



**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS PARA LA
VEREDA ESPIGAS DEL MUNICIPIO DE SESQUILÉ EN CUNDINAMARCA,
COLOMBIA**

Estudiantes

NATHALIE VALENCIA VELANDIA- 1103522

ANDREA VALENTINA BARRAGAN VEGA - 1103570

Director

YULIA IVANOVA – JULIO CUESTA – CARLOS GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C., JUNIO DE 2023



DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS PARA LA
VEREDA ESPIGAS DEL MUNICIPIO DE SESQUILÉ EN CUNDINAMARCA,
COLOMBIA

Estudiantes

NATHALIE VALENCIA VELANDIA - 1103522

ANDREA VALENTINA BARRAGAN VEGA - 1103570

Director

YULIA IVANOVA

JULIO CUESTA

CARLOS GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C., JUNIO DE 2023

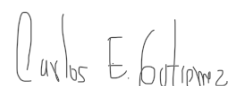
Nota aceptación



Firma de tutor 1



Firma de tutor 2
Julio Cuesta Olave



Firma de tutor 3

Firma de jurado 1

Firma de jurado 2

Bogotá D. C., diciembre de 2023

DEDICATORIA

A mi madre Adriana vega por ser mi apoyo incondicional durante este largo camino, te dedico este trabajo de grado con profundo agradecimiento, por que tus sacrificios, sabiduría y amor incondicional han sido mi polo a tierra, a mi fiel compañera peluda Mara, gracias por este a mi lado con tu incondicional compañía, recordándome incluso en los momentos más difíciles que siempre hay espacio para ternura y conexión sincera. a mi hermano Nicolas Barragán, te dedico este logro a ti, mi querido hermano, en agradecimiento por tu inagotable apoyo y por ser una fuente continua de inspiración en mi vida. a mi compañera Nathalie Valencia, que compartió conmigo este largo viaje académico, te agradezco por tu colaboración, paciencia y amistad, pues juntas hemos superado obstáculos y celebrados éxito y porque este logro no es solo mío si no también tuyo, gracias por ser esa cómplice y aliada en todo y por ultimo pero no menos importante a la comunidad de la vereda de Las espigas, quienes nos compartieron un poco de su historia y con este contribuyeron a mi desarrollo académico, pues cada página escrita de este trabajo es por ustedes y para ustedes. Andrea Barragán

A mi madre Ingrid Velandia, por ser mi guía y mi polo a tierra, por apoyarme animarme, por el gran esfuerzo que haces día a día, por el amor y lo consejos a lo largo de esta camino, gracias a ti por siempre estar, a mi hermano Esteban Valencia y mis abuelos Lisandro y Sara quienes siempre velan por mi bienestar y me apoyan de manera incondicional, han sido mi roca y mi inspiración, a mi mejor amigo Carlos Ñañez, por tu paciencia, cariño, por tus palabras de aliento a lo largo de este camino, por tu compañía y las vivencias que hemos tenido, a mi compañera y gran amiga Andrea Barragán por animarme, estar para mí en los momentos más difíciles en este proceso, hemos logrado esto juntas y ha sido todo un honor realizar este trabajo de grado junto a ti, a la comunidad de Sesquilé quienes nos abrieron las

puertas de sus casas, sus historias para obtener este resultado juntos a ellos y a todas las personas a quienes este documento les pueda servir como una guía para la solución de problemáticas parecidas. Con todo el cariño es por y para ustedes. Nathalie Valencia.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a los profesores Yulia Ivanovva y Julio Cuesta, cuya dedicación y guía han sido fundamentales para el desarrollo de esta tesis. Su conocimiento experto y sus valiosos comentarios han iluminado el camino de nuestra investigación, brindándonos una perspectiva crítica y enriquecedora. Agradecemos profundamente su tiempo, paciencia y compromiso con nuestro crecimiento académico. A nuestros compañeros Daniel Delgado, Sebastián Carreño, Felipe Uribe, Alexandra Gamboa, Nicolás Silva, Camilo Aponte y Juan Diego Pérez, quienes estuvieron desde el inicio para el desarrollo de esta tesis, por su conocimiento y compañerismo a la hora de realizar este proyecto. A la comunidad que ha participado en este proceso, nuestro reconocimiento y gratitud. Cada miembro ha contribuido con su experiencia, conocimiento y perspectiva, aportando una riqueza invaluable a nuestra investigación y, por último, pero no menos importante a nuestras familias y amigos, quienes estuvieron apoyándonos y motivándonos en los momentos más difíciles y a su vez celebrando nuestros pequeños logros.

CONTENIDO

1. PROBLEMA	20
1.1 IDENTIFICACIÓN	20
1.2 DESCRIPCIÓN	22
1.3 PLANTEAMIENTO	23
2. DELIMITACIÓN	24
2.1 CONCEPTUAL	24
2.2 GEOGRÁFICA	24
2.3 CRONOLÓGICA	25
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4. ANTECEDENTES	26
4.1 INTERNOS	27
4.2 EXTERNOS	28
5. JUSTIFICACIÓN	29
6. MARCO REFERENCIAL	30
6.1 MARCO TEÓRICO	30
6.2 MARCO CONCEPTUAL	31
6.3 MARCO INSTITUCIONAL	33
6.4 MARCO LEGAL	34
6.5 MARCO AMBIENTAL	34
7. METODOLOGÍA	34
7.1 Información disponible	37
7.2 DEMANDA DOMÉSTICA Y GANADERA.	38
7.2.1 Evaluación de la relación oferta - demanda para la determinación del volumen del reservorio	38
7.2.2 Casas aguatera	39
7.3 ALMACENAMIENTO DEL AGUA.	40
7.3.1 Zanja de infiltración	40
7.3.2 Control de hojarasca	41
7.3.3 Filtración vertical para el tratamiento del agua	42

7.3.4	Optimización volumen de abastecimiento	42
7.4	INTERRUPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN	43
7.4.1	Sistema de cubrimiento de redes de abastecimiento	43
7.5	ESQUEMA DE OFERTA Y DEMANDA	44
7.5.1	Optimización del sistema de conducción	44
8.	CAPÍTULOS	44
8.1	CAPITULO I– Contextualización Fase I	44
8.2	CAPITULO II – Insumos	45
8.2.1	Normativa	45
8.2.2	Cartográficos	48
8.2.3	Hidrometeorológicos.	49
8.2.4	Encuestas.	50
8.3	CAPITULO III – Caracterización de la zona	57
8.4	CAPITULO IV – Problemática evidenciada	59
8.4.1	Álvaro Gil	59
8.4.2	Luz Gil	64
8.4.3	Jairo Gil	68
8.5	CAPITULO V – Soluciones	72
8.5.1	Álvaro Gil	72
8.5.2	Luz Gil	76
8.5.3	Jairo Gil	77
8.6	CAPITULO VI – Diseño del Proyecto y Costo	78
8.6.1	Álvaro Gil	78
8.6.2	Luz Gil	79
8.6.2	Jairo Gil	81
9.	CONCLUSIONES	83
10.	RECOMENDACIONES	83
11.	BIBLIOGRAFÍA	84
12.	ANEXOS	89
	ANEXO 1: ENCUESTA ÁLVARO GIL	92
	ANEXO 2: ENCUESTA LUZ GIL	92
	ANEXO 3: ENCUESTA JAIRO GIL	93
	ANEXO 4: RELACIÓN OFERTA - DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA	93

ANEXO 5: CASAS AGUATERAS PARA USO DEL RECURSO HIDRICO PARA GANADO Y QUEHACERES DEL HOGAR.	105
ANEXO 6: ZANJA DE INFILTRACIÓN	133
ANEXO 7: CONTROL DE HOJARASCA EN RESERVORIOS	151
ANEXO 8: FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR AGUA LLUVIAS	180
ANEXO 9: OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA	189
ANEXO 10: SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO	194
ANEXO 11: OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO A LA VIVIENDA	201
REFERENCIAS	207
ANEXO 12: DISEÑO ÁLVARO GIL	211
ANEXO 13: DISEÑO LUZ GIL	212
ANEXO 14: DISEÑO JAIRO GIL	213

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1 Mapa Vereda Espigas Municipio de Sesquilé. Fuente: (PROINBAL, 2010).....	22
Ilustración 2 Ubicación de Sesquilé y Vereda Las Espigas	24
Ilustración 3 Casa Aguatera Fuente: (Federación Luterana Mundial- Programa Colombia, 2016).....	31
Ilustración 4 Formato de recolección; Fuente: (Silva, Uribe,2023).....	38
Ilustración 5 Recopilación de datos en vista de campo, Luz Gi, Fuente: Propio ...	50
Ilustración 6 Recopilación de datos en vista de campo, Álvaro Gil; Fuente: Propia	51
Ilustración 7 cuenca que abarca a los hermanos Gil; Fuente: Google Earth Pro ..	58
Ilustración 8 Georreferenciación Vivienda y Reservorios Existentes.....	61

Ilustración 9 Oferta Vs Demanda	63
Ilustración 10 Georreferenciación Vivienda y Reservorios Existentes.....	65
Ilustración 11 Oferta Vs Demanda	68
Ilustración 12 Oferta vs Demanda Jairo Gil	71
Ilustración 13 Hidrograma unitario triangular; Fuente Ivanova,2023	74
Ilustración 14 ubicación de la bomba de Sesquilé; Fuente: Google Maps	97
Ilustración 15 área horizontal; fuente: propia.....	98
Ilustración 16 área rectangular; Fuente: Elaboración propia	107
Ilustración 17 área techo; Fuente: Rlaboración propia	108
Ilustración 18 casa adicional; Fuente: Elaboración propia	110
Ilustración 19 c+t compuesto; Fuente : (Silva & Valencia, 2023)	111
Ilustración 20 viga, Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	112
Ilustración 21 tipología o nomenclatura de viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	112
Ilustración 22 sección diseño vigas, Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	113
Ilustración 23 separación de vigas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	113
Ilustración 24 espaciamiento; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	114
Ilustración 25 tipo apoyo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	114
Ilustración 26 ángulo de inclinación para determinar la altura de la columna central; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	115
Ilustración 27 cargas permanentes; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	117
Ilustración 28 velocidad viento NSR 10; Fuente: (NSR 10, Título B; 2010).....	118
Ilustración 29 sistema principal resistencia de fuerza de viento NSR 10; Fuente: (NSR 10, Título B; 2010)	119

Ilustración 30 cargas de viento; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	119
Ilustración 31 diagrama momento, cortante, axial y deformación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	120
Ilustración 32 gráfica viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	121
Ilustración 33 tipología o nomenclatura de columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	121
Ilustración 34 pórtico con inclinación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	122
Ilustración 35 parámetros columna; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	122
Ilustración 36 condiciones de apoyo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	123
Ilustración 37 restricciones de pandeo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	123
Ilustración 38 dimensionamiento de columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	124
Ilustración 39 arga permanente; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	124
Ilustración 40 carga compresión; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	124
Ilustración 41 carga viento Y-Y; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	125
Ilustración 42 carga vientos X-X; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	125
Ilustración 43 gráfico columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	126
Ilustración 44 diagrama momento, corte, axial y deformación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	127
Ilustración 45 pletina Bicromatada; Fuente: (INDEX, 2017)	127
Ilustración 46 soporte en U; Fuente: (INDEX, 2017)	128
Ilustración 47 pletina ensamble en T; Fuente: (INDEX, 2017)	129
Ilustración 48 soporte tipo cuelga para tubería; Fuente: (Galco, 2023).....	130
Ilustración 49 sistema simple de captación; Fuente: (Arkiplus; 2020)	131

Ilustración 50 Zanja de infiltración. Fuente. Gamboa, 2023.	135
Ilustración 51 Mantenimiento zanja de infiltración. Fuente. Cartilla de capacitación JALDA.	135
Ilustración 52 Daño en la zanja por animales. Fuente. Cartilla de capacitación JALDA.	136
Ilustración 53 Zanja de infiltración sección transversal. Fuente. Gamboa, 2023.	137
Ilustración 54 Zanja de infiltración vista en planta. Fuente. Gamboa, 2023.	138
Ilustración 55 . Área aferente. Fuente. Gamboa, 2023.	139
Ilustración 56 Superficies Fuente. Gamboa, 2023.	140
Ilustración 57 Coeficiente de escorrentía. Fuente. Mc Graw Hill, 1994.	141
Ilustración 58 Longitud del cauce. Fuente. Gamboa, 2023.	142
Ilustración 59 Curvas IDF estación Simijaca. Fuente. IDEAM, 2023.	144
Ilustración 60 Orificios en tubo PVC. Fuente. Vamos a construir, 2022.	145
Ilustración 61 Caja de inspección. Fuente. EPM, 2019.	147
Ilustración 62 Detalle de cañuela. Fuente. EPM, 2017.	148
Ilustración 63 Caja de inspección – Vista en planta. Fuente. EPM, 2019.	148
Ilustración 64 . Caja de inspección – Sección transversal. Fuente. EPM, 2019. .	149
Ilustración 65 Diseño de las estructuras que protegerá el servicio Fuente: Silva & Valencia, 2023.	152
Ilustración 66 Distanciamiento desde la esquina del reservorio hasta las columnas que sostendrán la estructura. Fuente: Silva & Valencia, 2023.	152
Ilustración 67 Dimensiones de vigas y columnas Ref. (Silva & Valencia, 2023) .	154
Ilustración 68 Tipología o nomenclatura de las columnas y vigas Ref. (Silva & Valencia, 2023)	156

Ilustración 69 Pórtico con inclinación Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	156
Ilustración 70 Estructura opción 1 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	157
Ilustración 71 Pórtico lateral opción 1 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	157
Ilustración 72 Pórtico central opción 1 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	158
Ilustración 73 Estructura opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	159
Ilustración 74 Pórtico lateral opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	159
Ilustración 75 Pórtico central opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	160
Ilustración 76 Separación de vigas V-T3 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	161
Ilustración 77 Logo programa C+T Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	162
Ilustración 78 Viga Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	162
Ilustración 79 Sección diseño de vigas Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	163
Ilustración 80 Espaciamiento Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	163
Ilustración 81 Tipo de apoyo Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	164
Ilustración 82 Carga permanente Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	166
Ilustración 83 Velocidad Viento NSR-10 Ref. (NSR 10; Título B, 2010).....	167
Ilustración 84 Sistema principal resistencia de fuerza de viento NSR-10 Ref. (NSR 10; Título B, 2010).....	168
Ilustración 85 Cargas de viento Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	168
Ilustración 86 Diagrama de Momento, Cortante, Axial y Deformación Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	169
Ilustración 87 Grafica viga Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	170
Ilustración 88 Parámetros columnas Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	170
Ilustración 89 Condiciones de apoyo Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	171
Ilustración 90 Restricciones de pandeo Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	171

Ilustración 91 Datos de columna C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	172
Ilustración 92 Cargas de compresión C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	172
Ilustración 93 Cargas de viento en los ejes x-x y-y para C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	173
Ilustración 94 Momento, cortante, deformación y axial para C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	173
Ilustración 95 Datos de columna C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	174
Ilustración 96 Cargas de compresión C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	174
Ilustración 97 Cargas de viento en los ejes x-x y-y para C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	174
Ilustración 98 Momento, cortante, deformación y axial para C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	175
Ilustración 99 Plato dentado galvanizado Ref. (Plato dentado 1"*4", 2023)	176
Ilustración 100 Angulo de refuerzo galvanizado Ref. (Angulo de refuerzo 6"*6", 2023)	176
Ilustración 101 Pletina en T 6x6 Ref. (Pletina en T, 2023)	177
Ilustración 102 Adaptado de (FORTELV, 2022)	182
Ilustración 103. Adaptado de (fotografía), (TemplateMonster, 2019)	183
Ilustración 104. Adaptado de (IDESPO, 2012)	184
Ilustración 105. Adaptado de (IDESPO, 2012)	185
Ilustración 106. Adaptado de (IDESPO, 2012)	185
Ilustración 107 Redes expuestas; Fuente: (Carreño,2023)	194
Ilustración 108 Redes expuestas; Fuente: (Carreño,2023)	195
Ilustración 109 Construcción de la zanja; Fuente: (EMAPASR-EP,2020)	196

Ilustración 110 Instalación de tubería; Fuente: (EMAPASR-EP,2020)	197
Ilustración 111 cota clave de la tubería; Fuente: (Carreño, 2023).....	197
Ilustración 112 Plano de instalación de tubería; Fuente: (Carreño,2023).....	198
Ilustración 113. Ficha técnica motobomba DCW40.....	203

Listado de Tablas

Tabla 1 Estudio Nacional de Agua Fuente: (IDEAM, 2000)	21
Tabla 2 Datos Cartográficos; Fuente: Propia.	48
Tabla 3 Datos de precipitación de la Corporación Autónoma Regional (CAR); Fuente: (Corporación Autónoma Regional (CAR), 2023)	49
Tabla 4 Dotación Total Familia Álvaro Gil; Fuente: Propia.	60
Tabla 5 Ubicación del Reservoirio Cabañas	61
Tabla 6 Ubicación Reservoirio Agua Potable	62
Tabla 7 Ubicación Reservoirio Para Plantas	62
Tabla 8 Oferta y demanda del recurso hídrico de la familia del señor Álvaro Gil ..	63
Tabla 9 Dotación Neta Luz Gil.....	64
Tabla 10 Ubicación Reservoirio parte de arriba	65
Tabla 11 Ubicación Tanques de Repartición	66
Tabla 12 Ubicación reservoirio al lado de la casa	66
Tabla 13 Ubicación Tanque al lado de la casa	66
Tabla 14 Ubicación tanque Sistema SCALL	67
Tabla 15 Relación Oferta, Demanda del Señora Luz Gil.....	67
Tabla 16 Dotación Neta Máxima Jairo Gil	69
Tabla 17 Georreferenciación Vivienda y Reservoirios Existentes	69
Tabla 18 Ubicación tanque de arriba.....	70

Tabla 19 Ubicación reservorio de al lado de casa	70
Tabla 20 Oferta y Demanda Jairo Gil	71
Tabla 21 Datos iniciales SCS; Fuente: Barragán, valencia 2023	72
Tabla 22 Datos Calculados; Fuente: Ivanova 2023	73
Tabla 23 Tiempo y caudal; Fuente: Ivanova, 2023.....	74
Tabla 24 Tanque Requerido SCALL	75
Tabla 25 Costo de Proyecto Álvaro Gil; Fuente: propia	79
Tabla 26 Costo de Proyecto Luz Gil; Fuente: propia	80
Tabla 27 Costo Proyecto Jairo Gil	82
Tabla 28 DATOS DE PRECIPITACIÓN MULTIANUAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL (CAR); FUENTE: (Corporación Autónoma Regional (CAR), 2023)	97
Tabla 29 volúmenes ofertados por cada metro cuadrado; Fuente: (Barragán, 2023)	102
Tabla 30 Precipitación Mensual; Fuente: (Valencia, 2023)	107
Tabla 31 Precipitación mensual; Fuente: Elaboración propia	107
Tabla 32 Dimensiones de Vigas y Columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).	111
Tabla 33 V-t3; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	116
Tabla 34 v-t2; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)	116
Tabla 35 v-t1; Fuente: (silva & Valencia, 2023).....	116
Tabla 36 Resumen Viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	120
Tabla 37 Resumen Viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023).....	120
Tabla 38 Costos	132
Tabla 39 Costo Casa Adicional	133

Tabla 40 Cotización insumos zanja infiltración. Fuente. Gamboa, 2023.	150
Tabla 41 Comparación de tres posibilidades de mallas que existen fuente: Imagen propia (Polisombra Negra, 2023) (Plástico para invernadero, 2023) (Rollo de tela verde, 2023)	153
Tabla 42 Calculo viga V-T3 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	165
Tabla 43 Calculo viga V-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	165
Tabla 44 Calculo viga V-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)	165
Tabla 45 Resumen viga Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	169
Tabla 46 Resumen viga Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	169
Tabla 47 Carga permanente C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	172
Tabla 48 Resumen columna C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	173
Tabla 49 Carga permanente C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	174
Tabla 50 Resumen columna C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023).....	175
Tabla 51 Costos opción 1 Ref. (Silva, 2023)	179
Tabla 52 Costos opción 1 Ref. (Silva, 2023)	179
(Tabla 53. Costos unitarios filtro de carbón activado casero) ((Sistemas e Irrigaciones S.A.S., 2021)	188
Tabla 54 CANTIDADES DE REFERENCIA DE AGUA SEGUN SU USO fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).....	190
Tabla 55 valores de priorización de agua.....	192
Tabla 56 datos obtenidos en la encuesta.....	192
Tabla 57 costos unitarios sistema de cubrimiento de redes de abastecimiento; Fuente: (Carreño,2023).....	200
Tabla 58 costos unitarios de insumos; Fuente: (Uribe, 2023)	206

Listado de fotografías.

Fotografía 1 Casa del Señor Álvaro Gil; Fuente: Propia	52
Fotografía 2 Reservoirio de plantas Álvaro Gil; Fuente: Propia	52
Fotografía 3 Nacido de agua Álvaro Gil; Fuente: Propia	53
Fotografía 4 Reservoirio de las Cabañas; Fuente: Propia	53
Fotografía 5 Casa de Luz Gil; Fuente: Propia	53
Fotografía 6 Reservoirio al lado de la casa y tanque sistema SCALL; Fuente: Propia	54
Fotografía 7 Bomba y Nacido de la parte trasera Luz Gil; Fuente: Propia	54
Fotografía 8 Tanque de Repartición Luz Gil; Fuente: Propia	54
Fotografía 9 Casa del Señor Jairo Gil: Fuente: (Carreño,2023)	55
Fotografía 10 Reservoirio parte superior Jairo Gil: Fuente: (Carreño, 2023)	55
Fotografía 11 Casa Jairo Gil y Reservoirio al lado de la casa; Fuente: (Carreño, 2023)	56

Listo de diagramas

Diagrama 1 Metodología del proyecto; Fuente: propia.....	36
Diagrama 2 Diagrama de flujo solución relación oferta - demanda para garantizar la disponibilidad de agua en durante los meses de sequía; Fuente: (Barragan,2023)	39
Diagrama 3 Casa Aguateras; Fuente (Valencia,2023)	40
Diagrama 4 Flujo implementación Zanja de infiltración; Fuente: (Gamboa,2023)	41
Diagrama 5 Optimización de demanda de agua por cada familia; Fuente (Barragán, 2023)	43

Diagrama 6 Diagrama de flujo solución a la interrupción de la conducción; Fuente: (Carreño, 2023).....	43
Diagrama 1Ingeniera Conceptual.....	100
Diagrama 2 Ingeniería conceptual.....	130
Diagrama 3 Realización de la zanja. Fuente. Gamboa, 2023.	134
Diagrama 4 paso a paso para la optimización de demanda.....	191
Diagrama 5 Diagrama de flujo solución a la interrupción de la conducción; Fuente: (Carreño,2023).....	196
Diagrama 6 Ingeniería Conceptual.....	203

Listado de mapas.

Mapa 1 Esquema de distribución de familias; Fuente: Propia.....	57
---	----

RESUMEN

El proyecto de investigación está orientado a diseñar un sistema de abastecimiento hídrico no convencional, para tres familias de la zona rural en la vereda Las Espigas ubicada en Sesquilé Cundinamarca, mediante el uso del agua lluvia o de escorrentía, con la participación de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y la Universidad Militar Nueva Granada, buscando dar solución a las problemáticas presentadas por los hermanos Gil, implementando buenas prácticas de ingeniería.

INTRODUCCIÓN

El agua no es solo una necesidad, sino también muestra la desigualdad socio económica del planeta, por lo que La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 2022 presentó metas, objetivos a desarrollar y cumplir para el año 2030, el cual se complementa busca complementar el acuerdo de París sobre el cambio climático, marco de Sendai para la reducción del Riesgo de Desastres 2015 – 2030 y las metas de Aichi para la Diversidad Biológica, entre otros (ONU, 2022).

Con la llegada del COVID – 19 se demostró la importancia de la higiene, saneamiento y acceso al agua potable, la cual ayuda a prevenir e inmovilizar las enfermedades; disminuyendo así la tasa de mortalidad en humanos y animales, dado que esta enfermedad trajo consigo pérdidas económicas.

Con lo mencionado anteriormente se realiza el proyecto de investigación el cual busca mejorar la vida de los habitantes de la vereda Las Espigas en Sesquilé Cundinamarca, tomando como iniciativa La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, para esto se realiza el diseño de un sistema de agua no convencional

en conjunto con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), docentes y estudiantes de la Universidad Militar Nueva Granada.

Para este sistema de agua no convencional, se plantea con la recolección de agua lluvia, puesto que se ha comprobado que estos sistemas diseñados y contruidos para este fin, ayudan y generan un impacto positivo para las regiones con una disponibilidad de agua limitada.

A su vez el proyecto se busca presentar un diseño que le permita a los hermanos Gil, capturar, recolectar y almacenar el agua lluvia con el fin de usarla para diferentes aplicaciones, en este caso, se priorizara el uso de agua doméstica.

1. PROBLEMA

1.1 IDENTIFICACIÓN

Al identificar las estadísticas del estudio Nacional de Agua, en la búsqueda del índice de escasez de agua en el departamento de Cundinamarca se puede observar que esta cuenta con algunas dependencias a la hora de la toma de decisiones al momento de definir si se presenta o no escasez del recurso hídrico; como se encuentra en las tabla de escasez en la cual se tienen en cuenta la vulnerabilidad de la disponibilidad de agua en año medio y año seco, se observa que el municipio de Sesquilé presenta una vulnerabilidad media en los años mencionados (IDEAM, 2000).

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
Puli	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
Sesquile	0,55	29,90	25,42	Baja	1,08	15,07	3,62	Media	12,91	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

Tabla 1 Estudio Nacional de Agua Fuente: (IDEAM, 2000)

Los estudios de antecedentes climáticos permiten identificar que la población de las veredas Espigas del municipio de Sesquile sufre de escasez de recurso hídrico. Posteriormente, esta población diseñó un sistema de recolección de aguas lluvias y de escorrentía a través de los reservorios, no obstante, en las épocas secas las cuales abarcan 3 meses del año, estos sistemas no son suficientes y varias familias quedan sin abastecimiento hídrico. Se diseñó una matriz a través de la cual se identificaron las familias que se priorizan para la segunda fase del proyecto, el cual busca diseñar un sistema combinado de recolección de aguas.

1.2 DESCRIPCIÓN

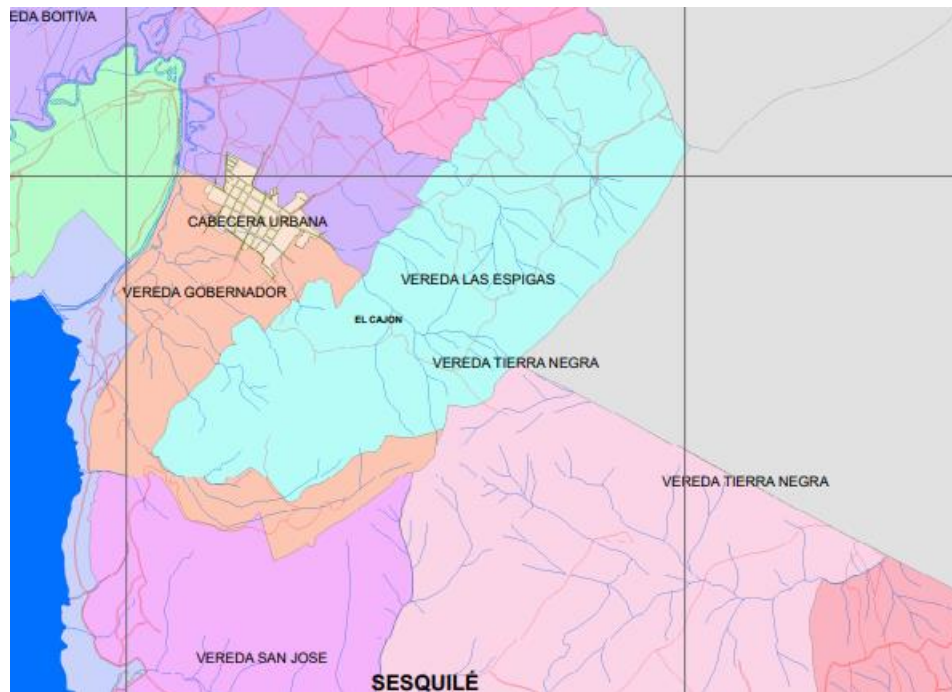


Ilustración 1 Mapa Vereda Espigas Municipio de Sesquilé. Fuente: (PROINBAL, 2010)

Se pretende diseñar e implementar un sistema de abastecimiento hídrico no convencional para los hermanos Gil y sus familias ubicadas en la vereda Espigas del municipio de Sesquilé departamento de Cundinamarca, que actualmente enfrentan escasez del recurso hídrico, teniendo en cuenta que este va a ser netamente de consumo doméstico y animal según la necesidad de cada familia. Ya que, este recurso es limitado en esta zona, la escasez de este recurso hídrico sucede debido a la oferta limitada de este y/o el sistema de abastecimiento existente que no supe en su totalidad las demandas requeridas por cada familia.

Vale la pena resaltar que el sistema que se diseñará tendrá en cuenta los desarrollos ya adelantados por la población y se complementará con la alternativa de diseño planteada en la segunda fase del proyecto.

Las familias priorizadas previamente durante la Fase I del proyecto, en la vereda las Espigas son: Álvaro Gil, Luz Gil y Jairo Gil; la principal problemática que presentan los hermanos Gil varía según sea el caso en específico, pero el común denominador es la falta de agua durante los meses de sequía.

El señor Álvaro Gil presenta un problemática escases de agua durante los meses de sequía (diciembre a febrero), así mismo, en los puntos de recolección agua que presenta se observa una alta contaminación orgánica dado estos se encuentran cerca de árboles, platas y alguno de estos está expuesto en su totalidad.

En el caso de la señora Luz Gil, la principal problemática que se observa es la desorganización que presenta la familia, dado que cuentan con los reservorios suficientes para obtener el recurso que supla la necesidad que tiene la familia, he incluso para que reserven lo necesario para los meses de sequía.

Para terminar el señor Jairo Gil no presenta ninguna problemática. Por el contrario, el presenta un sobre dimensionamiento, dado que cuenta con un reservorio de gran tamaño que almacena agua por esorrentía y actualmente se encuentra terminando uno con mayor capacidad, que se encargara exclusivamente de recoger y almacenar agua lluvia.

1.3 PLANTEAMIENTO

¿Para el desabastecimiento hídrico que se presenta en la vereda Las Espigas ubicada en el municipio de Sesquilé Cundinamarca, cuál sería el diseño hidráulico por desarrollar para dar una solución óptima, en donde se pueda mitigar la demanda hídrica que presentan las familias de los hermanos Gil a partir de la oferta de la

zona, implementando una alternativa basada principalmente en soluciones individuales no convencionales para ellos?

2. DELIMITACIÓN

2.1 CONCEPTUAL

Se pretende diseñar y dado el caso implementar un sistema de abastecimiento hídrico no convencional, para tres (3) familias de la vereda de Espigas en el municipio de Sesquilé Cundinamarca, las cuales fueron estudiadas previamente en la fase I del proyecto.

Junto con el diseño se realizará un presupuesto para posteriormente poder buscar una financiación ya sea de alcaldía, organizaciones y/o la misma comunidad beneficiaria.

2.2 GEOGRÁFICA

El proyecto se realizó en la vereda Las Espigas, municipio de Sesquilé Cundinamarca, República de Colombia a 2.595 m.s.m.



Ilustración 2 Ubicación de Sesquilé y Vereda Las Espigas

El municipio de Sesquilé cuenta con una temperatura anual que varía entre 6 °C y los 18 °C. (Weather Spark, 2023)

La vereda Las Espigas se encuentra en reserva forestal de la cuenca alta del río Bogotá, según se especifica en la (Resolución 0138 Ministerio de Ambiente, 2014, pág. 08); debido a esto en la zona solo se permite el desarrollo de actividades como manejo y aprovechamiento forestal, infraestructura y equipamientos básicos, agropecuarias y actividades de bajo impacto ambiental según lo manifestados en el Artículo No 3. (Resolución 0138 Ministerio de Ambiente, 2014)

2.3 CRONOLÓGICA

A partir de la última semana de marzo se procedió a realizar los diseños hidráulicos de las tres (3) familias, los cuales tuvieron una duración de seis (6) meses, adoptando la normativa de la (Resolución 0330 - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017) por el 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) por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico: Título J Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Para finalizar se realizó una última visita técnica para de este modo presentar, explicar y entregar a las familias de los hermanos Gil los resultados obtenidos y los diseños correspondientes a la solución de cada una.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de abastecimiento hídrico no convencional para las familias de los hermanos Gil, el cual se capaz de tratar los escases del recurso hídrico que se presenta, con fines domésticos y agropecuarios, con su respectivo estudio de costos y presupuestos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.2.1 Evaluar el costo y presupuesto del sistema de recolección de agua para las familias de los hermanos Gil.
- 3.2.2 Realizar y presentar diseños óptimos que den soluciones a las problemáticas presentadas.
- 3.2.3 Realizar acercamiento con la comunidad, la alcaldía municipal y los funcionarios de la CAR para socializar el diseño del sistema.

4. ANTECEDENTES

Varias de las comunidades de Colombia tienen problemas de abastecimiento de agua potable, los cuales se encuentran ligados principalmente por la ubicación geográfica del territorio, teniendo poca accesibilidad.

En el caso de Sesquilé Cundinamarca donde se encuentra el área de estudio se presentan varios tipos de dificultades como lo son: la falta de infraestructura confiable, puntos de abastecimiento que garanticen este servicio y zona de reserva

forestal (Ministerio de Ambiente, 2014); por lo que los habitantes de esta comunidad deben idearse día a día de donde tomar este líquido.

Por esta razón es que la Universidad Militar Nueva Granada junto con la Corporación Autónoma regional presenta un proyecto de cooperación en el año 2021 el cual busca brindar una solución a las personas afectadas, con ayuda de estudiantes de Ingeniería Civil.

La primera fase de este consistió en la ubicación del proyecto donde se definió la vereda Las Espigas en el municipio de Sesquilé, con el lugar ya determinado se procede en la búsqueda de alternativas según las condiciones del lugar, como el hecho de la zona se encuentre en una zona de reserva forestal por lo cual no es posible realizar grandes afectaciones en el ecosistema presenten.

En la segunda fase que es donde se encuentra el proyecto se dan las soluciones según condiciones socio económicas y ambientales a partir de diseños, con el objetivo de oferta demanda que se presente en las viviendas anteriormente seleccionadas.

4.1 INTERNOS

La primera fase del proyecto se realizó entre noviembre y diciembre del año 2022 donde alumnos de la Universidad Nueva Granada Juan Diego Pérez Rincón y Camilo Andrés Aponte Céspedes trabajaron en el presentar propuestas o alternativas de un tipo de sistema de abastecimiento conocido como “casas aguateras” o sistema de recolección hídrica no convencional para las poblaciones de áreas rurales. En el proyecto se tuvieron en cuenta los aspectos socio económicos y ambientales de la región con los que se presentaron alternativas que

posteriormente realizando una ponderación se obtuvo una solución óptima para las viviendas con la problemática de escasez del recurso hídrico.

4.2 EXTERNOS

En las últimas décadas se han presentado transformaciones en el planeta por el consumo desmesurado y la contaminación de los recursos renovables y no renovables del planeta, lo que llevado a que los recursos naturales del planeta presenten un mayor riesgo de extensión, lo que ha conllevado que muchas comunidades a lo largo del planeta presenten un desabastecimiento de los mismo, uno de los recursos que actualmente presenta uno de los mayores impactos es el hídrico.

En Colombia la cobertura de servicio de acueducto es inferior al 38% y alcantarillado de un 16% en zonas rurales del país, lo que genera riesgos de salud pública, lo que ha impedido que el país avance en los diferentes Objetivos de Desarrollo sostenible (SCIELO, 2017).

Dado a lo anterior la Universidad Nacional de Colombia evaluó en el año 2017 la implementación de tecnologías no convencionales de agua para usar como fuente de abastecimiento el agua lluvia, en las comunidades rurales del Departamento del Chocó, el cual es considerado uno de los más pobres del país, el estudio determinado que era necesario implementar una alternativa de abastecimiento subterránea y un sistema de recolección de agua lluvia, con los cuales se pretendía recolectar entre 20 m³ y 100 m³ que beneficiarían a las comunidades de Chocó. (Mosquera, 2017).

Así mismo, el Congreso Nacional del Medio Ambiente plateo en CONAMA10 una alternativa de solución que pretende mostrar nuevos escenarios que busquen a ayudar abastecimiento de agua, con el fin de asegurar la disponibilidad de esta, por lo que dentro de dicho contesto la captación de agua lluvia pretende contribuir a combatir la escasez del recurso en poblaciones rurales que no cuenten con un sistema de agua potable. Del mismo modo se busca desde el CONAMA10 que dichos sistemas de captación sean económicos y fales de construir de tal manera tener una mayor aceptación por parte de la población de dicha zona. (Escamilla Duran, Monroy Herrera, & Aldana Guido , 2010).

5. JUSTIFICACIÓN

Basándose en la fase I del proyecto se puede evidenciar una problemática de escasez de agua que se presenta en la población de la vereda Espigas del municipio de Sesquilé dado que no cuentan con un buen abastecimiento del recurso hídrico ya sea por falta de acueducto. Lo que se pretende en la segunda fase del proyecto, es realizar un diseño del prototipo que se encuentre dentro del marco normativo y ambiental vigente, con el fin de suministrar este recurso de primera necesidad. Por otra parte, es necesario hacer un estudio de los costos con respecto a los materiales y la mano de obra necesaria para la ejecución.

Es importante resaltar que este proyecto está enfocado para suplir demandas de consumo doméstico. La fase II del proyecto es la continuación de la fase I donde se pretende priorizar una población rural que sufre de escasez del recurso hídrico sea por falta del recurso o por deficiencias en el sistema de acueducto existente, la

priorización de la población se hace con base en los criterios social, económico y ambiental.

6. MARCO REFERENCIAL

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 Cundinamarca.

Así mismo se tendrá en cuenta la salida realizada el 03 de marzo de 2023, en la cual se recolectó parte de la información e insumos necesarios para el diseño de un nuevo sistema de abastecimiento hídrico y/o adaptación del ya existente.

6.1 MARCO TEÓRICO

Los sistemas (RHW) y (DRHS) o sistemas de recolección de agua lluvia no convencional ha sido una gran alternativa y solución para el desabastecimiento hídrico de poblaciones que no cuentan con acueducto; esta opción es buena gracias a que el agua lluvia es blanda por naturaleza, no requiere un tratamiento químico y es una fuente confiable para los hogares; al contrario que el agua subterránea, por lo que casi no contiene sales y/o minerales disueltos.

El sistema doméstico de recolección de agua lluvia es una fuente importante de recolección de agua dulce para que Chuschen, China, satisfaga la demanda del agua. Para analizar el desempeño de DRHS se generó un modelo informático con diferentes relaciones de demanda de agua / escorrentía la cual fue recolectada animante, sacando el promedio y la capacidad de almacenamiento de la escorrentía recolectada en este tiempo.

RWH se define como los métodos de recolección y almacenamiento del agua lluvia utilizando técnicas convencionales, con elementos de fácil accesibilidad, obtención y la instalación de bajo costo. Cada uno de los sistemas consta de superficies de captación preferiblemente impermeables para la recolección de agua lluvia, como por lo ejemplo los techos o las superficies impermeables del suelo, los sistemas de entrega para transportar el agua lluvia desde su captación hasta los tanques de almacenamiento apropiados como los son las canaletas o los desagües superficiales y el tanque de almacenamiento.

6.2 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 nuestra salud, esto siempre y cuando se le practiquen los mantenimientos adecuados al sistema de recolección, conducción y filtración (Federación Luterana Mundial- Programa Colombia, 2016)



Ilustración 3 Casa Aguatera Fuente: (Federación Luterana Mundial- Programa Colombia, 2016)

- **Demanda Doméstica:** Es importante enfocar que la demanda o el consumo de agua domestica 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 el agua extraída no consumida.

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

Se debe tener en cuenta a los habitantes por vivienda debido a que el consumo de agua domestico depende de cuantas personas viven, se puede evidenciar que una persona necesita aproximadamente 100 litros de agua el día, es decir que se requiere tener conocimiento de que personas se encuentran en la vivienda para así mismo poder tener exacto la cantidad de agua necesaria (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2019)

- **Diseño:** Al hablar de diseño en Ingeniería Civil se describe como un proceso el cual tiene dependencias como es la creatividad, es sistemático, que puede ser flexible (puede cambiar), también que está sustentado en las matemáticas y en las ciencias de la ingeniería, que

están en búsqueda de sacar un producto, para poder tener un mayor entendimiento. (ACOFI, 2013)

- **Escasez del agua:** Se define como la condición en la cual la demanda de este recurso no puede ser satisfecha debido al impacto del uso del agua en el suministro y/o calidad de esta (Unesco, 2021)
- **Demanda Hídrica:** La demanda hídrica se define como la extracción del recurso, con el fin de suplir las necesidades para el consumo humano, teniendo en cuenta la necesidad de cada persona para poder sobrevivir con este este recurso, reconociendo que una persona necesita aproximadamente una cierta cantidad de agua al día, además se define la extracción como la retención temporal del recurso hídrico. (Gonzalez, 2010)
- **Oferta hídrica:** La oferta hídrica superficial 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 escorrentía 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)

6.3 MARCO INSTITUCIONAL

Se trabaja con la Corporación Autónoma Regional (CAR) en convenio con el programa de Ingeniería Civil de la Universidad Militar Nueva Granada y la comunidad definida en la fase I Las Espigas en Cundinamarca.

6.4 MARCO LEGAL

Para el desarrollo y el diseño del proyecto se realiza con la normativa vigente emitida por el Ministerio de Vivienda; 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 expedida el 31 de enero del 2014 emitida por la Corporación Autónoma Regional (CAR), con el propósito de salvaguardar los recursos naturales y desarrollar un sistema de abastecimiento no convencional cumpliendo los lineamiento técnicos y estándares de calidad exigidos.

6.5 MARCO AMBIENTAL

La Vereda Las Espigas en Cundinamarca se encuentra en zona forestal, establecido por la (Resolución 0138 -Ministerio de Ambiente, 2014) por esta razón los estudios y diseños se realizaron teniendo en cuenta la resolución 0844 del 2018 RAS rural, con el fin de proteger y salvaguardar los recursos naturales del ecosistema.

7. METODOLOGÍA

Para implementar una metodología que permita dar soluciones a las problemáticas presentadas por las familias de los hermanos Gil, fue necesario realizar una visita técnica en la zona, en la cual se identificaron las diferentes problemáticas presentadas en la zona y en las familias de estos hermanos. Así mismo, se realizó la recolección de información, como la caracterización del

núcleo familiar, el consumo que tiene cada una, dado que con lo anterior sirve como base fundamental para el diseño metodológico presentado.

Respecto a las problemáticas observadas en la zona y en las familias de los hermanos Gil se encontraron las siguientes particularidades:

- Calidad de agua de los reservorios por escorrentía, dado que se observó que los reservorios por escorrentía tienen un mal aspecto visual (coloración verde y/o oscura) y en algunos casos un mal olor.
- Calidad de agua lluvia, se observó que no todos cuentan con un sistema de recolección adecuado.
- Sobredimensionamiento de tanques o reservorios para el abastecimiento de cada familia, se visualizó que muchas de estas familias no es que les falte agua si no que por el contrario tienen tanta agua que se pierde esta misma, así mismo que presentan tanta desorganización del sistema que esto no permite una buena optimización del recurso.
- La gran mayoría de familias cuenta con las redes de conducción expuestas lo que ocasiona que por el paso de animales y/o personas por la zona la distribución se vea interrumpida.
- Escases del recurso durante los meses secos, esto se da principalmente a que las familias no cuentan con la organización ni el espacio para almacenar agua durante los meses de mayor abundancia y en los meses de menores precipitaciones no tienen de donde poder obtener el recurso.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, y según las problemáticas observadas se implementa la siguiente metodología, la cual esta resumida en la siguiente ilustración.

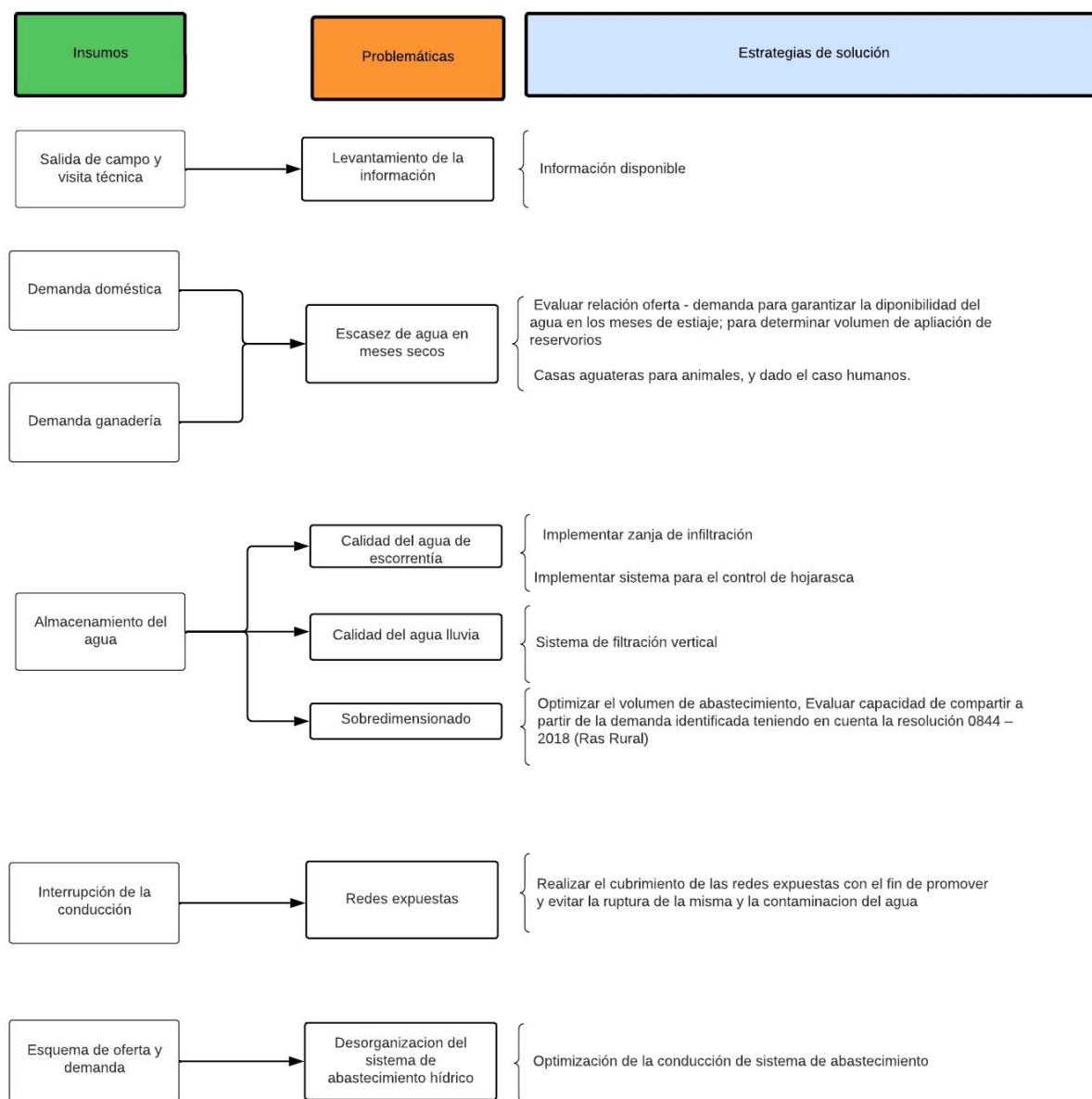


Diagrama 1 Metodología del proyecto; Fuente: propia

7.1 Información disponible

Mediante los resultados obtenidos en la matriz de ponderación realizada en la fase I del proyecto, en el cual se propone implementar un sistema de abastecimiento rural no convencional con el uso de las casas aguateras, por lo que se hace indispensable identificar, consultar y obtener resultados de la estación meteorológica más cercana a la vereda, para lograr una visualización y análisis del comportamiento hidrológico de la zona identificada. En este caso se consultaron los registros de la estación de Bombas Sesquilé. Así mismo, es indispensable reconocer la zona de estudio en la que se ejecutara el proyecto por lo que se debe obtener información espacial básica mediante los sistemas de información geográfica del país; Dicha información se georreferenció en coordenadas planas cartesianas MAGNA Sirgas Colombia Bogotá con origen central.

Del mismo modo, para poder abarcar las distintas necesidades y problemáticas presentadas en la zona, es necesario tener clara la normativa que rige en la región, las cuales son la (Resolución 0844 de 2018 - Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018), (Resolución 0330 de 2017 - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017) y por último la(Resolución 0138 de 2014 - Ministerio de Ambiente, 2014), para finalizar, es necesario conocer a fondo ciertos datos técnicos de las familias seleccionadas por lo que se debe realizar una visita a la zona y mediante el siguiente formulario recoger la información de las familias.

Municipio		Coordenadas	X	Y	 
Vereda		Casa			
N° habitantes x vivienda		Reservorio			
Nombre Familia		# de celular			
Observaciones reservorio (color de agua, filtración, recubrimiento)					Ancho casa(m) largo casa (m) Área techo dimensiones de reservorio ancho largo profundidad volumen Uso del agua Domestico Agrícola Ganadero caracterización Cantidad de m2 de cultivo Cantidad de animales Tipo de cultivo Tipo de animal Puede compartir el sistema SI NO
Diseño:					

Ilustración 4 Formato de recolección; Fuente: (Silva, Uribe,2023)

7.2 DEMANDA DOMÉSTICA Y GANADERA.

7.2.1 Evaluación de la relación oferta - demanda para la determinación del volumen del reservorio

El uso de agua lluvia como fuente complementaria de abastecimiento hídrico se quiere garantizar la disponibilidad de agua, para su consumo por parte del ganado presente en la zona.

Para abordar a esta problemática se deben seguir los pasos presentados en el siguiente diagrama de flujo, el cual está detallado en el Anexo 4.

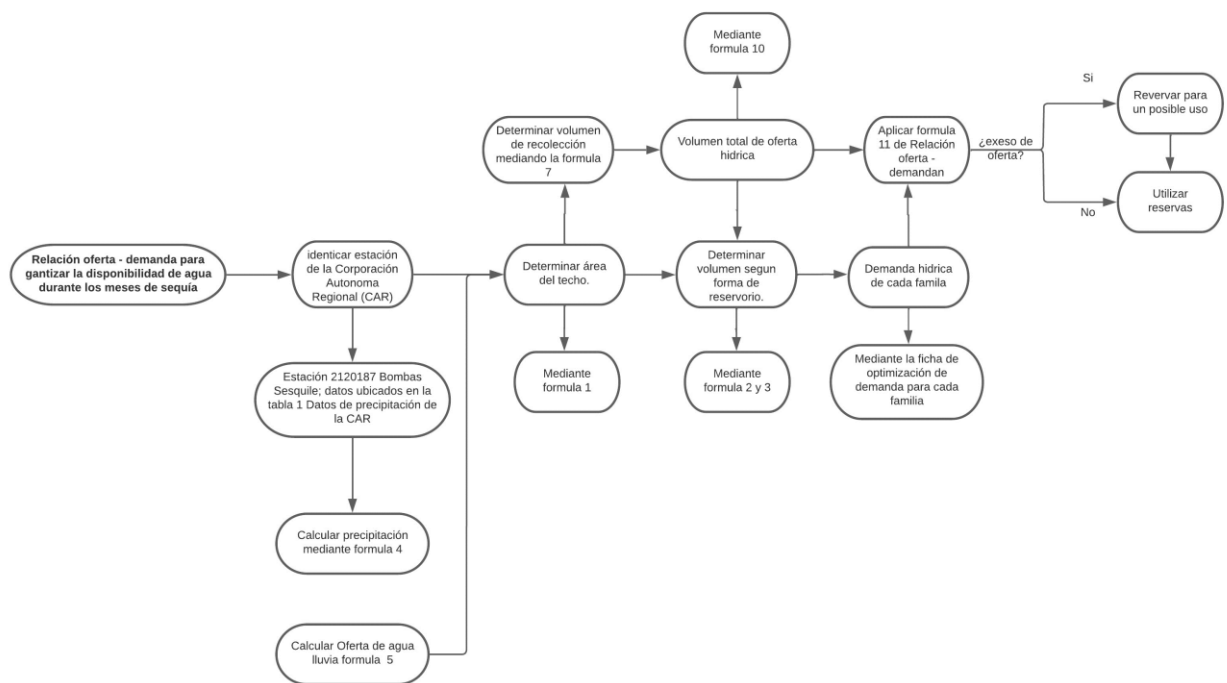


Diagrama 2 Diagrama de flujo solución relación oferta - demanda para garantizar la disponibilidad de agua en durante los meses de sequía; Fuente: (Barragan,2023)

7.2.2 Casas aguatera

Con los estudios realizados en la fase I arrojo la implementación de una alternativa para recolectar agua lluvia ajustando los techos de las viviendas del sector existentes o construyendo una segunda casa con el fin de abastecer agua, para realizar actividades agrícolas como la ganadería.

Para abordar a esta problemática se deben seguir los pasos presentados en el siguiente diagrama de flujo, el cual está detallado en el Anexo 5.

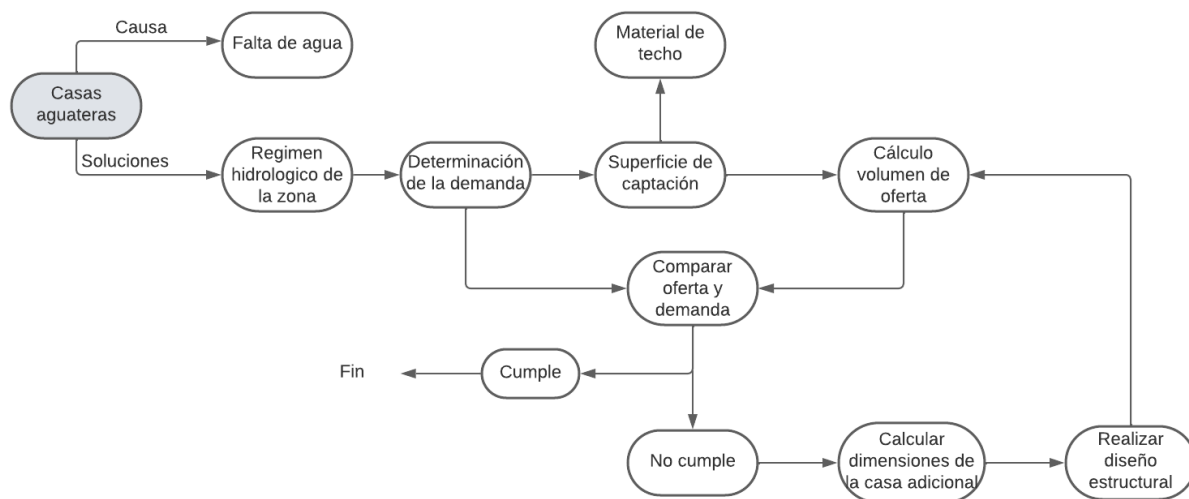


Diagrama 3 Casa Aguateras; Fuente (Valencia,2023)

7.3 ALMACENAMIENTO DEL AGUA.

7.3.1 Zanja de infiltración

En la población de estudio, se encuentran familias que presentan problemas de contaminación en los reservorios principalmente por el ganado que se encuentra en la parte superior de la montaña, ya que hacen sus necesidades básicas y el agua baja por la escorrentía de la Montañana, llevando con él la materia fecal, junto con él se presentan otros contaminantes que terminan en los reservorios, causando que las personas consuman agua contaminada que puede terminar en enfermedades.

Para abordar a esta problemática se deben seguir los pasos presentados en el siguiente diagrama de flujo, el cual está detallado en el Anexo 6.

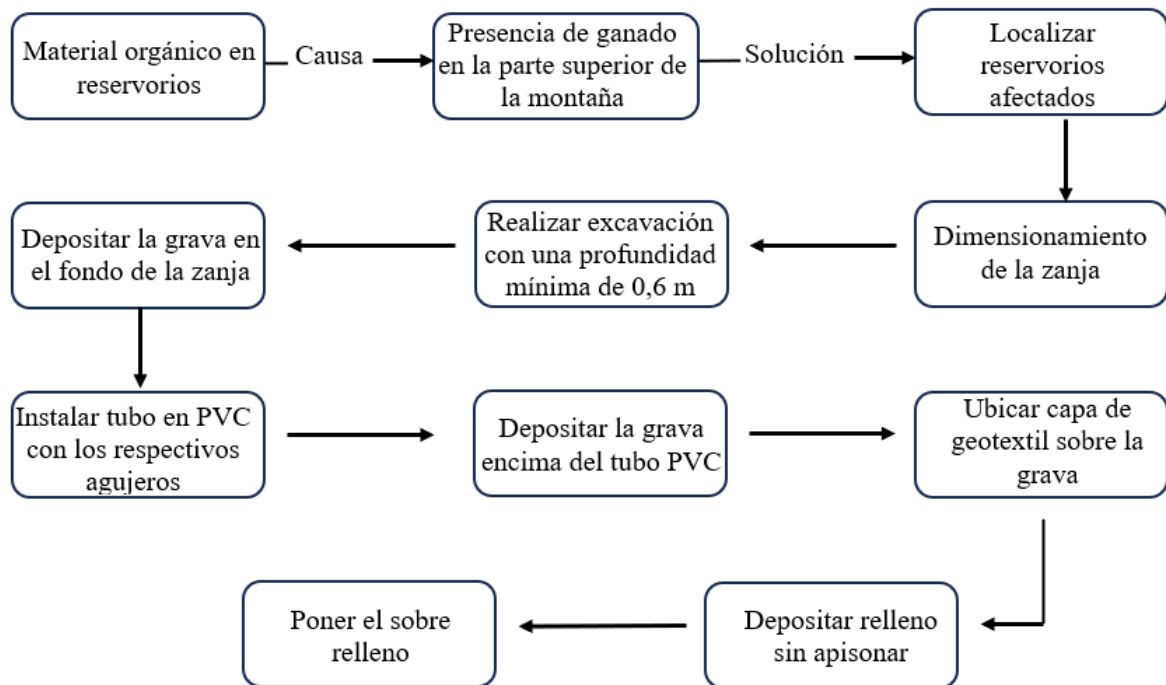


Diagrama 4 Flujo implementación Zanja de infiltración; Fuente: (Gamboa,2023)

7.3.2 Control de hojarasca

Algunos de los habitantes de La Vereda Espigas presentan interrupción del abastecimiento hídrico; debido a que no se cuenta con un sistema de conducción que este protegido de los factores externos de la naturaleza afectando la calidad del agua. Por lo que es necesario controlar la cantidad de hojas caídas de los árboles que se encuentran alrededor de los reservorios, los cuales generan contaminación de materia orgánica en el agua.

Para abordar esta problemática se deben seguir los pasos que se encuentran presentados en el Anexo 7.

7.3.3 Filtración vertical para el tratamiento del agua

Es necesario disponer de agua con la calidad necesaria la cual permita consumirla de manera segura. Por lo que se debe contar con dispositivos que satisfagan esta necesidad con su sistema de suministro como los son los filtros verticales conectados al sistema de abastecimiento.

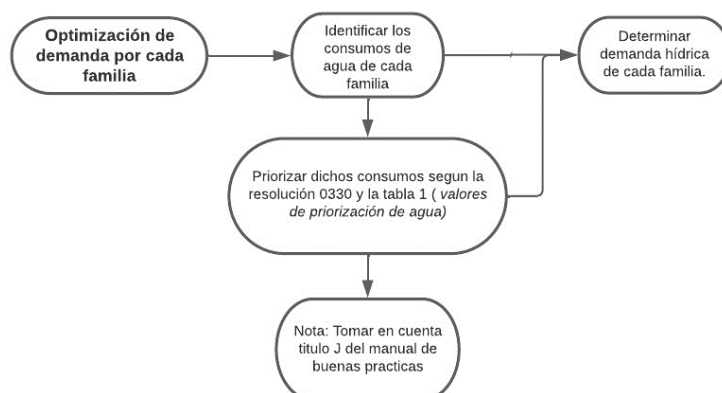
La filtración desempeña un papel fundamental para eliminar contaminantes y garantizar un suministro seguro, por esto se presenta una solución que elimina los agentes contaminantes del agua lluvia, por lo que la elección del filtro depende del propósito al cual se vaya a utilizar, con esto se logra realizar un adecuado seguro del agua.

Para abordar esta problemática se deben seguir los pasos que se encuentran presentados en el Anexo 8.

7.3.4 Optimización volumen de abastecimiento

Para optimizar la demanda de agua requerida se debe priorizar el consumo de las actividades básicas, esto será establecido por el diseñador y/o familia, teniendo en cuenta la resolución 0330 de 2017 y 0844 de 2018.

Para abordar a esta problemática se deben seguir los pasos presentados en el siguiente diagrama de flujo, el cual está detallado en el Anexo 9.



7.4 INTERRUPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN

7.4.1 Sistema de cubrimiento de redes de abastecimiento

Algunos de los habitantes de la vereda Las espigas tienen interrupción en la conducción en los sistemas de abastecimiento hídrico, debido a que el sistema actual no cuenta con producción ante diferentes factores externos, como las fugas y desconexiones; por otro lado, los algunos de los habitantes no cuentan con una red de conducción, por lo que es limitado el acceso del suministro hídrico.

Para abordar a esta problemática se deben seguir los pasos presentados en el siguiente diagrama de flujo, el cual está detallado en el Anexo 10.

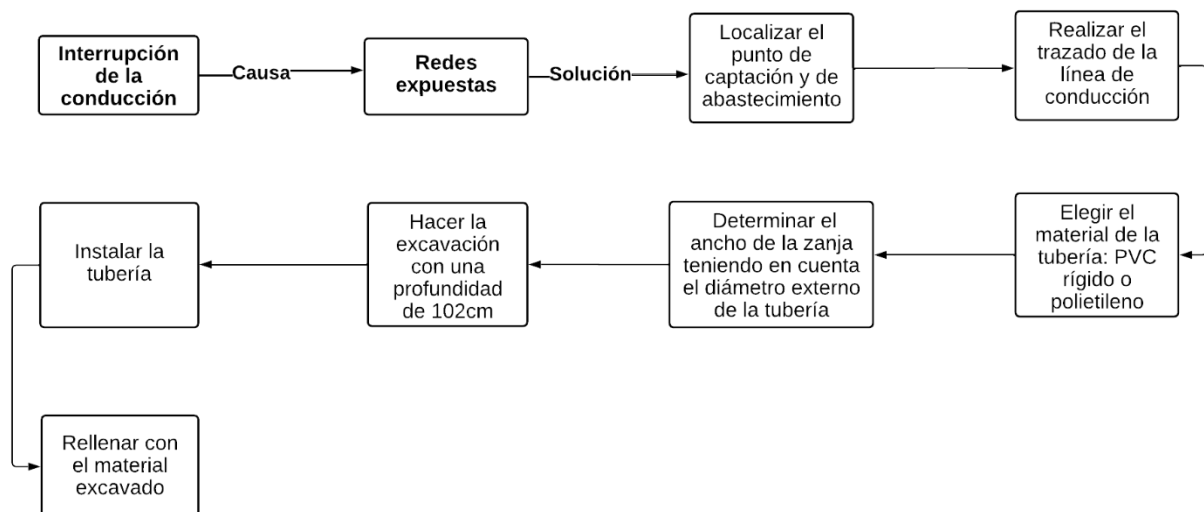


Diagrama 6 Diagrama de flujo solución a la interrupción de la conducción; Fuente: (Carreño, 2023)

7.5 ESQUEMA DE OFERTA Y DEMANDA

7.5.1 Optimización del sistema de conducción

Este proceso busca hacer un mejoramiento de la calidad y la eficiencia en la conducción de los sistemas de abastecimientos hídricos ya existentes. Esto para optimizar las distancias en el recorrido de tubería que va desde el reservorio recolector al reservorio de almacenamiento. Por la topografía del terreno que presenta la zona alta de la montaña que se encuentran intermedias en el recorrido del sistema de conducción de un reservorio a otro. Para esto se requiere el uso de una motobomba que permita garantizar el suministro de agua.

Para abordar a esta problemática se deben seguir los pasos presentados en el siguiente diagrama de flujo, el cual está detallado en el Anexo 11.

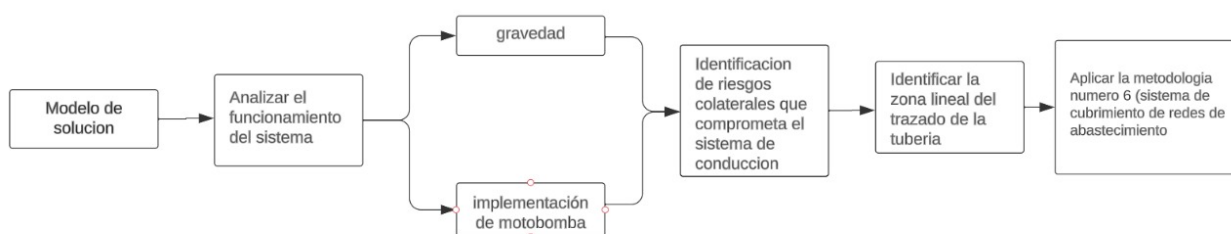


Diagrama 1 Optimización para el sistema de conducción; Fuente (Uribe, 2023)

8. CAPÍTULOS

8.1 CAPÍTULO I– Contextualización Fase I

La fase I del proyecto denominada “***Propuesta de una alternativa de sistema de abastecimiento hídrico no convencional para poblaciones rurales***”

priorizadas en el Departamento de Cundinamarca” Realizada por los Ingenieros Camilo Aponte y Juan Diego Pérez, busca como bien lo indica su título una alternativa de abastecimiento hídrica no convencional para poblaciones ubicadas en el departamento de Cundinamarca, dado a que el déficit hídrico que presenta la zona es bastante evidente, teniendo en cuenta que la demanda hídrica de agua crece constantemente y la oferta es bastante limitada. (Apontes Céspedes & Pérez Rincón , 2022)

Dentro de esta fase se priorizaron ciertas poblaciones del departamento teniendo en cuenta criterios de índole ambiental, social y económico, que permitieron priorizar los municipios de Suesca y Sesquilé. Es de suma importancia recordar que la Fases I servirá como una fuente de investigación y como propuesta para brindar una alternativa de solución. (Apontes Céspedes & Pérez Rincón , 2022)

8.2CAPITULO II – Insumos

Mediante la primera fase del proyecto, se logró identificar la vulnerabilidad de se presenta en la zona por falta del recurso hídrico, de igual forma se comprobó la viabilidad de utilizar el agua lluvia como una posible solución de abastecimiento.

Por consiguiente, fue necesario recopilar cierta información de importancia, que servirá como insumos, los cuales permitirán que los diseños realizados estén basados en información verídica, cumpliendo a su vez con la normativa vigente en la zona y las necesidades encontradas en la misma.

8.2.1 Normativa

La normativa vigente en la zona de estudio son principalmente tres menciones anteriormente en el marco legal y ambiental, estos son:

- 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 formadoras de proyectos de inversión en el sector, entes de vigilancia y control, 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 este 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 esta (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2018, pág. 2)

- Resolución 0138 de 2014, *“Por la cual se realindera la Reserva Forestal Protectora Productora la Cuenca Alta del Rio Bogotá y se toman otras determinaciones”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 2014); puesto que el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible tiene como función según el Artículo 2 numeral 14 de la ley decreto 3570 de 2011 *“la protección y manejo de las áreas naturales en Colombia, incluyendo en estas la reserva y delimitación de los Parques Nacionales Naturales, la regulación de su uso y funcionamiento, así mismo, la declaración y sustracción de áreas que se encuentren en reserva forestal”* (Presidente de la Republica de Colombia, 2011), estas acciones son llevadas a cabo por las corporaciones autónomas regionales, quienes realizan estudios técnicos, ambiental y socioeconómicos para lograr estos objetivos, siguiendo los lineamientos establecidos por el Ministerio, dado a esto se la Resolución 0138 de 2014 tiene como objeto Realindera la Reserva Forestal Protectora-Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá, la cual fue declarada mediante el Artículo 2 del acuerdo 30 de 1976, dicha reserva quedara construida por una extensión total de 94.161 hectáreas y se definiría por un total de 16 polígonos, del mismo modo, la Resolución establece parámetros de uso, infraestructuras en la zona de reserva, materia forestal, licencias, material agropecuario, plan de manejo, seguimiento a la zona de reserva, permisos y autorizaciones del uso de los recursos naturales renovables de la zona, entre otros.

Dentro de los diferentes polígonos establecidos en la Resolución, podremos encontrar a la población de Sesquilé dado que se encuentra en el sector número once (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 2014, pág. 9), por lo cual los parámetros establecidos en la Resolución serán de mucha importancia al momento de plantar y diseñar soluciones de acuerdo con las necesidades encontradas en la zona.

8.2.2 Cartográficos

Para plantear el proyecto, es necesario iniciar con la zona de estudio, esto mediante los datos obtenidos a través del plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Sesquilé, así como, también el levantamiento topográfico realizado en la zona al momento de la visita técnica, dado a que con esta información se podrá realizar la recolección de información cartográfica a partir de las bases de datos de entidades oficiales. Toda esta la información se georreferenció en coordenadas planas cartesianas MAGNA Sirgas Colombia Bogotá con origen central.

Cartografía		
Insumo	Escala	Enlace de descarga
Curvas de nivel	25000	https://mapas.cundinamarca.gov.co/maps/cundinamarca-map::curva-nivel-sesquile25k
Datos de levantamiento Topográficos	N. A	Anexos 1, 2 y 3
Transformación de Coordenadas	N. A	https://origen.igac.gov.co/herramientas.html

Tabla 2 Datos Cartográficos; Fuente: Propia.

8.2.3 Hidrometeorológicos.

Durante la primera Fase proyecto, se logró identificar que de la vereda las Espigas hace parte de la población vulnerable por falta de abastecimiento hídrico en la zona. Así mismo, se verificó la viabilidad de utilizar el agua lluvia como fuente de abastecimiento, teniendo como una base un análisis hidrológico previo, utilizando la base de datos de la estación hidrometeorológica de la CAR 2120-187 Bombas Sesquilé ubicada en el municipio, de la cual se logró obtener los valores mensuales de precipitación presentados en la zona durante los últimos 30 años.

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA													
SICUCA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica													
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)													
ESTACIÓN : 2120 187 BOMBAS SESQUILÉ													
Latitud	5° 2' 12,9" N	XON=1048740		Departamento		CUNDINAMARCA		Corriente		EMB. TOMNE		Categoría	
Longitud	73° 48' 39,3" W	YNE=1129590		Municipio		SESQUILÉ		Cuenca		EMB. TOMNE		Fecha Instalación	
Elevación	2578 m.s.n.m.			Oficina Provincial		2 ALMEDAS - GUATAMITA						Fecha Suspensión	
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICE	
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	48,3	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	67,5	82	33,9	36,4	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	86,1	83	89,4	26,8	36,1	15,1	35,1	19,9	
1990	409	48,9	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	42,6	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	96,2	170,1	59,3	66,1	31,9	31,7	9,4	80,9	2,6	
1994	26	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	55,6	59,6	43,4	56,8	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	25,3	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	36,6	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	86,5	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	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	82,6	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	106,8	109,9	58,3	
2011	14,8	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	23,6	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	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	

Tabla 3 Datos de precipitación de la Corporación Autónoma Regional (CAR); Fuente: (Corporación Autónoma Regional (CAR), 2023)

Mediante la información anterior y el Anexo 4 se logró identificar que los meses más críticos son diciembre, enero y febrero.

8.2.4 Encuestas.

El día tres de marzo de dos mil veintitrés (03/03/2023) se realizó la primera visita técnica de la segunda fase, en la cual se hizo un levantamiento de información topográfica y técnica la cual permitió abordar la problemática presentada por cada familia seleccionada, esto con el fin de plantear soluciones individuales para cada familia teniendo en cuenta sus necesidades y actividades tanto domésticas y/o agrícolas.

El levantamiento de la información técnica requerida, se realizó mediante el siguiente formato mostrado en “**Capítulo 7 – 7.1 Información disponible**”.

Mediante dicho formato se recolecto la información de las familias de los hermanos Gil como se presenta a continuación.

[illegible]

Ilustración 5 Recopilación de datos en vista de campo, Luz Gi, Fuente: Propio

Municipio	Josiyulib	Coordenadas	X	Y
Vereda	Capiyulib	Casa		
N° habitantes y viviendas	3	Reservorio		
Nombre familia	Alvaro Gil	# de calculo		

Observaciones reservorio (color de agua, filtración, recubrimiento):
Agua verde (1)

Ancho canal (m)	3.00	Longitud canal (m)	15.50
Área techo			
dimensiones de reservorio	ancho	longitud	profundidad
Uso del agua	Domestico	Agrícola	Ganadero
caracterización		Cantidad de m ² de cultivo	Cantidad de animales
		X	X
		X	X
Puede comprarse el sistema	SI	NO	
	X		

Diseño:

A: N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.9"
 B: N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.9"
 C: N 5° 2' 2.6" - W 73° 43' 20.0"
 D: N 5° 2' 2.4" - W 73° 43' 19.7"

Uso (2) Consumo
 Agua limpia
 N 5° 2' 3.4" - W 73° 43' 19.1"
 0.5 rudo
 3 prof

Diagrama de diseño:

Diagrama de diseño: 2.10 x 8 x 2. Agua banco, Domestico, con bomba. N 5° 2' 3.09" - W 73° 43' 20.20"

Ilustración 6 Recopilación de datos en vista de campo, Álvaro Gil; Fuente: Propia

Municipio	Josiyulib	Coordenadas	X	Y
Vereda	Capiyulib	Casa		
N° habitantes y viviendas	3	Reservorio		
Nombre familia	Alvaro Gil	# de calculo		

Observaciones reservorio (color de agua, filtración, recubrimiento):
Agua verde (1)

Ancho canal (m)	3.00	Longitud canal (m)	15.50
Área techo			
dimensiones de reservorio	ancho	longitud	profundidad
Uso del agua	Domestico	Agrícola	Ganadero
caracterización		Cantidad de m ² de cultivo	Cantidad de animales
		X	X
		X	X
Puede comprarse el sistema	SI	NO	
	X		

Diseño:

A: N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.9"
 B: N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.9"
 C: N 5° 2' 2.6" - W 73° 43' 20.0"
 D: N 5° 2' 2.4" - W 73° 43' 19.7"

Uso (2) Consumo
 Agua limpia
 N 5° 2' 3.4" - W 73° 43' 19.1"
 0.5 rudo
 3 prof

Diagrama de diseño:

Diagrama de diseño: 2.10 x 8 x 2. Agua banco, Domestico, con bomba. N 5° 2' 3.09" - W 73° 43' 20.20"

Así mismo, se realizó un registro fotográfico de cada familia visitado en las cuales se observan diferentes características y dificultados que presenta cada

familia que podrán ser encontrado en el capítulo “**8.4 capítulo 4 – Problemáticas evidencias**”, por otro lado, se evidencian los recursos que cuanta cada familia.



Fotografía 1 Casa del Señor Álvaro Gil; Fuente: Propia



Fotografía 2 Reservorio de plantas Álvaro Gil; Fuente: Propia



Fotografía 3 Nacido de agua Álvaro Gil; Fuente: Propia



Fotografía 4 Reservorio de las Cabañas; Fuente: Propia



Fotografía 5 Casa de Luz Gil; Fuente: Propia



Fotografía 6 Reservorio al lado de la casa y tanque sistema SCALL; Fuente: Propia



Fotografía 7 Bomba y Nacido de la parte trasera Luz Gil; Fuente: Propia



Fotografía 8 Tanque de Repartición Luz Gil; Fuente: Propia



Fotografía 9 Casa del Señor Jairo Gil: Fuente: (Carreño,2023)

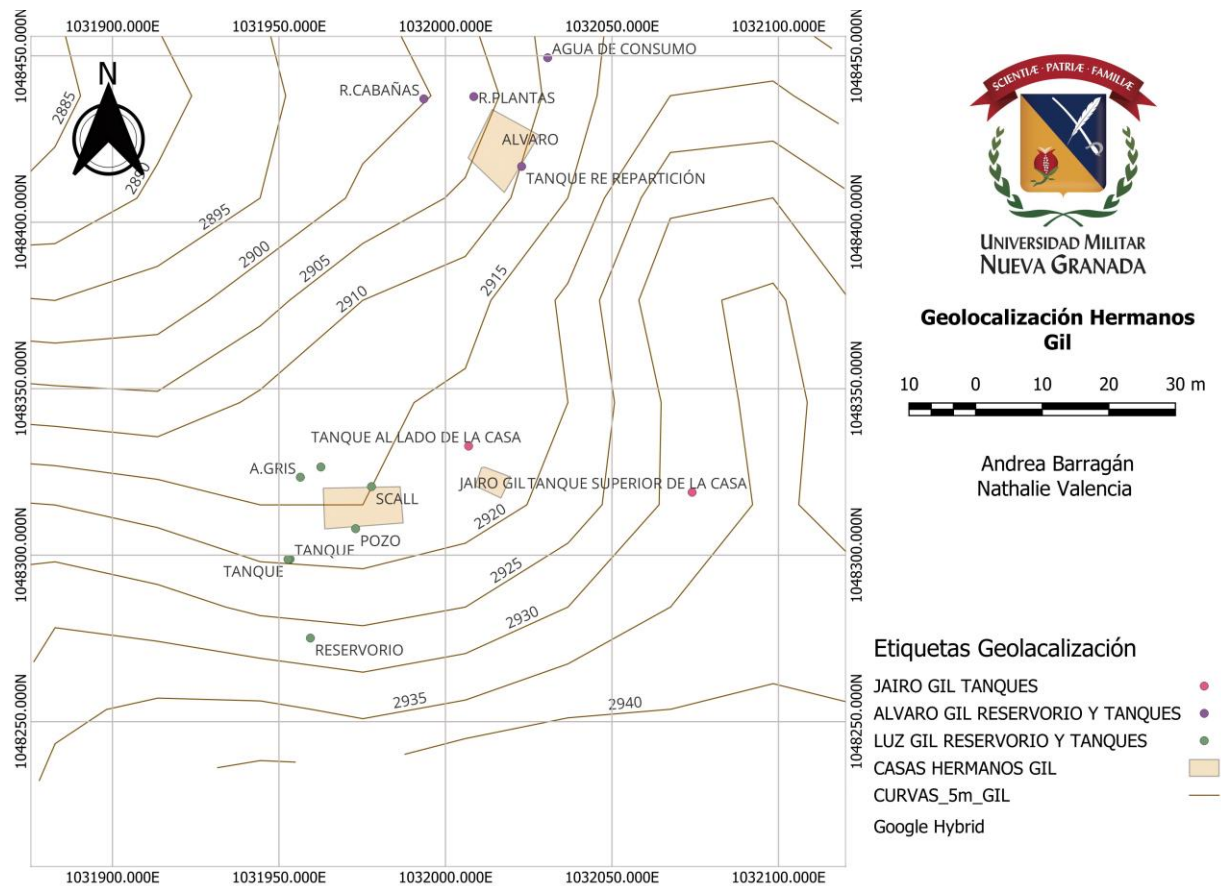


Fotografía 10 Reservorio parte superior Jairo Gil: Fuente: (Carreño, 2023)



Fotografía 11 Casa Jairo Gil y Reservorio al lado de la casa; Fuente: (Carreño, 2023)

El levantamiento de la información y geolocalización espacial se realizó mediante el uso de herramientas como cinta métrica, GPS. Con estas herramientas se midió la longitud de las vivienda, reservorios y tanques, así mismo, se tomaron coordenadas geográficas del lugar y de las diferentes fuentes hídricas evidenciadas o posibles, dicha información obtenida se procesó en un sistema de información geográfica QGIS obteniendo como resultado es siguiente plano topográfico.



Mapa 1 Esquema de distribución de familias; Fuente: Propia

Se observa en el mapa Superior se evidencia la ubicación de las viviendas, los tanques y reservorios con los que cuentan cada familia, así mismo, se observan los tanques del señor Jairo Gil de Color Fucsia, los del señor Álvaro Gil en Color Morado y por ultimo los de la señora Luz Gil en color Verde, También se observan las curvas de nivel de color café y las casas de los hermanos Gil de color naranja.

8.3CAPITULO III – Caracterización de la zona

La vereda las Espigas del municipio de Sesquilé presenta un ecosistema con bastante vegetación y diferentes ecosistemas hídricos aprovechables. Sin embargo,

la contaminación que se ve la zona se da principalmente por la actividad económica presente, dado que las familias de esta vereda viven de la ganadería e incluso en algunos casos siembran sus propios alimentos.

En el caso de los hermanos Gil se observa que ellos se encuentran ubicados en la parte baja de una montaña como se observa en la ilustración 8, lo que ocasiona que muchos de los reservorios de estos hermanos se encuentran contaminados como se ven las fotografías 10, 6, entre otros. Por lo anterior, los habitantes viven la mayor parte de su tiempo recolectando agua de múltiples maneras para de esta forma poder subsanar la crisis de agua que sufren.

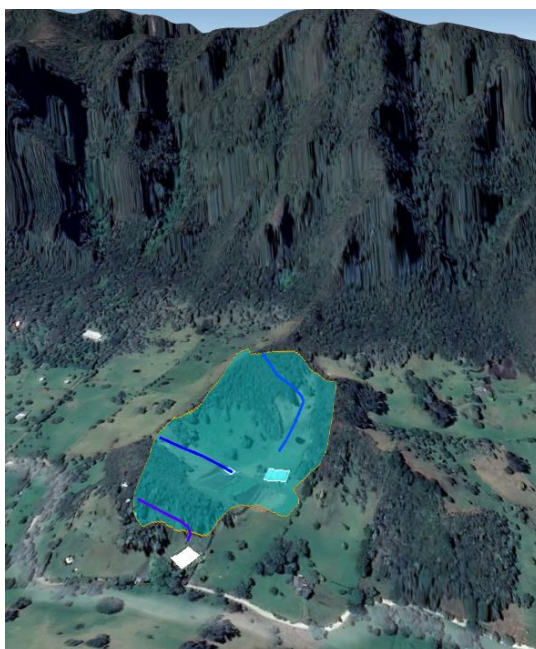


Ilustración 7 cuenca que abarca a los hermanos Gil; Fuente: Google Earth Pro

Puede constatar gracias a la visita técnica realizada que, pese a los numerosos intentos por parte de los hermanos Gil por obtener el recurso hídrico, ninguno de estos no cuenta con la calidad apropiada del recuerdo debido a que almacenan aguas de escorrentía donde se encuentra paso de ganado lo que ocasiona que

estas tengan un aspecto inadecuado y por ende no puedan ser usadas en totalidad. Así mismo, al mezclar este tipo de agua con el agua lluvia se ocasiona muchas veces que el recurso obtenido mediante el agua lluvia también se vuelva con un aspecto turbio y con sedimentos. Esto ocasiona que nunca tenga con seguridad la cantidad adecuada para sustentarse en épocas de poca precipitación e incluso durante las épocas de alta precipitación. Esta situación presenta un gran impacto en la calidad de vida de los habitantes de la vereda Espigas y en el ecosistema presente en lugar, puesto a que esto ocasiona que los habitantes de la vereda se vean obligados a solicitar a la alcaldía del municipio un carro tanque de agua potable lo que representa un gasto adicional, dado que la comunidad debe asumir el gasto que representa el traslado y el consumo de agua, Así mismo, la afectación que se presenta en el ecosistema consiste en la contaminación de del recurso hídrico lo que ocasiona que este no cumpla con su ciclo natural lo que a largo plazo puede provocar alteraciones.

8.4CAPITULO IV – Problemática evidenciada

8.4.1 Álvaro Gil

En esta vivienda se encuentran 4 habitantes, con una demanda mensual de $6.02\text{ m}^3/\text{mes}$, la cual podrá ser observada en la tabla 2, está familia cuenta con tres reservorios, donde uno el consumo mensual del agua es de, aproximadamente, 2.36 m^3 , reservorio para las plantas con volumen de 2 m^3 y un reservorio para las cabañas auxiliares de 33.6 m^3 ; la ubicación de la casa como la de los reservorios se encuentra en la ilustración 9.

Dotación		
Altura Sesquilé	2595	m.s.n.m
Dotación neta máxima	50	L/hab*día

Población		Consumo	
Habitantes	4	200	L/día
Vacas	0	0	L/día
Perro	1	0,5	L/día
Cabra	0	0	L/día

Demanda diaria	200,5	L/día
Días del mes	30	días
Demanda por mes	6015	L/mes
Demanda por mes	6,02	M ³ /mes
Demanda por año	72,18	M ³ /año
Oferta mensual	4,35	M ³

Tabla 4 Dotación Total Familia Álvaro Gil; Fuente: Propia.

Para la obtención de la dotación neta se tuvo en cuenta los datos previamente obtenidos por el anexo 9.

Se muestra a continuación la georreferenciación de la vivienda y los reservorios.

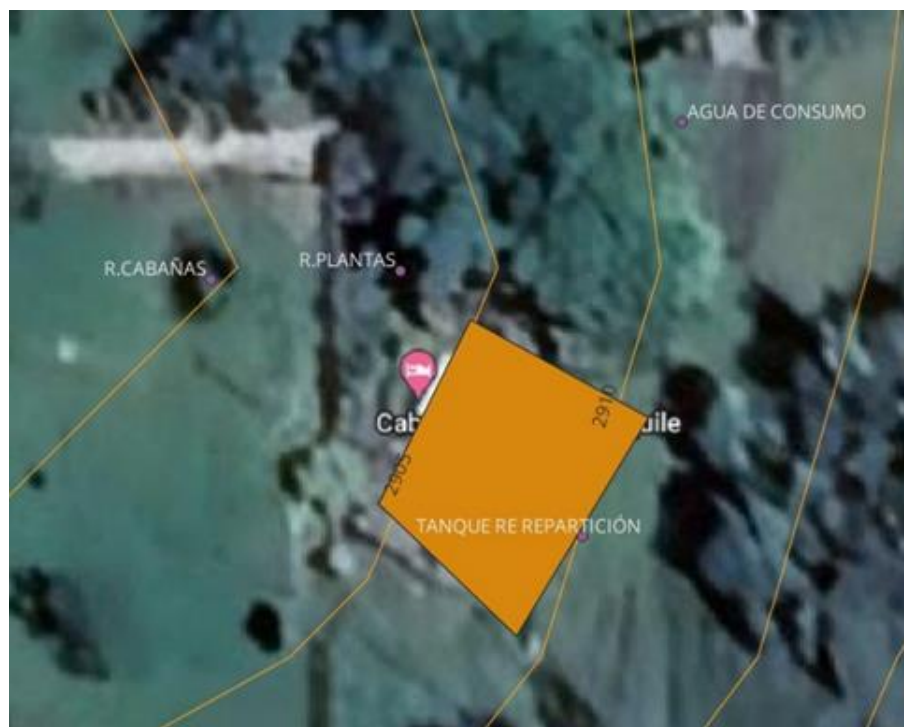


Ilustración 8 Georreferenciación Vivienda y Reservorios Existentes

RESERVORIO DE LAS CABAÑAS			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	1	59,3
W	73	47	21,6
Dimensiones			
Largo	2,1		m
Ancho	8		m
Profundidad	2		m
Observaciones			
Capacidad: 33,6 M ³ - 33600L			



Tabla 5 Ubicación del Reservoirio Cabañas

RESERVORIO AGUA POTABLE			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	2	3,4
W	73	47	19,19
Dimensiones			
Radio	0,5		m
Profundidad	3		m
Observaciones			
Capacidad: 2,35 m3 - 2350litros			



Tabla 6 Ubicación Reservoirio Agua Potable

RESERVORIO PARA LAS PLANTAS			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	2	3,02
W	73	47	19,91
Observaciones			
Capacidad: 2000L			



Tabla 7 Ubicación Reservoirio Para Plantas

Teniendo en cuenta lo anterior se evidenció que las problemáticas de Álvaro Gil son: Los reservorios de cabañas y plantas cuentan con una contaminación orgánica dado a que se encuentran cerca de los árboles, plantas y está expuesto en su totalidad al aire libre; tienen escasez en los meses de diciembre, enero y febrero puesto que se observan precipitaciones mensuales menores a $0.04 \text{ m}^3/\text{m}^2$, teniendo un déficit del líquido lo que ocasiona que se sufra de una escases de agua durante los meses de Diciembre, enero y febrero esto se determinó mediante el Anexo 4 arrojando lo siguiente:

Recoleccion mediante aguas lluvia			
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido (m3)
114,7	0,03	Diciembre	3,4
114,7	0,04	Enero	4,6
114,7	0,03	Febrero	3,4
Total			11,47
Recoleccion mediante aguas lluvia			
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido (m3)
114,7	0,06	Marzo	6,9
114,7	0,07	Abril	8,0
114,7	0,07	Mayo	8,0
114,7	0,06	Junio	6,9
114,7	0,05	Julio	5,7
114,7	0,05	Agosto	5,7
114,7	0,04	Septiembre	4,6
114,7	0,07	Octubre	8,0
114,7	0,07	Noviembre	8,0
Total			61,94

Meses	Oferta de escurrantia	Oferta lluvia	Oferta lluvia + oferta de escurrantia	Demanda
Diciembre		3,4	3,44	6,02
Enero		4,6	4,59	6,02
Febrero		3,4	3,44	6,02
Marzo	4,4	6,9	11,23	6,02
Abril	4,4	8,0	12,38	6,02
Mayo	4,4	8,0	12,38	6,02
Junio	4,4	6,9	11,23	6,02
Julio	4,4	5,7	10,09	6,02
Agosto	4,4	5,7	10,09	6,02
Septiembre		4,6	4,59	6,02
Octubre	4,4	8,0	12,38	6,02
Noviembre	4,4	8,0	12,38	6,02

Tabla 8 Oferta y demanda del recurso hídrico de la familia del señor Álvaro Gil

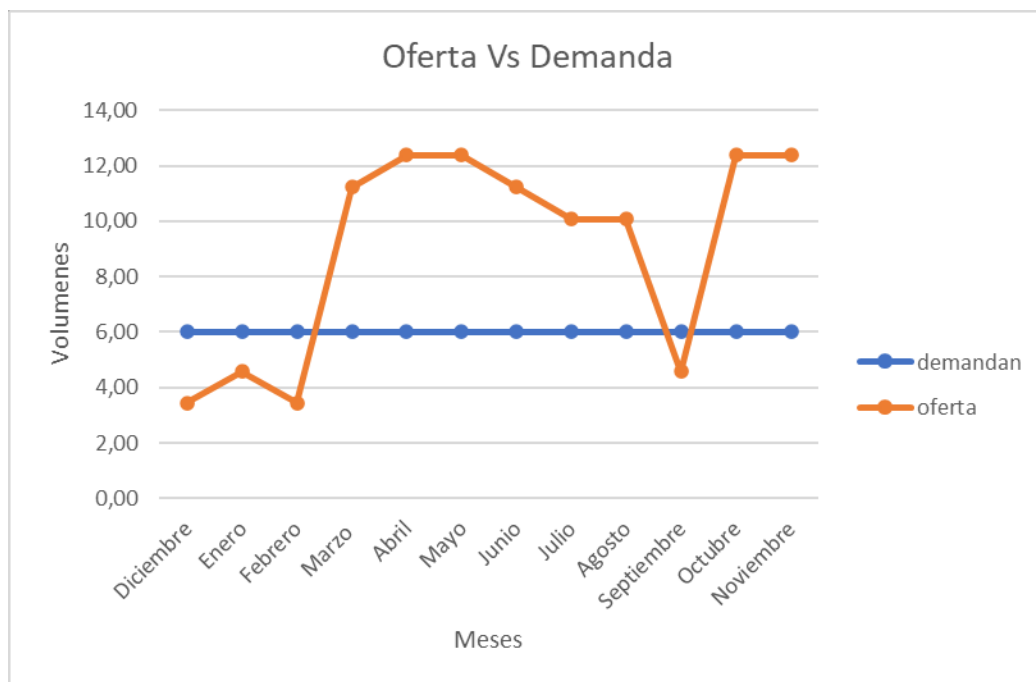


Ilustración 9 Oferta Vs Demanda

8.4.2 Luz Gil

En esta vivienda se encuentran 4 habitantes, con una demanda mensual de $10.52 \text{ m}^3/\text{mes}$, la cual podrá ser observada en la tabla 9. Esta familia cuenta con cinco reservorios, donde uno es para ganado con un volumen aproximado de 1 m^3 , reservorio de agua gris con volumen de 20.925 m^3 , un tanque de agua lluvia de 34.8 m^3 , un tanque con volumen de 0.5 m^3 y otro tanque con 1 m^3 ; la ubicación de la casa como la de los reservorios se encuentra en la ilustración 11.

Dotación			
Altura Sesquilé	2595	m.s.n.m	
Dotación neta máxima	50	L/hab*día	

Población		Consumo	
Habitantes	4	200	L/día
Vacas	3	150	L/día
Perro	1	0,5	L/día
Cabra	0	0	L/día

Demanda diaria	350,5	L/día
Días del mes	30	días
Demanda por mes	10515	L/mes
Demanda por mes	10,52	M^3/mes
Demanda por año	126,18	$\text{M}^3/\text{año}$
Oferta mensual	628,46	M^3
Demanda por 3 meses	42,06	$\text{M}^3/3 \text{ mes}$

Tabla 9 Dotación Neta Luz Gil

Para la obtención de la dotación neta se tuvo en cuenta los datos previamente obtenidos por el anexo 9.

Se muestra a continuación la georreferenciación de la vivienda y los reservorios.



Ilustración 10 Georreferenciación Vivienda y Reservorios Existentes

RESERVORIO PARTE DE ARRIBA			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	1	51,4
W	73	47	21,6
Dimensiones			
Largo	5,8		m
Ancho	3,5		m
Profundidad	3		m
Observaciones			
Capacidad: 60,9 m3 - 60900 litros			



Tabla 10 Ubicación Reservorio parte de arriba

TANQUES DE ARRIBA			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	1	5
W	73	47	21,7
Observaciones			
Capacidad: 1000 L			



Tabla 11 Ubicación Tanques de Repartición

RESERVORIO AL LADO DE LA CASA			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	1	59,3
W	73	47	21,6
Dimensiones			
Largo	3,1		m
Ancho	2,7		m
Profundidad	1,5		m
Observaciones			
Capacidad: 12,55M³-12555 L			



Tabla 12 Ubicación reservorio al lado de la casa

TANQUE AL LADO DE LA CASA			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	1	59,4
W	73	47	21,4
Observaciones			
Capacidad: 1000 litros			



Tabla 13 Ubicación Tanque al lado de la casa

TANQUE SISTEMA SCALL			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	1	60,4
W	73	47	22,4
Observaciones			
Capacidad: 5000 litros			



Tabla 14 Ubicación tanque Sistema SCALL

Teniendo en cuenta lo anterior, se evidenció que las problemáticas de Luz Gil son: Los reservorios de cabañas y plantas cuentan con una contaminación orgánica dado a que se encuentran cerca de los árboles, plantas y está expuesto en su totalidad al aire libre; tienen escasez en los meses de diciembre, enero y febrero dado que en la zona se observan precipitaciones mensuales menores a $0.04 \text{ m}^3/\text{m}^2$, lo que ocasiona que se sufra de una escases de agua durante estos meses, esto se determinó mediante el Anexo 4 arrojando lo siguiente:

Recolecion mediante aguas lluvia			
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido (m3)
131,85	0,03	Diciembre	4,0
131,85	0,04	Enero	5,3
131,85	0,03	Febrero	4,0
Total			13,19
Recolecion mediante aguas lluvia			
Area de tejado (m2)	Precipitacion	Meses	Volumen recogido
131,85	0,06	Marzo	7,9
131,85	0,07	Abril	9,2
131,85	0,07	Mayo	9,2
131,85	0,06	Junio	7,9
131,85	0,05	Julio	6,6
131,85	0,05	Agosto	6,6
131,85	0,04	Septiembre	5,3
131,85	0,07	Octubre	9,2
131,85	0,07	Noviembre	9,2
Total			71,20

Meses	Oferta de almacenamientos	Oferta lluvia	Oferta lluvia + oferta de almacenamientos	Demanda
Diciembre		4,0	3,96	10,52
Enero		5,3	5,27	10,52
Febrero		4,0	3,96	10,52
Marzo	77,96	7,9	85,87	10,52
Abril	77,96	9,2	87,19	10,52
Mayo	77,96	9,2	87,19	10,52
Junio	77,96	7,9	85,87	10,52
Julio	77,96	6,6	84,55	10,52
Agosto	77,96	6,6	84,55	10,52
Septiembre		5,3	5,27	10,52
Octubre	77,96	9,2	87,19	10,52
Noviembre	77,96	9,2	87,19	10,52

Tabla 15 Relación Oferta, Demanda del Señora Luz Gil

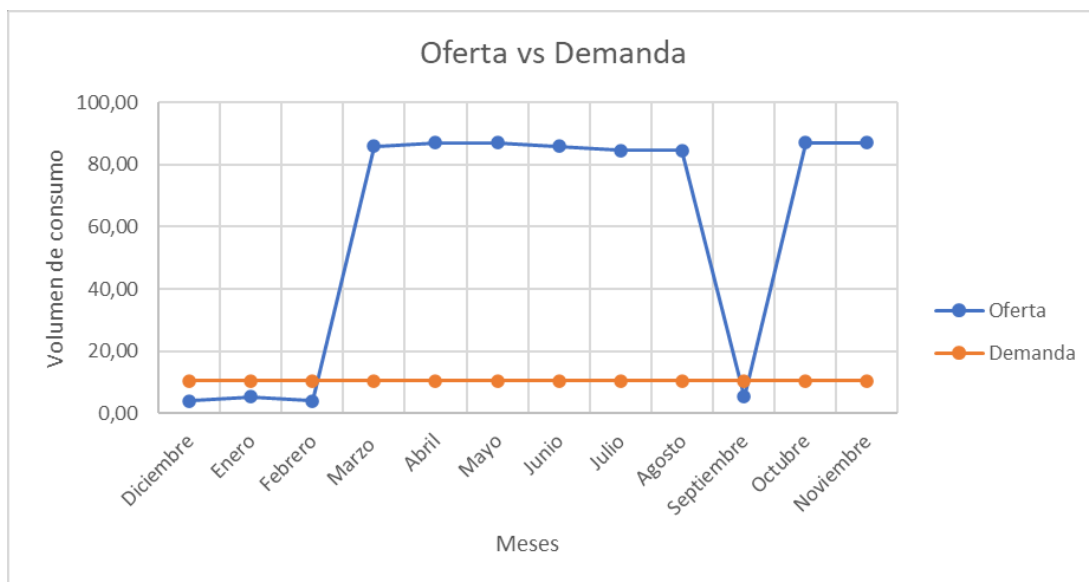


Ilustración 11 Oferta Vs Demanda

8.4.3 Jairo Gil

En esta vivienda se encuentran 2 habitantes, con una demanda mensual de $5.42 \text{ m}^3/\text{mes}$, la cual podrá ser observada en la tabla 16, esta familia cuenta con dos reservorios, donde uno sin geomembrana con volumen aproximado de 50.89 m^3 y el reservorio de 17.6 m^3 ; la ubicación de la casa como la de los reservorios se encuentra en la ilustración 17.

Dotación		
Altura Sesquilé	2595	m.s.n.m
Dotación neta máxima	50	L/hab*día

Población		Consumo	
Habitantes	4	200	L/día
Vacas	0	0	L/día
Perro	1	0,5	L/día
Cabra	0	0	L/día

Demanda diaria	200,5	L/día
Días del mes	30	días
Demanda por mes	6015	L/mes
Demanda por mes	6,02	M ³ /mes
Demanda por año	72,18	M ³ /año
Oferta mensual	4,35	M ³

Tabla 16 Dotación Neta Máxima Jairo Gil

Para la obtención de la dotación neta se tuvieron en cuenta los datos previamente obtenidos por el anexo 9.

Se muestra a continuación la georreferenciación de la vivienda y los reservorios.



Tabla 17 Georreferenciación Vivienda y Reservorios Existentes

TANQUE PARTE DE ARRIBA			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	2	59,2
W	73	47	17,3
Dimensiones			
Radio	1,5		m
Profundidad	7,2		m
Observaciones			
Capacidad: 50,89 m3 - 50890			



Tabla 18 Ubicación tanque de arriba

RESERVORIO AL LADO DE LA CASA			
Coordenadas geográficas			
	°	'	"
N	5	2	3,02
W	73	47	19,91
Dimensiones			
Largo	2,2		m
Ancho	3,2		m
Profundidad	2,5		m
Observaciones			
Capacidad: 17,6 M³- 17600L			





Tabla 19 Ubicación reservorio de al lado de casa

Teniendo en cuenta lo anterior se evidenció que las problemáticas de Jairo Gil son: Se encuentra sobredimensionado y la calidad del agua no es apta para consumo, para determinar el sobre dimensionamiento del señor Jairo Gil se realizó midiendo el Anexo 4, del cual a la hora de organizar y graficar la información se obtiene lo siguiente:

meses	oferta de almacenamientos (m ³)	oferta lluvia (m ³)	Oferta (m ³)	Demanda (m ³)
Diciembre		2,3	2,30	5,42
Enero		3,1	3,06	5,42
Febrero		2,3	2,30	5,42
Marzo	68,5	4,6	73,08	5,42
Abril	68,5	5,4	73,85	5,42
Mayo	68,5	5,4	73,85	5,42
Junio	68,5	4,6	73,08	5,42
Julio	68,5	3,8	72,32	5,42
Agosto	68,5	3,8	72,32	5,42
Septiembre		3,1	3,06	5,42
Octubre	68,5	5,4	73,85	5,42
Noviembre	68,5	5,4	73,85	5,42

Tabla 20 Oferta y Demanda Jairo Gil

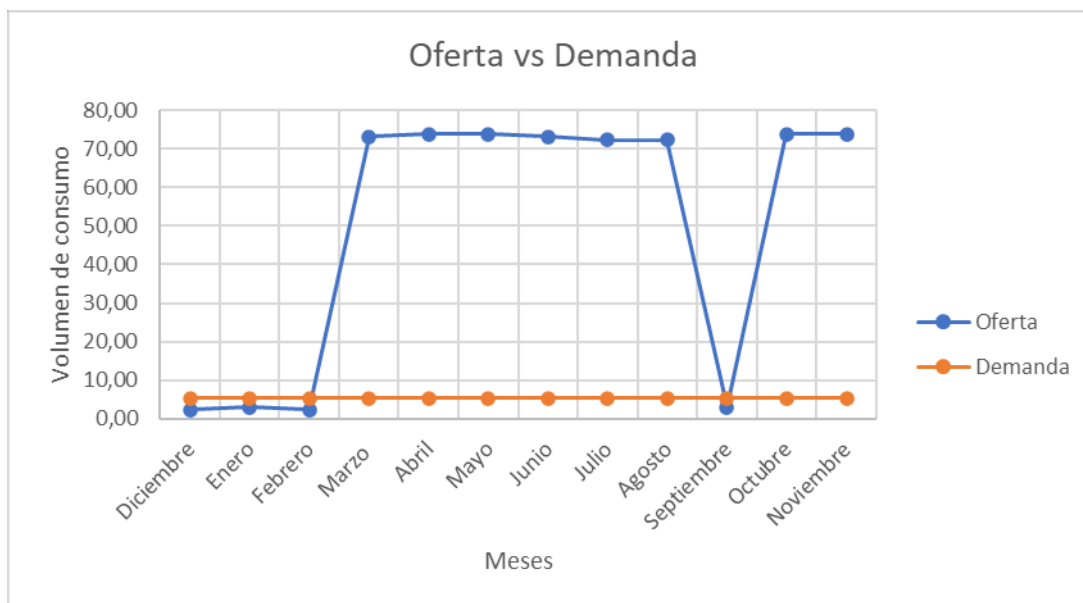


Ilustración 12 Oferta vs Demanda Jairo Gil

8.5CAPITULO V – Soluciones

8.5.1 Álvaro Gil

Para la familia del señor Álvaro Gil, a partir de la visita técnica, se identificaron las problemáticas descritas en el capítulo anterior. en vista de estas, se plantearon cuatro soluciones en simultaneo, asociadas a cada una de las problemáticas, la solución de las cuales le permitirán a la familia del señor Gil tener mayor disponibilidad del recurso hídrico.

La primera solución consiste en una zanja de infiltración de 5.1 metros de largo a cada lado y 11 metros de ancho a cada lado, esto teniendo en cuenta que la zanja se ubica a 3 metros del reservorio como se indica en el Anexo 6; por esto es indispensable realizar el siguiente calculo el cual busca garantizar el funcionamiento de esta, para esto se utilizó el método SCS.

Datos iniciales:

Área de la cuenca, km 2	0,0266		
Altura máxima, m	2947		
Altura mínima, m	2883		
Longitud del cauce principal, (m)	136	0,136	km
Coberturas vegetales	CN	área, km 2	tipo cobertura
	73	0,01	bosque
	74	0,01	pasto

Tabla 21 Datos iniciales SCS; Fuente: Barragán, valencia 2023

Con estos datos se obtienen los siguientes resultados:

CN ponderado	48,2		
Tiempo de concentración, Tc (hr)	0,02	1,2	minutos
Pendiente, %	47,06	0,5	m/m
Desnivel (m)	64		
fuente: IDF			
Tr, años	I, (mm/h)	P, (mm)	Pe, (mm)
25	85	1,664	12,75
		S, (mm)	la, (mm)
		273,2	54,6

Tabla 22 Datos Calculados; Fuente: Ivanova 2023

Todas las ecuaciones utilizadas se encuentran en el Anexo 6 del presente documento; con estos resultados obtenidos se procede a realizar el hidrograma unitario triangular, para esto fue necesario realizar los siguientes cálculos:

- Tiempo de retraso (h)

$$t_r = 0.005 \left(\frac{L_{cauce}}{\sqrt{i}} \right)^{0.64} \quad t_r = 0.034$$

- Duración de exceso

$$de = 2 * Tc_{0.5} \quad de = 0,28$$

- Tiempo pico (h)

$$tp = de + tr \quad tp = 0,17$$

- Tiempo base (h)

$$tb = 83 * tp \quad tb = 0,46$$

- Caudal unitario de la cuenca (m³/s)

$$qb = 0,208 * Atp \quad qb = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

t (horas)	Qp (m3/s/mm)
0	0
0,2	0,03
0,5	0

t (horas)	Q pico, m3/s
0	0,00
0,2	0,41
0,5	0,00

Tabla 23 Tiempo y caudal; Fuente: Ivanova, 2023

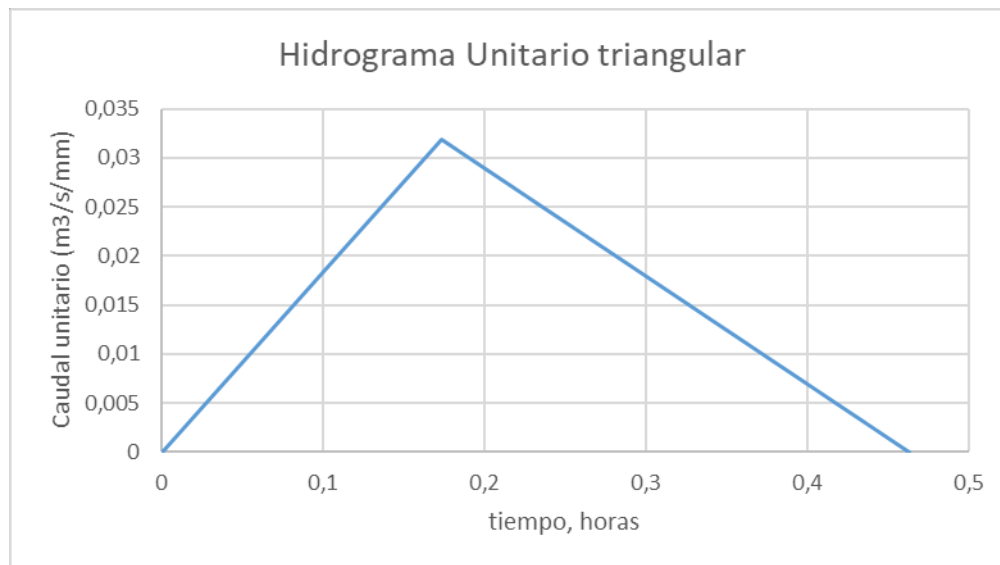


Ilustración 13 Hidrograma unitario triangular; Fuente Ivanova,2023

Mediante el caudal calculado se procede a diseñar la zanja de infiltración propuesta en el Anexo 6, dado que este caudal es exactamente igual se toma el mismo diseño y se adapta a la longitud.

Segundo, implementar un control de hojarasca en el reservorio ubicado N5° 1' 59.3" W73° 47' 21.6", el diseño de este será igual al indicado en la opción número 2 del Anexo 7, dado que las dimensiones propuestas de esta alternativa son muy parecidas a las que tiene originalmente el reservorio. Estas soluciones propuestas ayudarán contralar la contaminación que este presenta dicho reservorio, así mismo,

se le propone al señor Álvaro Gil que, junto a este reservorio, ha aproximadamente 6 metros se instale un tanque de 5000 L de material Polietileno en el cual se podrá realizar un tratamiento de filtración vertical específico en el Anexo 8, el cual que consiste en un filtro de Carbón y de control de hojarasca lo cual ayudará con la disminución de la contaminación que pueda seguir presentando el reservorio.

Por último, se le sugiere al señor Álvaro Gil adecuar su casa a un Sistema de aprovechamiento de Lluvias (SCALL) más conocidas como casa aguatará. Este sistema contará con el diseño determinado el Anexo 5. Así mismo, es necesario tener en cuenta que el tanque de almacenamiento que se plantea para este sistema será el encargado de almacenar el agua tratada del tanque de 5000L que está al lado del reservorio, ubicado en la parte inferior de la casa así mismo este almacenara el agua para que posteriormente por medio de bombeo esta sea llevada al tanque de repartición ya existente en la casa; el tanque de almacenamiento del sistema SCALL es de 16000L, para determinar la capacidad de este tanque fue necesario tener en cuenta el déficit y el superávit de la oferta lluvia más la oferta de almacenamiento que se presenta en la familia. Para este caso se presentan los siguientes datos:

TANQUE SCALL				
DÉFICT	-3,44	M ³	-3441	L
SUPERVIT	12,38	M ³	12379	L
VOLUMEN	16	M ³	15820	L

Tabla 24 Tanque Requerido SCALL

Es importante tener en cuenta la bomba que será utilizada entre el tanque de tratamiento y el tanque SCALL será la indicada en el Anexo 11 y este misma debería

estar entre dicho tanque y el tanque de repartición de la vivienda; para terminar, se recomienda realizar el recubrimiento de redes que se encuentra explicado en el Anexo 10.

8.5.2 Luz Gil

Para la familia de la señora Luz Gil, a partir de la visita técnica, se identificaron las problemáticas descritas en el “Capítulo **8.4 – 8.4.2 Luz Gil**”. Para esto se le plantean soluciones en simultaneo, las cuales le permitirán a la familia de la señora Gil tener mayor disponibilidad del recurso hídrico.

La primera solución consiste en una zanja de infiltración de 11.8 metros de largo a cada lado y 9.5 metros de ancho a cada lado del reservorio ubicado en la parte superior de la vivienda con coordenadas N5° 1' 51.4" W73° 47' 21.6" esto teniendo en cuenta que la zanja se ubica a 3 metros del reservorio como se indica en el Anexo 6; por esto es indispensable realizar el cálculo correspondiente a la cuenca para verificar que este lleve un caudal igual o inferior al determinado en el Anexo 6.

El cálculo se realizó en el subcapítulo 8.5.1 y para esta solución se obtendrá el mismo dado a que la casa de la señora Luz Gil se encuentra en la misma cuenca que la del señor Álvaro Gil.

Segundo, implementar un control de hojarasca en el reservorio ubicado N5° 1' 51.4" W73° 47' 21.6", el diseño de este será igual al indicado en la opción número 2 del Anexo 7, Así mismo implementar el reservorio ubicado N5° 1' 59.3" W73° 47' 22", dado que este segundo se sugiere que

sea usado netamente para consumo animal, mientras que el primero se destine al consumo doméstico, esto a que el primero se encuentra ubicado en la parte superior de la casa.

Dado que el reservorio ubicado al lado de la casa se le sugiere netamente de uso animal, también se le recomienda que el sistema SCALL que tiene ubicado al lado de este mismo, sea usado para consumo animal y domestico de ser necesario.

Por último, se le recomienda a la señora Luz Gil implantar el sistema de filtración vertical en los tanques ubicados N5° 1' 5" W73° 47' 21.7" y N5° 1' 60.4" W73° 47' 22.4", este sistema consiste en un filtro de carbón y de control de hojarasca lo cual ayudará con la disminución de la contaminación que pueda seguir presentando el reservorio explicado más a profundidad en el Anexo 8. Así mismo, se sugiere implementar el recubrimiento de redes que se encuentra explicado en el Anexo 10.

8.5.3 Jairo Gil

En el caso del señor Jairo Gil las soluciones implementadas busca mejorar la calidad de recolección de agua del señor dado que el no presenta una escasez evidente como en el caso de sus hermanos. Dichas soluciones consisten en, primero, implantar una zanja de infiltración en el reservorio ubicado en N5° 2' 59.2" W73° 47' 17.3", dicha zanja tendrá dimensiones de 6 metros por 6 metros ubicada a 1.5 metros del reservorio.

Posterior a lo anterior se le recomienda implementar un control de hojarasca implementar un control de hojarasca en la ubicación anteriormente mencionada. El diseño de este será igual al indicado en la opción número 2 del Anexo 7, para finalizar implementar un tanque de 2000L antes de ingresar a la casa con la finalidad de en este implementar un sistema de filtración vertical, explicado en su totalidad en el Anexo 8 y, por último, se le sugiere realizar el recubrimiento de redes explicado en el Anexo 10.

8.6 CAPITULO VI – Diseño del Proyecto y Costo

Teniendo como base principal las soluciones plantadas de manera individual en el capítulo 8.5 Capítulo V, se realizó el plano correspondiente a cada uno de los hermanos Gil, los cuales contiene los diseños detallados del sistema de abastecimiento de agua no convencional para las familias de estos hermanos.

El proceso de desarrollo de cada uno de estos proyectos tiene como punto inicial las soluciones encontradas para las problemáticas que tenía cada familia, por lo cual tanto las especificaciones técnicas de cada diseño y los factores relacionadas con la ejecución llevan a que se realice un análisis detallado de los precios de cada una de las soluciones planteadas, los cuales serán desglosados por ítems para obtener valores parciales y finalmente la suma parcial del proyecto.

8.6.1 Álvaro Gil

El diseño de la familia del señor Álvaro Gil, contiene las curvas de nivel separadas cada cinco metros, en un sistema de coordenadas planas cartesianas

MAGNA Sirga Colombia Bogotá con origen central y las unidades de medidas en Metros (m), Centímetros (cm) y milímetros (mm) según corresponda; así mismo, a continuación, se presenta los costos requeridos para desarrollar el diseño propuesto para esta familia.

ALVARO GIL					
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	11	\$ 118.800
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	5,6	\$ 84.000
1,4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6.250	11	\$ 68.750
1,5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16.325	11	\$ 179.575
1,6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7.500	4	\$ 30.000
1,7	Cañuelas	UND	\$ 11.000	3	\$ 33.000
1,8	Concreto 28 Mpa x 50 kg	kg	\$ 1.040		\$ -
1,9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11.750		\$ -
Sub Total					\$ 530.125
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					\$ 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	44,86	\$ 1.166.360
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 46.066	89,72	\$ 4.133.042
3,3	Motobomba DCW40	UND	\$ 636.429	3	\$ 1.909.287
Sub Total					\$ 7.208.689
4	Adaptación Casa Aguatera				
4,1	Tubería 1/2"	UND	\$ 10.300	2	\$ 20.600
4,2	Tanque 5 m³	UND	\$ 2.878.900	3	\$ 8.636.700
4,4	Canaleta pluvial	UND	\$ 89.900,00	20	\$ 1.798.000
4,5	Válvula	UND	\$ 27.900	2	\$ 55.800
Sub Total					\$ 10.511.100
Costo Total					\$ 20.652.494
Adminitracion	1%				\$ 206.525
Utilidades	2%				\$ 413.050
Iva	19%				\$ 78.479
Valor total					\$ 21.350.548

Tabla 25 Costo de Proyecto Álvaro Gil; Fuente: propia

8.6.2 Luz Gil

El diseño de la familia del señor Luz Gil, contiene las curvas de nivel separadas cada cinco metros, en un sistema de condenadas planas cartesianas

MAGNA Sirga Colombia Bogotá con origen central y las unidades de medidas en Metros (m), Centímetros (cm) y milímetros (mm) según corresponda; así mismo, a continuación, se presenta los costos requeridos para desarrollar el diseño propuesto para esta familia.

LUZ GIL					
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	9,5	\$ 102.600
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	4,8	\$ 72.675
1,4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6.250	9,5	\$ 59.375
1,5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16.325	9,5	\$ 155.088
1,6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7.500	4	\$ 30.000
1,7	Cañuelas	UND	\$ 11.000	3	\$ 33.000
1,8	Concreto 28 Mpa x 50 kg	kg	\$ 1.040		\$ -
1,9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11.750		\$ -
Sub Total					\$ 468.738
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					\$ 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	28,155	\$ 732.030
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 46.066	56,31	\$ 2.593.976
3,3	Motobomba DCW40	UND	\$ 636.429		\$ -
Sub Total					\$ 3.326.006
4	FILTRO CARBON ACTIVADO				
4,1	Botellon 20L	UND	\$ 14.000	2	\$ 28.000
4,2	Algodon	KG	\$ 19.000	2	\$ 38.000
4,3	Anclajes	UND	\$ 30.000	4	\$ 120.000
4,4	Carbon activado Graulado	KG	\$ 35.800	1	\$ 35.800
4,5	filtro control de Hojarasca				
4,5	Control de hojarasca	UND	\$ 69.900	2	\$ 139.800
Sub Total					\$ 361.600
Costo Total					\$ 6.558.924
Adminitracion	1%				\$ 65.589
Utilidades	2%				\$ 131.178
Iva	19%				\$ 24.924
Valor total					\$ 6.780.616

Tabla 26 Costo de Proyecto Luz Gil; Fuente: propia

8.6.2 Jairo Gil

El diseño de la familia del señor Jairo Gil, contiene las curvas de nivel separadas cada cinco metros, en un sistema de coordenadas planas cartesianas MAGNA Sirga Colombia Bogotá con origen central y las unidades de medidas en Metros (m), Centímetros (cm) y milímetros (mm) según corresponda; así mismo, a continuación, se presenta los costos requeridos para desarrollar el diseño propuesto para esta familia.

JAIRO GIL					
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	6	\$ 64.800
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	3,1	\$ 45.900
1,4	Capa geotextil (1 m * 0.8 m)	m2	\$ 6.250	6	\$ 37.500
1,5	Tuvo PVC 4" (1 m)	m	\$ 16.325	6	\$ 97.950
1,6	Tuvo PVC 2" (1 m)	m	\$ 7.500	4	\$ 30.000
1,7	Cañuelas	UND	\$ 11.000	3	\$ 33.000
1,8	Concreto 28 Mpa x 50 kg	kg	\$ 1.040		\$ -
1,9	Malla electrosoldada 6mm (0.6 x 1.0)	m2	\$ 11.750		\$ -
Sub Total					\$ 325.150
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					\$ 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	27,29	\$ 709.540
3,2	Manguera agricola de polietileno de 1.5" de 100 metros de longitud	m	\$ 46.066	54,58	\$ 2.514.282
3,3	Motobomba DCW40	UND	\$ 636.429		\$ -
Sub Total					\$ 3.223.822
4	FILTRO CARBON ACTIVADO				
4,1	Botellon 20L	UND	\$ 14.000	1	\$ 14.000
4,2	Algodon	KG	\$ 19.000	1	\$ 19.000
4,3	Anclajes	UND	\$ 30.000	2	\$ 60.000
4,4	Carbon activado Graulado	KG	\$ 35.800	1	\$ 35.800
4,5	filtro control de Hojarasca				
4,5	Control de hojarasca	UND	\$ 69.900	2	\$ 139.800
Sub Total					\$ 268.600
Costo Total					\$ 6.220.152
Adminitracion	1%				\$ 62.202
Utilidades	2%				\$ 124.403
Iva	19%				\$ 23.637
Valor total					\$ 6.430.393

Tabla 27 Costo Proyecto Jairo Gil

Es importante mencionar que los precios aquí mencionados en los proyectos de cada familia de los hermanos Gil puede variar a la hora de la ejecución el proyecto, así mismo, en los precios anteriores se contempla el transporte el cual será desde

el municipio de Cajicá hasta la vereda, teniendo en cuenta que muchos de los precios mencionados anteriormente fueron buscados en Homecenter.

9. CONCLUSIONES

- Se realizaron diseños para cada uno de los casos, estudiando y analizando cada situación en particular, ayudando a que los sistemas se adopten de mejor manera a las familias y sus necesidades.
- Al realizar los presupuestos se evidenció que comparado con el sistema de acueducto convencional es mucho más económico, y accesible para los hermanos Gil, dado que este cumple con las diferentes problemáticas que enfrenta cada uno de los hermanos.
- Se identifica que los diseños planteados cumplen con lo estipulado en el proyecto, dado que garantizan el suministro de agua durante los meses de sequía. Así mismo, se observa que estos en algunos casos pueden no solo cumplir su necesidad básica, sino que también se podría plantear un sistema de recolección colectiva para todos.

10. RECOMENDACIONES

- Realizar una jornada de capacitación para la comunidad, en la cual se oriente sobre buen uso del agua sin alterar el entorno en que se encuentran, así como, la importancia de un buen almacenamiento de esta.
- Los valores de costeo del proyecto descritos en capítulos anteriores pueden variar dependiendo del alza de materiales y mano de obra, por lo que se puede optar por financiaciones por parte del estado y sector privado.

- Se debe optar por los materiales descritos para la realización de los proyectos, de manera contraria se podría alterar el resultado de estos.

11. BIBLIOGRAFÍA

ACOFI. (Agosto de 2013). *acofi.edu.co*. Obtenido de *acofi.edu.co*:
https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2014/03/Generalidades_Diseno.pdf

Apontes Céspedes, C., & Pérez Rincón, J. (2022). *Propuesta de una alternativa de sistema de abastecimiento hídrico no convencional para poblaciones rurales priorizadas en el Departamento de Cundinamarca*. Bogotá D.C: Universidad Militar Nueva Granada.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (29 de Marzo de 2019). *Gobierno de México*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/sabes-cuanta-agua-consumes#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Organizaci%C3%B3n,de%20consumo%20como%20de%20higiene>

Escamilla Duran, P., Monroy Herrera, L., & Aldana Guido, P. (2010). *Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional.

Federación Luterana Mundial- Programa Colombia. (Agosto de 2016). *Federación Luterana Mundial- Programa Colombia*. Obtenido de Federación Luterana Mundial- Programa Colombia: <https://colombia.lutheranworld.org/es/content/casas-aguateras-36>

Gonzalez, M. C. (2010). *Estimación de la demanda de agua. estudio nacional del agua*.

IDEAM. (2000). *IDEAM*. Obtenido de IDEAM: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019252/ESTUDIONACIONALDELAGUA.pdf>

IDEAM. (Enero de 2014). *IDEAM*. Obtenido de IDEAM: <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

Ministerio de Ambiente. (31 de enero de 2014). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0138-de-2014/#:~:text=Resoluci%C3%B3n%200138%20de%202014%20Enero%2031%20de%202014,del%20Ri%C3%B3%20Bogot%C3%A1%20y%20se%20toman%20otras%20determinaciones%C2%BB>.

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. (8 de junio de 2017). *Resolución 0330 de 2017*. Bogotá: Republica de Colombia. Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0?&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 Ambiente y Desarrollo. (31 de Enero de 2014). *CAR*. Obtenido de CAR: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfendmkaj/https://www.car.gov.co/uploads/files/5acb7870329e1.pdf>

Mosquera, W. G. (2017). *ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN COMUNIDADES RURALES EN EL CHOCÓ BIOGEOGRÁFICO*

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS NO CONVENCIONALES . Medellín :
Universidad Nacional de Colombia .

ONU. (24 de Noviembre de 2014). *Decenio Internacional para la acción 'El agua Fuente de vida' 2005-2015*. Obtenido de Decenio Internacional para la acción 'El agua Fuente de vida' 2005-2015:
<https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

ONU. (2022). Obtenido de
https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

Presidente de la Republica de Colombia. (27 de Septiembre de 2011). *Funcion Publica*. Obtenido de Funcion Publica:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65328>

PROINBAL. (2010). Obtenido de AJUSTE AL PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO:
<https://www.sesquilecundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Ajuste%20al%20Plan%20B%C3%A1sico%20de%20Ordenamiento%20Territorial.pdf>

SCIELO. (07 de Agosto de 2017). *SciELO - Scientific Electronic Library Online*. Obtenido de SciELO - Scientific Electronic Library Online:
<https://www.scielosp.org/article/rsap/2017.v19n4/453-459/es/>

Unesco. (01 de Octubre de 2021). *unesco*. Obtenido de unesco:
<https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>

Weather Spark. (20 de Septiembre de 2023). *Weather Spark*. Obtenido de Weather Spark:
https://es.weatherspark.com/y/24325/Clima-promedio-en-Sesquil%C3%A9-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette

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 – CARLOS GUTIERRES ULLOA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C., OCTUBRE DE 2023

Contenido

ANEXO 1: ENCUESTA ÁLVARO GIL	92
ANEXO 2: ENCUESTA LUZ GIL	92
ANEXO 3: ENCUESTA JAIRO GIL	93
ANEXO 4: RELACIÓN OFERTA - DEMANDA PARA GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA EPOCA SECA	93
ANEXO 5: CASAS AGUATERAS PARA USO DEL RECURSO HIDRICO PARA GANADO Y QUEHACERES DEL HOGAR.	105
ANEXO 6: ZANJA DE INFILTRACIÓN	133

ANEXO 7: CONTROL DE HOJARASCA EN RESERVORIOS	151
ANEXO 8: FILTRACION VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR AGUA LLUVIAS	180
ANEXO 9: OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA	189
ANEXO 10: SISTEMA DE CUBRIMIENTO DE REDES DE ABASTECIMIENTO	194
ANEXO 11: OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO A LA VIVIENDA	201
REFERENCIAS	207
ANEXO 12: DISEÑO ÁLVARO GIL	211
ANEXO 13: DISEÑO LUZ GIL	212
ANEXO 14: DISEÑO JAIRO GIL	213

ANEXO 1: ENCUESTA ÁLVARO GIL

Municipio	Sesquiú	Coordenadas	X	Y
Vereda	Espigales	Casa		
N° habitantes x vivienda	3	Reservorio		
Nombre Familia	Alvaro Gil	# de celular:		

Observaciones reservorio: (color de agua, filtración, recubrimiento)

Agua verde (1)

Ancho casa (m)	3.40	largo casa (m)	15.50
Área techo			
dimensiones de reservorio	ancho	largo	profundidad
Uso del agua	Domestico	Agrícola	Ganadero
caracterización	Cantidad de m2 de cultivo		Cantidad de animales
	Tipo de cultivo		Tipo de animal
Puede compartir el sistema	SI		

Diseño:

A = N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.9"
 B = N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.9"
 C = N 5° 2' 2.6" - W 73° 43' 20"
 D = N 5° 2' 2.4" - W 73° 43' 19.9"

Uso (2) → Agua limpia
 N 5° 2' 3.4" - W 73° 43' 19.9"
 0.5 radio
 3 prof

Reservorio para las plantas 2 m.3
 N 5° 2' 3.02" - W 73° 43' 19.91"
 2.10 x 8 x 2 → Agua baño. Domestico
 con bomba
 N 5° 2' 3.04" - W 73° 43' 20.20"

ANEXO 2: ENCUESTA LUZ GIL

a (coordenadas casa)

Municipio	Sesquiú	Coordenadas	X	Y
Vereda	Espigales	Casa	73° 43' 21.1"	05° 01' 59.3"
N° habitantes x vivienda	6	Reservorio		
Nombre Familia	Luz Gil	# de celular:	309 564 3211	

Observaciones reservorio: (color de agua, filtración, recubrimiento)

Pozo en invención de bomba en vereda de casa radio

5.1' 54.7
 73° 43' 21.6"
 5.8 x 2.6 m
 Ganado →

Ancho casa (m)	3.42	largo casa (m)	15.77
Área techo	131.85 m²		
dimensiones de reservorio	ancho	largo	profundidad
Uso del agua	Domestico	Agrícola	Ganadero
caracterización	Cantidad de m2 de cultivo		Cantidad de animales
	Tipo de cultivo		Tipo de animal
Puede compartir el sistema	SI		

Diseño:

N 5° 1' 54.4" - W 73° 43' 21.1"
 N 5° 1' 54.3" - W 73° 43' 21.5"
 B = N 5° 1' 54.2" - W 73° 43' 21"
 C = N 5° 1' 54" - W 73° 43' 21"
 D = N 5° 1' 54.1" - W 73° 43' 21.3"

Don Juan no tiene agua en la vereda y en la vereda de casa
 Bomba
 1 m³
 Ingreso agua ganado
 Agua con gris
 3.1 x 2.7 x 2.5

ANEXO 3: ENCUESTA JAIRO GIL

Municipio	SESQUILE	Coordenadas	X	Y
Vereda	ESPIGAS	Casa		
N° habitantes x vivienda	3	Reservorio		
Nombre Familia	AIJATO GI	# de celular:		
Observaciones reservorio: (color de agua, filtración, recubrimiento)				
Agua verde ①				
Ancho casa (m)		largo casa (m)		
3.40		15.50		
Área techo				
dimensiones de reservorio		ancho	largo	profundidad
				volumen
Uso del agua		Agricultura		
Doméstico		Ganadero		
caracterización		Cantidad de m2 de cultivo		
		Cantidad de animales		
		Tipo de cultivo		
		Tipo de animal		
Puede compartir el sistema		SI		
		NO		
Diseño:				
A = N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.9" B = N 5° 2' 2.9" - W 73° 43' 19.7" C = N 5° 2' 2.6" - W 73° 43' 20.0" D = S 0° 2' 2.4" - W 73° 43' 19.7" Uso ← ② Consumo Agua limpia N 5° 2' 3.4" - W 73° 43' 19.1" 0.5 radio 3 prof 111 Corredor Reservorio para las plantas 2 m.3 2.10 x 8 x 2 Agua baño. Doméstico con bomba N 5° 2' 3.09" - W 73° 43' 20.20"				

ANEXO 4: 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 construidos 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 la 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.

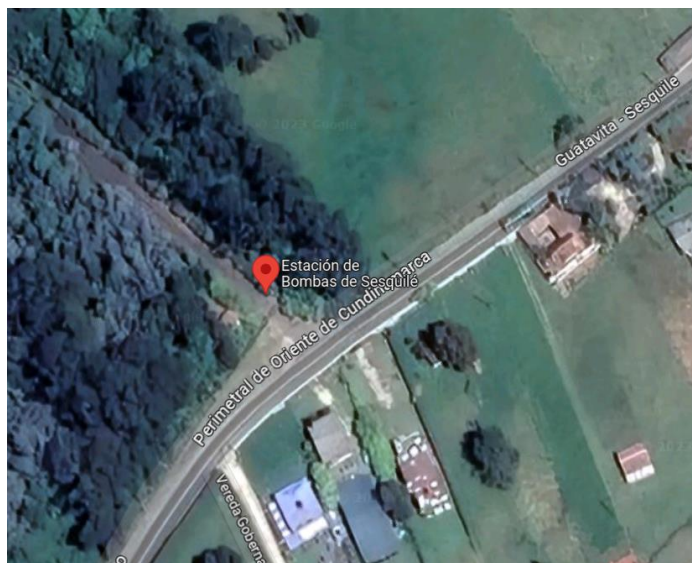


Ilustración 14 ubicación de la bomba de Sesquilé; Fuente: Google Maps

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

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

Tabla 28 DATOS DE PRECIPITACIÓN MULTIANUAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL (CAR); FUENTE: (Corporación Autónoma Regional (CAR), 2023)

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.

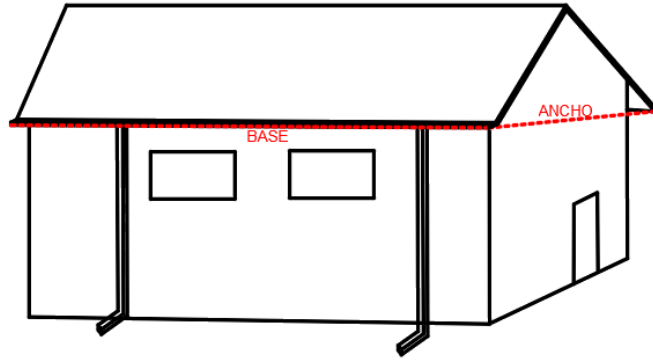


Ilustración 15 área horizontal; fuente: propia

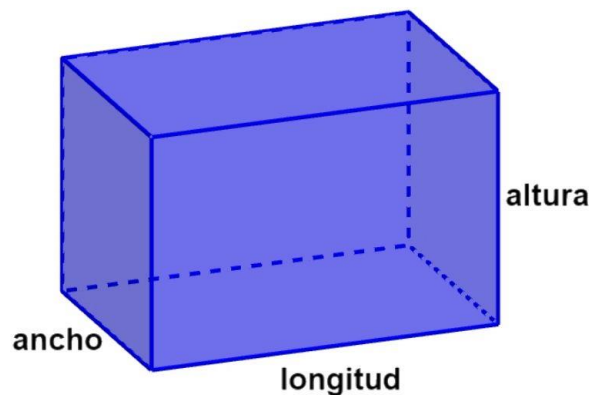
$$A_{techo} = L * B$$

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.



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

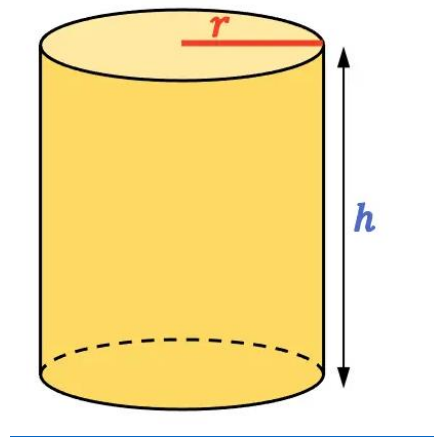
Ecuación 2 volumen de oferta de reservorio rectángulo

$L \rightarrow$ 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.



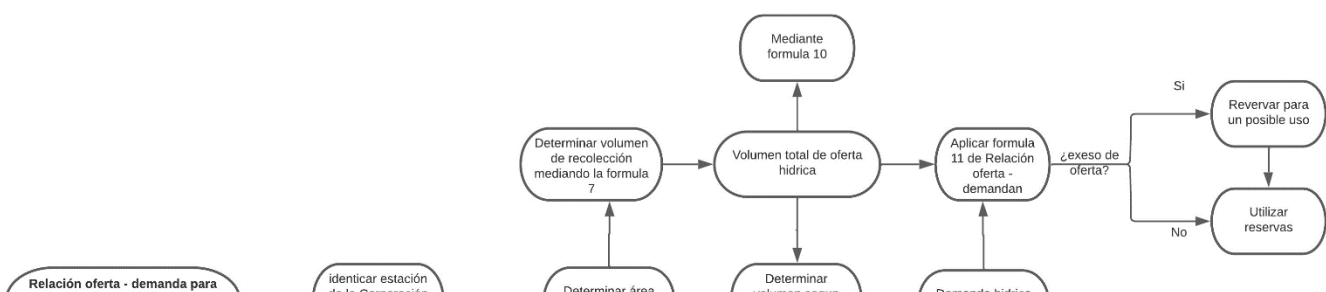
$$V_{circular} = A * \pi * r^2$$

Ecuación 3 volumen de oferta de reservorio circulo

$r \rightarrow$ Radio (metros)

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

Diagrama de flujo



Aplicabilidad y Formulas

Determinar la oferta de agua lluvia de la zona y si puede suplir la necesidad de escases 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:

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

Ecuación 4 precipitación media mensual

$P_m \rightarrow$ *Precipitación media Mensual*

$P_{\text{ultimos 36 años}} \rightarrow$ 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.

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

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 $\rightarrow 42.47 \frac{mm}{mes}$
Feberero $\rightarrow 33.54$	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 $\rightarrow 28.60 \frac{mm}{mes}$

Oferta de agua lluvia.

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

Ecuación 5 oferta de agua lluvia

$V_{oferta} \rightarrow$ Volumen de agua lluvia al mes.

$P_m \rightarrow$ 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:

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

Tabla 29 volúmenes ofertados por cada metro cuadrado; Fuente: (Barragán, 2023)

Área del techo.

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

Ecuación 6 Área del techo

$L \rightarrow$ Largo (metros)

$B \rightarrow$ 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:

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

Ecuación 7 volumen del techo

Oferta de los reservorios existentes.

Rectangular

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

Ecuación 8 volumen de oferta de reservorio rectángulo

$L \rightarrow$ Largo (metros)

$H \rightarrow$ Ancho (metros)

$A \rightarrow$ Altura (metros)

Circular

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

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.

$$V_{oferta\ total} = V_{tipo\ de\ reservorio} + V_{techo}$$

Ecuación 10 volumen de oferta hídrica mensual

$V_{tipo\ de\ reservorio} \rightarrow metros\ cubicos$

$V_{techo} \rightarrow metros\ cubicos$

Relación oferta y demanda

$$\frac{R_{oferta}}{demanda} = Demanda\ hidrica\ mensual - Oferta\ hidrica\ mensual.$$

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.

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 5: 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 30 Precipitación Mensual; Fuente: (Valencia, 2023)

mm/mes = milímetro sobre mes

- 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.
- 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 16 área rectangular; Fuente: Elaboración propia

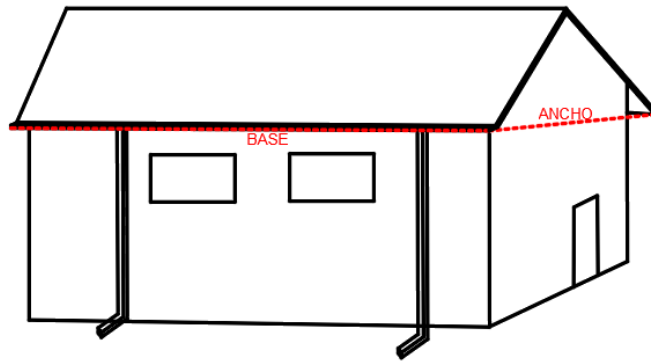


Ilustración 17 área techo; Fuente: Rlaboración propia

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:

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

Ecuación 13 Volumen de oferta de agua

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

P_i = Precipitación mensual en mm/mes

A = Proyección horizontal en el techo

Ce = Coeficiente de esorrentía

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.

$$A = 9 * 8.5 = 76.5 \text{ m}^2$$

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

$$Ce = 0.9$$

$$V_o = \frac{73.8 * 0.9 * 76.5}{1000} = 5.08 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$Demanda = 3 * 40 = 120 \frac{\text{litros}}{\text{día}} * \frac{0.001\text{m}^3}{1\text{litro}} * \frac{30\text{días}}{1\text{mes}} = 3.6 \text{ m}^3/\text{mes}$$

En caso de que se desee o se deba realizar una casa adicional ya sea porque no cumple oferta y demanda o el techo no es óptimo para realizar una mejora se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Cantidad de animales.
- Precipitaciones mensuales.
- Volumen de oferta de agua.

- Dotación neta por animal.

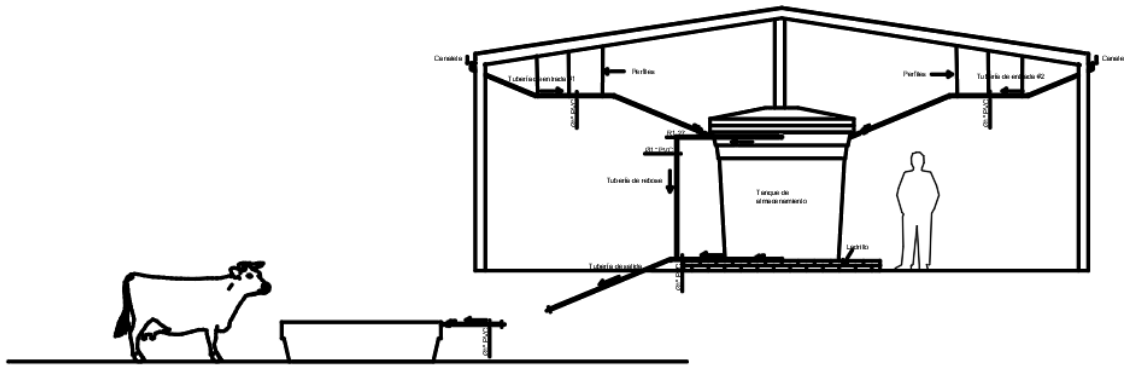


Ilustración 18 casa adicional; Fuente: Elaboración propia

Después de lo mencionado anteriormente y con los datos de las precipitaciones se procede a determinar el volumen de oferta de agua con la ecuación 2, teniendo en cuenta un área de 27 m^2 los cuales por criterios del diseñador será el área mínima por cubrir en el caso de tener un animal, dado el valor anterior se determina que la base es 4.5 m y el ancho 6 m respectivamente.

Ahora bien, se debe obtener el volumen de uso ($\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$), el cual se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen}_{\text{uso}}: \text{Volumen oferta agua} - \text{Demanda total}$$

Ecuación 14 Volumen uso

Posterior a lo anterior se debe determinar el volumen que se puede almacenar con la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen}_{\text{almacenado}}: \text{Volumen}_{\text{uso}} + \text{Volumen}_{\text{almacenado}}$$

Ecuación 15 Volumen almacenado

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.

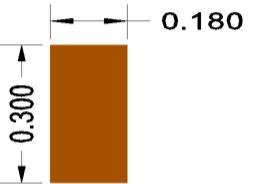
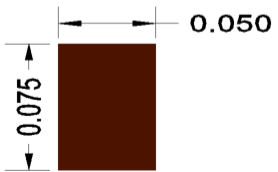
Seccion Transversal	
	Vigas
	Columna

Tabla 32 Dimensiones de Vigas y Columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)



Ilustración 19 c+t compuesto; Fuente : (Silva & Valencia, 2023)

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

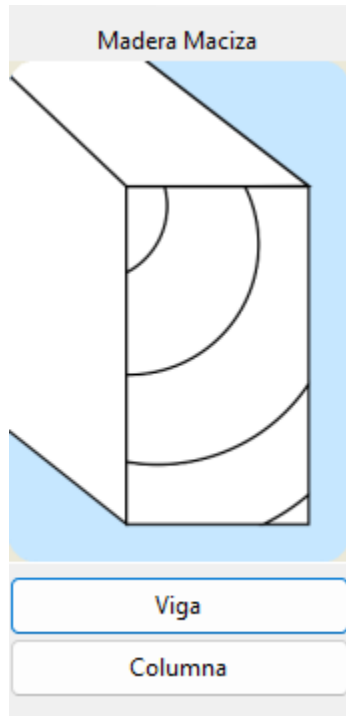


Ilustración 20 viga, Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

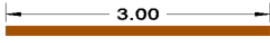
Tipo de Viga	
	V-T1
	V-T2
	V-T3

Ilustración 21 tipología o nomenclatura de viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

Parametros

Pais: 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]

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: 180 x 300

Calcular Tensiones Admisibles Ingresar

Ilustración 22 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 23 separación de vigas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

$$Cantidad_{V-T3} = \frac{3m}{0.610m} + 1 \approx 5.91$$

$$Cantidad_{V-T3} = 6$$

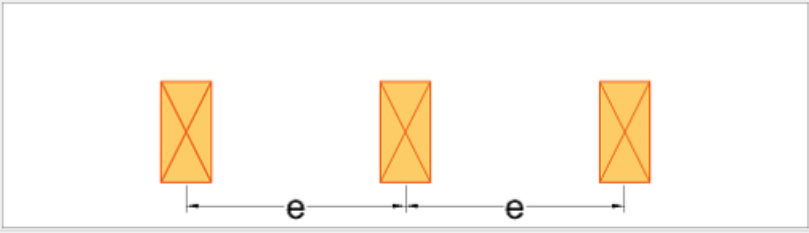
$$Cantidad_{V-T3} = \frac{6m}{0.610m} + 1 \approx 10.83$$

$$Cantidad_{V-T3} = 11$$

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 24 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)

apoyo(L2) [mm]

Empotrada

☒ Bi-empotrada ☐ Empotrada-Apoyada (Movil)

Diagrama

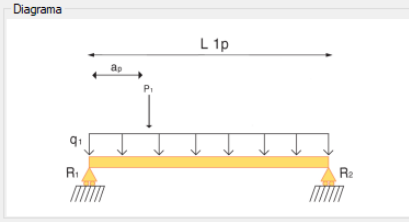


Ilustración 25 tipo apoyo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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.

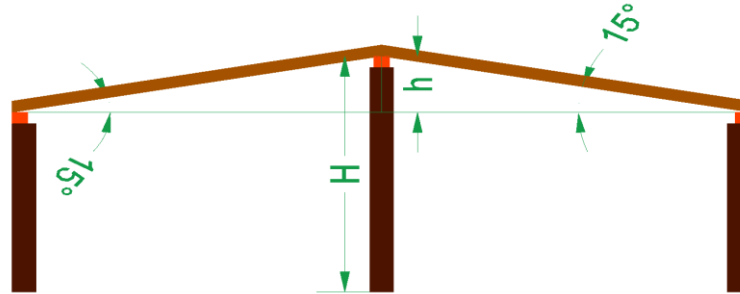


Ilustración 26 ángulo de inclinación para determinar la altura de la columna central; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

$$M_{\max} = \frac{q \left(\frac{N}{mm} \right) * \text{Longitud de viga}^2}{8}$$

Ecuación 18 Mmax

$$W_n = \frac{\text{ancho viga} * \text{alto viga}^2}{6}$$

Ecuación 19 Wn

$$F_{\text{trabajo}} = \frac{M_{\max}}{W_n}$$

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 33 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 34 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 35 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 27 cargas permanentes; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Para el tipo de estructura y la geografía en la cual se localiza, no hay carga de sobreuso 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:

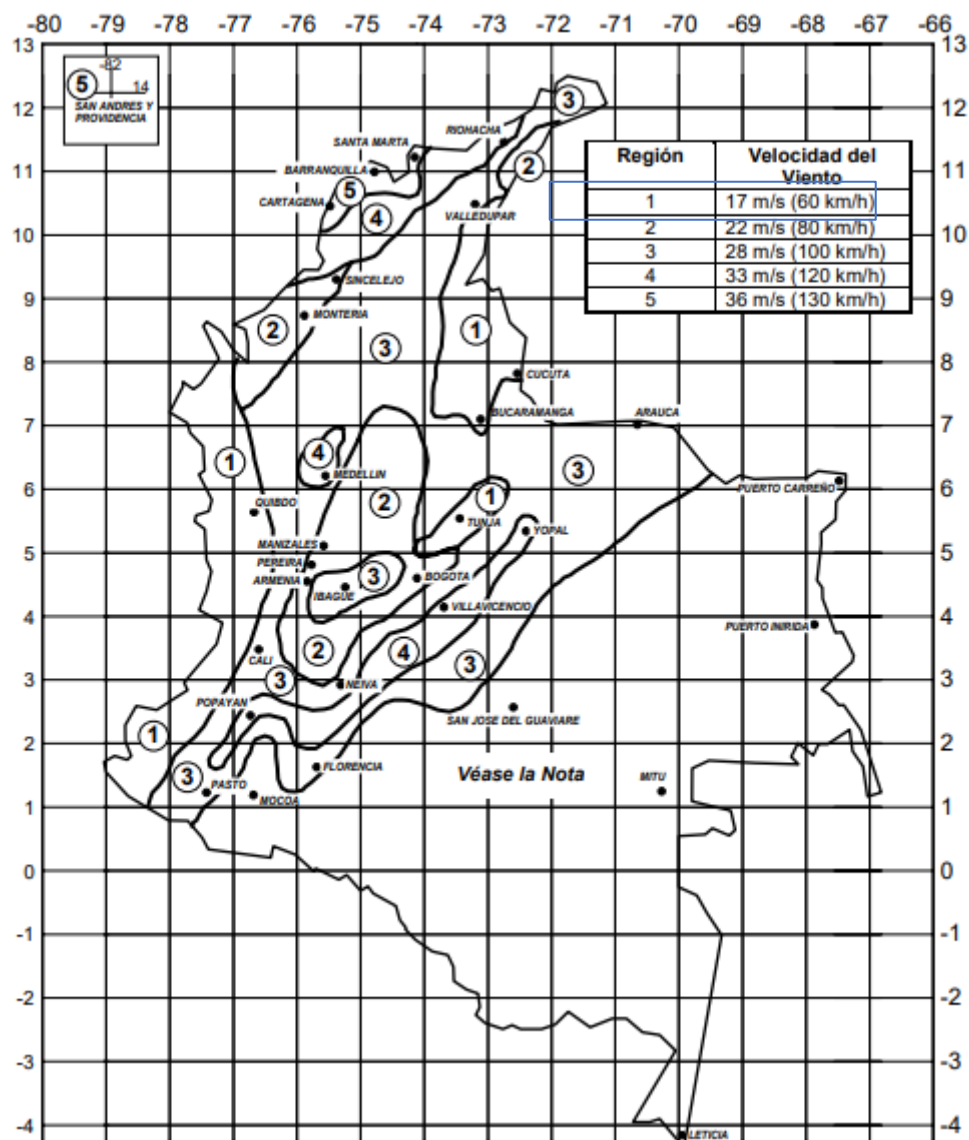


Ilustración 28 velocidad viento NSR 10; Fuente: (NSR 10, Título B; 2010)

Sistema Principal de Resistencia de Fuerzas de Viento – Método 1						$h \leq 18.0 \text{ m}$						
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 $h = 10.0 \text{ m}$, $K_{zt} = 1.0$, 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 29 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:

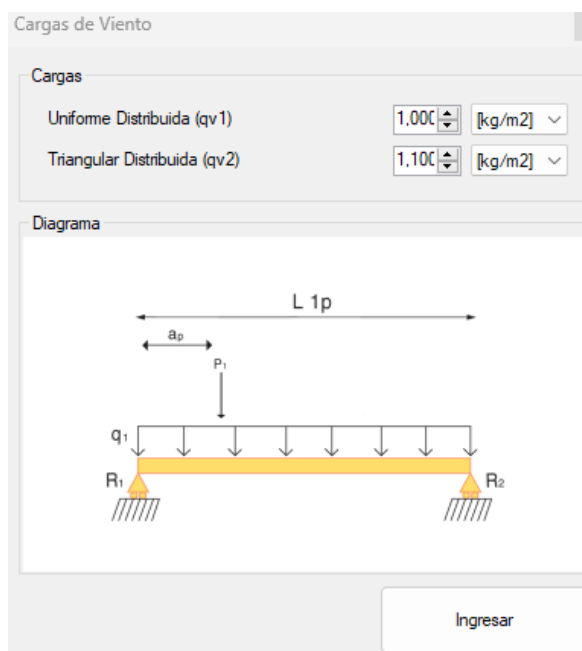


Ilustración 30 cargas de viento; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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 flexion [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 37 Resumen Viga; Fuente: (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 36 Resumen Viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

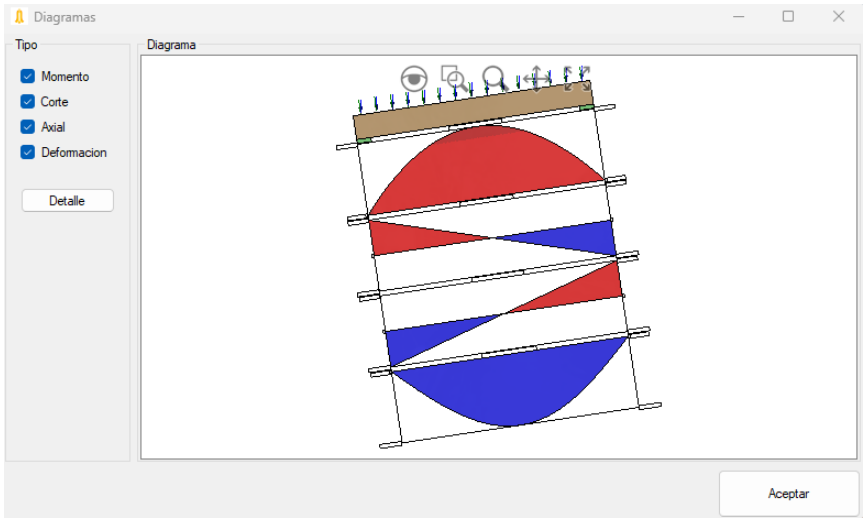


Ilustración 31 diagrama momento, cortante, axial y deformación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Se observa la gráfica de las vigas.

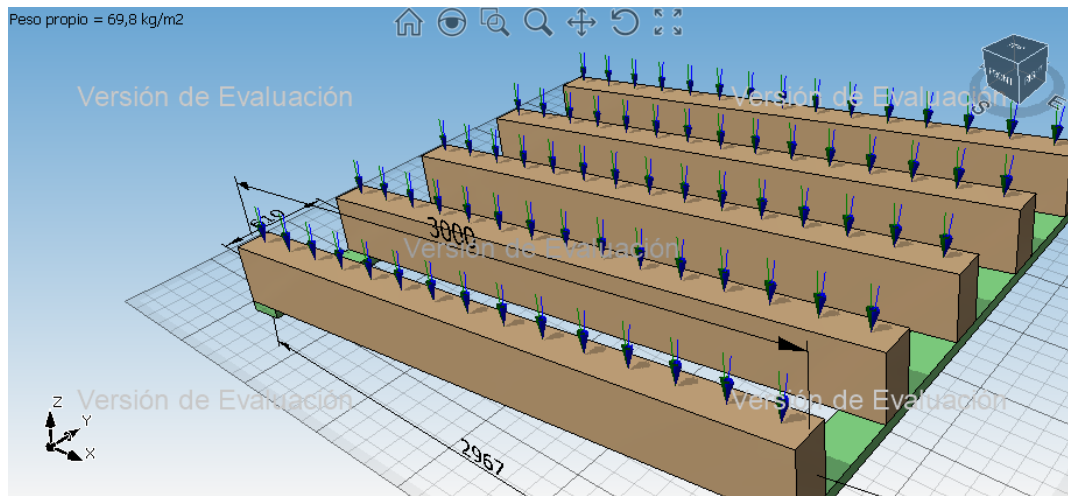


Ilustración 32 gráfica viga; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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:

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

Tipo de Columnas	
	C-T1
	C-T2

Ilustración 33 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:

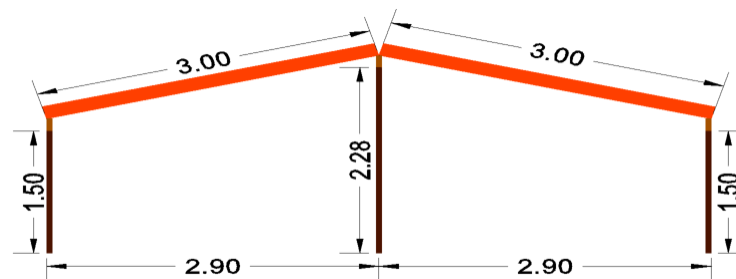


Ilustración 34 pórtico con inclinación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

Columna

Parametros

Pais

Colombia

Especie

Eucalipto

Grado Estructural

ES

Contenido de Humedad

16 %

Acabado

Aseado Bruto

Tamaño de seccion

50mm x 75mm (2x3)

☐ especificar otra sección

b

50

[mm]

h

75

[mm]

Tensiones Admisibles

Tension	Valor (MPa)
Flexion	12,7
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 35 parámetros columna; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

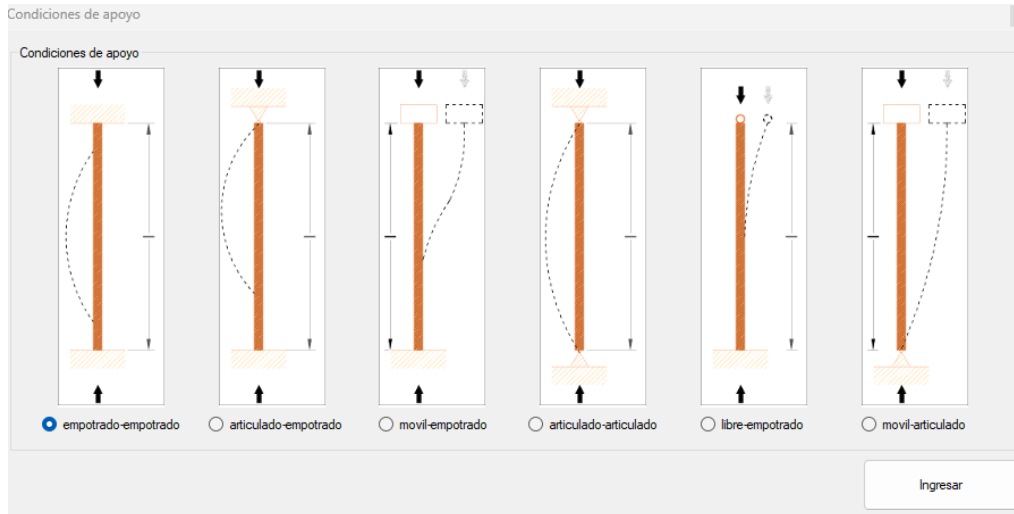


Ilustración 36 condiciones de apoyo; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

Se deben tener en cuenta las siguientes restricciones de pandeo:

Ilustración 37 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.

Ilustración 38 dimensionamiento de columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Para este caso solo se coloca la carga permanente calculada.

$$Carga_{permanente} = Carga\ Total\ Vigas * \text{Área Techo}$$

Ecuación 21 Carga Permanente

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

Ilustración 39 carga permanente; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

Ilustración 40 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.

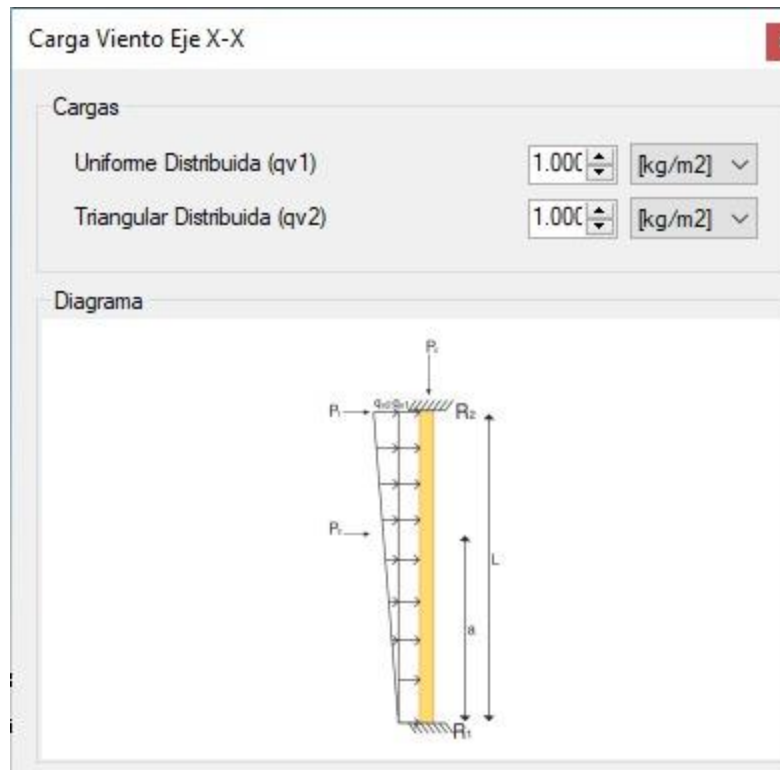


Ilustración 42 carga vientos X-X; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

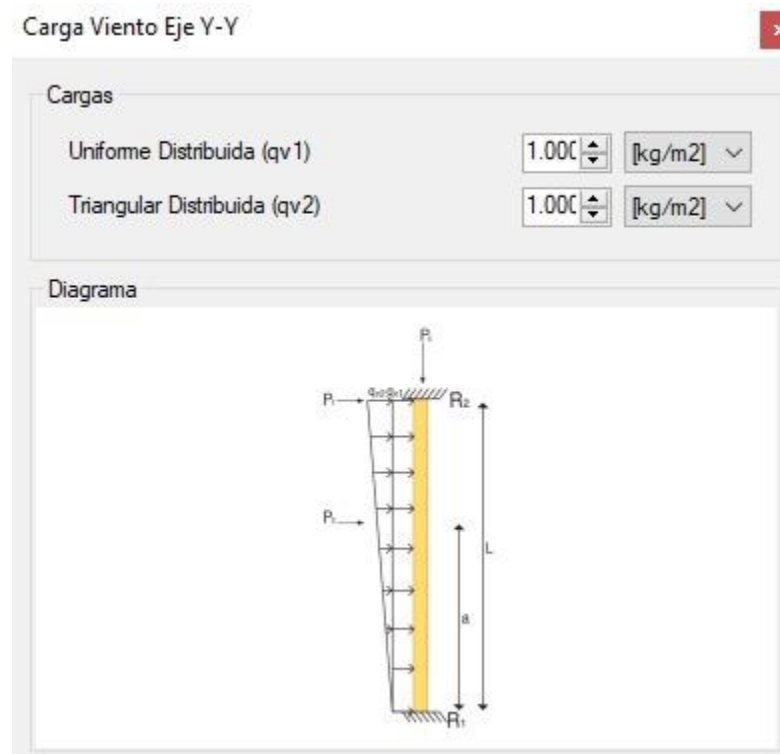


Ilustración 41 carga viento Y-Y; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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:

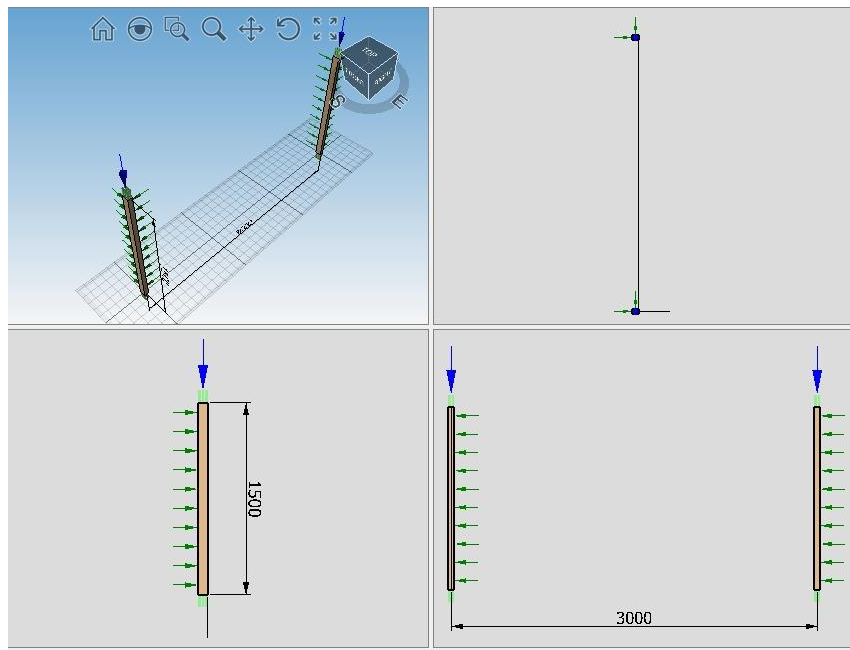


Ilustración 43 gráfico columnas; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

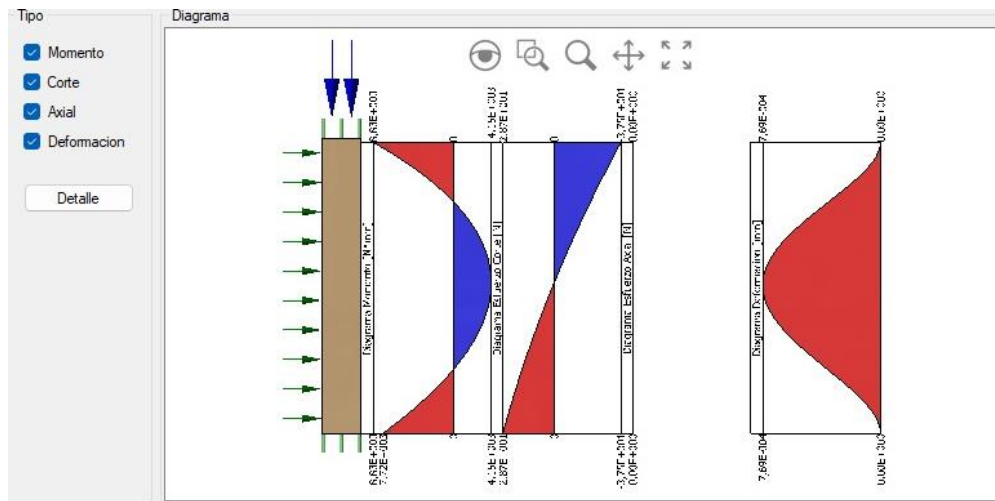


Ilustración 44 diagrama momento, corte, axial y deformación; Fuente: (Silva & Valencia, 2023)

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

Diagrama de la pletina bicromatada para empotrar, mostrando las dimensiones A y B.

Propiedades

A
Acero

B
YELLOW
Recubrimiento bicromatado

Materiales base

Madera maciza, madera compuesta o madera laminada

Datos					
Código	Dimensiones [mm]			Fijaciones	
	A	B	Espesor	Nº Orificios	Ø Orificios [mm]
PTM18040	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 45 pletina Bbicromatada; 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	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

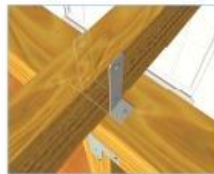


Ilustración 46 soporte en U; Fuente: (INDEX, 2017)

Este tipo de soporte estará en las uniones de las vigas V-T2 o V-T1 con las vigas V-T3.

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 47 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 48 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.

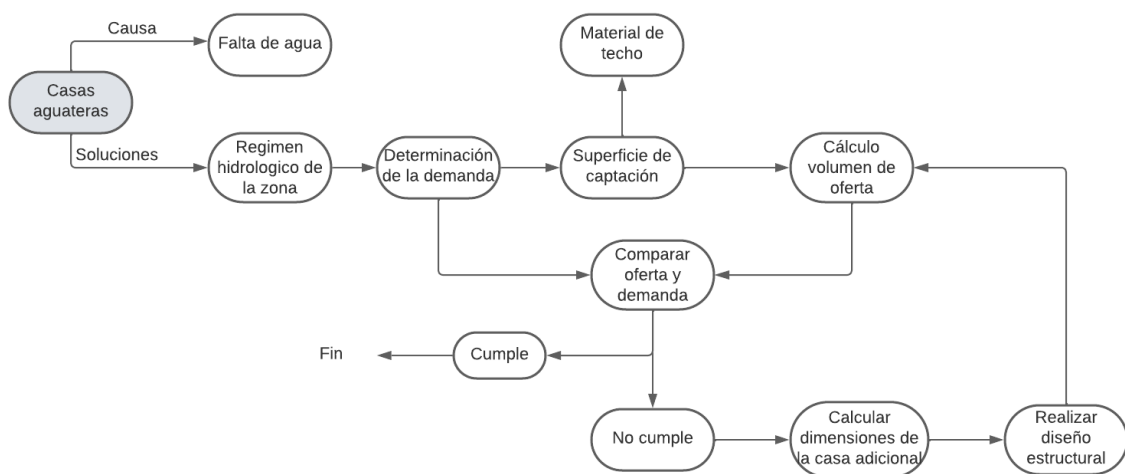


Diagrama 8 Ingeniería conceptual

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.

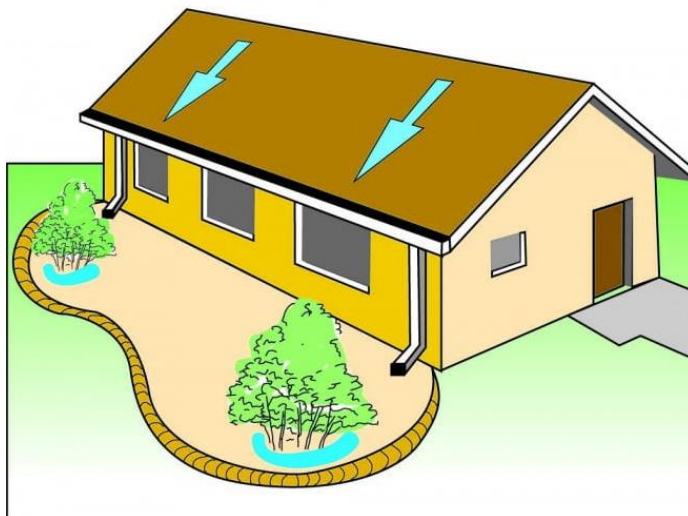


Ilustración 49 sistema simple de captación; Fuente: (Arkiplus; 2020)

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.

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 38 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 39 Costo Casa Adicional

ANEXO 6: 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.

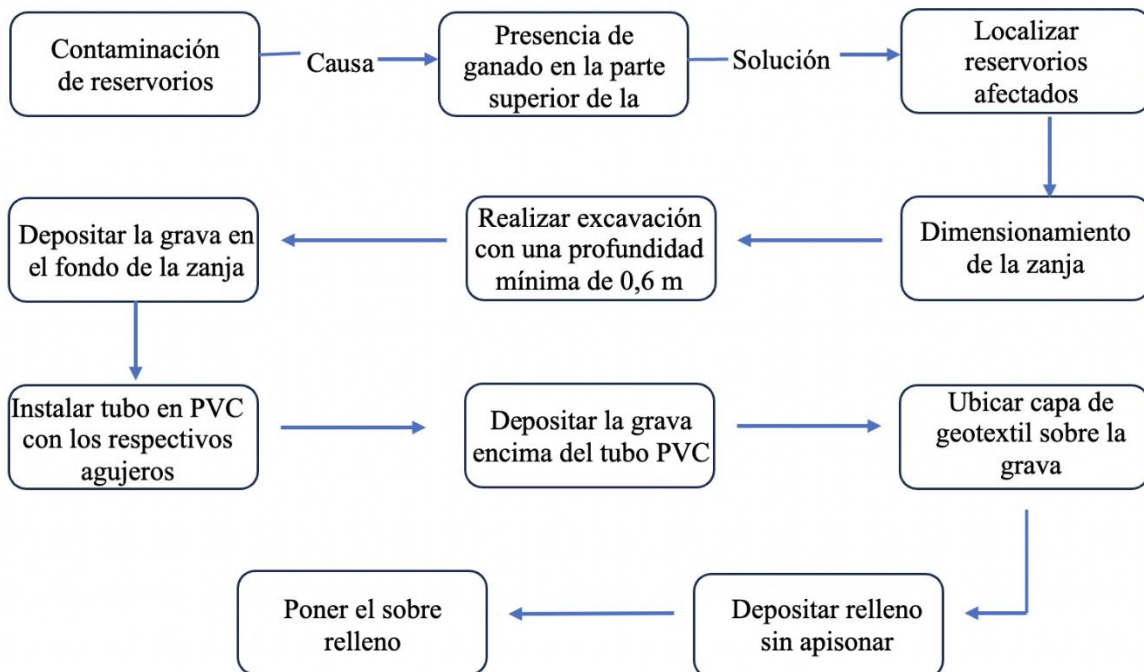


Diagrama 9 Realización de la zanja. Fuente. Gamboa, 2023.

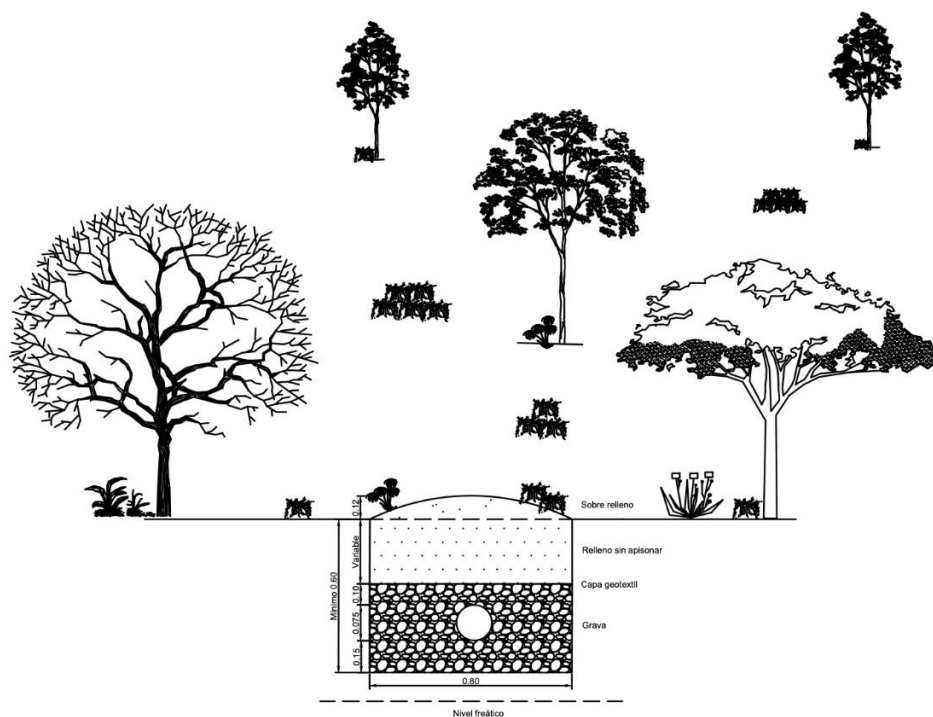


Ilustración 50 Zanja de infiltración. Fuente. Gamboa, 2023.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que con cada tormenta de lluvia las zanjaz 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.

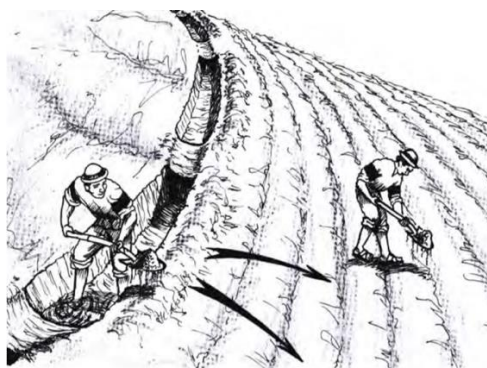


Ilustración 51 Mantenimiento zanja de infiltración. Fuente. Cartilla de capacitación JALDA.

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



Ilustración 52 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.

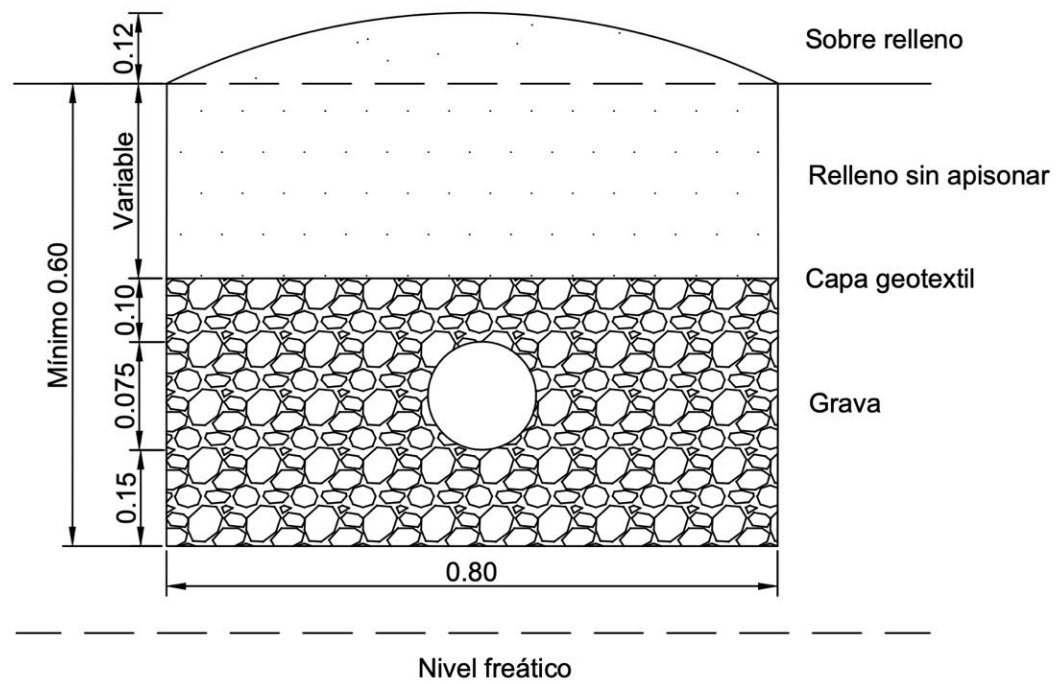


Ilustración 53 Zanja de infiltración sección transversal. Fuente. Gamboa, 2023.

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.

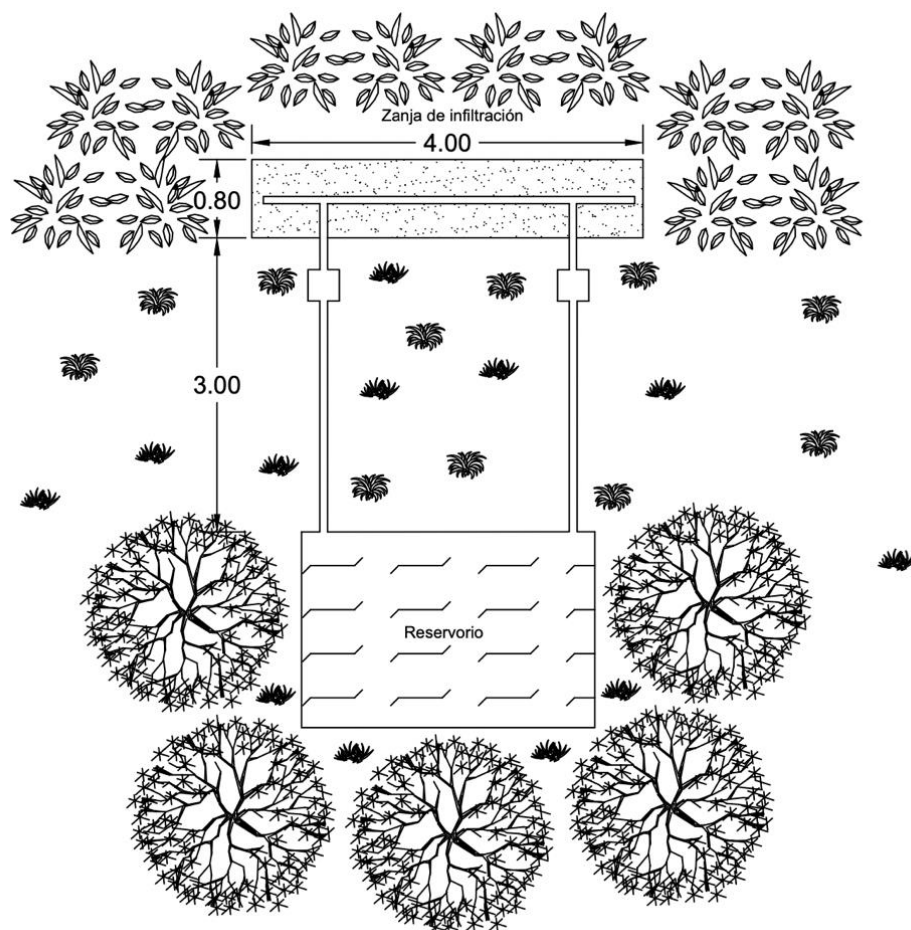


Ilustración 54 Zanja de infiltración vista en planta. Fuente. Gamboa, 2023

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:

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

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)

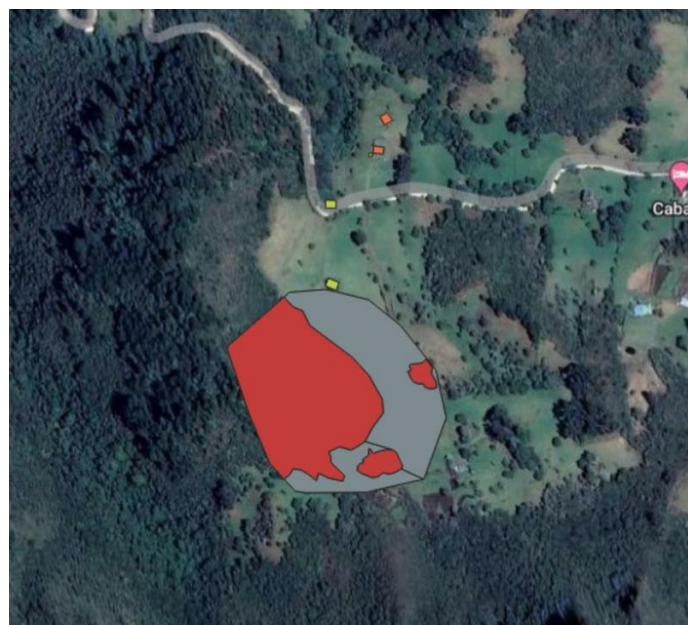
Para la realización de la ecuación anterior, fue necesario calcular el área aferente. Este cálculo se realizó en la herramienta computacional QGIS y el resultado fue de 31633,53 m^2 .



Ilustración 55 . 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 56 Superficies Fuente. Gamboa, 2023

Características de la superficie	Periodo 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 57 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:

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

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

$$C = 0,37$$

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.

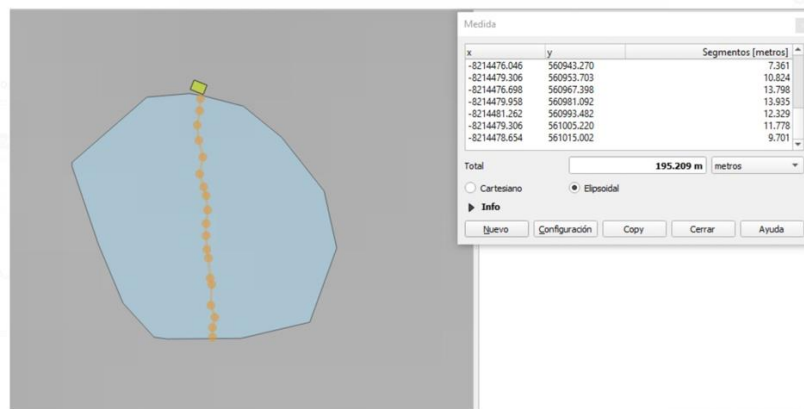


Ilustración 58 Longitud del cauce. Fuente. Gamboa, 2023.

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

$$t_c = 0,06628 \left(\frac{L^{0,77}}{I^{0,385}} \right)$$

$$t_c = 0,06628 \left(\frac{195,209^{0,77}}{3,2^{0,385}} \right)$$

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

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:

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

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

$$Y = 47,44$$

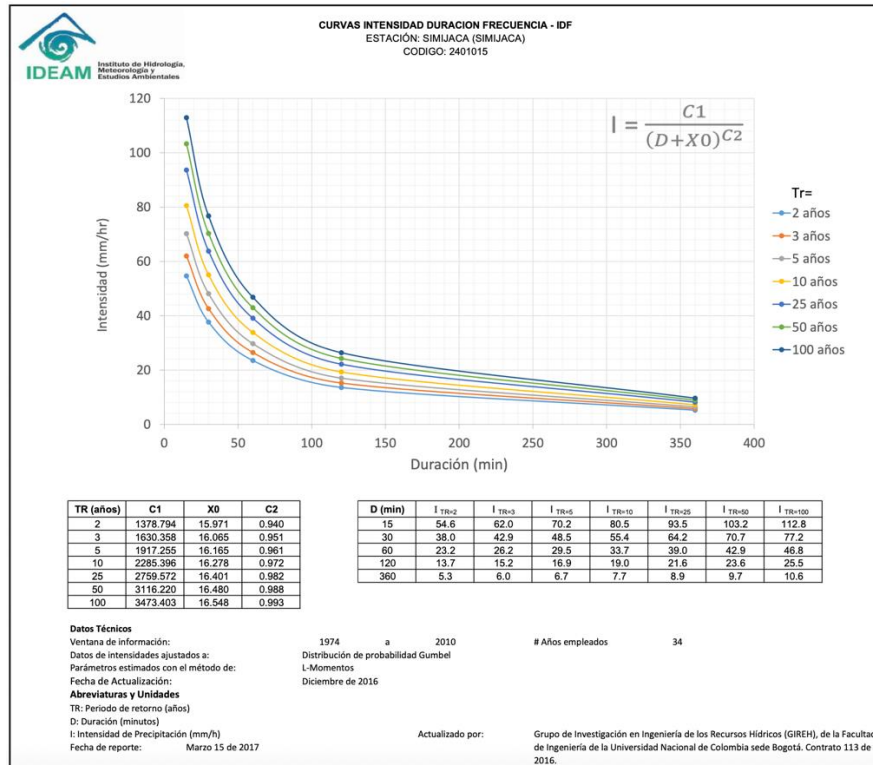


Ilustración 59 Curvas IDF estación Simijaca. Fuente. IDEAM, 2023.

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

$$i = \frac{C_1}{(D + X_0)^{C_2}}$$

$$i = \frac{2285,396}{(47,44 + 16,278)^{0,972}}$$

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

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:

$$Q_p = \frac{C * i * A}{3,6}$$
$$Q_p = \frac{0,37 * 0,0040 * 0,031}{3,6}$$
$$Q_p = 0,0000127 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0127 \text{ L/s}$$

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 60 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.

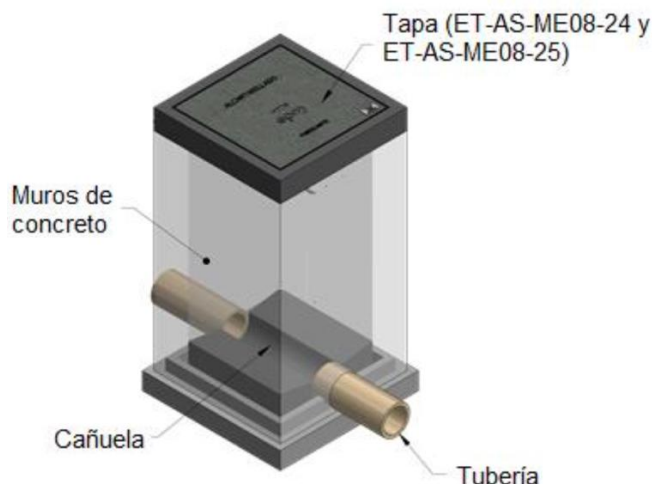


Ilustración 61 Caja de inspección. Fuente. EPM, 2019

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.

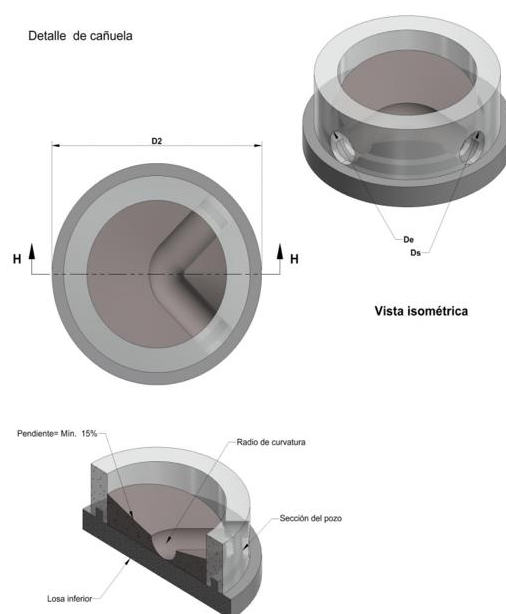


Ilustración 62 Detalle de cañuela. Fuente. EPM, 2017

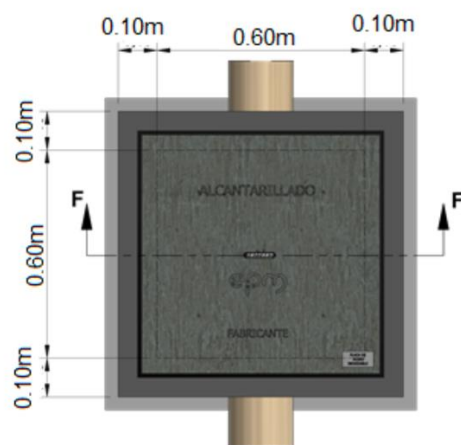


Ilustración 63 Caja de inspección – Vista en planta. Fuente. EPM, 2019.

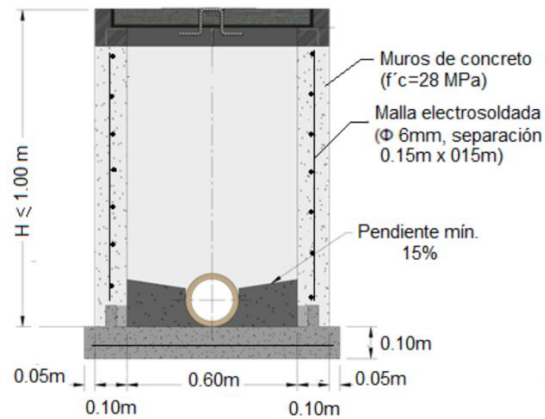


Ilustración 64 . Caja de inspección – Sección transversal. Fuente. EPM, 2019.

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 40 Cotización insumos zanja infiltración. Fuente. Gamboa, 2023.

ANEXO 7: 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:

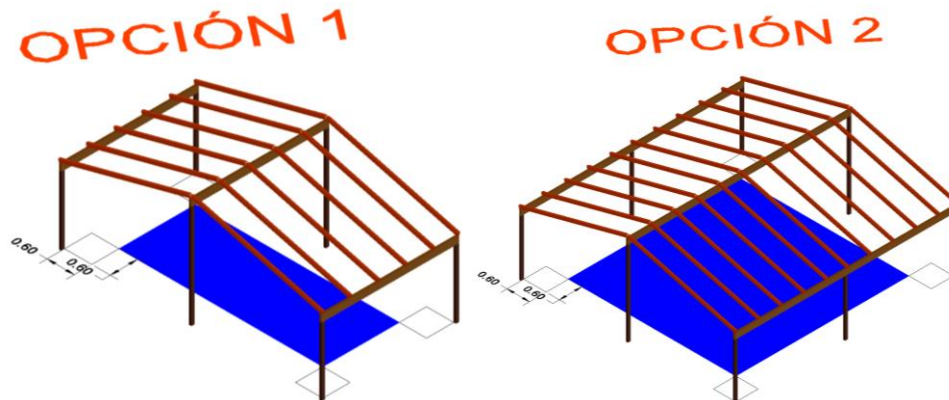
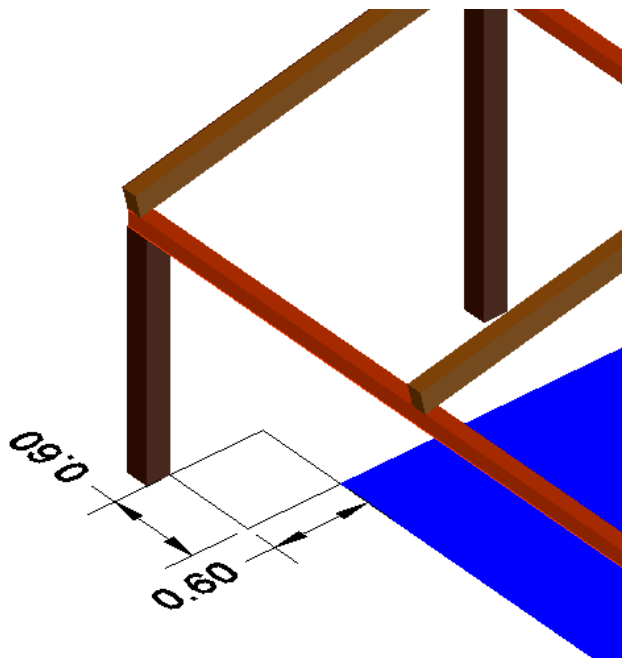


Ilustración 65 Diseño de las estructuras que protegerá el servicio Fuente: Silva & Valencia, 2023

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 66 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 41 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

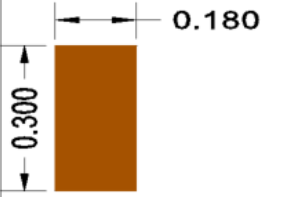
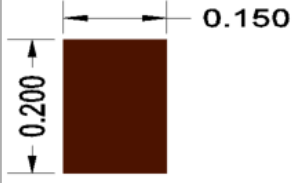
Seccion Transversal	
	Vigas
	Columna

Ilustración 67 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.

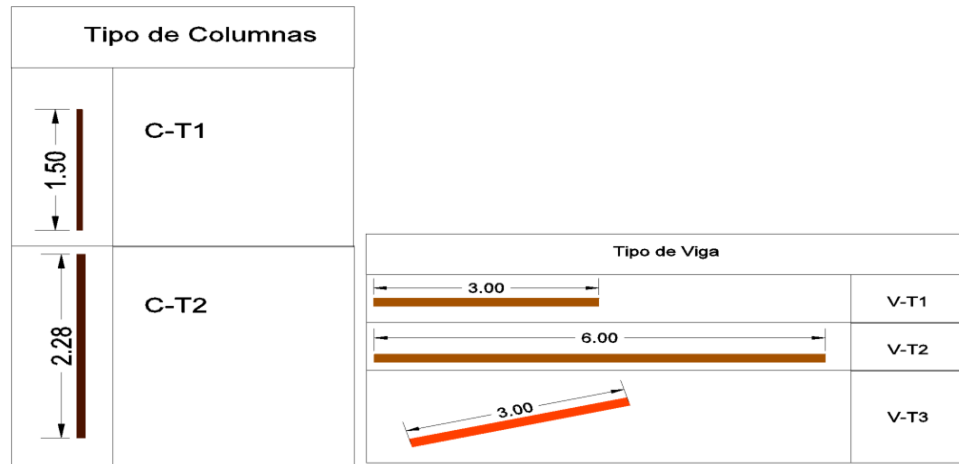


Ilustración 68 Tipología o nomenclatura de las columnas y vigas Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- 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.

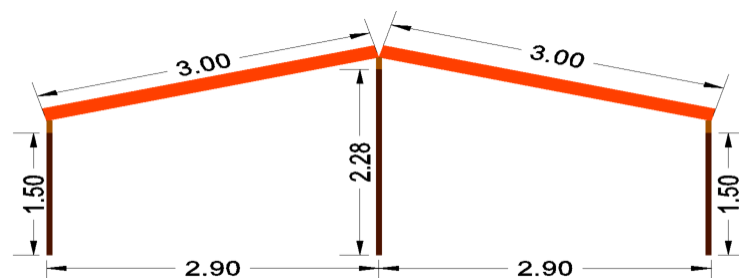


Ilustración 69 Pórtico con inclinación Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- 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.

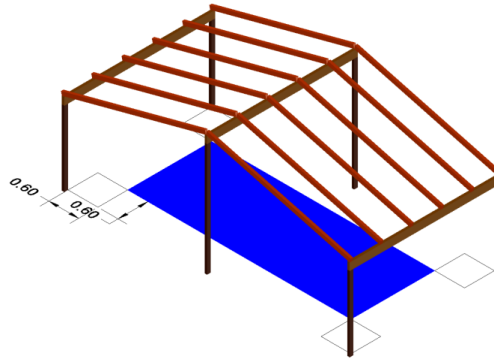


Ilustración 70 Estructura opción 1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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.

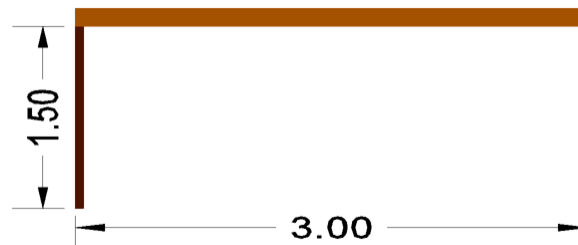


Ilustración 71 Pórtico lateral opción 1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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.

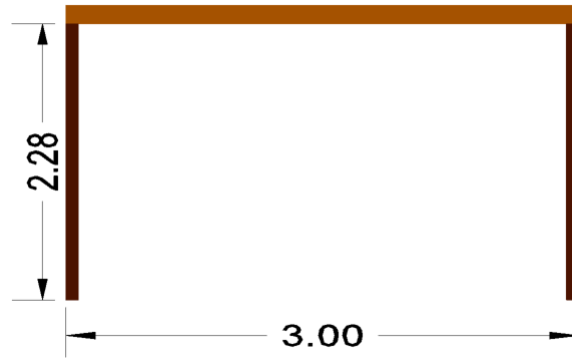


Ilustración 72 Pórtico central opción 1Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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.

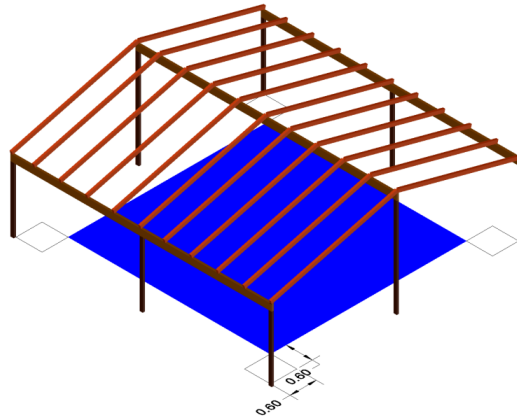


Ilustración 73 Estructura opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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.

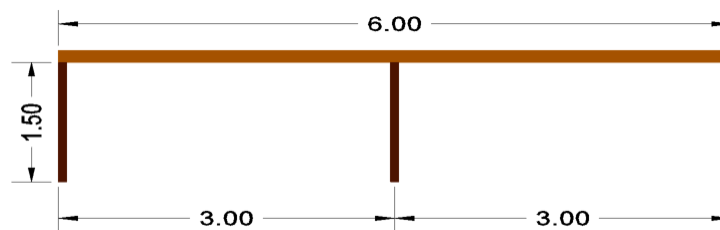


Ilustración 74 Pórtico lateral opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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.

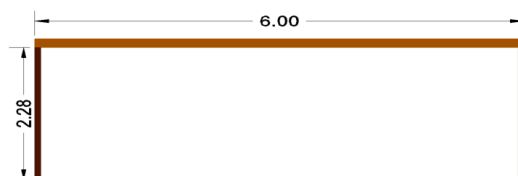


Ilustración 75 Pórtico central opción 2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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.

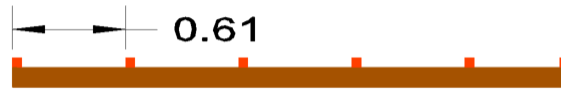


Ilustración 76 Separación de vigas V-T3 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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:

$$Cantidad_{V-T3} = \frac{3m}{0.610m} + 1 \approx 5.91$$

$$Cantidad_{V-T3} = 6$$

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:

$$Cantidad_{V-T3} = \frac{6m}{0.610m} + 1 \approx 10.83$$

$$Cantidad_{V-T3} = 11$$

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 77 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.

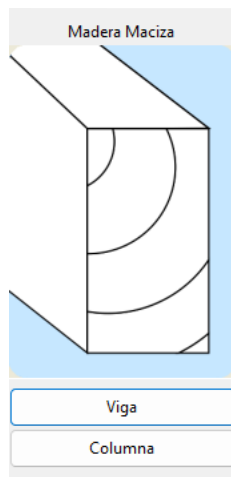


Ilustración 78 Viga Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- 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]

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 79 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): 610 [mm]

Diagrama

Tipo de restricción al volcamiento

☒ Ninguno

☐ Continuo a lo largo de la viga, placa de espesor 11 [mm] OSB

☐ Cadenetas, crucetas o costaneras distanciadas a [mm] Perfil cadeneta

Ingresar

Ilustración 80 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 3000 [mm]
tramo 1 [mm]
tramo 2 [mm]
tramo 3 [mm]
tramo 4 [mm]

Voladizo

☒ Empotrada ☐ Apoyada (Fijo+Movil)

apoyo(L2) 0 [mm]

Empotrada

☒ Bi-empotrada ☐ Empotrada-Apoyada (Movil)

Diagrama

Ingresa

Ilustración 81 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:

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

Ecuación 29 Carga total

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

Ecuación 30 Carga uniformemente distribuida

$$M_{max} = \frac{q \left(\frac{N}{mm} \right) * (\text{longitud de la viga})^2}{8}$$

Ecuación 31 Momento máximo de la sección

$$W_n = \frac{\text{ancho viga} * \text{altura viga}^2}{6}$$

Ecuación 32 Modulo de flexión de la sección transversal

$$F_{trabajo} = \frac{M_{max}}{W_n}$$

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 42 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 43 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 44 Calculo viga V-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

➤ Cargas permanentes

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 82 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:

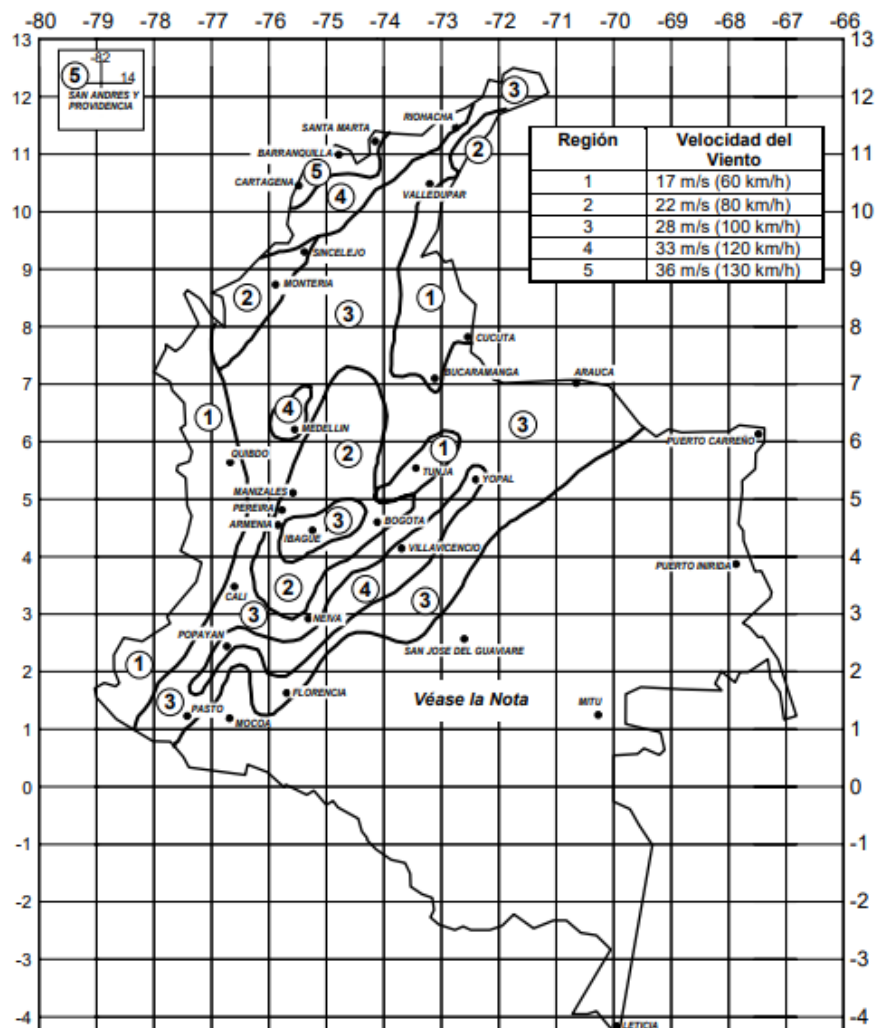


Ilustración 83 Velocidad Viento NSR-10 Ref. (NSR 10; Título B, 2010)

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 _{GH}	G _{GH}	
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 84 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 kn/m^2 .

Y se pone de la siguiente manera:

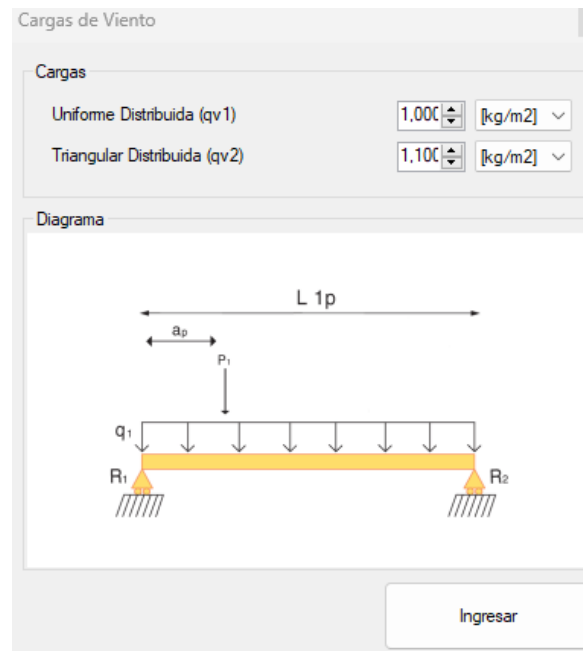


Ilustración 85 Cargas de viento Ref. (Silva & Valencia, 2023)

➤ 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 [MPa]	8,04	0,03	0	Cumple

Tabla 45 Resumen viga Ref. (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-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 46 Resumen viga Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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

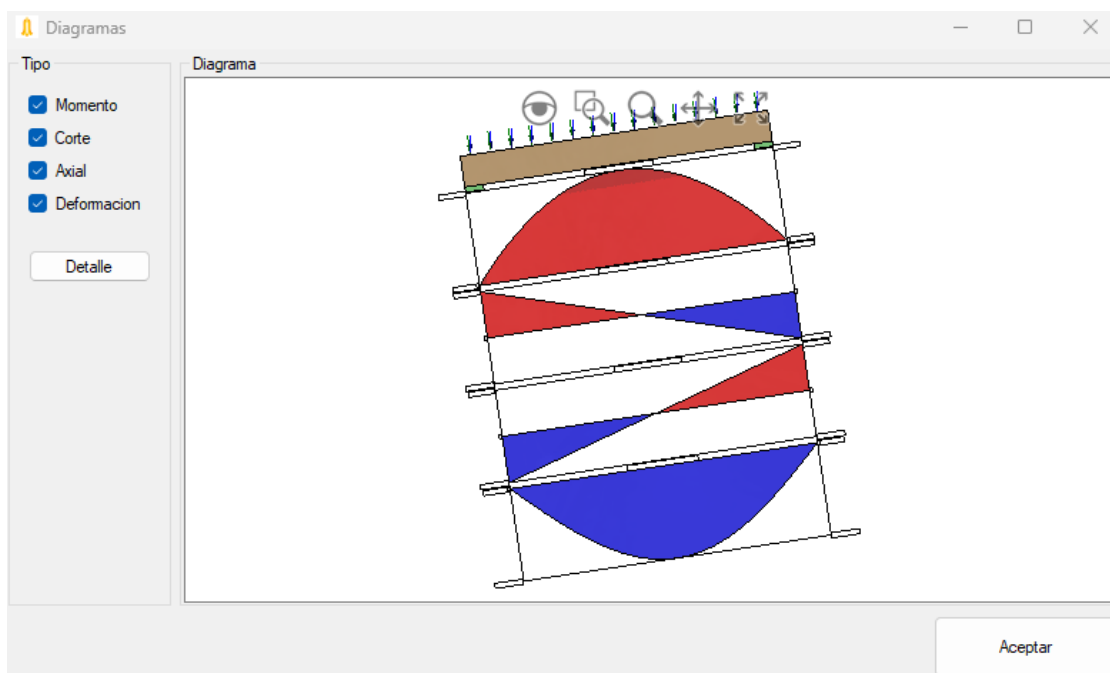


Ilustración 86 Diagrama de Momento, Cortante, Axial y Deformación Ref. (Silva & Valencia, 2023)

➤ Se observa la gráfica de las vigas.

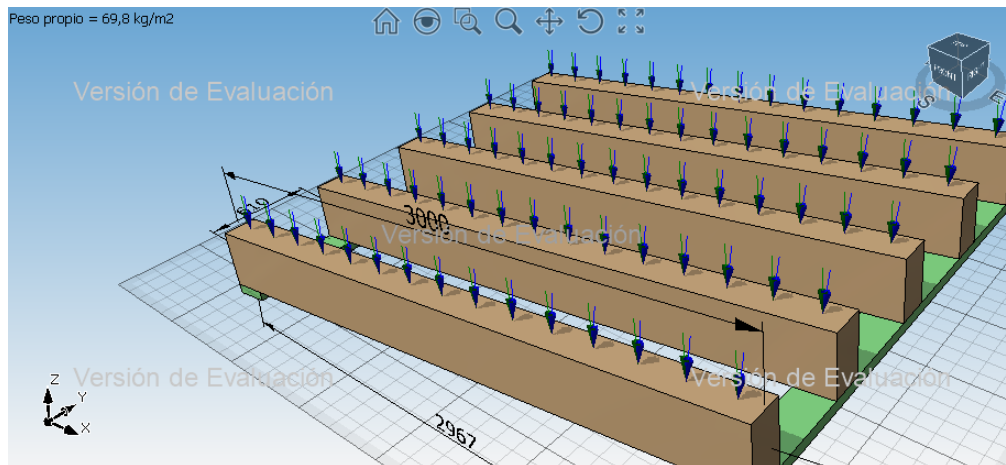


Ilustración 87 Grafica viga Ref. (Silva & Valencia, 2023)

- 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]

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

A diagram showing a square cross-section of a column. The width is labeled 150 and the height is labeled 200. The square is divided into four triangles by two diagonal lines.

Calcular Tensiones Admisibles

Ingresar

Ilustración 88 Parámetros columnas Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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

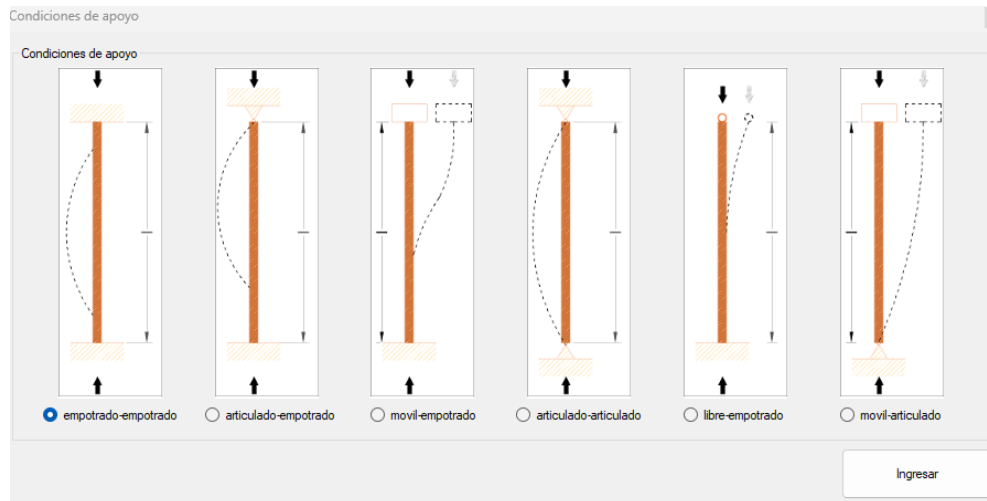


Ilustración 89 Condiciones de apoyo Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Se deben tener en cuenta las siguientes restricciones de pandeo:

Ilustración 90 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)	1500	[mm]
Número columnas	2	
Espaciamiento columnas	3000	[mm]

Ilustración 91 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:

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

Ecuación 34 Carga permanente

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

Tabla 47 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 92 Cargas de compresión C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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

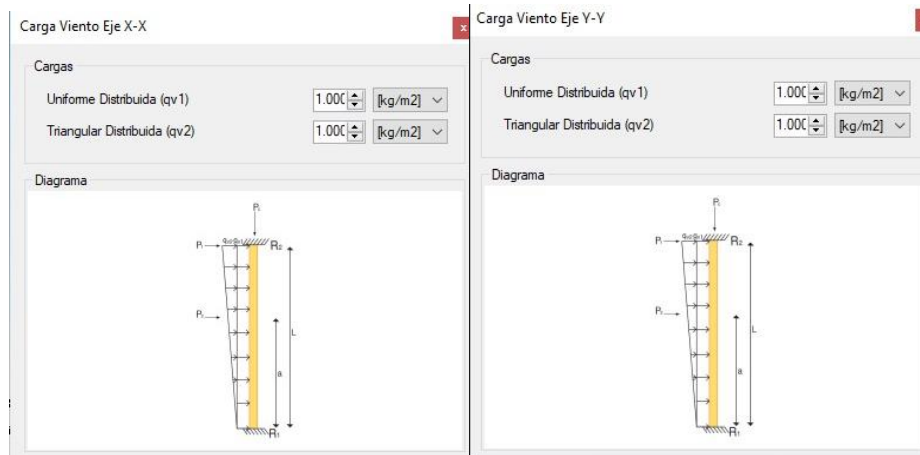


Ilustración 93 Cargas de viento en los ejes x-x y-y para C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Momento, cortante, deformación y axial:

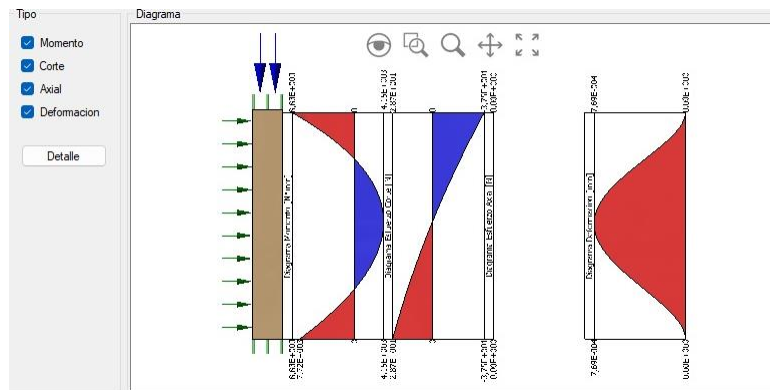


Ilustración 94 Momento, cortante, deformación y axial para C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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 48 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 95 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 49 Carga permanente C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Carga de Compresion	
Carga Permanente	184.41 [kg]
Sobrecarga de techo	0.00 [kg]
Sobrecarga de piso	0.00 [kg]
Nieve	0.00 [kg]

Ilustración 96 Cargas de compresión C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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

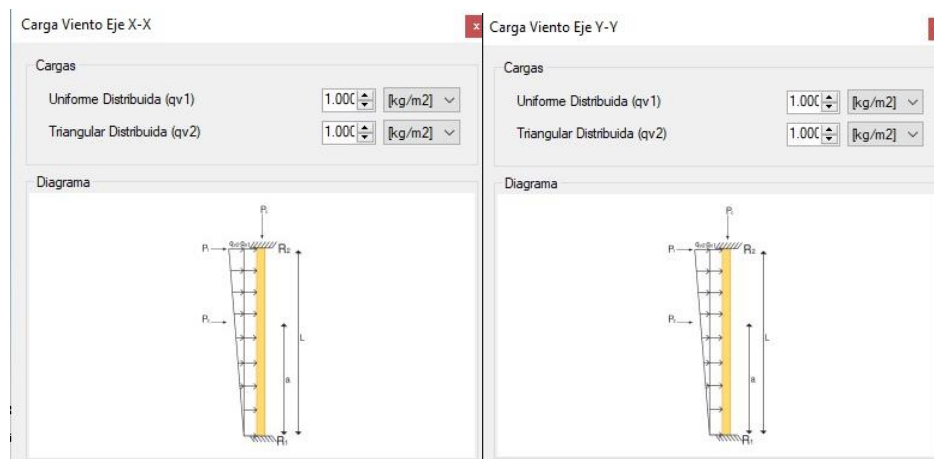


Ilustración 97 Cargas de viento en los ejes x-x y-y para C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

Momento, cortante, deformación y axial:

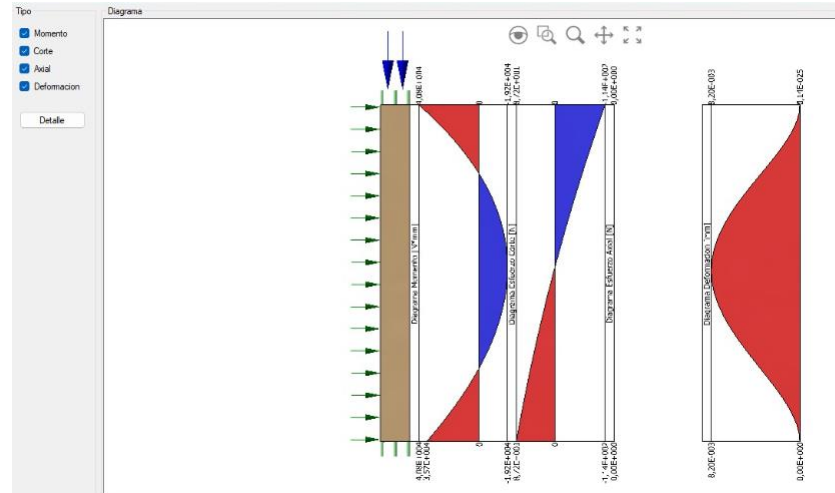


Ilustración 98 Momento, cortante, deformación y axial para C-T2 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

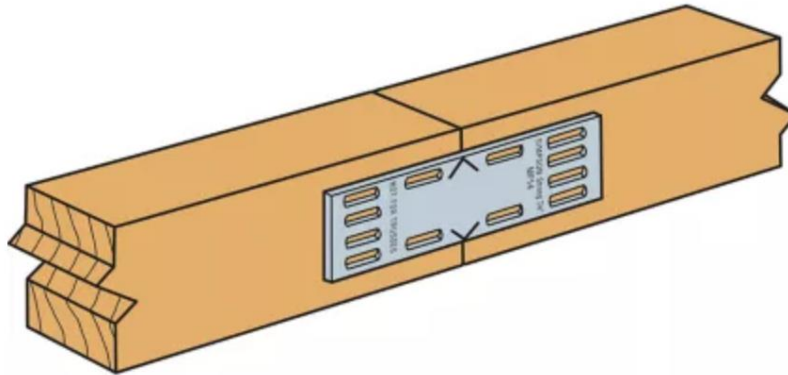
Resumen columna:

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 50

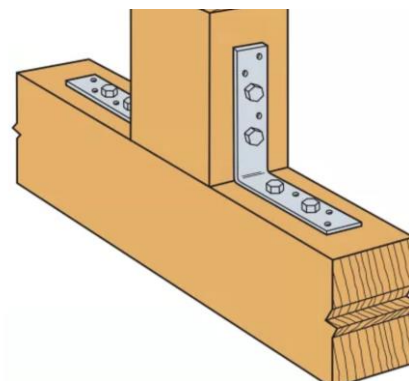
Resumen columna C-T1 Ref. (Silva & Valencia, 2023)

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



*Ilustración 99 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 100 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.

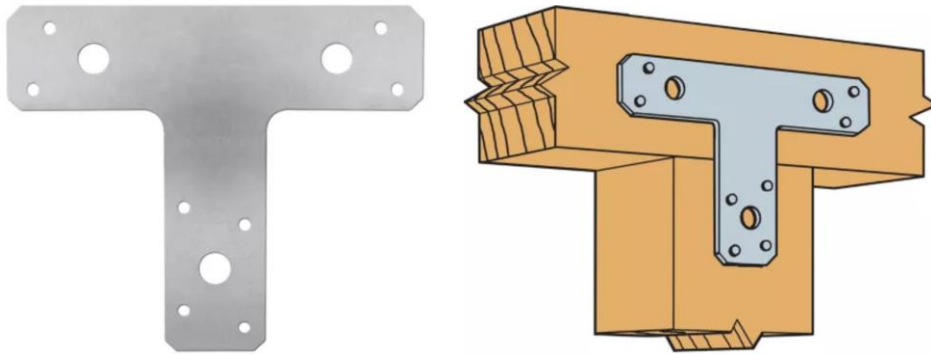


Ilustración 101 Pletina en T 6x6 Ref. (Pletina en T, 2023)

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.

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 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.

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 escurrimiento 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.

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 51 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 52 Costos opción 1 Ref. (Silva, 2023)

ANEXO 8: 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.



Ilustración 102 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 103. 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 104. 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 105. 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 106. 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 de 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:

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.

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 \$ 168.700,00

(Tabla 53. Costos unitarios filtro de carbón activado casero) ((Sistemas e Irrigaciones S.A.S., 2021)

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

ANEXO 9: OPTIMIZACION DE DEMANDA DE AGUA POR CADA FAMILIA

6.1 Descripción General:

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

6.2 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 54 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 $140 \frac{\text{Litros}}{\text{Habitante} \cdot \text{dia}}$

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

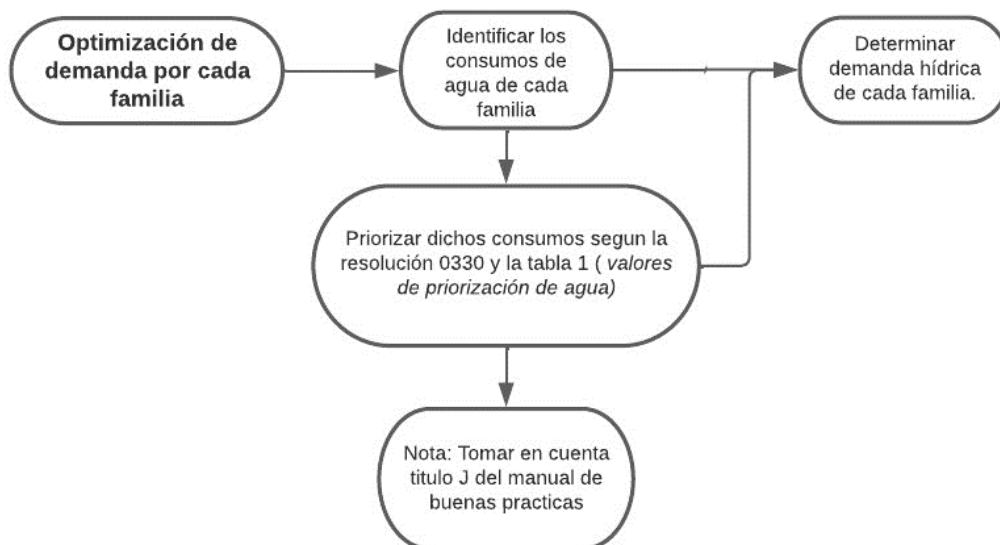


Diagrama 10 paso a paso para la optimización de demanda

6.3 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		
Actividad	Consumo	
Aseo personal	15	L/hab*día
alimentos	5	L/hab*día
sanitario	30	L/hab*día
Total	50	L/hab*día

USO AGUA		
Actividad	Consumo	
VACAS	40	L/hab*día
PERRO	0,5	L/hab*día

Tabla 55 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 $40 \frac{L}{hab*día}$ por cada una y en el caso de perro es de $0.5 \frac{L}{hab*día}$. y se utiliza la siguiente formula.

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

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 56 datos obtenidos en la encuesta

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

$$D_{hidrica} = \left(2 \text{ hab} * 50 \frac{L}{hab * día} \right) + \left(2 \text{ vacas} * 40 \frac{L}{vac * día} \right) + \left(1 \text{ perro} * 0.5 \frac{L}{perro * día} \right)$$

$$D_{hidrica} = 180.5 \frac{L}{día}$$

Según lo anterior, la demanda hídrica al día es de $180.5 \frac{L}{dia}$, 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 $5415 \frac{L}{mes}$ y en el caso que se desee en unidades metros cúbicos se debe dividir el valor anterior de $5415 \frac{L}{mes}$ sobre 1000, lo cual nos da un valor de $\frac{5415 \frac{L}{mes}}{1000 \frac{L}{m^3}}$

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**”

6.4 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 él envió 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 activades que involucren el recurso y que esta no supla la demanda real que existe.

ANEXO 10: 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 107 Redes expuestas; Fuente: (Carreño, 2023)



Ilustración 108 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 109 Construcción de la zanja; Fuente: (EMAPASR-EP,2020)

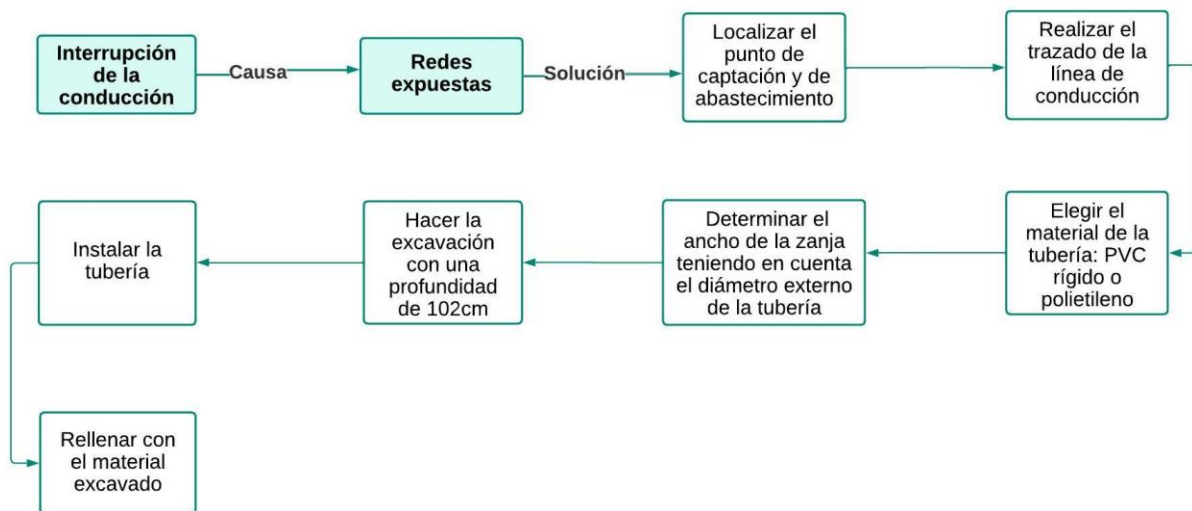


Diagrama 11 Diagrama de flujo solución a la interrupción de la conducción; Fuente: (Carreño,2023)

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

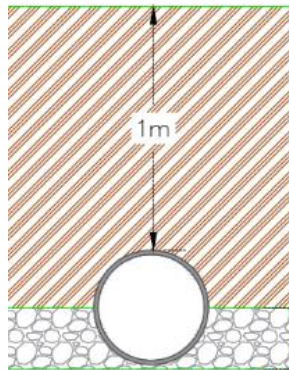


Ilustración 111 cota clave de la tubería; Fuente: (Carreño, 2023)

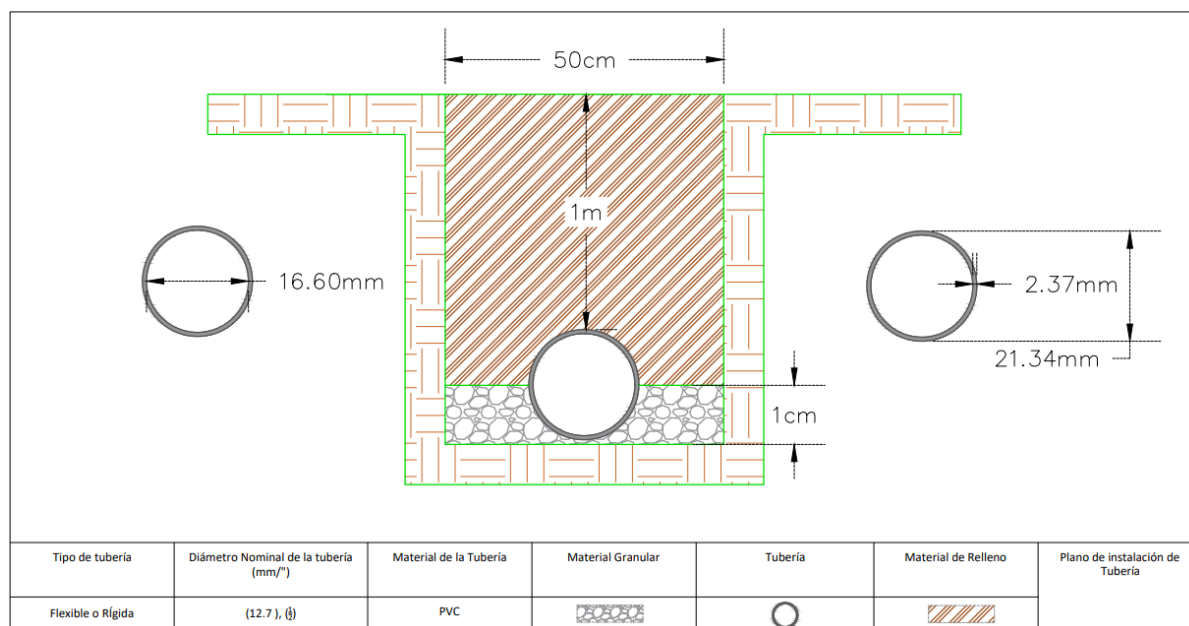


Ilustración 112 Plano de instalación de tubería; Fuente: (Carreño, 2023)

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

ANEXO 11: 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)

MOTOBOMBA DCW40



DCW 40		
MOTOR	Marca	DUCATI Licensed
	Modelo	R100
	Cilindrada (cc)	97.7
	Potencia (Kw / hp / rpm max)	1,83kW / 2.5hp / 4200
	Arranque	Manual
BOMBA	Encendido	Magneto transitorizado
	Diámetro de Succión (Pulgadas / mm)	1.5" / 38
	Diámetro de Descarga (Pulgadas / mm)	1.5" / 38
	Elevación Total (m)	16
	Altura de Succión (m)	6
	Capacidad máxima de Bombeo (litros/hora)	14000
	Tiempo de Auto cebado (Seg/5m)	90 Seg
ACCESORIOS	Sello Mecánico Cuerpo Bomba e Impulsor	Sello cerámico de cierre de fuelle, Cuerpo bomba aluminio, Impulsor de chavetero en hierro fundido
	Acoplamientos de Succión y Descarga	1"x38mm Rácor en aluminio, Tuerca en aluminio
	Abrazaderas de Mangueras (3)	Abrazaderas de anillas
DIMENSIONES	Filtro de Succión	38mm en Polietileno
	Largo x Ancho x Alto (mm)	385 x 285 x 375
	Peso en seco (kg)	12.5
	Capacidad del deposito de combustible (Litros)	1.4
	Autonomía aproximada en minutos con 1 tanque (min) 4200rpm	95

Ilustración 113. Ficha técnica motobomba DCW40

➤ ingeniería conceptual.

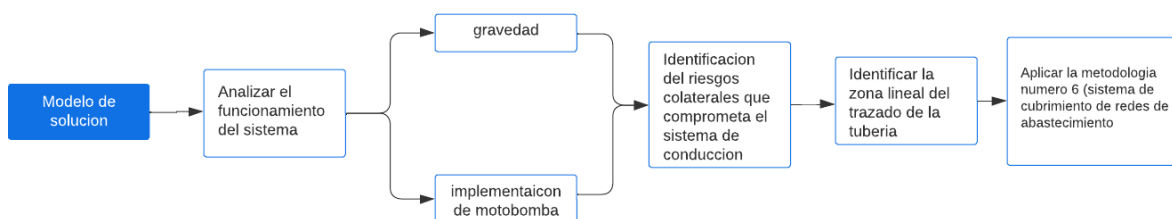


Diagrama 12 Ingeniería Conceptual

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.

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.

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 mantenimiento 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.

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	\$ 46.066
Motobomba	Unidad	\$ 636.429

Tabla 58 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. Recuperado 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/polisombra-men%C3%BA/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=EAIaIQobChMIoaGSjZKbgAMVM4FaBR2ZOAEECAQYAiABEgLzcPD_BwE
- HOMECENTER. (s.f.). Obtenido de https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/142932/agrolene-uv-l-metros-x-10-metros-ancho-cal-7-invernadero/142932/?kid=goosho_1246419&shop=googleShopping&gclid=EAIaIQobChMIwfantJebgAMVSJ5aBR2rQQh5EAQYASABEgJsY_D_BwE
- HOMECENTER. (s.f.). Obtenido de <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/425389/rollo-tela-verde-50m-x-210m-ancho-55gr->

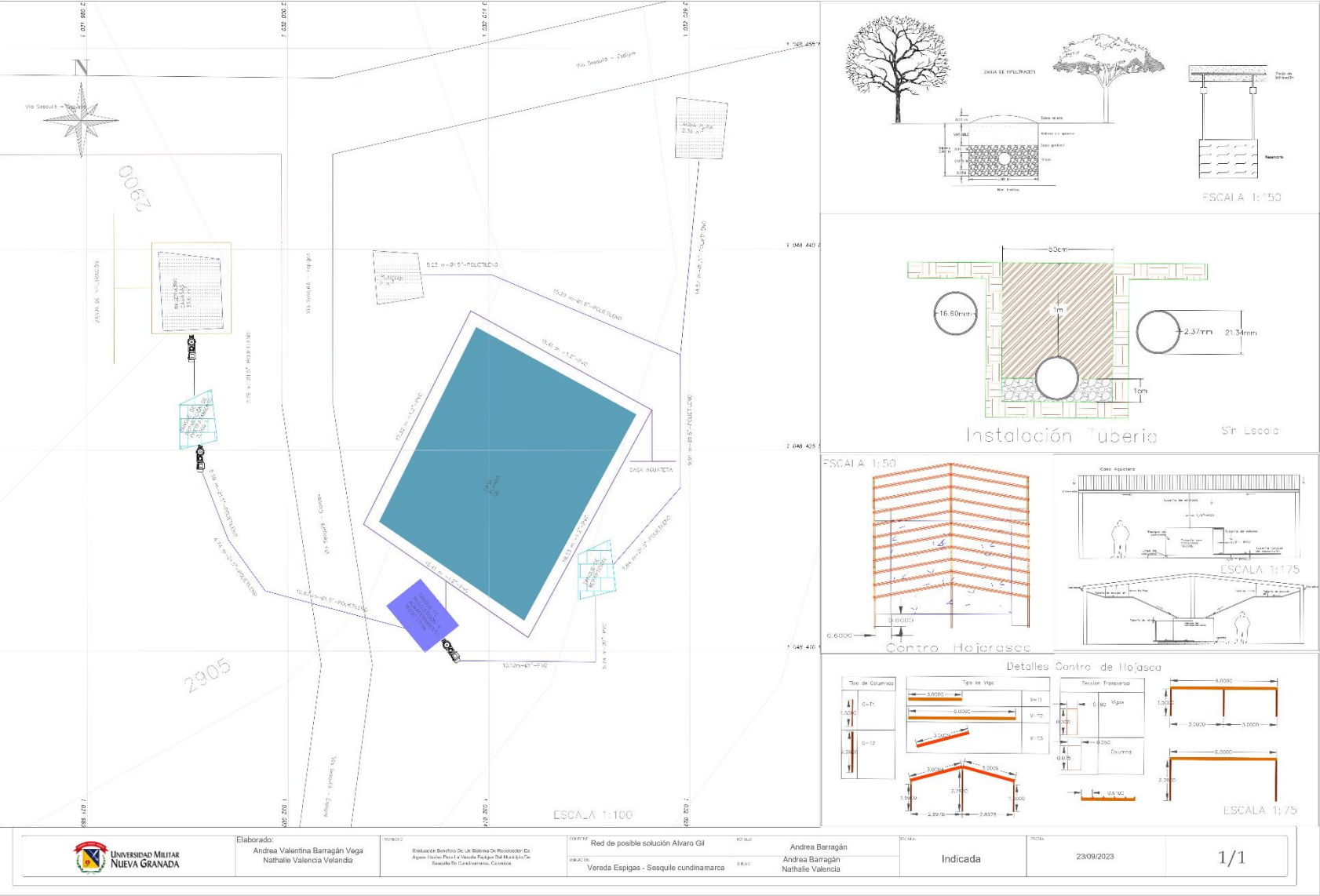
m2/425389/?kid=goosho_1161562&shop=googleShopping&gclid=EAIaIQobChMIoaGSjZKbgAMVM4FaBR2ZOAEECAQYASABEGLaafD_BwE

- 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 Frigicol: <https://www.frigicoll.es/blog/filtro-de-carbon-activo-usos-y-donde-comprarlo/#:~: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-de-lluvia/#!>
- 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_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
- 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+para+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 .
- Viviedad, M. d. (08 de Noviembre de 2018). Resolución 0844 de 2018. Bogotá D.C, Bogotá D.C, Colombia .

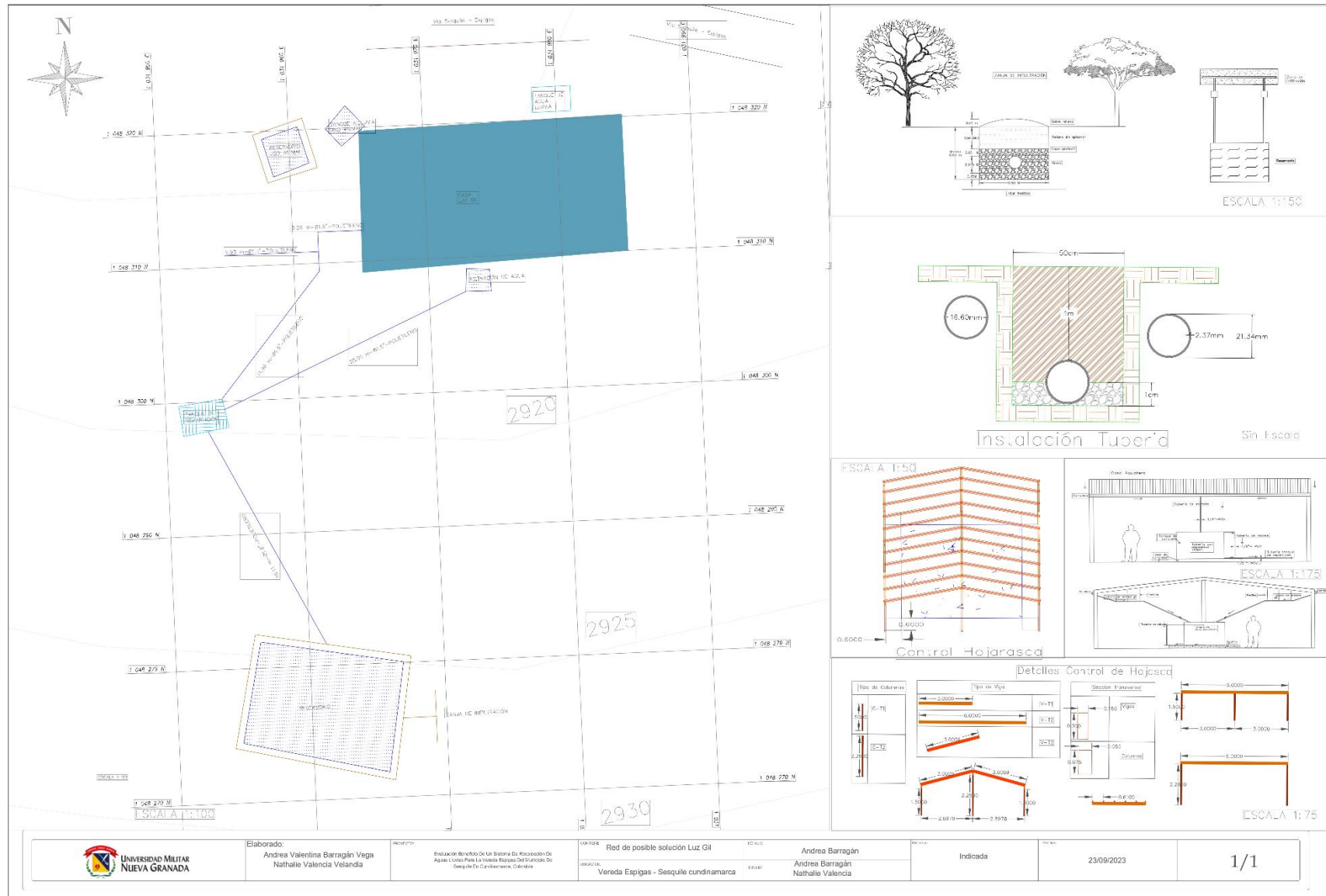
- AGROSYNC. (30 de agosto de 2023). Croper.com. Obtenido de <https://croper.com/products/8798-manguera-negra-de-poli-etileno-para-riego-1-pulgada-x-100-mts>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Por lo cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento 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-precio-unitario.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.arqbi-ental.org/2021/08/30/captacion-de-agua-de-lluvia-ventajas-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-de-lluvia/>

- 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)

ANEXO 12: DISEÑO ÁLVARO GIL



ANEXO 13: DISEÑO LUZ GIL



ANEXO 14: DISEÑO JAIRO GIL

