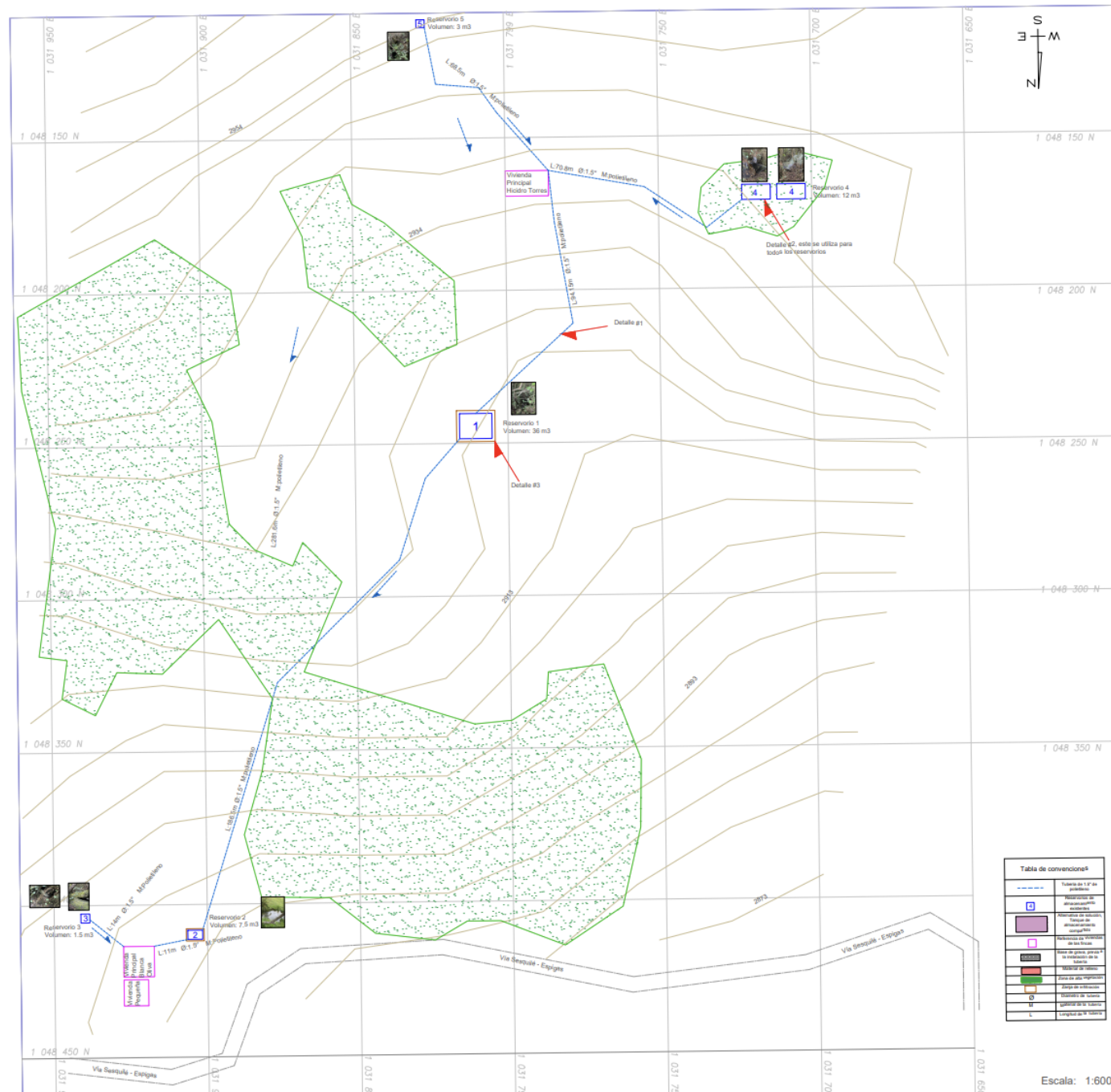
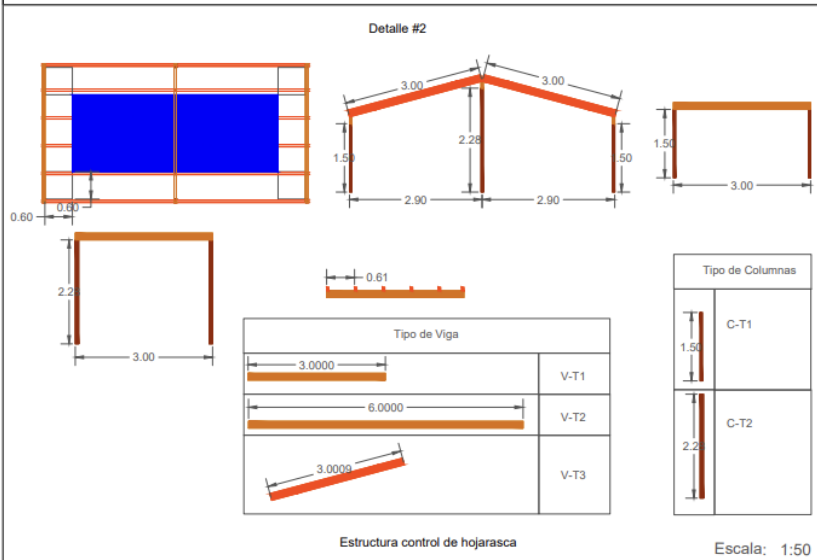
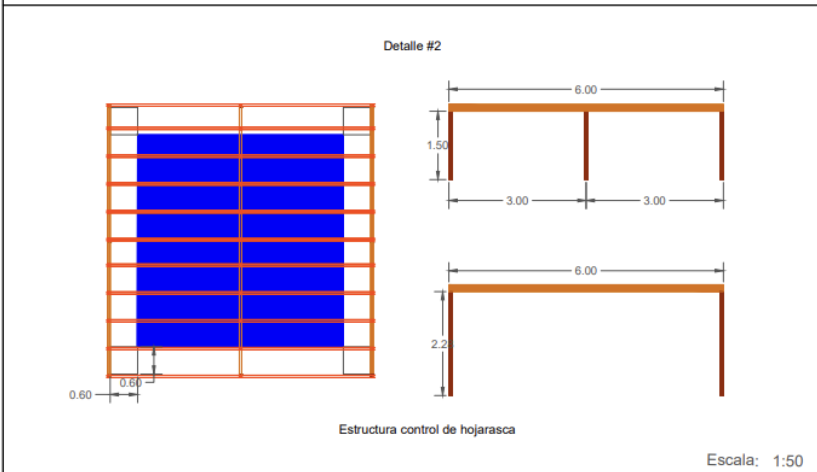
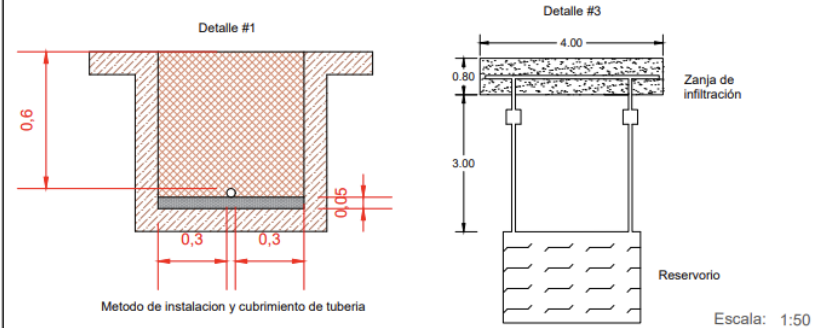


Tabla de convenciones

	Reservorio
	Tubo
	Valvula
	Hydrante
	Manhole
	Zanja de infiltración
	Via
	Limite
	Propiedad
	Edificio
	Vegetación
	Cuerpo de agua
	Cota de punto
	Línea de cota
	Cota de punto
	Línea de cota

Escala: 1:600



Elaborado Por:

Andres Felipe Uribe Marroquín - 1103241
Nicolas Silva Torres - 1103072

PROYECTO:

Opción de grado (Tesis)

OBJETIVO:
Identificación de los sistemas de conducción de las fincas de Blanca Oliva e Hidro Torres con sus respectivos detalles

UBICACIÓN:
Espigas - Sesquíle (Cundinamarca)

RODILLO:

Andres Uribe - Nicolas Silva

NOTA:

Todas las unidades de este plano son en metros

INDICADA:

Indicada

FECHA:

25/09/2023

PÁGINA:

1/1

COSTO FAMILIA MUÑOS



RESERVORIO 2					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltracion				
1.1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10,800	4.8	\$ 51,840
1.2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2,000	4	\$ 8,000
1.3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15,000	1.06	\$ 15,900
1.4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6,250	4.8	\$ 30,000
1.5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16,325	4.8	\$ 78,360
1.6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7,500	4	\$ 30,000
1.7	Cañuelas	UND	\$ 11,000	2	\$ 22,000
1.8	Concreto 28 Mpa	kg	\$ 1,040	50	\$ 52,000
1.9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11,750	4	\$ 47,000
	Sub costo total				\$ 335,100
2	Control de hojarasca				
2.1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10,990	12	\$ 131,880
2.2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3,900	2	\$ 7,800
2.3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24,900	22	\$ 547,800
2.4	Madera aserrada	UND	\$ 39,900	25	\$ 997,500
2.5	Plentina ensamble en T	UND	\$ 29,900	24	\$ 717,600
	Sub costo total				\$ 2,402,580
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3.1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26,000	5.61	\$ 145,860
3.2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4,600	11	\$ 50,600
	Sub costo total				\$ 196,460
4	Recubrimiento de reservorio				
4.1	Geomembrana Hdpe Cal. 20 ancho de 4.8 m	m2	\$ 13,937	31.48	\$ 438,737
	Sub costo total				\$ 438,737
	Costo Total				\$ 3,176,417

RESERVORIO 3					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltracion				
1.1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10,800	4	\$ 43,200
1.2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2,000	4	\$ 8,000
1.3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15,000	1.06	\$ 15,900
1.4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6,250	4.8	\$ 30,000
1.5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16,325	4.8	\$ 78,360
1.6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7,500	4	\$ 30,000
1.7	Cañuelas	UND	\$ 11,000	2	\$ 22,000
1.8	Concreto 28 Mpa x 50 kg	kg	\$ 1,040	50	\$ 52,000
1.9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11,750	4	\$ 47,000
	Sub costo total				\$ 326,460
2	Control de hojarasca				
2.1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10,990	6	\$ 65,940
2.2	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24,900	22	\$ 547,800
2.3	Madera aserrada	UND	\$ 39,900	25	\$ 997,500
2.4	Plentina ensamble en T	UND	\$ 29,900	24	\$ 717,600
	Sub costo total				\$ 2,328,840
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3.1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26,000	7.14	\$ 185,640
3.2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4,600.00	14	\$ 64,400
	Sub costo total				\$ 250,040
	Costo Total				\$ 2,905,340

Filtracion vertical					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Filtro carbon activado				
1.1	Botellon 20 L	UND	\$ 14,000	1	\$ 14,000
1.2	Algodón	Kg	\$ 19,000	1	\$ 19,000
1.3	Carbon activado granulado	Kg	\$ 35,800	1	\$ 35,800
1.4	Filtro control de hojarasca en techos	UN	\$ 69,900	1	\$ 69,900
	Coto total				\$ 138,700

Valor total		
Reservorio	Costo	
Costo reservorio 2	\$ 3,176,417	
Costo reservorio 3	\$ 2,905,340	
filtracion vertical	\$ 138,700	
Sub costo total	\$ 6,220,457	
Administracion	5%	\$ 311,023
Imprevistos	5%	\$ 311,023
Utilidad	0%	\$ -
Iva sobre la utilidad	19%	\$ -
Costo total de obra	\$ 6,842,502	

COSTO FAMILIA TORRES



RESERVORIOS 4					
N°	Detalle	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltracion				
1.1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10,800	4.8	\$ 51,840
1.2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2,000	8	\$ 16,000
1.3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15,000	1.06	\$ 15,900
1.4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6,250	4.8	\$ 30,000
1.5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16,325	4.8	\$ 78,360
1.6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7,500	4	\$ 30,000
1.7	Cañuelas	UND	\$ 11,000	2	\$ 22,000
1.8	Concreto 28 Mpa	kg	\$ 1,040	50	\$ 52,000
1.9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11,750	4	\$ 47,000
	Sub Total				\$ 686,200
2	Control de hojarasca				
2.1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10,990	12	\$ 131,880
2.2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3,900	2	\$ 7,800
2.3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24,900	22	\$ 547,800
2.4	Madera aserrada	UND	\$ 39,900	25	\$ 997,500
2.5	plentina ensamble en T	UND	\$ 29,900	24	\$ 717,600
	Sub Total				\$ 4,805,160
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3.1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26,000	35.4	\$ 920,400
3.2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4,600	70.8	\$ 325,680
3.3	Motobomba DCW40	UND	\$ 636,429	1	\$ 636,429
	Sub Total				\$ 1,882,509
	Costo Total				\$ 7,373,869

Filtracion vertical					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Filtro carbon activado				
1.1	Botellon 20 L	UND	\$ 14,000	1	\$ 14,000
1.2	Algodón	Kg	\$ 19,000	1	\$ 19,000
1.3	Carbon activado granulado	Kg	\$ 35,800	1	\$ 35,800
	Coto total				\$ 68,800

RESERVORIO 5					
N°	Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Total
1	Control de hojarasca				
1.1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10,990	12	\$ 131,880
1.2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3,900	2	\$ 7,800
1.3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24,900	22	\$ 547,800
1.4	Madera aserrada	UND	\$ 39,900	25	\$ 997,500
1.5	plentina ensamble en T	UND	\$ 29,900	24	\$ 717,600
	Sub Total				\$ 2,402,580
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda				
3.1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26,000	34.5	\$ 897,000
3.2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4,600	68.5	\$ 315,100
	Sub Total				\$ 1,212,100
	Costo Total				\$ 3,614,680

Valor total		
Reservorio	Costo	
Costo reservorios 4	\$	7,373,869
Costo reservorio 5	\$	3,614,680
Filtracion vertical	\$	68,800
Sub costo total	\$	11,057,349
Administracion	5%	\$ 552,867
Imprevistos	5%	\$ 552,867
Utilidad	0%	\$ -
Iva sobre la utilidad	19%	\$ -
Costo total de obra	\$	12,163,084

COSTO SISTEMA COMBINADO



RESERVORIO 1					
N°	Detalle	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
1	Zanja de infiltración				
1.1	Excavación manual (1 m*0.8 m*0.6 m)	m3	\$ 10,800	4.8	\$ 51,840
1.2	Excavación manual (1 m*0.15 m*0.6 m)	m3	\$ 2,000	8	\$ 16,000
1.3	Grava entre 19 y 38 mm	m3	\$ 15,000	1.06	\$ 15,900
1.4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6,250	4.8	\$ 30,000
1.5	Tubo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16,325	4.8	\$ 78,360
1.6	Tubo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7,500	4	\$ 30,000
1.7	Cañuelas	UND	\$ 11,000	2	\$ 22,000
1.8	Concreto 28 Mpa	kg	\$ 1,040	50	\$ 52,000
1.9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11,750	4	\$ 47,000
	Sub costo total				\$ 343,100
2	Control de hojarasca				
2.1	Polisombra al 80% con ancho de 4 metros por un metro de larga, se compra por un metro lineal	m	\$ 10,990	12	\$ 131,880
2.2	Plato dentado galvanizado	UND	\$ 3,900	2	\$ 7,800
2.3	Angulo de refuerzo galvanizado	UND	\$ 24,900	22	\$ 547,800
2.4	Madera aserrada	UND	\$ 39,900	25	\$ 997,500
2.5	Plentina ensamble en T	UND	\$ 29,900	24	\$ 717,600
	Sub costo total				\$ 2,402,580
3	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda Muños				
3.1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26,000	95.115	\$ 2,472,990
3.2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4,600	186.5	\$ 857,900
	Sub costo total				\$ 3,330,890
4	Optimización de la conducción del sistema de abastecimiento hidrico a la vivienda Muños				
4.1	Excavación por metro cubico (m3), mano de obra	m3	\$ 26,000	48.2	\$ 1,253,200
4.2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 4,600	94.15	\$ 433,090
	Sub costo total				\$ 2,322,719
5	Motobomba DCW40 compartida para las dos familias	UND	\$ 636,429	1	\$ 636,429
	Sub costo total				\$ 636,429
	Costo Total				\$ 9,035,718

Valor total		
Reservorio	Costo	
Costo reservorio 1	\$ 9,035,718	
Sub costo total	\$ 9,035,718	
Administracion	5%	\$ 451,786
Imprevistos	5%	\$ 451,786
Utilidad	0%	\$ -
Iva sobre la utilidad	19%	\$ -
Costo total de obra	\$ 9,939,290	

CONCLUSIONES



- Se dio un esfuerzo para ayudar a la comunidad en buscar soluciones de las problemáticas que se detectaron en la zona. Se enfocó en minimizar el impacto en el entorno natural de la región, priorizando el uso de soluciones basadas en la naturaleza.
- Teniendo en cuenta las condiciones que se presentan en la zona de estudio, gracias a la estación hidrometereológica de la CAR, es recomendable llevar a cabo la construcción de este proyecto en épocas de baja intensidad de lluvias, esto con el fin de llevar a cabo una correcta ejecución y aprovechamiento del recurso hídrico y una correcta puesta en marcha de todo el proyecto.
- No siempre las soluciones más complejas y costosas son las mejores. En este caso, fue posible encontrar soluciones a diferentes problemáticas que presenta la comunidad de una forma básica, económica y que se adaptan a las condiciones del entorno.
- Se observa que para encontrar una solución más económica es necesario contar la participación y colaboración de toda la comunidad.

Universidad Militar Nueva Granada

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



SC 4420-1



SC 4420-1



SA-CER502658



CO-SC 4420-1



OS-CER508440



CO-SC 4420-1

Compromiso granadino con la excelencia



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA