



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORIA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA

**“ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO Y SISTEMA
SÉPTICO INTEGRADO, PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
CENTRO POBLADO MATA DE CAFÉ MUNICIPIO DE MUZO-BOYACA”**

JUAN CARLOS VELASQUEZ FORERO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS ABIERTA Y A DISTANCIA
CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA
CHIQUEQUIRA, BOYACA**

2018

**“ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO Y SISTEMA
SÉPTICO INTEGRADO, PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
CENTRO POBLADO MATA DE CAFÉ MUNICIPIO DE MUZO-BOYACA”**

JUAN CARLOS VELASQUEZ FORERO

**Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar
al título de:**

CONSTRUCTOR EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

Director:

ARQUITECTO RODRIGO AVENDAÑO COLMENARES

Línea de Investigación:

AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

Grupo de Investigación:

SANEAMIENTO BASICO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS ABIERTA Y A DISTANCIA

CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

CHIQUEQUIRA, BOYACA

2018

A Dios por la sabiduría, el tiempo y los recursos, a mi esposa e hijos por su sacrificio constante, a mi mama por su apoyo moral e incondicional y al ingeniero Isduar Humberto Paez Ramos quien ayudo abrir esta puerta que muchas veces pensé, se había cerrado definitivamente.

Que este título sea la oportunidad de servirles mejor y que los frutos que de el se obtengan podamos disfrutarlos en una medida superior a lo que cada uno aporte

JUAN CARLOS VELASQUEZ FORERO

Agradecimientos

Este PROYECTO ha sido el resultado de la lucha incansable por desear obtener el título de CONSTRUCTOR EN ARQUITECTURA E INGENIERIA, fue un objetivo de vida propuesto hace varios años desde el momento en que Dios me dio la oportunidad de dar inicio al estudio de esta carrera.

Quiero agradecer a Dios por acompañarme a lo largo de esta etapa de vida permitiéndome culminarla satisfactoriamente, a mis hijos quienes son el incentivo y han logrado que me esfuerce cada vez más y trate de superarme para ofrecerles un mejor futuro, a mi esposa **Yudy Rocio Amezquita Beltran** y mi mama **Dora Inés Forero Villamil** quienes han sido el motor de esta aventura, les agradezco su confianza, apoyo moral y económico, dedicación y esmero para conseguir el logro de entregar en sus manos éste título, al ingeniero **Isduar Humberto Paez Ramos** quien sacrifico tiempo de mis labores a su empresa para poder invertir en este reto que permitirá que mi servicio para él sea mejor aún, le agradezco a mis compañeros y amigos de esta gran aventura, por permitirme disfrutar de su amistad y compañía todos estos años y darme un apoyo incondicional, a la universidad y a nuestros profesores por su dedicación, ayuda y empeño para que lograra culminar con éxito éste propósito.

Resumen

La presente investigación está relacionada con el trabajo de indagar, buscar, observar, plantear hipótesis y entregar una solución factible para realizar el proceso de recolección y tratamiento de aguas residuales provenientes del sector mata de café de la vereda Sabripa del municipio de Muzo - Boyacá. Inicialmente, se realiza visita técnica de observación propia al sitio de ubicación, así como recolección de información directamente en el sector, obteniendo datos importantes que servirán al desarrollo de la investigación, además, se realiza el proceso de juntar muestras de agua en diferentes puntos de los vertederos y efluente final; para ser analizadas en laboratorio y conocer sus características físico-químicas; estos datos nos permitirán plantear una alternativa a la problemática descrita, junto con la alternativa física que se plantee se aportara también un presupuesto preliminar que permitirá a quien corresponda tener una idea clara de los dineros que debe invertir en mejorar el vertimiento, recolección, tratamiento y disposición final de estas aguas.

Palabras Clave: Afluente, Aguas residuales, Efluente final, Planta de tratamiento, Vertederos

Abstract

The present investigation is related to the work of investigating, searching, observing, producing results and finding the faults that occur when carrying out the process of collection and treatment of wastewater from the coffee forest sector of the village sabripa of the municipality of Muzo - Boyacá. Initially, a technical observation visit is made to the location site, as well as collecting information directly in the sector, obtaining important data that will serve the development of the research, in addition, the process of collecting water samples in different points of landfills and final effluent; to be analyzed in the laboratory and to know its physico-chemical characteristics; these data will allow us to propose an alternative to the described problem, along with the physical alternative

that is proposed will also provide a preliminary budget that will allow the corresponding to have a clear idea of the money that should be invested in improving the dumping, collection, treatment and final disposal of these waters

Keywords: Affluent, Wastewater, Final effluent, Treatment plant, Landfills

Contenido

Resumen	V
Lista de figuras.....	IX
Lista de tablas.....	X
Lista de símbolos y abreviaturas	XI
Introducción	1
1. Capítulo 1, Aspectos Generales.....	3
1.1 Localización y población	3
1.2 Recolección de datos	5
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 Análisis y formulación del problema	9
1.5 Desarrollo y planteamiento de la metodología	10
1.6 Estado del arte.....	10
2. Capítulo 2, Aspectos teóricos y legales	17
2.1 Marco teórico	17
2.1.1 Aguas residuales	17
2.2 Que se conoce del tema	18
2.2.1 Contexto Nacional	19
2.2.2 Contexto Internacional	21
2.3 Marco legal y teórico	23
2.3.1 Normas técnicas Colombianas.....	23
3. Capítulo 3, Diagnóstico y alternativa de construcción.....	25
3.1 Diagnostico	25
3.2 Alternativa de construcción.....	26
3.2.1 Periodo de diseño	27
3.2.2 Caudal de diseño.....	27
3.2.3 Pasos a seguir.....	29
4. Capítulo 4, recomendaciones y conclusiones	46
4.1 Recomendaciones	46
4.2 Conclusiones	48

BIBLIOGRAFIA.....	49
WEB-GRAFIA	50
Anexo A, Especificaciones de construcción.....	51
Anexo B, especificaciones tanque séptico integrado 30000 lts.	65
Anexo C, certificación de calidad tanque séptico integrado Rotoplast 30000 lts	68
Anexo D, levantamiento topográfico (informe, planta y perfiles)	69
Anexo E, detalles constructivos	79
Anexo F, formato encuesta de investigación.....	80

Lista de figuras

Ilustración 1, ubicación de la cuenca hídrica contaminada	4
Ilustración 2, personas por hogar sector rural Muzo Boyacá	5
Ilustración 3, formato de la encuesta.....	6
Ilustración 4, vertimientos a canal natural.....	6
Ilustración 5, vertimiento expuesto	7
Ilustración 6, levantamiento topográfico.....	8
Ilustración 7, mal manejo del agua limpia	9
Ilustración 8, distribución del agua mundial	20
Ilustración 9, distribución de agua en Colombia	20
Ilustración 10, principales cuencas hídricas afectadas en Colombia	21
Ilustración 11, panorama en Latinoamérica.....	22
Ilustración 12, tratamiento primaria a la salida de cada vivienda	31
Ilustración 13, imagen de conexión con silla yee tubería Novafort	32
Ilustración 14, ubicación pozos	33
Ilustración 15, detalle del tramo N°1.....	33
Ilustración 16, tramos 2 Y 3	34
Ilustración 17, tramo N°4.....	35
Ilustración 18, tramo N° 5.....	35
Ilustración 19, tramo 6 Y 7	36
Ilustración 20, uso del suelo actual.....	36
Ilustración 21, decisión uso del suelo	37
Ilustración 22, tramo 8 a sistema séptico y campo de infiltración.....	37
Ilustración 23, detalle de relleno zanjas red principal.....	38
Ilustración 24, red de alcantarillado Mata De Café.....	39
Ilustración 25, ubicación campo de infiltración	40
Ilustración 26, sistema integrado.....	41
Ilustración 27, tanques en el mercado.....	41
Ilustración 28, campo de infiltración.....	42
Ilustración 29, relleno campo de infiltración.....	42
Ilustración 30, esquema de cronograma y diagrama Gantt.....	45

Lista de tablas

Tabla 1, población Muzo Boyacá	3
Tabla 2, contaminantes en aguas domesticas e industriales	17
Tabla 3, tasa de crecimiento anual	27
Tabla 4, coeficiente de mayoración	27
Tabla 5, proyección de población y caudales.....	28
Tabla 6, cálculo de las aguas residuales	28
Tabla 7, profundidad mínima de instalación de tuberías de alcantarillado.....	31
Tabla 8, presupuesto	44

Lista de símbolos y abreviaturas

mg/L: miligramo por litro

DBO: demanda bioquímica de oxígeno

OMS: Organización mundial de la Salud

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Pre: Prefijo de origen latino que entra en la formación de nombres, adjetivos y verbos con el significado de 'antes de', 'delante de'.

Post: Prefijo de origen latino que entra en la formación de nombres, adjetivos y verbos con el significado de 'después de'.

kWh: Un Kilovatio hora

AR: Agua Residual

L: litro

L/s: litros por segundo

S: segundo

Km: kilometro

m³: medida de volumen, metro cubico

m²: medida de área, metro cuadrado

km²: medida de área, kilómetro cuadrado

ha: hectárea

PVC: poli-cloruro de vinilo, material utilizado en la fabricación de tubería

FAFA: Filtro Anaerobio de flujo ascendente

Introducción

El sector minero del occidente de Boyacá es una de las zonas más olvidadas por los entes territoriales (Quipama, Muzo, Maripi, San Pablo de Borbur), siendo una comunidad con población flotante que en su gran mayoría no dispone de agua potable ni servicios de recolección de aguas residuales, este es un síntoma dramático de pobreza y marginación, por lo que se hace necesaria una investigación que permita identificar el problema a fondo y que pueda generar una solución. El problemática se acentúa teniendo en cuenta que allí se han generado algunos asentamientos poblacionales en busca de las riquezas por medio de la piedra preciosa llamada “esmeralda”, estos asentamientos están en predios rurales de propiedad del estado y ninguna persona tiene título legal sobre ellos.

En visita realizada con el acompañamiento de la secretaria de planeación del municipio de Muzo departamento de Boyacá, al centro poblado “mata de café”, se pudo evidenciar a simple vista la manera como en este sector se dispone las descargas sanitarias de cada vivienda del asentamiento. “Mata de café” es uno de Maripi y San Pablo De Borbur.

En vista de esta problemática para el año 2017 cuando se plantea iniciar con el tema de investigación que hoy desemboca en el anteproyecto de grado surge la idea de retomar esta falencia que se presenta en la zona, máxime cuando se trata del territorio al que le debo mi crianza y al que al desarrollar esta investigación buscare retribuir en algo todos los beneficios recibidos.

Con esta investigación se pretende diagnosticar y plantear una posible solución para la recolección, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas residuales del sector “mata de café” de la vereda sabripa del municipio de Muzo departamento de Boyacá, con la exploración se busca verificar los niveles de contaminación que se están potenciando en la zona, realizando un análisis físico-químico de los vertimientos y verificar los estándares de cumplimiento de las medidas mínimas exigidas por la normatividad de Usos del agua y residuos líquidos”.

Para realizar los trabajos de manera integral se deben conjugar cada una de las etapas ejecutadas en los distintos niveles de la investigación. En primer lugar se realiza una encuesta con la cual se sondee la población directamente afectada por la problemática ya mencionada, además, se deben realizar visitas a campo para tomar muestras de agua, levantamientos topográficos y estado actual de las estructuras (si existe alguna).

Al tener todos los datos recolectados se podrá plantear una hipótesis o posible solución a la falencia en base a la normatividad vigente a la recolección, conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales.

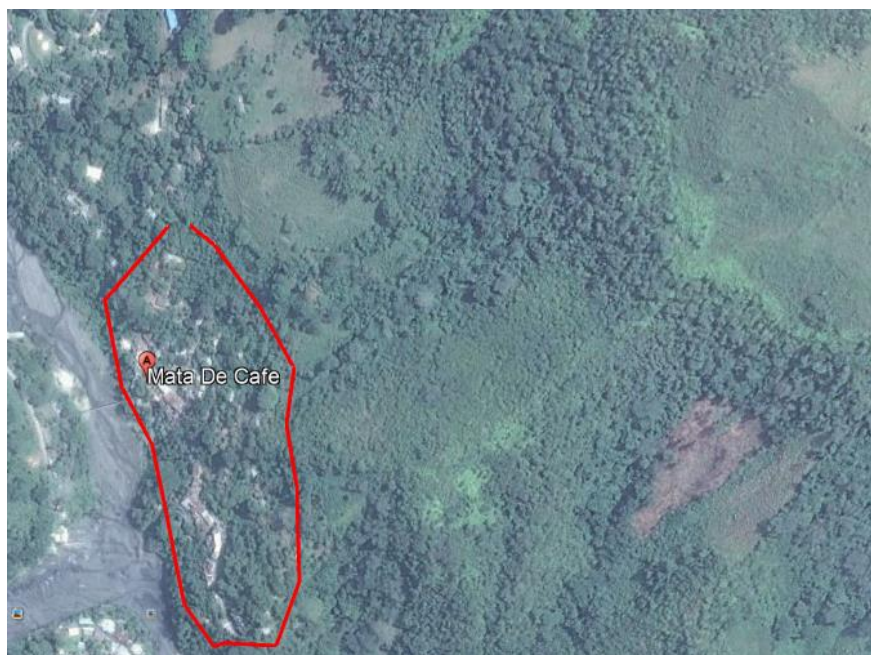
Para cumplir este propósito se debe pensar en plantear algunas directrices básicas en busca de la solución: inicialmente se debe realizar la recolección de las aguas de cada vivienda y el encausamiento hacia una red principal que recoja los vertimientos de las diferentes familias del sector, como segundo es la construcción de las diferentes estructuras que compondrán la red de alcantarillado sanitario (pozos, cajas, aliviaderos, etc.), tercero es la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) o el suministro e instalación de un sistema séptico integral. Partiendo de estos puntos básicos y como parte final se debe levantar un presupuesto que aterrice los costos que demandaría brindar a esta población el cubrimiento de unas de sus necesidades básicas.

Teniendo esto claro, se estructuró el documento en cuatro capítulos así: Un primer capítulo en el que se presentan los aspectos generales, en el segundo capítulo se expone el marco teórico que da fundamento al tema de recolección, conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales, en el capítulo tercero se presenta el diagnóstico y se plantea una hipótesis y/o solución en base a la información recopilada y en el cuarto capítulo se enuncian las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó.

1.Capítulo 1, Aspectos Generales

1.1 Localización y población

Ilustración 1, localización del centro poblado investigado



Fuente google Earth

El municipio de Muzo está ubicado al occidente del departamento de Boyacá, sobre la cordillera oriental, su temperatura media es de 26°C, una extensión de 136 km², su población total es de aproximadamente 9.828 habitantes (5.389 sector urbano y 4.439 rural) y una altura sobre el nivel del mar de 815 m (Wikipedia).

Tabla 1, población Muzo Boyacá

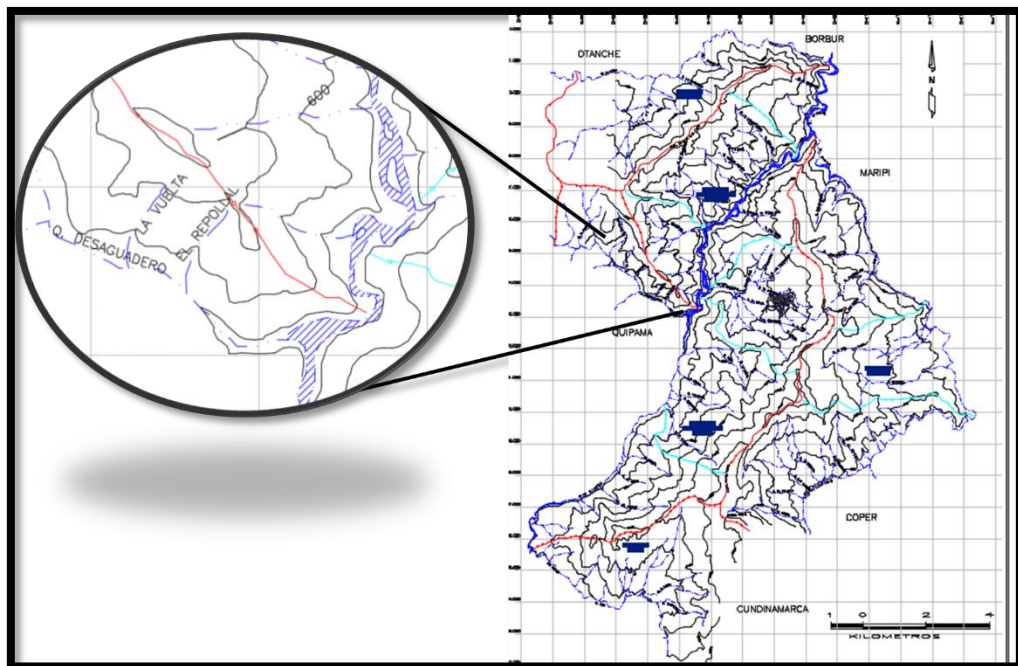
Departamento	Código de municipio	Nombre de municipio o corregimiento departamental	Categoría	Población CENSADA COMPENSADA 2005		
				Urbano (Cabecera)	Rural (Resto)	Total
Antioquia	05001	Medellín		2,187,356	36,304	2,223,660
Boyacá	15469	Moniquirá		9,844	11,533	21,377
Boyacá	15476	Motavita		625	5,301	5,926
Boyacá	15480	Muzo		5,389	4,439	9,828
Boyacá	15491	Nobsa		5,183	9,763	14,946
Boyacá	15494	Nuevo Colón		1,034	4,928	5,962
Boyacá	15500	Oicatá		283	2,487	2,770
Boyacá	15507	Otanche		3,859	6,929	10,788
Boyacá	15511	Pachavita		451	2,517	2,968
Boyacá	15514	Páez		1,135	2,107	3,242
Boyacá	15516	Paipa		15,246	12,028	27,274
Boyacá	15518	Pajarito		875	1,293	2,168
Boyacá	15522	Panqueba		628	1,153	1,781
Boyacá	15531	Pauna		2,515	7,640	10,155
Boyacá	15533	Paya		495	2,092	2,587
Boyacá	15537	Paz de Río		3,017	2,066	5,083
Boyacá	15542	Pesca		2,262	7,060	9,322
Boyacá	15550	Pisba		339	1,142	1,481
Boyacá	15572	Puerto Boyacá		33,504	16,408	49,912
Boyacá	15580	Quínama		1,619	7,196	8,815

Fuente: DANE CENSO 2015

La minería ocupa el mayor porcentaje del movimiento económico del municipio (75%) y las áreas aledañas a las zonas mineras se han poblado rápidamente después de los años 70.

El sector de mata de café se encuentra localizado en la zona minera del municipio de Muzo, límites con el sector minero del municipio de Quipama, en un terreno que según información de habitantes de la zona pertenece a la nación y que cubre alrededor de 2 Has, la mayor parte del centro poblado es de topografía brusca (ladera) y sus pobladores en su mayoría son de otras regiones del país, es decir no son naturales de Muzo, El terreno es aledaño a la cuenca de la quebrada “el desagadero”, a la cual son vertidas las aguas residuales de este centro poblado sin que se le realice el respectivo tratamiento y estas a su vez entregan en el rio minero que de hecho ya está bastante contaminado.

Ilustración 1, ubicación de la cuenca hídrica contaminada

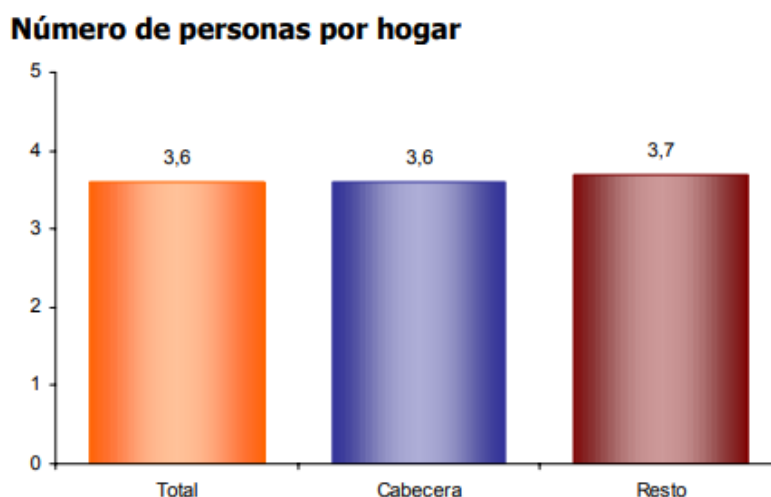


Fuente: acuerdo 102 de 2000 (EOT, Muzo - Boyacá)

La mayoría de las familias del municipio de Muzo, tiene en promedio **3.7 habitantes por hogar en el sector rural**, en este sector las familias no cuentan con un control del abastecimiento del agua limpia, es decir: no tienen medidor, no tienen tanque de

almacenamiento y las descargas son continuas con inodoros de alto consumo (6 L descarga).

Ilustración 2, personas por hogar sector rural Muzo Boyacá



El número de personas por hogar en Muzo es de 3,6.

Fuente: DANE CENSO 2015

1.2 Recolección de datos

Dentro del diseño metodológico de este proceso de investigación, el primer paso correspondió al de recolección de información y caracterización del área donde se encuentra ubicado el sector afectado, realizando un análisis espacial, teniendo en cuenta la geomorfología del terreno y una inspección preliminar en campo, localizando sus estructuras con la finalidad de determinar las probables fallas técnicas visibles y puntos críticos que originan la mayor contaminación a la zona, además de la verificación de problemas estructurales entre otros.

Inicialmente se realiza una encuesta (anexo 1) con el fin de caracterizar los pobladores y analizar la satisfacción de las necesidades básicas, se debe resaltar que los servicios públicos domiciliarios están a cargo de la unidad que lleva este mismo nombre, sin embargo por tratarse de un centro poblado en la unidad del municipio no se cuenta con la cobertura sobre este sector.

6 “ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO Y SISTEMA SÉPTICO INTEGRADO, PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO MATA DE CAFÉ MUNICIPIO DE MUZO-BOYACA”

Ilustración 3, formato de la encuesta

ENCUESTA

Introducción: "MATA DE CAFÉ" es un asentamiento humano ubicado en el sector norte del municipio de Muzo, departamento de Boyacá. El centro poblado cuenta con 25 familias que en su totalidad no tienen los servicios básicos (agua potable, alcantarillado y luz). Como esta investigación se centra en el alcantarillado, se extrae de la encuesta que la población infantil y los adultos mayores de 60 años sufren enfermedades asociadas a los malos manejos de las aguas residuales, esta patología enmarca que la investigación obtenga resultados para mejorar la calidad de vida de estos pobladores.

Objetivo a evaluar:
Sector norte "Mata de Café", asentamiento humano, municipio de Muzo, departamento de Boyacá.

Nombre: _____ Edad: _____

1. ¿Qué tipo de vivienda tiene usted?

2. ¿Cuál es el material de construcción de su vivienda?

3. ¿La vivienda es propia, alquilada o en comodato?

4. ¿Cuál es el número de personas que viven en su vivienda?

5. ¿Cuál es el nivel de ingreso familiar mensual?

6. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

7. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

8. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

9. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

10. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

11. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

12. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

13. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

14. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

15. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

16. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

17. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

18. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

19. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

20. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

21. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

22. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

23. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

24. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

25. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

26. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

27. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

28. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

29. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

30. ¿Cómo se manejan las aguas residuales en su vivienda?

Fuente propia

El centro poblado cuenta con 25 familias que en su totalidad no tiene los servicios básicos (agua potable, alcantarillado y luz). Como esta investigación se centra en alcantarillado, se extrae de la encuesta que la población infantil y los adultos mayores de 60 años sufren enfermedades asociadas a los malos manejos de las aguas residuales, esta patología enmarca que la investigación obtenga resultados para mejorar la calidad de vida de estos pobladores.

Una vez recopilada la información concerniente a la población se realizan trabajos de campo como: toma de fotografías, toma de muestras de las aguas servidas, levantamiento topográfico para verificar perfiles y así poder calcular el número de pozos y el diámetro de la tubería.

Ilustración 4, vertimientos a canal natural



Fuente propia

Las aguas residuales de cada una de las 25 familias son vertidas a un canal natural el cual las conduce por gravedad, al final de este canal existe una estructura de ladrillo (pozo) de vieja data y de allí salen directamente y se vierten en la quebrada “desaguadero”.

Ilustración 5, vertimiento expuesto



Fuente propia

En las ilustraciones anteriores se puede evidenciar dos problemas graves que produce el mal manejo de las aguas residuales:

- La contaminación de ecosistemas completos que se ven perjudicados por la proliferación de malos olores, plagas y enfermedades respiratorias.
- La desestabilización del terreno, ya que la zona está en predios con topografía muy brusca que sumándole la descarga de estas aguas agudiza los posibles desprendimientos de tierra y por consiguiente los volcamientos de los terrenos donde están construidas sus viviendas.

En la visita realizada al sector en estudio se tomaron algunas muestras para llevarlas al laboratorio, el cual nos daría unos resultados que aterrizarían a la realidad el nivel de contaminación que se presenta en la zona, todo con el fin de brindar unas mejores conclusiones y recomendaciones que ayuden al mejoramiento de estos vertimientos.

Otro trabajo de campo consistió en el levantamiento topográfico de la zona o el sector por donde se pretenderá construir la red de alcantarillado que evacuara las aguas residuales del centro poblado de mata de café.

Ilustración 6, levantamiento topográfico



Fuente: topógrafo Camilo Rocha

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Plantear alternativa de solución para la construcción de una red de alcantarillado con su sistema séptico integral, que permita el saneamiento de las aguas residuales de las 25 familias identificadas en el sector rural de mata de café en el municipio de Muzo departamento de Boyacá.

1.3.2 Objetivos específicos

- Verificar en campo el estado actual de los vertimientos en el centro poblado mata de café.
- Plantear un esquema general para la conexión domiciliaria y la red principal hasta el sistema séptico.
- Expresar la solución de manera cuantitativa, dando la opción de identificar los costos de materiales y mano de obra necesarios para la construcción e implementación de la red de alcantarillado convencional junto con su fosa séptica

- Brindar en relación al presupuesto general de construcción del alcantarillado un cronograma de actividades que permita conocer el tiempo necesario que se necesitaría para terminar con la fase de ejecución del proyecto.

1.4 Análisis y formulación del problema

La población del sector minero cuenta con un vertimiento inadecuado de sus aguas residuales. Las cuales se están descargando directamente a una cuenca hídrica, generando altos niveles de contaminación, además, la satisfacción de las necesidades básicas de la población constituye un fin esencial del Estado según lo establecido en la Constitución Política de Colombia de 1991, y que el saneamiento básico es una prioridad esencial por su importancia en la preservación de la salud, por esta razón la investigación generará información veraz y de gran con la ejecución del proyecto que permitan la construcción de un sistema de alcantarillado adecuado que recojan, traten y dispongan estas aguas servidas a un lugar apropiado donde se mitigue el daño directo sobre sus pobladores y el ecosistema vecino, teniendo en cuenta lo anterior se puede determinar que el problema del agua residual de este sector es que tiene nula la remoción de materia orgánica generando contaminación a la fuente donde se entrega, esto es: quebrada “desaguadero”, adicionalmente, se puede evidenciar la presencia de mínimo dos problemas más causados por el mal manejo de las aguas residuales, los cuales son: desestabilización del terreno y la contaminación de toda la zona por donde circulan sin protección las aguas, generando riesgos de salud, ambientales, sociales y naturales.

Ilustración 7, mal manejo del agua limpia



Fuente propia

Este problema se acentúa al conocer la cantidad de personas que realizan descargas inadecuadas y mal manejo del agua limpia que llega a cada vivienda, es decir, que no

existe control adecuado y la cantidad de agua que llegaría eventualmente al sistema séptico sería más de la que este puede soportar y muy seguramente este se colmataría antes del tiempo previsto para la evacuación de sólidos asentados.

1.5 Desarrollo y planteamiento de la metodología

La presente investigación se enfocará en un desarrollo de tipo Cualitativo, explorativo y cuantitativo, ya que nos basaremos en la recolección de información de una manera en la que la observación jugará un papel importante, estudiando la realidad de una situación en un sector del municipio de Muzo-Boyacá para posteriormente generar una solución que cualquier persona o ente que observe los resultados pueda de la misma manera interpretarlos y realizar sus respectivos aportes, para esto es necesario interactuar con los sitios directamente involucrados para recoger información que brinde apoyo en el planteamiento de la solución e investigar la parte normativa que para el caso sea necesaria (RAS 2000, conceptos de CAR, especificaciones técnicas de fabricantes, etc.)

1.6 Estado del arte

En el tema de tratamiento de aguas residuales rurales y en población flotante asentada en determinado lugar, se puede evidenciar las faltas de acciones prioritarias emprendidas por los entes territoriales de índole nacional y regional en la gestión del mismo, dicha situación desemboca en problemas de Salud Pública los cuales se hacen más fuertes en la población con mayores índices de vulnerabilidad, afectando así también la economía regional de dichos centros rurales, a causa del incremento de los tratamientos médicos. En nuestro país, gran cantidad de personas de bajos recursos se encuentran en áreas de poco desarrollo por lo que sus desechos son descargados al ambiente sin ningún tipo de tratamiento. Mostrando y evidenciando algunos eventos asociados a esta situación como son la generación de olores molestos, la proliferación de vectores y la contaminación de fuentes de agua, es por esto que surge de manera muy importante el contar con herramientas que suministren información para la toma de decisiones acertadas a la hora de elegir el sistema de tratamiento a implementar en las áreas rurales. Esta problemática se evidencia en la mayoría de los artículos y documentos revisados, pero siendo esto un problema con poca importancia a la hora de actuar. Numerosos reportes para el manejo de las aguas residuales podemos encontrar en el ámbito nacional como internacional. En el contexto colombiano,

encontramos valiosos aportes producto de estudios realizados por diferentes grupos de investigación entre los que se encuentra el Instituto Cinara de la Universidad del Valle, el cual se ha especializado en investigaciones que fueron muy útiles para el trabajo de investigación documental. Estos estudios se enfocaban en los tipos de tecnología más eficaces para las pequeñas comunidades y los factores que intervenían tanto a nivel técnico, social, económico y ambiental, sin dejar de lado ninguno ya que se complementan unos con otros. La Guía de selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales domésticas por métodos naturales (uno de los documentos analizados) establece que para las zonas rurales, desde el punto de vista tecnológico, las alternativas más adecuadas para el tratamiento de aguas residuales son los sistemas naturales de infiltración lenta y los que utilizan plantas acuáticas (Duckweed), ya que tienen una remoción de DBO, Sólidos, Nitrógeno, fósforo y coliformes fecales, mayores del 90%, sin embargo, en el proceso de selección de tecnología, se deben considerar factores adicionales como son el número de usuarios que hará uso del servicio, disponibilidad del terreno, características del terreno disponible como son: el tipo de suelo, el grado de permeabilidad de éste, el porcentaje de pendiente, y la profundidad del nivel freático, debido a que el tipo de tecnología varía sustancialmente al considerar estos factores. Según este estudio, existen además factores muy importantes que influyen en el proceso de selección de tecnología para sistemas naturales de tratamiento como son los factores demográficos y socioculturales, climáticos, características del agua residual, características del terreno, objetivos del tratamiento, disponibilidad de recursos, costos y disposición a pagar por parte de la comunidad servida. Aunque los tres factores determinantes que hacen la diferencia entre las alternativas son la disponibilidad del terreno, las características del mismo y las condiciones climatológicas¹.

Muchos de los documentos revisados no cuentan con esta información ya que no agrupan todos estos factores que son muy importantes a la hora de tomar decisiones, se focalizan por lo general en uno que otro y ese es uno de las falencias que se pudo determinar en el momento de realizar el análisis.

¹ Bernal, D.P; Cardona; D.A, Galvis, A; Peña, M.R. Guía de Selección de Tecnología para el tratamiento de Aguas Residuales Domésticas por Métodos Naturales. En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE MÉTODOS NATURALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Instituto Cinara, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Los gobiernos y las autoridades competentes, cuando realicen inversiones para el tratamiento de aguas residuales deben realizar un estudio muy detallado que pueda abarcar toda la problemática, desde la parte técnica, como la social, ambiental, económica y de salud que pueda llevar a una solución integral del problema.

En una mínima parte de los documentos estudiados se puede evidenciar que la mayoría de las pequeñas comunidades de nuestro país no poseen sistemas de alcantarillado, utilizando como tecnología principal de tratamiento el Tanque Séptico el cual puede tener remociones de DBO y sólidos hasta de un 80% como lo establece la legislación nacional en el decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud pero no tiene buena remoción de nitrógeno, fósforo y principalmente coliformes fecales lo que dificulta la reutilización del agua tratada para un fin económico posterior. Lo anterior contrasta con los estándares de calidad alcanzados por la mayoría de los sistemas naturales los cuales alcanzan remociones de DBO y sólidos totales aún mayores permitiendo incluso cumplir los estándares de la OMS².

En el aspecto económico, en los documentos en que se desarrolló una metodología para estimar los costos involucrados en la construcción, ejecución, operación y mantenimiento de diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta la carga contaminante a remover por las diferentes alternativas de acuerdo a la microeconomía local; se logró establecer que los costos más representativos en cuanto a inversión inicial de los sistemas naturales están constituidos por el costo del lote necesario para la construcción del sistema, la impermeabilización del área y el costo del material filtrante para el caso de los humedales de flujo sub-superficial.

En cuanto a los **sistemas convencionales**, los costos más representativos de inversión inicial están representados por la adquisición de equipos de automatización y control de los procesos, así como por los equipos de bombeo y de manejo de lodos en unidades como lodos activados o filtro percolador. En cuestión de costos de construcción, se compararon sistemas de flujo superficial con los de flujo sub-superficial concluyendo que son más costosos los últimos, representado el excedente del costo por la excavación y el material filtrante. Por último, en materia de operación y

² Bernal, D.P; Cardona; D.A, Galvis, A; Peña, M.R. Guía de Selección de Tecnología para el tratamiento de Aguas Residuales Domésticas por Métodos Naturales. En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE MÉTODOS NATURALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Instituto Cinara, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

mantenimiento los resultados del modelo mostraron que el sistema más costoso de operar y mantener es el de: desarenador – sedimentador — lodos activados - sedimentador secundario - lecho de secado, mientras que el menos costoso es el de desarenador – sedimentador primario – laguna facultativa – lecho de secado³. En el desarrollo del trabajo se pudo observar que en el **tanque séptico** los costos de construcción, operación y manejo son mínimos al ser comparados con otros sistemas, esta ventaja es significativa teniendo en cuenta que aunque son recomendables para familias de alrededor de seis miembros, también puede ser implementados para el tratamiento de aguas residuales de escuelas, colegios, hospitales, familias numerosas o comunidades con un número reducido de habitantes cumpliendo con algunos criterios de tratamiento. En el aspecto social, se encontró la evidencia de que muchas de las tecnologías no recibían el mantenimiento adecuado por falta de educación a la comunidad y de capacitación para realizar el mantenimiento. Además que es muy importante que previo a la introducción de la tecnología se realice un estudio de las herramientas que existen en el entorno, esto debido a que mientras más novedoso sea el sistema para los pobladores de una comunidad, será más difícil su adaptación al mismo y viceversa, mientras más familiar les sea o más relacionado con su entorno lo perciban será mayor la pertenencia y el cuidado que desarrollen hacia éste⁴. Los sistemas que requieren mayor educación para la comunidad y capacitación al personal que llevará a cabo su mantenimiento, según el 15% de los documentos revisados son los que incluyen humedales de flujo libre, las lagunas de aireación, lagunas de maduración, lagunas facultativas y los sistemas de infiltración rápida. Y la **tecnología de operación más simple y sencilla es el tanque séptico** por lo que es menos exigente en cuanto a educación y capacitación para la comunidad beneficiada con el servicio. Otro factor que se tuvo en cuenta en el aspecto económico fue la calidad del efluente para su reusó. Una de las formas en que se puede aprovechar nuevamente el agua servida es en el cultivo de alimentos, ya que su uso podría contribuir a mejorar la producción agrícola especialmente en países en desarrollo en los cuales los alimentos son a menudo escasos. Sin embargo, es necesario que reciban algún tipo de tratamiento con el fin de remover o eliminar los microorganismos causantes de patologías de importancia en salud pública puesto que el riesgo potencial al que se

³ GUERRERO HERNANDEZ, María Teresa, FRITCHE TAMISET, Jan, MARTINEZ ZUNIGA, Raúl et al. Diseño y construcción de sanitarios ecológicos secos en áreas rurales. Rev Cubana Salud Pública. [online]. jul.- sep. 2006, vol.32, no.3 [citado 14 Marzo 2008], p.0-0. Disponible en la World Wide Web: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid

⁴ Restrepo, I. 2001. Saneamiento para pequeñas localidades. Instituto Cinara. Universidad del Valle. Colombia. Artículo online. www.objetos.univalle.edu.co

somete la salud es una preocupación mayor. Según la revisión realizada se encontró que las tecnologías que pueden dar un efluente con una mejor calidad son las lagunas facultativas y de maduración al igual que las que utilizan plantas acuáticas como jacintos y duckweed, las que no presentan buena calidad en el efluente son las lagunas de aireación y los pozos sépticos debido a que no realizan una buena remoción de agentes patógenos lo que puede convertirse en un problema de salud pública muy importante al ser usados en algún tipo de actividad doméstica.

Incluido en el aspecto económico está también el requerimiento energético, éste al igual que la dependencia de insumos externos son factores importantes que limitan las alternativas para el tratamiento de las aguas residuales en las pequeñas localidades, ya que en muchas ocasiones no se cuenta con un sistema de energía eléctrica eficiente o suficiente para el sostenimiento de una planta de tratamiento convencional. Por esa razón en buena parte de la bibliografía consultada se postulan los sistemas naturales como la mejor alternativa para estas comunidades ya que estos al depurar las aguas mientras realizan sus procesos bioquímicos normales, presentan muy bajos requerimientos energéticos. Con respecto al requerimiento de área, las tecnologías que requieren menor área son las lagunas de aireación, de maduración, los humedales de flujo libre y los humedales de flujo superficial, esto, dentro de los sistemas naturales. Dentro de los sistemas de tratamiento convencionales, **los pozos sépticos son los que requieren de una menor área para su construcción**. En las pequeñas localidades en ocasiones los terrenos no son muy costosos y esta no es una limitante en la selección de tecnología, aun así hay otros factores asociados al terreno que son más determinantes los cuales mencionamos con anterioridad en los aspectos tecnológicos y son el tipo de suelo, el grado de pendiente y la permeabilidad de éste. En las localidades en las que el costo del terreno es muy alto, puede optarse por uno de los sistemas que requieren menor área para su funcionamiento. Los sistemas que requieren de una mayor superficie por habitante son los filtros verdes y los que necesitan una superficie menor son los procesos de bio-película⁵. En el aspecto ambiental, un factor importante es la producción de lodos ya que la disposición de estos se está convirtiendo en el mayor problema ambiental en todo el globo por su daño potencial sobre el ambiente y las medidas de disposición disponibles se encuentran en un punto crítico. Una alternativa es la de continuar su uso como fertilizante, sin

⁵ 3 Pineda, S. I. 2000. Sistemas naturales: Tratamiento de aguas residuales a bajo costo. Revista Acodal N°188. Bogotá, Colombia.

embargo, debido a las discusiones acerca de la contaminación del suelo, algunos países han prohibido su aplicación en la agricultura. Existen alternativas de tratamiento para estos lodos que permiten convertirlos directamente en energía productiva incluso al interior de la planta de tratamiento de aguas residuales en la que son generados.

Este tema despierta cada vez más interés entre los grupos de investigación interesados en generar conocimiento que pudiera contribuir a la preservación de los componentes ambientales y es el centro de numerosas investigaciones⁶. La importancia de la adecuada disposición de los lodos radica en que estos absorben todos los contaminantes presentes en las aguas residuales y por ende representan en sí mismos un problema para la salud pública. Es por esto que seleccionar una tecnología que produzca la menor cantidad posible de lodo residual es importante en cualquier localidad. La generación de olores molestos, es un impacto ambiental importante que afecta la calidad de vida de las personas que habitan las áreas cercanas a los puntos de tratamiento y por lo tanto es también un factor a considerar en la selección del sistema de tratamiento a implementar. Entre las tecnologías investigadas se encontró que las que presentan una menor generación de olores son las de infiltración lenta, infiltración rápida, sistemas de flujo superficial y lagunas de maduración. Sin embargo, es de anotar que el mantenimiento adecuado y oportuno de las otras tecnologías viables, evita la generación de los mismos de modo que con un manejo adecuado no suelen ser un limitante en la selección de tecnología.

Continuando en la línea de los factores que intervienen en el aspecto ambiental, cabe mencionar el riesgo potencial de contaminar las aguas superficiales o subterráneas que se encuentren cerca al punto de tratamiento de aguas residuales y por consiguiente, la importancia de seleccionar una tecnología que minimice este riesgo, entregando un efluente de buena calidad. **Los sistemas de tanques sépticos se trabajan bajo el principio la aprovechar la filtración del suelo adyacente - campo de infiltración – permitiendo que algunos contaminantes sean absorbidos por las raíces de árboles cercanos o se filtren hasta alcanzar fuentes de agua cercanas**, por eso es necesario que los campos de infiltración estén lejos de cultivos de aprovechamiento para el consumo humano o de fuentes hídricas.

⁶ Grob, B., Eder, C., Grziwa, P. et al. 2007. Energy recovery from sewage sludge by means of fluidised bed gasification. Alemania.

Las comunidades que carecen de infraestructura de saneamiento básico adecuado y suficiente, siempre se han enfrentado a la contaminación biológica y sus consecuencias. Las causas y soluciones son ampliamente conocidas, pero en la realidad el nivel de resolución depende del desarrollo social, la urbanización, la regulación sanitaria y la educación para la salud. En este contexto la disminución de las infecciones gastrointestinales es posible si el entorno se transforma con medidas comunitarias, es decir, purificación del agua, drenaje y sistema sanitario seguro, entre otros factores, que puede traducirse en un desarrollo sostenible al satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Según el análisis realizado a los documentos con ayuda de las categorías de análisis se puede que el sistema séptico integrado con un campo de infiltración es el más adecuado para esta comunidad, ya que se necesita poca área para la ubicación de los tanques y el campo de infiltración trabajaría a lo largo de una gran área donde se distribuyen las aguas residuales domésticas y son absorbidas por el sub-suelo. Esta sería la posibilidad que se acomodaría tanto a nivel social, ambiental, económico y técnica en el sector de mata de café del municipio de Muzo departamento de Boyacá. Con este sistema se optimizan los recursos y se evita la utilización de tecnología muy avanzada que no es la necesaria para el tipo de terreno y que por lo tanto no es viable, además, que queda obsoleta en poco tiempo y se pierden recursos muy valiosos⁷.

⁷ <http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/55/1/GestionProcesosDescontaminacion.pdf>

2.Capítulo 2, Aspectos teóricos y legales

2.1 Marco teórico

2.1.1 Aguas residuales

Las aguas residuales domesticas son el producto de la contaminación por medio de cualquier patógeno del agua potable que ingresa a nuestras viviendas. Se contaminan por las grasas de la producción diaria en la cocina, el uso de los baños y el lavado de ropa, pisos, etc. En pocas palabras el agua potable al entrar en contacto con los residuos humanos genera las aguas residuales las cuales deben ser conducidas a una red de alcantarillado previamente diseñado.

Tabla 2, contaminantes en aguas domesticas e industriales

Contaminantes	Parámetro de caracterización	Tipo de efluentes	Consecuencias
Sólidos suspendidos	Sólidos suspendidos totales	• Domésticos • Industriales	• Problema estéticos • Depósitos de barros • Adsorción de contaminantes • Protección de patógenos
Sólidos flotantes	Aceites y grasas	• Domésticos • Industriales	• Problemas estéticos
Materia orgánica biodegradable	DBO	• Domésticos • Industriales	• Consumo de Oxígeno • Mortalidad de peces • Condiciones sépticas
Patógenos	Coliformes	• Domésticos	Enfermedades transmitidas por el agua
Nutrientes	Nitrógeno Fósforo	• Domésticos • Industriales	• Crecimiento excesivo de algas (eutrofización del cuerpo receptor) • Toxicidad para los peces (amonio) • Enfermedades en niños (nitratos) • Contaminación del agua subterránea.
Compuestos no biodegradables	Pesticidas Detergentes Otros	• Industriales • Agrícolas	• Toxicidad (varios) • Espumas (detergentes) Reducción de la transferencia de Oxígeno (detergentes) • No biodegradabilidad • Malos olores
Metales pesados	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.)	• Industriales	• Toxicidad • Inhibición al tratamiento biológico de las aguas residuales • Problemas con la disposición de los barros en la agricultura • Contaminación del agua subterránea

Fuente Sandoval, 2008

Partiendo de esta información y evidenciando otro problema no menor pero que en el presente estudio no nos atañe, el cual hace referencia a la no potabilización del agua que llega a las viviendas de este centro poblado podemos referir que esta falencia y el mal manejo de las aguas residuales hacen parte de un foco potencial para las enfermedades. En base a lo anterior y teniendo en cuanto que los países en vía de

desarrollo las enfermedades son un efecto que obstaculiza el crecimiento económico pues sobrecarga los sistemas de salud, lo que conduce en que se tomen medidas más urgentes que brinden a la comunidad del sector de mata de café servicios públicos básicos que los beneficien.

2.2 Que se conoce del tema

La descontaminación de las fuentes hídricas causada por las aguas residuales es uno de los mayores problemas y retos que debe afrontar en la actualidad el ente territorial.

En Colombia solo siete de cada 10 municipios realiza tratamiento de sus aguas residuales⁸, acentuando aún más el problema el hecho de que la mayoría de estos municipios que si realiza tratamiento, su proceso no es el adecuado o la descontaminación no es muy eficiente.

Esta situación se torna mucho más preocupante al saber que estas aguas contaminan ecosistemas completos dañando el hábitat de muchas de las especies nativas de cada región, además, el hecho de que aguas abajo, otras personas pueden utilizar estas vertientes aun para uso doméstico.

“las fuentes de contaminación de los ríos, quebradas, etc. Son producidos en su mayoría por los asentamientos poblacionales donde se concentra gran número de personas, este problema tiende a ser más grave teniendo en cuenta que un alto porcentaje de estos no cuentan con sistemas de recolección, conducción y tratamiento de sus aguas servidas; esta situación hace que la disponibilidad del recurso hídrico sea limitada principalmente para consumo humano y recreativo, es decir, que el mal manejo de las aguas residuales domesticas contamina algunas fuentes hídricas limpias, impidiendo así el uso recreativo (charcos, piscinas naturales, etc.) y de consumo humano y animal.

Muchos ecosistemas naturales hídricos son sobrecargados con desechos orgánicos generando un desequilibrio y potenciando la falta o la reducción de oxígeno en estos ecosistemas hídricos. De allí que se tornan prácticamente irrecuperables y por consiguiente las comunidades de seres vivos que allí habitan tienden a desaparecer o

⁸ <http://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-69962>

a migrar a otros posibles ecosistemas más saludables, esta patología se conoce con el nombre de eutrofización⁹ de lagos y lagunas por sobreabundancia de nutrientes como nitrógeno y fósforo.

Adicional a los impactos ambientales generados por las descargas sanitarias sobre los ecosistemas acuáticos, estos también afectan sustancialmente la salud humana; las aguas residuales de los municipios, centros poblados o casas rurales tienen una alta concentración de bacterias, las cuales potencian las enfermedades de tipo gastrointestinal y respiratorio. Esta patología se puede agravar y producir alta tasa de decesos en la población infantil y en el adulto mayor.

La disponibilidad natural de agua potable se reduce cuando existen vertimientos aguas arriba de las captaciones de acueducto, por esta razón existen gran cantidad de poblaciones que consumen agua de mala calidad que se agrava con la falta de un adecuado sistema de potabilización.”¹⁰

2.2.1 Contexto Nacional

Según el ministerio de ambiente. La compromiso para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, por tratarse una acción adicional de los servicios públicos de alcantarillado, es de los entes territoriales (alcaldías, gobernaciones, nación), de tal manera deben vigilar por disminuir el impacto sobre el medio ambiente, apersonándose, ellas mismas o delegando alguna empresa privada prestadora de estos tipos de servicios, es decir, la construcción, operación y mantenimiento de los diferentes sistemas de tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales domésticas.

Para poner en contexto el tratamiento de Aguas Residuales, es necesario tener en cuenta toda la puesta en marcha desde la captación del líquido en estado potable hasta la entrega final, pasando por las manos humanas, es decir: “aguas servidas”.

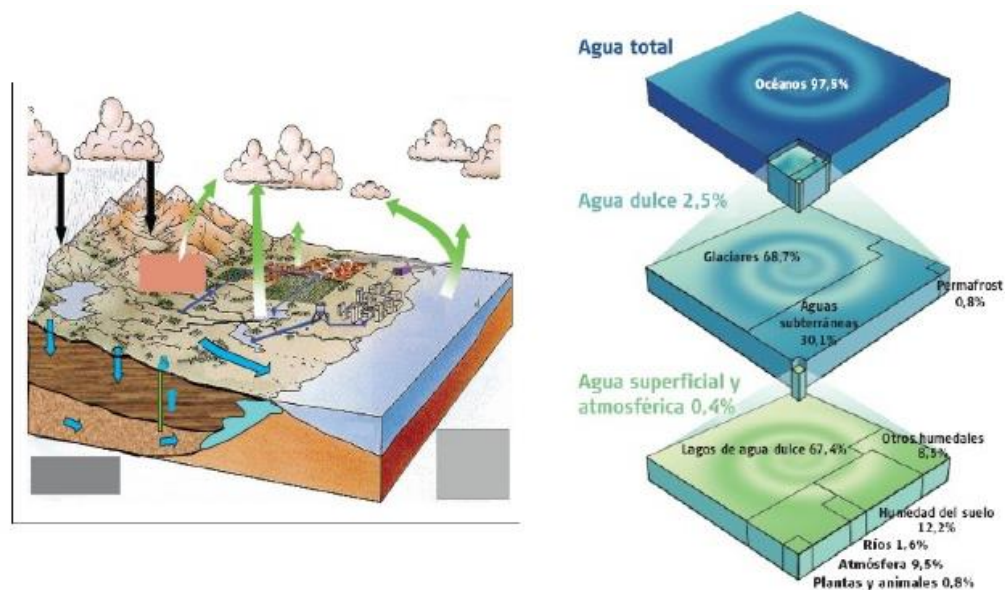
Se pueden resumir a continuación, algunos factores que se hallan en la generación de aguas residuales y hasta la realización de su tratamiento.

Es así que se debe partir desde la cantidad de agua que encontramos a nivel mundial y la que realmente podemos aprovechar.

⁹ Acumulación de residuos orgánicos en estanques naturales

¹⁰ <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15120/1/CaroVelascoOrlando2015..pdf>

Ilustración 8, distribución del agua mundial



Fuente: Presentación: “Cobertura Y Calidad Saneamiento En Colombia”.

En la siguiente ilustración se muestran las principales cuencas en Colombia con las cuales se puede contar para su aprovechamiento y que por esta razón posteriormente harán parte de las aguas residuales.

Ilustración 9, distribución de agua en Colombia

Región hidrográfica	Oferta de agua		Rendimiento hídrico promedio	Cuencas hidrográficas mayores de la región		Disponibilidad
	Esorrentia superficial Distribución	Caudal medio		Cuenca	Rendimiento promedio	
Caribe 487.568 km² Hoya del Magdalena: Ríos: (Cauca, Cesar, San Jorge, Sogamoso, Saldaña, Sumapaz, Bogotá) Río Atrato y sus tributarios Ríos Sinú, Ranchería, León	23%	15.231 m³ por segundo	45 l/s/km² Altamente variable 1-127 de l/s/km²	Alta Guajira	1 l/s/m²	Muy deficitario
				Rio Atrato	127 l/s/km²	Normal/deficitario
				Río Sinú	26 l/s/km²	Deficitario
				Sierra Nevada	10 l/s/km²	Muy deficitario
				Santa Marta occidental		
				Magdalena-Cauca	27 l/s/km²	Normal/deficitario
Pacífico 59.450 km² Patía San Juan Mira Micay Dagua Anchicayá, Guapi y otros	10%	6.644 m³ por segundo	100 l/s/km²	San Juan	163 l/s/km²	Alto con excedentes de agua
				Micay	140 l/s/km²	
				Patía	24 l/s/km²	
Catatumbo Corrientes que vierten sus aguas al lago de Maracaibo Ríos Zulia, Terra y tributarios	1%	427 m³ por segundo	47 l/s/km²	Zulia	23 l/s/km²	Deficitaria
				Pamplonita		

Fuente: Presentación: “Cobertura Y Calidad Saneamiento En Colombia”.

De la misma manera se ilustran las principales cuencas en el país, las cuales están altamente contaminadas por los vertimientos de las aguas residuales de sus poblaciones vecinas, además, los departamentos pueden cuantificar la cobertura que se está realizando en cuanto a los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales de su región. Ej.: Risaralda, Bogotá, Quindío y Valle tienen una cobertura superior al 80%. Tolima, Huila, Meta, Santander, Antioquia, Atlántico y Caldas tienen una cobertura de alcantarillado entre el 50-80%. Sucre, Bolívar, Guajira, Magdalena, Arauca, Nariño, Cauca, Amazonas, Caquetá, Cesar y Cundinamarca son departamentos que tienen una cobertura entre el 30-50%. Los demás (**entre ellos Boyacá**) están por debajo del 30%. De esta información se deduce que Boyacá es uno de los departamentos con el nivel más bajo en cuanto a cobertura del servicio de recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales.

Ilustración 10, principales cuencas hídricas afectadas en Colombia

Ciudades fuentes de Contaminación	Cuencas Afectadas
• Bogotá	Río Bogotá
• Medellín – Valle de Aburrá	Medio Cauca
• Cali – Jumbo	Alto Cauca
• Barranquilla – Cartagena – Santa Marta	Bajo Magdalena
• Bucaramanga	Sogamoso
• Manizales	Medio Cauca
• Pereira	Medio Cauca
• Cúcuta	Catatumbo
• Tunja	Sogamoso
• Pasto	Patía

Fuente: Presentación: “Cobertura Y Calidad Saneamiento En Colombia”.

Es evidente que el tema en Colombia es bastante grave ya que realizando algunas operaciones matemáticas se concluye que menos del 45% de la población colombiana cuenta con cobertura del sistema de recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales.

2.2.2 Contexto Internacional

A nivel mundial se han trazado metas y se buscan alternativas para reducir en un 50% las personas que no tienen acceso a saneamiento básico, estas metas son monitoreadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la UNICEF.

Ilustración 11, panorama en Latinoamérica

País	Población según servicios de saneamiento, año 2001						
	Con conexión	Otro	Sin servicio	Con conexión	Otro	Sin servicio	Total
	%	%	%	Miles	Miles	Miles	Miles
Argentina	48,7	35,3	16,1	17.809,8	12.897,4	5.870,8	36.578,0
Bolivia	28,0	35,5	36,5	2.226,8	2.819,9	2.903,3	7.950,0
Brasil	47,5	37,3	15,2	76.850,3	60.380,0	24.559,7	161.790,0
Colombia	60,2	23,2	16,6	24.547,0	9.454,3	6.767,7	40.769,0
Costa Rica	21,0	72,5	6,5	701,9	2.422,5	216,5	3.340,9
Chile	77,1	16,3	6,6	11.498,8	2.430,5	990,7	14.920,0
Ecuador	42,4	15,6	42,0	5.159,8	1.901,7	5.113,5	12.175,0
El Salvador	32,5	35,9	31,7	1.999,1	2.207,8	1.949,9	6.156,8
Guatemala	42,2	37,3	20,5	4.673,6	4.140,3	2.274,1	11.088,0
Honduras	25,7	44,5	29,8	1.538,7	2.664,1	1.786,6	5.989,4
México	58,4	14,1	27,5	55.897,3	13.545,6	26.353,6	95.796,5
Nicaragua	17,3	58,5	24,2	812,7	2.743,4	1.133,5	4.689,5
Panamá	35,5	57,7	6,8	980,3	1.594,9	187,0	2.762,2
Paraguay	7,1	60,0	32,9	384,3	3.243,8	1.777,3	5.405,5
Perú	52,7	21,0	26,3	13.077,4	5.205,7	6.517,6	24.800,7
Uruguay	46,2	48,2	5,6	1.484,2	1.550,1	181,0	3.215,3
Venezuela	57,4	11,2	31,4	13.340,9	2.611,0	7.298,2	23.250,0

Con conexión se refiere a conexión de alcantarillado, otro se refiere a alternativas de disposición In Situ, Sin servicio se refiere a quienes disponen sus AR al suelo o cuerpos de agua

Fuente: Presentación: “Cobertura Y Calidad Saneamiento En Colombia”.

“Unos 2600 millones de personas - la mitad del mundo en desarrollo - carecen hasta de una letrina sencilla «mejorada», y 1100 millones de personas carecen de acceso a cualquier tipo de fuente mejorada de agua de bebida. Como consecuencia directa de ello:

- 1,6 millones de personas mueren cada año de enfermedades diarreicas (incluido el cólera) atribuibles a la falta de acceso a un agua potable salubre y al saneamiento básico, y un 90% de esas personas son menores de 5 años, principalmente de países en desarrollo.
- 160 millones de personas están infectadas por la esquistosomiasis¹¹, que causa decenas de miles de muertes anuales; 500 millones de personas corren riesgo de contraer tracoma¹², por cuya causa 146 millones están amenazadas de ceguera y 6 millones padecen deterioro visual.

¹¹ Enfermedad aguda y crónica causada por gusanos parásito

¹² Conjuntivitis granulosa causada por un virus específico

- Las helmintiasis¹³ intestinales (ascariasis, tricuriasis y anquilostomiasis) están azotando al mundo en desarrollo por falta de agua, saneamiento e higiene adecuados, y 133 millones de personas sufren de fuertes parasitosis intestinales causadas por helmintos; cada año hay aproximadamente 1,5 millones de casos de hepatitis A clínica”¹⁴

2.3 Marco legal y teórico

2.3.1 Normas técnicas Colombianas

- ✓ **NTC –ISO 5657-10 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:** Esta norma presenta datos y análisis de aguas residuales domésticas e industriales. abarca las aguas residuales en su totalidad, es decir, las aguas residuales industriales y las aguas residuales domésticas tratadas y sin tratar. El objetivo de la norma es establecer la potencialidad de agentes patógenos en un afluente de aguas residuales; determinar su carga y suministrar datos para la correcta operación de una PTAR.
- ✓ **RESOLUCIÓN 1096 DE 2000 RAS 2000:** es un reglamento de tipo técnico, con el cual se trazan las directrices para diseñar, construir y realizar procedimientos relacionados con el agua potable y el saneamiento básico y con la cual se debe regir cualquier ente prestador de este tipo de servicios.
- ✓ **GTC 31 GESTION AMBIENTAL. AGUA. GUIA PARA LA REALIZACION DE ENSAYOS DE TOXICIDAD - BIOENSAYOS - EN ORGANISMOS ACUATICOS:** como su nombre lo indica es una guía para determinar el efecto en los organismos, la presencia de sustancias toxicas, permitiendo la cantidad máxima que se puede soportar.
- ✓ **CONPES 3177 DE 2002:** este documento presenta las acciones primarias o prioritarias para la formulación del plan Nacional de manejo de aguas residuales.

¹³ Enfermedad producida por gusanos parásitos

¹⁴ http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/

- ✓ **DECRETO 1594 DE 1984:** este documento emanado de la presidencia de la república en junio de 1984 reglamenta el uso eficiente del agua y los residuos sólidos y expone algunas prohibiciones (capítulo VI) en cuanto el vertimiento de los residuos líquidos.

- ✓ **DECRETO 1076 DE 2015:** documento emanado por el ministerio de ambiente en el cual se compila toda la reglamentación relacionada con el medio ambiente y el desarrollo sostenible y que permite a todo ciudadano conocer las disposiciones que al tema se refiere.

3. Capítulo 3, Diagnóstico y alternativa de construcción

3.1 Diagnostico

Una vez revisada toda la red de captación, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas del centro poblado de “mata de café” se puede concluir lo siguiente:

- **Captación o domiciliarias:** el problema tiene su punto de partida en el mal manejo o la falta de control de las aguas limpias que llega a las viviendas, como ya se ha mencionado ninguna de las familias posee tanque de almacenamiento, no existe registros, válvulas o cualquier mecanismo de control que pueda interrumpir el flujo en los tiempos en que los habitante de cada vivienda no están haciendo uso de él o simplemente no están en la casa, en la eventual construcción del sistema de alcantarillado se debe corregir esta falencia para evitar sobrecarga en las tuberías y en el sistema séptico.
- **Captación o domiciliarias:** ninguna de las casas construidas en este centro poblado tiene tubería para conducir sus aguas residuales a una red matriz, cada uno vierte directamente a un canal que pasa por la parte trasera de cada vivienda, la forma empírica como se está realizando es con mangueras de 2” y 3” que se conectan a una caja que recoge todas las aguas servidas de cada vivienda y que posteriormente se disponen en medio ambiente cerca de las casas sin ningún tipo de tratamiento primario, además, este problema se acentúa al mal manejo del agua limpia que ingresa a las viviendas, ya que no se cuenta con ningún mecanismo de control (registro, contador, válvula, flotador, etc.). esta situación aumenta el caudal de las aguas residuales, pues van directamente a la red empírica de aguas residuales de cada vivienda y de allí salen para el canal natural abierto.
- **Conducción:** la red de conducción no existe, en estos momentos los residuos se desplazan por la superficie del canal natural, esto genera desprendimientos de tierras por efecto de arrastre del agua, desestabilización del terreno y proliferación de enfermedades asociadas a problemas gastrointestinales y de respiración, esta información se refleja en la encuesta que se realizó a los habitantes del sector. El lecho de 312 ml por donde se conduce las aguas

residuales está contaminado y es inevitable la recolección de estas aguas que afectan el ecosistema.

- **Tratamiento:** realizada la verificación de recolección y conducción de las aguas residuales es evidente que el tratamiento tampoco existe, todo el eje del alcantarillado es nulo, de este último no se puede diagnosticar nada debido a la inexistencia de las estructuras, lo que si se evidencia es la necesidad latente de construir todo un sistema que mitigue el golpe ambiental que ocasiona.

3.2 Alternativa de construcción

Con las bases teóricas, el marco legal, el contexto nacional e internacional, el diagnóstico y el levantamiento topográfico por donde se pretende construir la red de alcantarillado y las estructuras se puede plantear una solución para la recolección, conducción, tratamiento y vertimiento de las aguas residuales domesticas del sector mata de café del municipio de Muzo Boyacá, esta solución partirá después de los datos recolectados con el periodo de diseño, cálculo de caudales de diseño de las aguas residuales, población de diseño, presupuesto de obra y cronograma para ejecución del presupuesto de obra. Es necesario conocer que todo tipo de tratamiento se compone de tres fases las cuales se resumen a continuación:

Primaria: se fundamenta en la disminución de las partículas tales como aceites, arenas, grasas y elementos solidos (embaces, plásticos, madera, etc.) para evitar problemas de taponamiento en las tuberías y en las plantas de tratamiento. Teniendo en cuenta que se trata de un asentamiento rural (centro poblado) se puede plantear que inicialmente se coloca una trampa de grasas que cumplirá con esta tarea y evitara traumatismos en la red matriz.

Secundario: consiste en la degradación del contenido vivo (microorganismos o biológicos) que proviene de los desechos humanos; detergentes, alimentos, etc. Y generalmente se utiliza procesos aerobios¹⁵ o anaerobios.

Terciario: es la última etapa del tratamiento de las aguas residuales y en ella se elimina toda la carga orgánica residual y demás sustancias que no se han podido depurar en

¹⁵ Utilización de microorganismos (bacterias) que con presencia oxigeno descomponen la materia orgánica

los anteriores ciclos. El proceso más utilizado es el físico-químico que consta de la coagulación¹⁶, floculación¹⁷ y decantación¹⁸. Esta etapa es la conexión de las aguas ya tratadas del efluente con su fuente hídrica receptora.

3.2.1 Periodo de diseño

En base a la población actual del sector de mata de café del municipio de Muzo y de la capacidad económica de sus habitantes el periodo de diseño se plantea de 15 años.

3.2.2 Caudal de diseño

Tabla 3, tasa de crecimiento anual

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL					
	0.17		Tasa Departamental	2015-2020	DANE
	0.14		Tasa Departamental	2020-2025	DANE
	0.12		Tasa Departamental	2025-2030	DANE

Fuente: PMAA¹⁹

Tabla 4, coeficiente de mayoración

DEMANDA BRUTA			COEFICIENTES DE MAYORACIÓN	
AÑO	DEMANDA (L/hab día)	NIVEL	K1	1.3
2033	120	BAJO	K2	1.6

Fuente: PMAA

Teniendo en cuenta los datos de la ILUSTRACIÓN 1, PERSONAS POR HOGAR SECTOR RURAL MUZO BOYACÁ (3.7) se pudo calcular fácilmente que de las 25 familias del sector de Mata de Café para el año 2018 tenemos una población de 94 habitantes en un área de 2 ha, es decir que son 46 habitantes por hectárea.

¹⁶ Generar la adhesión de partículas para facilitar su eliminación

¹⁷ Proceso químico para aglutinar las sustancias coloidales y facilitar su eliminación

¹⁸ Proceso físico mediante el cual las partículas más densas caen al fondo y el agua se aclara en la superficie

¹⁹ Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado

Tabla 5, proyección de población y caudales

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CAUDALES CENTRO POBLADO MATA DE CAFÉ MUZO - BOYACA								
Año	población residencial	rata	población flotante	Habitantes	Q_{inst}	Q_{md}	Q_{MD}	Q_{MH}
2018	92.5	0.0017	34					
2019	93	0.0017	34					
2020	93	0.0017	34					
2021	93	0.0014	34					
2022	93	0.0014	34					
2023	93	0.0014	34					
2024	93	0.0014	34	127	0.55	0.73	0.94	1.51
2025	93	0.0014	34	128	0.55	0.73	0.95	1.51
2026	94	0.0012	34	128	0.55	0.73	0.95	1.51
2027	94	0.0012	34	128	0.55	0.73	0.95	1.51
2028	94	0.0012	30	124	0.55	0.72	0.94	1.50
2029	94	0.0012	30	124	0.55	0.72	0.94	1.50
2030	94	0.0012	30	124	0.55	0.72	0.94	1.50
2031	94	0.0012	30	125	0.55	0.72	0.94	1.50
2032	94	0.0012	30	125	0.55	0.72	0.94	1.50
2033	94	0.0012	30	125	0.55	0.72	0.94	1.50

Fuente: PMAA

De acuerdo con la anterior tabla para el año 2033 podremos alcanzar los 125 habitantes en las 2 ha del centro poblado de Mata de café, esto en relación con la tasa de crecimiento, aunque la población de este sector en los últimos años ha tendido a reducirse por la falta de oportunidades en la actividad minera, los datos son tomados del último censo que fue en el año 2005.

Se puede resumir que por tratarse de un centro poblado en un sector minero la densidad de población por hectárea es muy baja, siendo así que está por debajo de los 100 habitantes por ha.

Tabla 6, cálculo de las aguas residuales

CALCULO DE AGUAS RESIDUALES SECTOR MATA DE CAFÉ MUNICIPIO DE MUZO BOYACA						
Años	Proyección de Población	Consumo agua potable L/hab. *d	Area Residual - A_{rd} (ha)	Densidad de Población - D (hab / ha)	Coefficiente de Retorno ®	Caudal de Aguas Residuales (Q_D)
2019	126	120	2.0	63.19	0.75	0.13

2020	127	120	2.0	63.30	0.75	0.13
2021	127	120	2.0	63.40	0.75	0.13
2022	127	120	2.0	63.49	0.75	0.13
2023	127	120	2.0	63.58	0.75	0.13
2024	127	120	2.0	63.67	0.75	0.13
2025	128	120	2.0	63.76	0.75	0.13
2026	128	120	2.0	63.84	0.75	0.13
2027	128	120	2.0	63.92	0.75	0.13
2028	124	120	2.0	62.04	0.75	0.13
2029	124	120	2.0	62.11	0.75	0.13
2030	124	120	2.0	62.18	0.75	0.13
2031	125	120	2.0	62.26	0.75	0.13
2032	125	120	2.0	62.33	0.75	0.13
2033	125	120	2.0	62.41	0.75	0.13

Por la cantidad de pobladores y teniendo en cuenta que el caudal calculado es muy pequeño, se opta por diseñar la tubería para un caudal de 1.5 l/s²⁰.

Diámetro de la tubería: para el caso del presente proyecto y en vista que la población a servir es muy pequeña se adopta un diámetro de tubería de 10" en PVC, en el libro de "elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, nos dice que se puede optar por un diámetro de 6", pero como esta población tiene antecedentes de mal manejo de las aguas limpias se recomienda utilizar un diámetro mayor para evitar una sobrecarga dentro de la tubería, además y de acuerdo al levantamiento topográfico tenemos una pendiente promedio del 5% en toda el área por donde se pretende colocar la tubería, cumpliendo así con el numeral 3.3.11.1 del título D del RAS, donde nos dice que la pendiente mínima para redes de recolección y evacuación de aguas residuales por gravedad debe ser del 2%.

Teniendo estas cosas claras se da inicio con la alternativa de construcción de un alcantarillado que ayude con el saneamiento del área afectada por el mal manejo de las aguas residuales del sector de mata de café del municipio de Muzo.

3.2.3 Pasos a seguir

A continuación se realiza un resumen de las actividades que se deben emprender para garantizar que el proyecto tenga los resultados deseados. Estos comprenden desde la

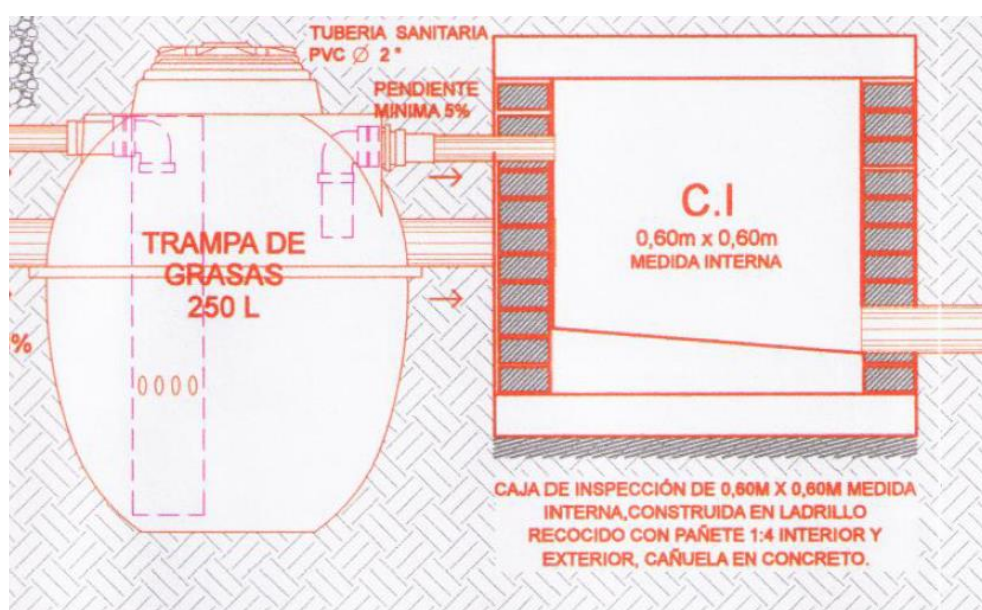
²⁰ ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, PAG. 396 caudales de diseño.

etapa de capacitación y concientización de la comunidad afectada, la construcción y el cuidado y mantenimiento de la red construida.

1. Se debe concientizar a las personas del área de influencia a tener un buen uso del agua limpia que llega a sus viviendas, para esto es necesario realizar campañas en compañía de la unidad de servicios públicos domiciliarios del municipio (USPD) en donde se capacite a estas personas para controlar este flujo y evitar que pase directamente a la red de alcantarillado. Los compromisos que debe realizar las familias son: instalación de registros de corte que permitan detener el flujo cuando no sea necesaria la utilización de este, adquisición de tanques de reserva con flotador para controlar el flujo del líquido, cambio de los aparatos sanitarios de alto consumo por aparatos con descargas que controlen y permitan el uso eficiente del agua, reciclaje del agua de lavado de ropas y de la ducha; esta agua se puede utilizar en las descargas sanitarias o en el aseo de fachadas, pisos, vehículos o riegos de jardín.
2. A la salida de las viviendas del centro poblado se debe instalar una **trampa de grasas de 105 l**, seguida de una caja de inspección de 1.2*1.2, con esta instalación se cumple con un tratamiento primario para evitar que partículas de grasas y/o aceites lleguen a la red matriz y produzcan taponamientos, este proceso se logra al entrar las aguas a la trampa donde se reduce su velocidad y por reducción de la temperatura las grasas y aceites flotan permitiendo su fácil retiro. cada familia debe realizar un mantenimiento periódico a estas dos estructuras, con el fin de mantenerlas limpias y que el flujo no se interrumpa y las aguas residuales empiecen a rebosarse por las rejillas de las viviendas.

Para el mantenimiento de estas estructuras es necesario remover la tapa y verificar cuidadosamente como están instaladas cada una de sus partes en el interior para evitar malas instalaciones después de aseadas. Una vez se destape la trampa se debe empezar a remover el material que está dentro de ella y disponerlo dentro de recipientes plásticos o bolsas para residuos sólidos, la trampa debe quedar totalmente limpia incluyendo sus paredes y piso, los residuos retirados **no** se deben disponer en ningún sistema de alcantarillado.

Ilustración 12, tratamiento primaria a la salida de cada vivienda



Fuente: empresas públicas de Cundinamarca

- Después de la caja de inspección se debe realizar excavación para conectar la domiciliaria a la red de alcantarillado matriz, esta conexión se realiza con tubería de 4" PVC enterrada a una profundidad mínima de 1.2 m (ver tabla N°7) ya que parte de esta tubería quedara sobre un vía de red terciaria del municipio de Muzo.

Tabla 7, profundidad mínima de instalación de tuberías de alcantarillado

Tabla D.3.5 Profundidad mínima de instalación de tuberías en sistemas de alcantarillado

Servidumbre	Profundidad a la cota clave del tramo (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: RAS 2000 TITULO D

nota: la profundidad de 1.2 m. es adoptada teniendo en cuenta que más adelante esta vía puede ser pavimentada y al compactar la sub-rasante y realizar el cajeo para la nueva estructura la profundidad se puede alterar.

La conexión se debe realizar directamente al tubo de la red principal con accesorio tipo "silla Yee" el cual permite que el flujo llegue directamente en el mismo sentido del flujo de las aguas residuales que ya se desplazan por la red.

Ilustración 13, imagen de conexión con silla yee tubería Novafort



Fuente: <http://ingjuanmanuelasantos.blogspot.com.co/2009/09/instalacion-silla-yee.html>

4. En el arranque de la red principal de alcantarillado se debe construir un pozo de inspección en ladrillo común con aro tapa confinada en concreto y placa piso en concreto reforzado, estos pozos también deben tener internamente una escalera que permita el ingreso de los funcionarios encargados de realizar el mantenimiento, además, se deben construir pozos en los cambios bruscos de pendientes y en los cambios de dirección de la red. Deben quedar sobre la vía y donde se visualice fácilmente su ubicación.

Para evitar taponamientos y daños en la red (tubería y pozos) es necesario realizar inspecciones visuales mínimo cada mes. Dependiendo del estado de la red y lo encontrado en las inspecciones oculares se debe programar el mantenimiento y la limpieza de las mismas, al igual que los residuos retirados de la trampa de grasas, los residuos aquí extraídos se deben disponer en el sitio donde autorice la autoridad competente para la zona (CORPOBOYACA).

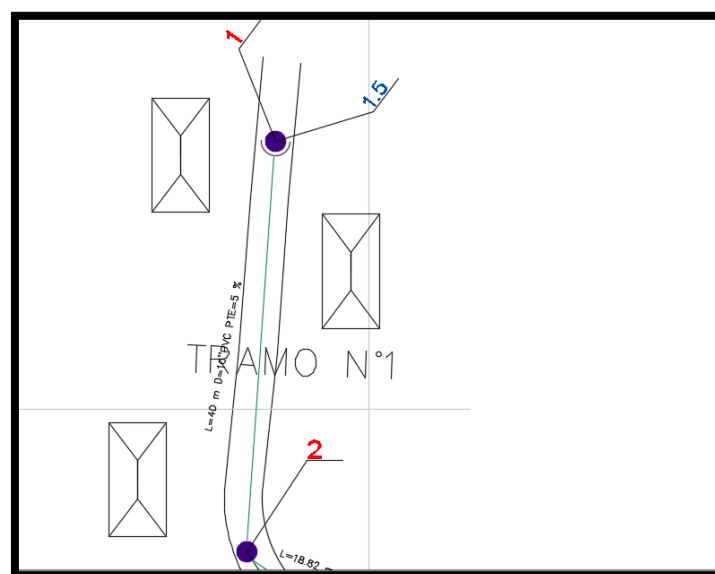
Ilustración 14, ubicación pozos

UBICACIÓN DE POZOS	
PZ 1	K0+ 385
PZ 2	K0+ 345
PZ 3	K0+ 326.18
PZ 4	K0+ 269.72
PZ 5	K0+ 184.29
PZ 6	K0+ 123.14
PZ 7	K0+ 44.02
PZ 8	K0+ 16.25

Fuente: propia

El pozo de arranque (PZ 1) junto con los 40 m iniciales de tubería PVC de 10" quedaría ubicados en la parte alta del caserío y recogería las aguas residuales domesticas de 3 viviendas, teniendo en cuenta que la pendiente es constante la profundidad de la excavación es constante también. Para esto es necesario construir pozos con diámetro interno de 1.2 m y con profundidades mayores o iguales a 1.5 m, no es necesaria la colocación de entibados para proteger las paredes de la excavación, ya que la profundidad no lo amerita.

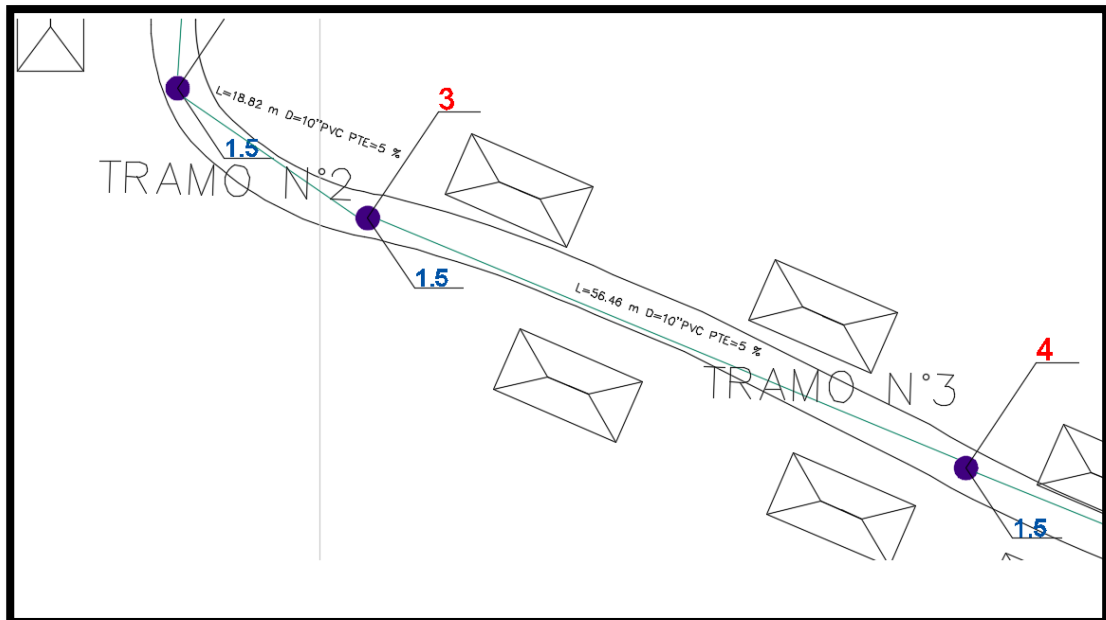
Ilustración 15, detalle del tramo N°1



Fuente: propia

El pozo N° 2 se construye por cambio de dirección brusca, se debe dar giro a la tubería u promedio de 90° para encauzar las aguas residuales domesticas al pozo N°3, este tramo es el N°2 y se instalaran 18.82 ml de tubería PVC de 10”, este tramo no recoge ninguna domiciliaria, seguido al pozo N°3 se adelanta una instalación de tubería de 10” en PVC con una longitud de 56.46 ml hasta el pozo N° 4 recorriendo así el tramo N°3 y captando las aguas de 4 viviendas, la pendiente de estos dos tramos se mantiene constante y la profundidad de la excavación es de 1.5 m. se construirán en estos tramos el pozo N°2, N°3 y el N°4 con diámetro interno de 1.2 m y con profundidades mayores o iguales a 1.5 m, no es necesaria la colocación de entibados para proteger las paredes de la excavación, ya que la profundidad no lo amerita.

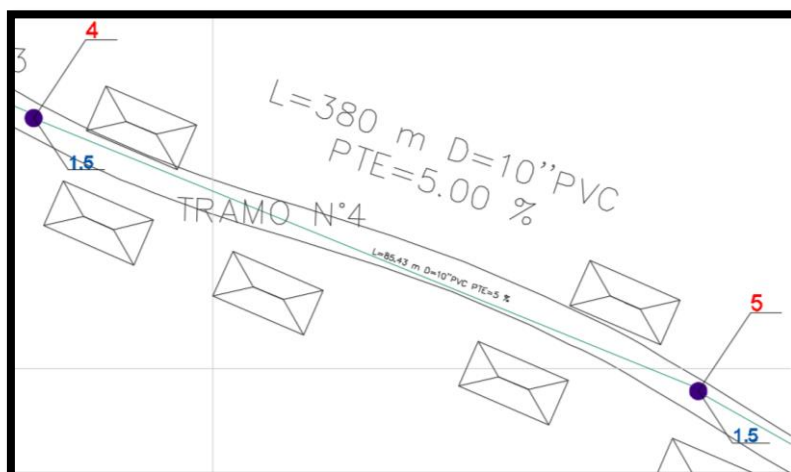
Ilustración 16, tramos 2 Y 3



Fuente: propia

El pozo N° 4 se construye en el tramo 3 y da el arranque para el tramo N°4, todos estos pozos son necesarios por cambio de dirección, los cambios son leves pero se trata de evitar que el trazado se salga de la vía y se aleje del eje de la misma. Este tramo tiene una longitud de 85.43 ml en tubería de 10” PVC; se recoge 5 domiciliarias y se entrega al pozo N°5. La pendiente no varía así que se mantiene un perfil con la misma profundidad de excavación.

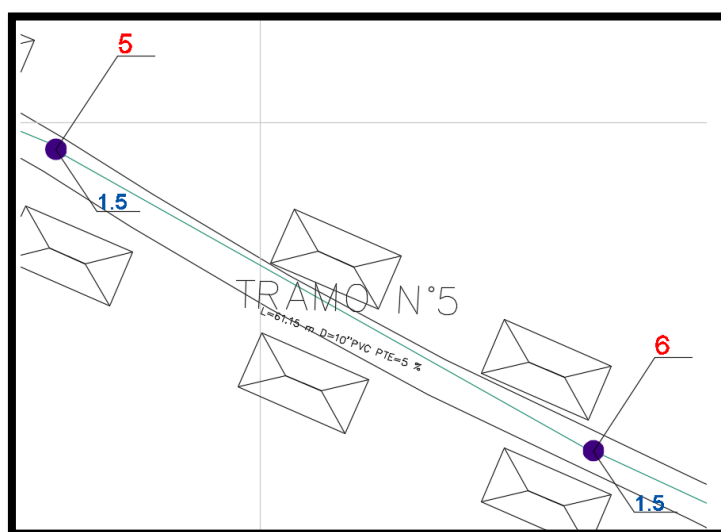
Ilustración 17, tramo N°4



Fuente: propia

Para el tramo N°5 tenemos la transición entre el pozo N° 5 y una red de alcantarillado de 10" en PVC y una longitud de 61.15 m en pendiente constante del 5%. A lo largo de los 61 m se reciben a la red 5 domiciliarias y se conecta con el pozo N°6.

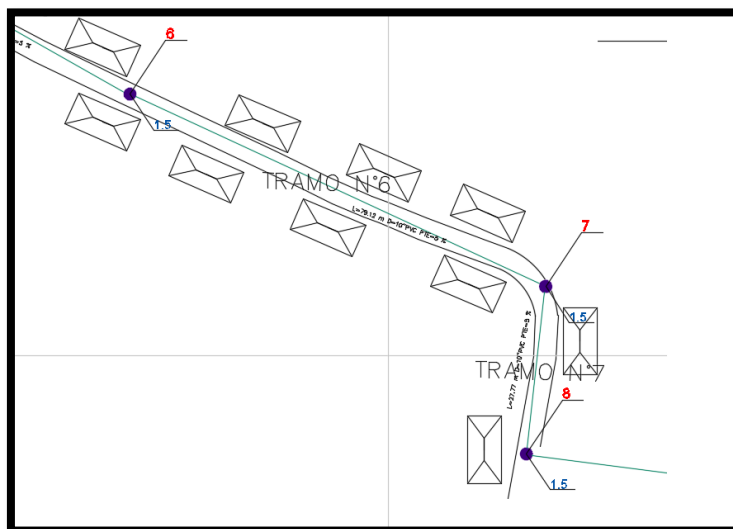
Ilustración 18, tramo N° 5



Fuente: propia

Entre el pozo N°6 y el ultimo pozo (PZ 8) se deben instalar 106.89 m de tubería de 10" en PVC tipo Novafort, en estos dos tramos se recogen las ultimas domiciliarias (8) completando así la recolección de las aguas residuales de las 25 familias del sector de mata de café de la vereda Sabripa del municipio de Muzo Boyacá. En el pozo 7 y en el pozo 8 tenemos dos cambios bruscos de dirección (90° aprox.).

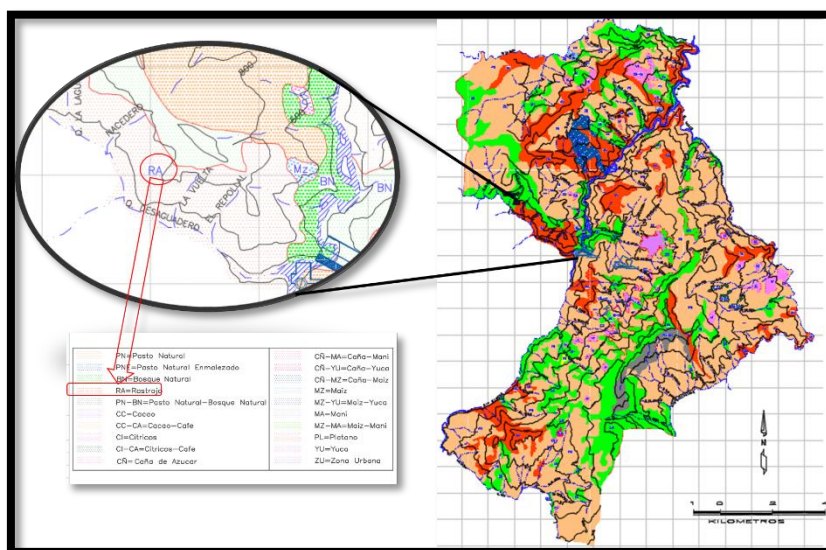
Ilustración 19, tramo 6 Y 7



Fuente: propia

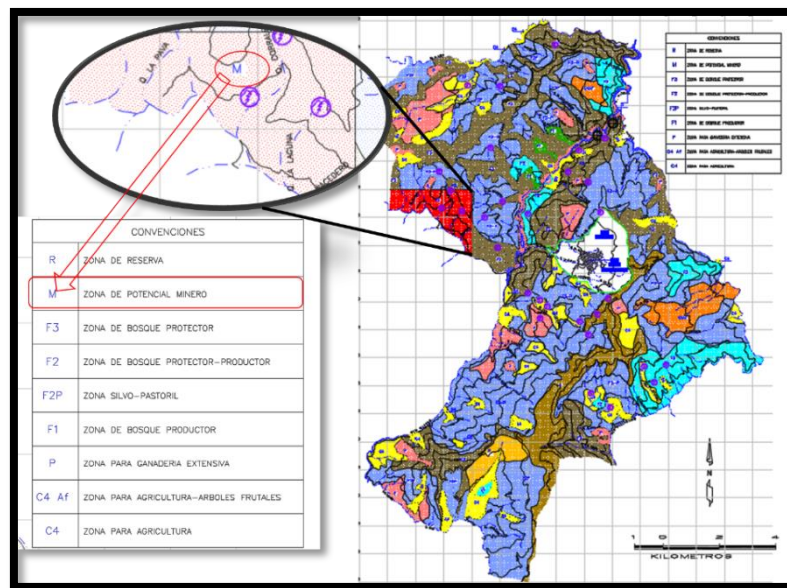
Es necesario tener en cuenta que el pozo N° 8 envía la red al sector contrario del cauce de la quebrada el desaguadero (ver ilustración N°1) y lo encauza a una zona apta para el sistema de infiltración, ya que en el mapa de uso del suelo para este sector nos dice que el material vegetal que se encuentra en la zona es “rastrojo” (ver ilustraciones 20 Y 21) y que el uso del suelo es de zona potencial minería.

Ilustración 20, uso del suelo actual



Fuente: acuerdo N° 102 del 2000 (EOT, Muzo – Boyacá)

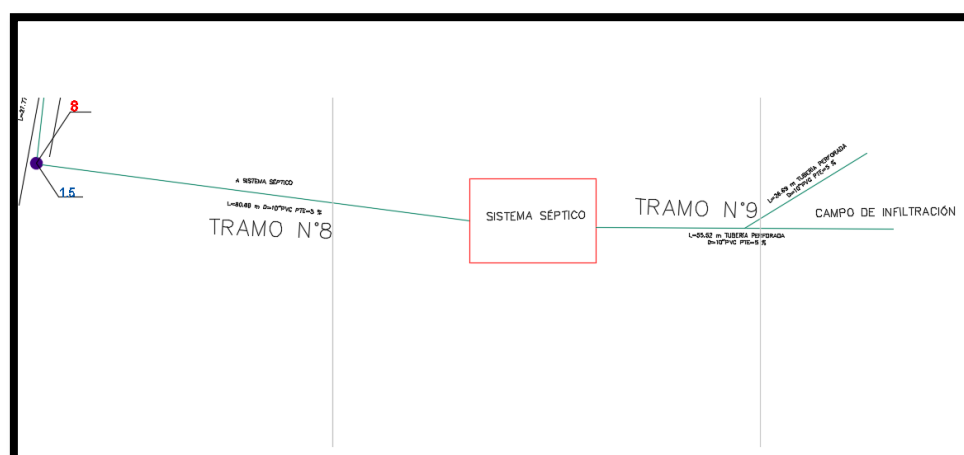
Ilustración 21, decisión uso del suelo



Fuente: acuerdo N° 102 del 2000 (EOT, Muzo – Boyacá)

Los últimos dos tramos comprenden la llegada al sistema séptico integral y al campo de infiltración, la tubería después del pozo N° 8 (80.69 ml) es también de 10" en PVC tipo Novafort²¹ y entrega las aguas residuales en el sistema séptico, después del proceso séptico la aguas salen a un campo de infiltración en tubería perforada de 10" PVC, este campo se ramifica para aumentar el área de infiltración.

Ilustración 22, tramo 8 a sistema séptico y campo de infiltración

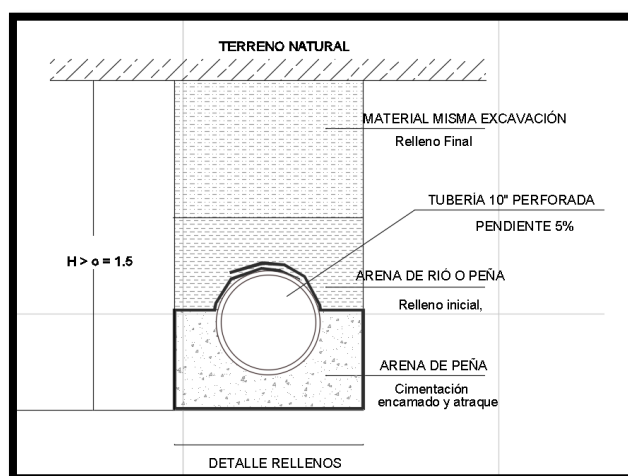


Fuente: propia

²¹ tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada. Sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho.

5. A lo largo de toda la red se instala tubería PVC de 10” (Novafort) y se conectan las domiciliarias de las 25 familias y transporta las aguas residuales al sistema séptico integral. Previo a la instalación de la tubería y la construcción de los pozos y las cajas de inspección se debe realizar la respectiva excavación, la tubería de la red principal también quedara instalada a una profundidad mínima de 1.2 m de acuerdo a la tabla N° 7.

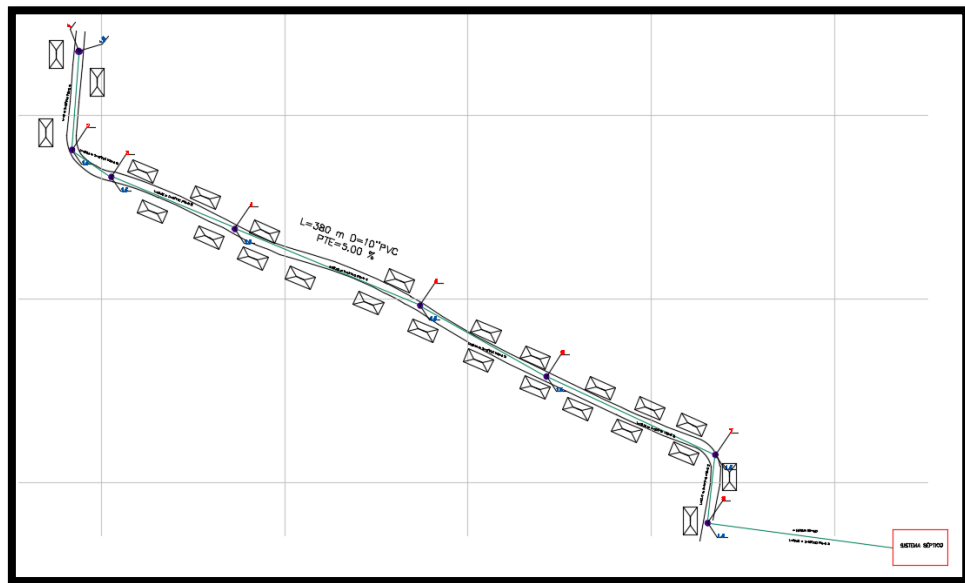
Ilustración 23, detalle de relleno zanjas red principal



Fuente: propia

Antes de instalar la tubería es recomendable colocar una cama en arena (ver ilustración 23) que evite que la tubería quede en contacto con material rocoso que pueda generar algún tipo de ruptura y a su vez pérdidas en la red de conducción, después de colocar el tubo se debe tapar en su totalidad con arena, evitando también que al momento de compactar el material las rocas del afirmado perforen el tubo.

Ilustración 24, red de alcantarillado Mata De Café



Fuente: propia

La red de alcantarillado matriz llega al tanque séptico integrado que cumple con un tratamiento secundario, en este tanque se sedimentan los sólidos (lodo) ya que se basa en un sistema de filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), es decir, en el primer compartimiento entra las aguas residuales y los lodos son sedimentados por peso, este cumple una función de tipo desarenador y permite el paso al siguiente compartimiento por la parte superior, este puede llamarse un proceso de aquietamiento el cual conduce mediante tubería los líquidos al tanque FAFA, las aguas son depositadas en el fondo bajo el lecho del material filtrante (plástico o gravas) y la salida hacia el campo de infiltración está en la parte alta, obligando así a pasar las aguas por el material filtrante, este proceso elimina más del 80% de los contaminantes suspendidos en los fluidos.

El campo de infiltración se ubica al costado contrario del cauce de la quebrada a más 250 m y el terreno donde se instalara este sistema séptico solo tiene rastrojo (EOT Muzo, Uso del suelo rural) y el uso potencial es para la explotación minera, permitiendo así realizar la infiltración sin afectar cultivos de uso doméstico por la absorción de los líquidos a través de las raíces de los árboles, además, como la tubería de infiltración se aleja de la quebrada no existe tampoco la posibilidad que estos residuos confluyan hasta el cauce de la quebrada “el desaguadero”.

Ilustración 25, ubicación campo de infiltración

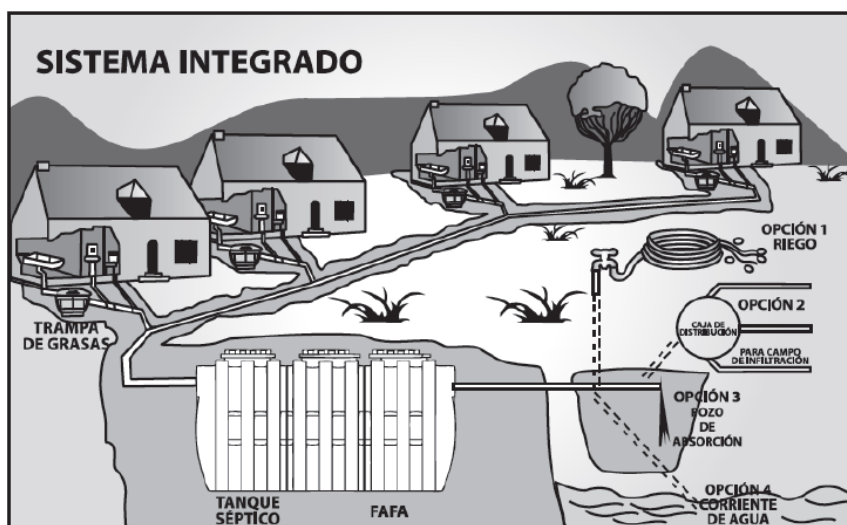


Fuente: google earth

El sistema séptico integrado se debe instalar en un lugar donde no circulen animales, vehículos y que las características del suelo sean acordes para su instalación (ver anexos instrucciones de instalación), la tapa del tanque debe quedar en un lugar visible y de fácil ingreso para realizar los mantenimientos , ya que este se debe limpiar periódicamente para evitar su colmatación, tratándose de un centro poblado y por la cantidad de lodos que se pueden acumular se debe tener en cuenta traer tres veces al año un camión cisterna que evacue los lodos y realice el aseo de los tanques. Bajo ninguna circunstancia estos lodos se pueden disponer en lugares abiertos, si el municipio de Muzo cuenta con planta de residuos sólidos estos se puede disponer allí, previa autorización y cumplimiento de los requerimientos que haga CORPOBOYACA.

Nota: se debe comprar el terreno donde se ubicara todo el sistema séptico integrado, para esto se necesita 150 m de longitud incluyendo tubería después del pozo N°8, sistema séptico (tanque) y tubería de infiltración, el ancho de 50 m que sería el sector de influencia, con estas medidas el lote que se debe comprar es de 7500 m² o 0.75 ha.

Ilustración 26, sistema integrado



Fuente: manual sistemas sépticos integrados ROTOPLAST

Para calcular el volumen del tanque se utilizó la siguiente formula:

$$V = N \cdot D \cdot 2$$

Dónde: V= volumen del sistema séptico

N= número de personas a servir (125 personas año 2033)

D= dotación (lts/persona al día) (120 lts)

2= factor de mayoración

Entonces: $V = 125 \cdot 120 \cdot 2 = 30000$ lts

Ilustración 27, tanques en el mercado

En la tabla N°1 aparecen los diferentes volúmenes de los sistemas y la cantidad de material filtrante que requieren.

Tabla N°1 CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS INTEGRADOS

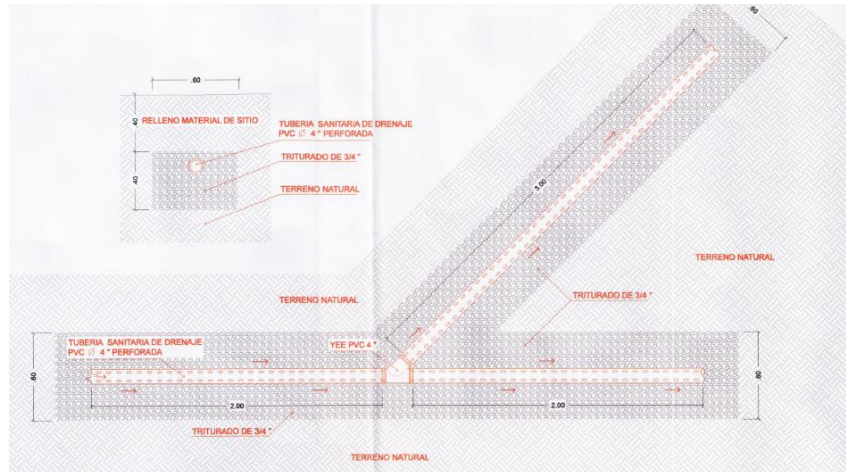
VOLUMEN TOTAL (LITROS)	TANQUE SÉPTICO VOLUMEN(LITROS)	FILTRO ANAEROBIO	
		Vol (lt)	N° de Rosetones
1650	1100	550	180
2000	1330	670	250
3000	2000	1000	370
5000	2500	2500	935
7500	5000	2500	935
10000	7500	2500	935
12500	7500	5000	1870
15000	10000	5000	1870
17500	12500	5000	1870
20000	15000	5000	1870
25000	15000	10000	3740
30000	20000	10000	3740
35000	25000	10000	3740
40000	25000	15000	5600
45000	30000	15000	5600
50000	35000	15000	5600

Fuente: manual sistemas sépticos integrados ROTOPLAST

Una vez termina el proceso de tratamiento las aguas salen a un campo de infiltración el cual se compone de una tubería del mismo diámetro de la red matriz pero perforada

con el fin de que en el lapso de conducción los líquidos se infiltren en el terreno natural a través de las perforaciones, el recubrimiento de la tubería debe ser con grabas de $\frac{3}{4}$ " que faciliten la interacción con el terreno.

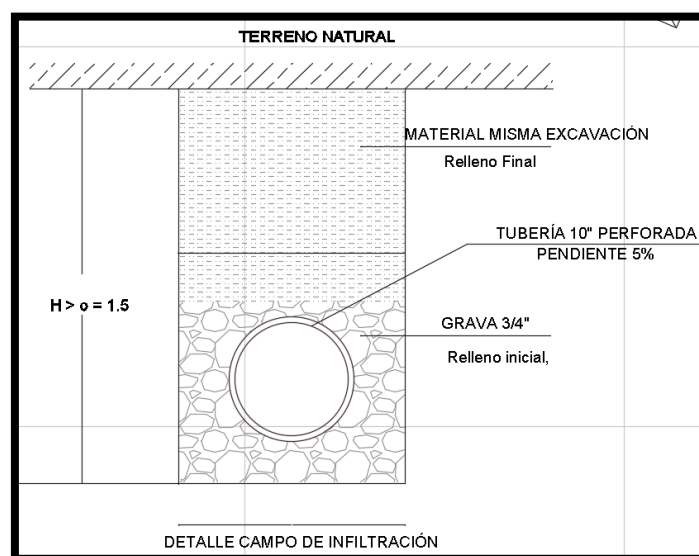
Ilustración 28, campo de infiltración



Fuente: empresas públicas de Cundinamarca

El campo de infiltración se debe ramificar para cubrir una mayor área y reducir afectaciones puntuales, esta ramificación se realiza con una YEE separando los dos ramales en un ángulo de 45° , la forma de realizar los rellenos del tubo perforado es la que se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 29, relleno campo de infiltración



Fuente: propia

Para la alternativa de construcción que se describió anteriormente se tuvieron en cuenta los siguientes costos:

Planteada la alternativa se debe realizar el presupuesto, con este la persona natural, jurídica o ente territorial que estudie la investigación tendrá una base aterrizada para iniciar con un proceso que le brinde una solución al problema planteado, el cual es el mejoramiento del sistema de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales en el sector de mata de café vereda Sabripa del municipio de Muzo Boyacá.

Con la ejecución del siguiente presupuesto se garantiza el saneamiento básico del sector y se benefician 25 familias de escasos recursos de uno de los sectores rurales menos favorecidos del municipio de Muzo.

- Compra de lote: la cantidad resulta de multiplicar la longitud (150) y el ancho (50) del área de influencia del sitio donde se instalara el sistema séptico integrado.
- Localización y replanteo: la cantidad resulta de sumar la longitud de la tubería de cada tramo que se construirá incluido el campo de infiltración.
- Excavaciones: la cantidad resulta de multiplicar la longitud de la tubería por 70 cm de ancho y una profundidad promedio de 1.5 m.
- Trampa de grasas: resulta de la cantidad de viviendas a beneficiar.
- Cajas de inspección: resulta de la cantidad de viviendas a beneficiar.
- Conexión domiciliaria: resulta de la cantidad de viviendas a beneficiar.
- Tubería de 10": tubería necesaria para cubrir los ramales que se deben construir hasta el sistema séptico integrado.
- Pozos de inspección: resulta de la implantación de la red y los pozos necesarios para cambio de pendiente y/o dirección.
- Relleno con arena: resulta del 35% de la excavación para la tubería de 10" de la red principal.
- Tanque séptico integrado: resulta del cálculo del volumen que se necesita captar para este caso.
- Filtro plástico: cantidad recomendada por el fabricante (Rotoplast).
- Tubería 10" perforada: tubería necesaria para construir los dos ramales del campo de infiltración.
- Relleno con gravilla: resulta del 35% de la excavación para la tubería de 10" perforada del campo de infiltración.

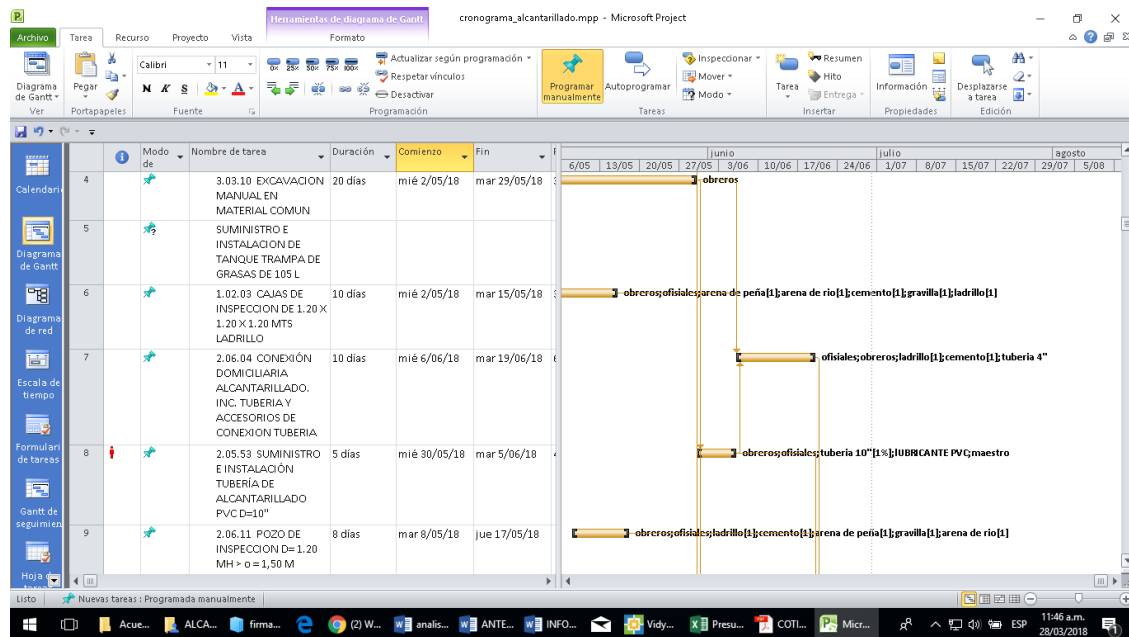
- Relleno con material de la misma excavación: resulta del 60% de la excavación para la tubería de 10" de la red principal y del campo de infiltración.

Tabla 8, presupuesto

PRESUPUESTO PARA “ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO Y SISTEMA SÉPTICO INTEGRADO, PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO MATA DE CAFÉ MUNICIPIO DE MUZO-BOYACA”					
ÍTEM	CONCEPTO	UN	CANT.	V/UNIT	V.PARCIAL
1	CONSTRUCCION ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES				
1.01	COMPRA DE LOTE PARA CAMPO DE INFILTRACION	ha	0.75	25,000,000	18,750,000
1.02	3.02.01.05 LOCALIZACION Y REPLANTEO PARA RED DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (INCLUYE CARTERAS Y PLANOS)	ml	487.65	777	378,904
1.03	3.03.10 EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL COMUN	m³	512.03	46,600	23,860,715
1.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TANQUE TRAMPA DE GRASAS DE 105 L	un	25.00	100,000	2,500,000
1.05	1.02.03 CAJAS DE INSPECCION DE 1.20 X 1.20 X 1.20 MTS LADRILLO	un	25.00	867,609	21,690,225
1.06	2.06.04 CONEXIÓN DOMICILIARIA ALCANTARILLADO. INC. TUBERIA Y ACCESORIOS DE CONEXION TUBERIA	un	25.00	305,106	7,627,650
1.07	2.05.53 SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA DE ALCANTARILLADO PVC D=10"	ml	449.44	112,745	50,672,113
1.08	2.06.11 POZO DE INSPECCION D= 1.20 MH > ø = 1,50 M	un	8.00	1,031,099	8,248,792
1.09	3.13.36 RELLENO PARA REDES EN ARENA (SUMINISTRO, EXTENDIDO, UMEDECIMIENTO Y COMPACTACION)	m³	165.17	105,493	17,424,194
1.10	SUMINISTRO E INSTALACION SISTEMA SEPTICO INTEGRADO CILINDRICO HORIZ 30000 LTS 2.4	un	1.00	38,142,767	38,142,767
1.11	FILTRO PLASTICO TIPO COLMENA	un	3,740.00	884	3,306,160
1.12	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE 10" PEFORADA PARA SISTEMA DE INFILTRACION	ml	78.21	125,000	9,776,250
1.13	3.13.37 RELLENO PARA REDES EN GRAVILLA DE 3/4 , 1/2 (SUMINISTRO, EXTENDIDO, UMEDECIMIENTO Y COMPACTACION)	m³	28.74	101,386	2,914,054
1.14	2.01.09 RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO PROVENIENTE DE EXCAVACIÓN COMPACTADO CON PLANCHA VIBRADORA	m³	307.22	22,432	6,891,548
	COSTO DIRECTO				212,183,372
	AIU 30%				63,655,012
	TOTAL ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES				275,838,384

Fuente: propia

Ilustración 30, esquema de cronograma y diagrama Gantt



Fuente: propia

Nota: se anexa archivo en Microsoft Project donde se encuentra el cronograma con el diagrama de Gantt, el tiempo estimado en la ejecución de todas las obras es de 2 meses calendario y/o 45 días laborables, se estima fecha de inicio el 30 de abril de 2018 y fecha de terminación el 29 de junio del mismo año.

4. Capítulo 4, recomendaciones y conclusiones

4.1 Recomendaciones

Teniendo en cuenta la investigación realizada en la zona de “mata de café” de la vereda de Sabripa, municipio de Muzo-Boyacá, se puede evidenciar la falencia que existe en la recolección, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, de allí que surgen varias recomendaciones para el buen manejo de estos desechos mitigando el golpe al ecosistema y los problemas de salud pública que en el presente se notan:

- Realizar una jornada de capacitación y concientización en la población afectada para el buen uso de los recursos, resaltando la importancia de controlar el flujo de agua limpia que entra a las viviendas y presentando ante ellos las soluciones para no saturar el alcantarillado que se pretende construir.
- Comprar un lote de acuerdo a la ubicación suministrada en el que se pueda instalar el sistema séptico integral con el campo de infiltración, para esto es necesario un lote de mínimo 7500 m² (0.75 ha).
- Instalar una trampa de grasas seguida de una caja de inspección en la salida de las aguas residuales de cada vivienda que ayuden con el tratamiento primario y el control de los residuos que se vierten al sistema de alcantarillado.
- Realizar captación con tubería novafort para alcantarillados en cada una de las viviendas del sector y encausar a una red matriz, esta captación debe partir de la trampa de grasas, seguida de la caja de inspección, la red domiciliaria en tubería de 4” y desembocaría a la red principal.
- Construir un sistema de alcantarillado matriz que recolecte todas las domiciliarias de las viviendas. Para esto es necesario un estudio detallado de la zona (topografía, suelos, hídrico, etc.), con esto se puede realizar excavaciones sin perjudicar estabilidad del terreno y a su vez ejecutar la construcción de las

estructuras en las zonas más adecuadas, se debe construir de acuerdo a la norma RAS 2000 títulos E y D y debe contener estructuras tales como pozos de inspección que ayuden al mantenimiento del sistema.

- Conseguir un lote adecuado para la instalación de un sistema séptico integrado con su tanque séptico y con el tanque filtro anaeróbico que ayuden con el tratamiento secundario y terciario de las aguas residuales.
- Construir un campo de infiltración con tubería de 10" perforada y cubierta con grabas de 1/4", con este campo de infiltración las aguas se incorporan en el terreno natural y se mitiga el impacto social y ambiental que actualmente sufre la zona.

4.2 Conclusiones

Realizada la investigación en el sector de mata de café de la vereda sabripa del municipio de Muzo-Boyacá es notorio lo fácil que resulta encontrar problemas de diferente índole en cada una de las comunidades que rodean el entorno.

Si no se avanza en el tema de la obtención de nuevos conocimientos que planteen soluciones, difícilmente se tendrá una comunidad que avance hacia el desarrollo, ya que los problemas latentes de las sociedades no se han solucionado muchas veces por la pereza y la falta de compromiso a la hora de realizar una investigación.

La investigación es un recurso fundamental que permite para cada caso en específico encontrar o plantear los problemas determinados y de la misma manera a medida que esta avanza poder generar las posibles soluciones y alternativas que conllevaran a la erradicación de la falencia encontrada.

Pero la investigación no tendría ningún efecto si con ella no se aporta una solución; para el caso se entrega un producido con las diferentes acciones a realizar, empezando con el planteamiento de la alternativa de construcción de la red de alcantarillado junto con el sistema séptico integral que permitirá a las 25 familias del área de influencia del proyecto tener un saneamiento en sus aguas residuales domésticas.

Junto con esto se entrega un presupuesto acorde a todos los datos recogidos en el sector y las especificaciones técnicas de construcción de cada uno de los ítems que componen la red de alcantarillado, en relación a este presupuesto se adjunta un cronograma de actividades que facilitara la ejecución del presupuesto, además, se realizó planos con algunos detalles constructivos y con la ubicación exacta de las estructuras de acuerdo al levantamiento topográfico y que será muy útil para la persona ejecutora.

BIBLIOGRAFIA

- Acuerdo 102 de 2000 (EOT, Muzo – Boyacá)
- Bernal, D.P; Cardona; D.A, Galvis, A; Peña, M.R. Guía de Selección de Tecnología para el tratamiento de Aguas Residuales Domésticas por Métodos Naturales. En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE MÉTODOS NATURALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Instituto Cinara, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Restrepo, I. 2001. Saneamiento para pequeñas localidades. Instituto Cinara. Universidad del Valle. Colombia. Artículo online.
- GUERRERO HERNANDEZ, María Teresa, FRITCHE TAMISSET, Jan, MARTINEZ ZUNIGA, Raúl et al. Diseño y construcción de sanitarios ecológicos secos en áreas rurales. Rev Cubana Salud Pública. [online]. jul.-sep. 2006, vol.32, no.3 [citado 14 Marzo 2008], p.0-0
- 3 Pineda, S. I. 2000. Sistemas naturales: Tratamiento de aguas residuales a bajo costo. Revista Acodal N°188. Bogotá, Colombia.
- Grob, B., Eder, C., Grziwa, P. et al. 2007. Energy recovery from sewage sludge by means of fluidised bed gasification. Alemania
- NTC –ISO 5657-10 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
- RESOLUCIÓN 1096 DE 2000 RAS 2000
- GTC 31 GESTION AMBIENTAL. AGUA. GUIA PARA LA REALIZACION DE ENSAYOS DE TOXICIDAD - BIOENSAYOS - EN ORGANISMOS ACUATICOS
- CONPES 3177 DE 2002
- DECRETO 1594 DE 1984
- DECRETO 1076 DE 2015
- Resolución No. 019 del 06 de Febrero de 2017, lista de precios unitarios fijos Gobernación de Boyacá.
- Ricardo Alfredo López Cualla, 2004, ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, E Colombia e ingeniería
- manual sistemas sépticos integrados ROTOPLAST

WEB-GRAFIA

- https://www.dane.gov.co/files/censos/consulta/2005_compensada.xls
- [google Earth](#)
- <http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/55/1/GestionProcesosDescontaminacion.pdf>
- <http://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-69962>
- <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15120/1/CaroVelascoOrlando2015..pdf>
- http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- <http://ingjuanmanuelasantos.blogspot.com.co/2009/09/instalacion-silla-yee.html>
- www.objetos.univalle.edu.co
- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid

Anexo A, Especificaciones de construcción

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

1. ITEM No	1.1	2. 3.02.01.05 LOCALIZACION Y REPLANTEO PARA RED DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (INCLUYE CARTERAS Y PLANOS)
3. UNIDAD DE MEDIDA	ml: metro lineal	
4. DESCRIPCION	Localización y replanteo de las áreas a intervenir del proyecto.	
5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION	• Determinar como referencia planimetría el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico. • Determinar como referencia altimétrica el BM empleado en el levantamiento topográfico. • Identificar ejes extremos del proyecto. • Localizar ejes estructurales. • Demarcar e identificar convenientemente cada eje. • Establecer y conservar los sistemas de referencia planimetría y altimétrica. • Establecer el nivel N = 0.00 para cada zona. • Determinar ángulos principales con tránsito. Precisión 20". • Determinar ángulos secundarios por sistema de 3-4-5. • Emplear nivel de precisión para obras de alcantarillado. • Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería.	
6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION	• Las determinadas en el numeral 5.	
7. ENSAYOS A REALIZAR		
8. MATERIALES	• Repisas de madera en ordinario. • Durmientes de madera en ordinario. • Puntilla de 2". • Alambre negro. • Esmalte sintético para señalización.	
9. EQUIPO	• Equipo topográfico de alta precisión. • Niveles • Plomadas • Cintas métricas. • Mangueras transparentes.	
10. DESPERDICIOS	11. MANO DE OBRA	
Incluidos ☒ Si ☐ No	Incluida ☒ Si ☐ No	
12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES	• Levantamiento topográfico.	

13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metros lineales (ml) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre Planos topograficos. Esta medida se tomará sobre los ejes de construcción determinados y no se contabilizarán sobrecostos adicionales necesarios para procesos constructivos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales descritos en el numeral 8
- Equipos y herramientas descritos en el numeral 9.
- Mano de obra.
- Transportes dentro y fuera de la obra.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1. ITEM No	1.2	2. 3.03.10 EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL COMUN	
3. UNIDAD DE MEDIDA		m³ - Metro Cúbico	
4. DESCRIPCION			
Movimiento de tierras en volúmenes pequeños y a poca profundidad, necesarios para la ejecución de instalación de tubería, pozos, cajas y otros. Por regla general, se realizan donde no es posible realizarlo por medios mecánicos. Incluye el corte, carga y retiro de sobrantes.			
5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION			
• Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos. • Consultar y verificar procesos constructivos del Proyecto Estructural. • Corroborar la conveniencia de realizar la excavación por medios manuales. • Verificar niveles y dimensiones expresados en los Planos Estructurales. • Realizar cortes verticales para excavaciones a poca profundidad, sobre terrenos firmes ó sobre materiales de relleno, evitando el uso de entibados. • Realizar cortes inclinados y por trincheras para mayores profundidades y sobre terrenos menos firmes, evitando el uso de entibados. • Utilizar entibados para terrenos inestables ó fangosos ó en terrenos firmes cuando las excavaciones tengan profundidades mayores a un metro y se quieran evitar los taludes. • Depositar la tierra proveniente de las excavaciones mínimo a un metro del borde de la excavación. • Determinar mediante autorización escrita del Ingeniero de Suelos, las cotas finales de excavación. • Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de cimentación. • Cargar y retirar los sobrantes. • Verificar niveles finales de cimentación.			
6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION			
7. ENSAYOS A REALIZAR			
8. MATERIALES			
• Tablas burras y varas de clavo para entibados.			
9. EQUIPO			
• Equipo manual para excavación			
10. DESPERDICIOS		11. MANO DE OBRA	
Incluidos	☒ Si ☐ No	Incluida	☒ Si ☐ No
12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES			
• Recomendaciones del Estudio de Suelos.			

13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Los volúmenes de excavación se medirán en metros cúbicos (M3) en su sitio, de acuerdo con los levantamientos topográficos, los niveles del proyecto y las adiciones ó disminuciones de niveles debidamente aprobadas por el Ingeniero de Suelos y la Interventoría. No se medirán ni se pagarán volúmenes expandidos. Su valor corresponde al precio unitario estipulado en el respectivo contrato e incluye:

- Materiales descritos en el numeral 8
- Equipos descritos en el numeral 9.
- Mano de obra.
- Transportes dentro y fuera de la obra.
- Carga y retiro de sobrantes.

El Constructor no será indemnizado por derrumbes, deslizamientos, alteraciones y en general por cualquier excavación suplementaria cuya causa le sea imputable. Las obras adicionales requeridas para restablecer las condiciones del terreno ó el aumento de la profundidad y de las dimensiones de la cimentación correrán por cuenta del Constructor.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1) ÍTEM 1.3	2) 1.02.03 CAJAS DE INSPECCION DE 1.20 X 1.20 X 1.20 MTS LADRILLO
3) UNIDAD DE MEDIDA	un - Unidad
4) DESCRIPCION Las dimensiones son las que aparecen en la presente especificación, su ejecución permitirá complementar las redes de tuberías de los diferentes sistemas de desagüe y drenaje, en una dimensión de 1.20 x 1.20 m. Su fondo será una losa de concreto simple de 0.15 m vaciada sobre recebo compactado, sus paredes serán de mampostería pañetada. Los flujos que concurren en las cajas se encauzarán desde las entradas hasta la boca de salida mediante cañuelas de sección circular en el fondo de la caja, de altura no menor de 2/3 del diámetro del tubo de salida. Las tapas serán de concreto de 3000 PSI reforzadas con barras de acero de 60000 PSI, deberán ser fundidas en un sitio diferente al de la construcción de la caja, serán de (1.20 x 1.20 m) y 0.05 m de espesor. En las áreas de calzadas, patios, andenes, parqueaderos, jardines, zonas blandas, etc., las tapas podrán dejarse a la vista.	
5) PROCEDIMIENTO DE EJECUCION • Verificar excavaciones y niveles de fondo. • Cubrir el fondo con una capa de recebo compactado de 10 cm. • Fundir una placa en concreto reforzado de 3000 PSI, con el espesor que se indique en los Planos Hidrosanitarios. • Afinar con llana metálica. • Levantar las paredes en mampostería pañetada y de acuerdo con las especificaciones dadas, prever 5 cm para empotrar las tapas entre las paredes de las cajas. • Ejecutar en el fondo de la caja las cañuelas con una profundidad de 2/3 el diámetro del tubo de salida, con una pendiente del 5% y en la dirección del flujo. • Ejecutar y colocar tapas con espesor de 5 cm, sobre las cajas de 1.20 x 1.20 m cm. Estas tapas serán en concreto de 3000 PSI; serán reforzadas con barras de acero de 60000 PSI cada 15 cm en ambas direcciones y con manija central para la manipulación. • Fragar el concreto. • Verificar niveles finales para aceptación.	
6) TOLERANCIAS PARA ACEPTACION	
7) ENSAYOS A REALIZAR	
8) MATERIALES ☐ Alambre negro de amarre calibre 18 ☐ Ladrillo tolete común. ☐ Acero de refuerzo 60,000 PSI. ☐ Recebo. ☐ Concretos 3000 PSI. ☐ Mortero 1:3 arena lavada. ☐ Pañete impermeabilizado integralmente. ☐ Tabla chapa-ordinario 0.10 – 3 m. ☐ Angulo 1/8" X 1" ☐ Acero de 60.000 PSI	

9) EQUIPO					
☐ Herramienta menor.					
10) DESPERDICIOS			11) MANO DE OBRA		
Incluidos	Si	No	Incluida	Si	No
12) REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES					
• Norma NSR 10. • Proyecto hidráulico y sanitario. • RAS 2000					
13) MEDIDA Y FORMA DE PAGO					
Se medirá y pagará por unidades (un) debidamente construidas, revisadas y aprobadas por la Interventoría. Las medidas se calcularán con base a las cantidades ejecutadas.					
El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato. El costo incluye:					
• Materiales descritos en el numeral 8. • Equipos descritos en el numeral 9. • Mano de obra. • Transporte dentro y fuera de la obra.					
14) OBRA INACEPTABLE					
En caso de incumplimiento con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.					

1) ÍTEM 1.4	2) 2.06.04 CONEXIÓN DOMICILIARIA ALCANTARILLADO. INC. TUBERIA Y ACCESORIOS DE CONEXION TUBERIA				
3) UNIDAD DE MEDIDA		un - Unidad			
4) DESCRIPCION Esta actividad comprende el suministro e instalación de tuberías de PVC DE 4" para alcantarillado tipo novafort de 4", para la conexión de la caja de inspección a la red principal.					
5) PROCEDIMIENTO DE EJECUCION • Consultar Planos. • Consultar y cumplir con especificaciones y reglamentos de aplicables. • Consultar especificaciones y recomendaciones del fabricante. • Utilizar la tubería y los accesorios especificados en los Planos y descritos en las cantidades de obra. • Instalar pases en la estructura previa aprobación de la Interventoría. • Verificar los diámetros de tuberías estipulados en los Planos. • Revisión, pruebas y aceptación.					
6) TOLERANCIAS PARA ACEPTACION					
7) ENSAYOS A REALIZAR • Prueba de flujo. • Prueba de desagües. • Pruebas de presión					
8) MATERIALES • Tubo PVC de 4" sanitaria • Lubricante PVC.					
9) EQUIPO • Herramienta menor.					
10) DESPERDICIOS			11) MANO DE OBRA		
Incluidos	Si	No	Incluida	Si	No
12) REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES • Planos. • Catálogo del fabricante. • RAS 2000.					
13) MEDIDA Y FORMA DE PAGO Se medirá y pagará la instalación por unidad de conexiones realizadas en tubería PVC sanitaria de 4" independientemente de la longitud. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato. costo incluye: • Materiales descritos en el numeral 8. • Equipo descrito en el numeral 9.					
14) OBRA INACEPTABLE En caso de incumplimiento con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.					

1) ÍTEM 1.5	2) 2.05.53 SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA DE ALCANTARILLADO PVC D=10"				
3) UNIDAD DE MEDIDA		ml – Metro lineal			
4) DESCRIPCION Esta actividad comprende el suministro e instalación de tuberías de PVC para alcantarillado tipo novafort de 10", para salidas red principal.					
5) PROCEDIMIENTO DE EJECUCION • Consultar Planos. • Consultar y cumplir con especificaciones y reglamentos de aplicables. • Consultar especificaciones y recomendaciones del fabricante. • Utilizar la tubería y los accesorios especificados en los Planos y descritos en las cantidades de obra. • Instalar pases en la estructura previa aprobación de la Interventoría. • Verificar los diámetros de tuberías estipulados en los Planos. • Revisión, pruebas y aceptación.					
6) TOLERANCIAS PARA ACEPTACION					
7) ENSAYOS A REALIZAR • Prueba de flujo. • Prueba de desagües. • Pruebas de presión					
8) MATERIALES • Tubo PVC de 10" sanitaria • Lubricante PVC. • Silla Yee de 10*4					
9) EQUIPO • Herramienta menor.					
10) DESPERDICIOS			11) MANO DE OBRA		
Incluidos	Si	No	Incluida	Si	No
12) REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES • Planos. • Catálogo del fabricante. • RAS 2000.					
13) MEDIDA Y FORMA DE PAGO Se medirá y pagará la instalación por metro (m) de tuberías de PVC sanitaria de 4" instaladas. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato. El costo incluye: • Materiales descritos en el numeral 8. • Equipo descrito en el numeral 9.					
14) OBRA INACEPTABLE En caso de incumplimiento con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor debe reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.					

1) ÍTEM 1.6	2) 2.06.11 POZO DE INSPECCION D= 1.20 MH > o = 1,50 M
3) UNIDAD DE MEDIDA	un - Unidad
4) DESCRIPCION Las dimensiones son las que aparecen en la presente especificación, su ejecución permitirá complementar las redes de tuberías de la red de alcantarillado principal, en una dimensión de D= 1.20 MH > o = 1,50 M. Su fondo será una losa de concreto reforzado de 0.15 m vaciada sobre recebo compactado, sus paredes serán de mampostería pañetada. Los flujos que concurren en el pozo se encauzarán desde las entradas hasta la boca de salida mediante cañuelas de sección circular en el fondo de la caja, de altura no menor de 2/3 del diámetro del tubo de salida. Las tapas serán de concreto de 3000 PSI reforzadas con barras de acero de 60000 PSI, deberán ser fundidas en sitio sobre la estructura de ladrillo y dentro del concreto quedara embebido la aro tap en hierro fundido para el ingreso al pozo. las tapas deben dejarse a la vista.	
5) PROCEDIMIENTO DE EJECUCION • Verificar excavaciones y niveles de fondo. • Cubrir el fondo con una capa de recebo compactado de 10 cm. • Fundir una placa en concreto reforzado de 3000 PSI, con el espesor que se indique en los Planos. • Afinar con llana metálica. • Levantar las paredes en mampostería pañetada y de acuerdo con las especificaciones dadas, prever 5 cm para empotrar las tapas entre las paredes de las cajas. • dentro del muro en mampostería se deben dejar embebidas varillas N°7 para la escalera de acceso al pozo. • Ejecutar en el fondo de la caja las cañuelas con una profundidad de 2/3 el diámetro del tubo de salida, con una pendiente del 5% y en la dirección del flujo. • Ejecutar y colocar tapas según lo descrito en el numeral 4 • Fragar el concreto. • Verificar niveles finales para aceptación.	
6) TOLERANCIAS PARA ACEPTACION	
7) ENSAYOS A REALIZAR	
8) MATERIALES ☐ Alambre negro de amarre calibre 18 ☐ Ladrillo tolete común. ☐ Acero de refuerzo 60,000 PSI. ☐ Recebo. ☐ Concretos 3000 PSI. ☐ Mortero 1:3 arena lavada. ☐ Pañete impermeabilizado integralmente. ☐ Tabla chapa-ordinario 0.10 – 3 m. ☐ Angulo 1/8" X 1" ☐ Acero de 60,000 PSI	

9) EQUIPO					
☐ Herramienta menor.					
10) DESPERDICIOS			11) MANO DE OBRA		
Incluidos	Si	No	Incluida	Si	No
12) REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES					
• Norma NSR 10. • Proyecto hidráulico y sanitario. • RAS 2000					
13) MEDIDA Y FORMA DE PAGO					
Se medirá y pagará por unidades (un) debidamente construidas, revisadas y aprobadas por la Interventoría. Las medidas se calcularán con base a las cantidades ejecutadas.					
El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato. El costo incluye:					
• Materiales descritos en el numeral 8. • Equipos descritos en el numeral 9. • Mano de obra. • Transporte dentro y fuera de la obra.					
14) OBRA INACEPTABLE					
En caso de incumplimiento con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.					

1. ITEM No	1.7	2. 3.13.37 RELLENO PARA REDES EN GRAVILLA DE 3/4 , 1/2 (SUMINISTRO, EXTENDIDO, UMEDECIMIENTO Y COMPACTACION)	
3. UNIDAD DE MEDIDA		m³ - Metro Cúbico	
4. DESCRIPCION			
Rellenos en material tipo grava que se deben efectuar alrededor, en la cama y tapándola tubería de 10" perforada, utilizada para los campos de infiltración. Solamente se utilizará en sitios aprobados por la Interventoría.			
5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION			
• Determinar las especificaciones del material a utilizar. • Verificar niveles para rellenos. • Verificar alineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales incluidas en los planos generales. • Aprobar y seleccionar el material. • Aprobar métodos para colocación y compactación del material. • Aplicar y extender el material en capas horizontales de 10 cms. • Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. • Compactar por medio de equipos manuales ó mecánicos. • Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos.			
6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION			
7. ENSAYOS A REALIZAR			
8. MATERIALES			
• Grava de 3/4" y 1/2"			
9. EQUIPO			
• Equipo manual para excavaciones. • Equipo manual para compactación. • Equipo mecánico para compactación.			
10. DESPERDICIOS		11. MANO DE OBRA	
Incluidos	☐ Si ☒ No	Incluida	☒ Si ☐ No
12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES			
• Recomendaciones del Estudio de Suelos			
13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO			
Se medirá y se pagará por metros cúbicos (M3) de rellenos compactados; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de la ejecución de la actividad.			
El pago se hará de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el contrato e incluye:			
• Equipos descritos en el numeral 9. • Mano de obra. • Transportes dentro y fuera de la obra.			
14. NO CONFORMIDAD			
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.			

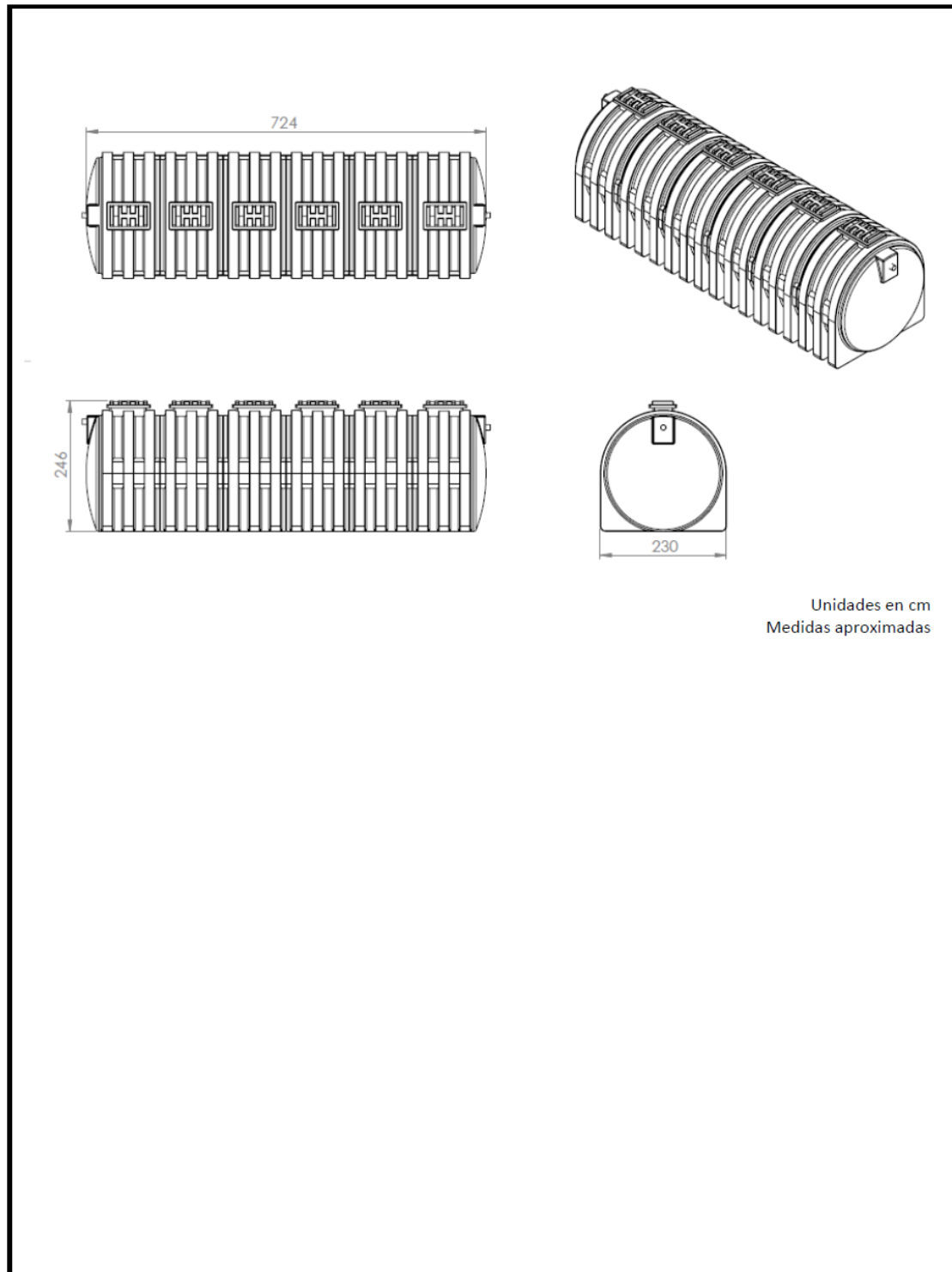
1. ITEM No	1.8	2. 3.13.36 RELLENO PARA REDES EN ARENA (SUMINISTRO, EXTENDIDO, UMEDECIMIENTO Y COMPACTACION)
3. UNIDAD DE MEDIDA		m³ - Metro Cúbico
4. DESCRIPCION		
Rellenos en material tipo arena que se deben efectuar alrededor, en la cama y tapándola tubería de 10" de la red principal de alcantarillado y la tubería de 4" de las domiciliarias. Solamente se utilizará en sitios aprobados por la Interventoría.		
5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION		
• Determinar las especificaciones del material a utilizar. • Verificar niveles para rellenos. • Verificar alineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales incluidas en los planos generales. • Aprobar y seleccionar el material. • Aprobar métodos para colocación y compactación del material. • Aplicar y extender el material en capas horizontales de 10 cms. • Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. • Compactar por medio de equipos manuales ó mecánicos. • Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos.		
6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION		
7. ENSAYOS A REALIZAR		
8. MATERIALES		
• Arena fina		
9. EQUIPO		
• Equipo manual para excavaciones. • Equipo manual para compactación. • Equipo mecánico para compactación.		
10. DESPERDICIOS		11. MANO DE OBRA
Incluidos	☐ Si ☒ No	Incluida ☒ Si ☐ No
12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		
• Recomendaciones del Estudio de Suelos		
13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO		
Se medirá y se pagará por metros cúbicos (M3) de rellenos compactados; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de la ejecución de la actividad. El pago se hará de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el contrato e incluye: • Equipos descritos en el numeral 9. • Mano de obra. • Transportes dentro y fuera de la obra.		
14. NO CONFORMIDAD		
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		

1. ITEM No	1.7	2. 3.13.37 RELLENO PARA REDES EN GRAVILLA DE 3/4 , 1/2 (SUMINISTRO, EXTENDIDO, UMEDECIMIENTO Y COMPACTACION)	
3. UNIDAD DE MEDIDA		m³ - Metro Cúbico	
4. DESCRIPCION			
Rellenos en material tipo grava que se deben efectuar alrededor, en la cama y tapándola tubería de 10" perforada, utilizada para los campos de infiltración. Solamente se utilizará en sitios aprobados por la Interventoría.			
5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION			
• Determinar las especificaciones del material a utilizar. • Verificar niveles para rellenos. • Verificar alineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales incluidas en los planos generales. • Aprobar y seleccionar el material. • Aprobar métodos para colocación y compactación del material. • Aplicar y extender el material en capas horizontales de 10 cms. • Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. • Compactar por medio de equipos manuales ó mecánicos. • Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos.			
6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION			
7. ENSAYOS A REALIZAR			
8. MATERIALES			
• Grava de 3/4" y 1/2".			
9. EQUIPO			
• Equipo manual para excavaciones. • Equipo manual para compactación. • Equipo mecánico para compactación.			
10. DESPERDICIOS		11. MANO DE OBRA	
Incluidos ☐ Si ☒ No		Incluida ☒ Si ☐ No	
12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES			
• Recomendaciones del Estudio de Suelos			
13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO			
Se medirá y se pagará por metros cúbicos (M3) de rellenos compactados; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de la ejecución de la actividad.			
El pago se hará de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el contrato e incluye:			
• Equipos descritos en el numeral 9. • Mano de obra. • Transportes dentro y fuera de la obra.			
14. NO CONFORMIDAD			
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.			

1. ITEM No	1.9	2. 2.01.09 RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO PROVENIENTE DE EXCAVACIÓN COMPACTADO CON PLANCHA VIBRADORA
3. UNIDAD DE MEDIDA		m³ - Metro Cúbico
4. DESCRIPCION		
Rellenos en material seleccionado proveniente de la misma excavación, se colocara sobre el material de gravilla o arena según sea el caso y hasta el nivel cero según el levantamiento topográfico. Solamente se utilizará en sitios aprobados por la Interventoría.		
5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION		
• Determinar las especificaciones del material a utilizar. • Verificar niveles para rellenos. • Verificar alineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales incluidas en los planos generales. • Aprobar y seleccionar el material. • Aprobar métodos para colocación y compactación del material. • Aplicar y extender el material en capas horizontales de 10 cms. • Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. • Compactar por medio de equipos manuales ó mecánicos. • Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos.		
6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION		
7. ENSAYOS A REALIZAR		
8. MATERIALES		
• Material seleccionado de la misma excavacion		
9. EQUIPO		
• Equipo manual para excavaciones. • Equipo manual para compactación. • Equipo mecánico para compactación.		
10. DESPERDICIOS		11. MANO DE OBRA
Incluidos	☐ Si ☒ No	Incluida ☒ Si ☐ No
12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		
• Recomendaciones del Estudio de Suelos		
13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO		
Se medirá y se pagará por metros cúbicos (M3) de rellenos compactados; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de la ejecución de la actividad. El pago se hará de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el contrato e incluye: • Equipos descritos en el numeral 9. • Mano de obra. • Transportes dentro y fuera de la obra.		
14. NO CONFORMIDAD		
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		

Anexo B, especificaciones tanque séptico integrado 30000 lts.

---	--



INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN

Los Sistemas Sépticos Integrados ROTOPLAST están diseñados para ser instalados, semienterrados o enterrados dejando sólo por fuera del hueco la parte del tanque que queda sin agua (30 cm por debajo de la parte superior) y con la tapa a la vista o con fácil acceso para su inspección y mantenimiento. Su instalación deberá hacerse siguiendo los siguientes pasos:

- Se debe instalar en sitios por donde no transiten vehículos, animales ni personas y las condiciones del suelo deben ser estables.
- Una vez elegido el sitio, se debe hacer la excavación de sección trapezoidal de un tamaño tal que permita una separación entre el tanque y las paredes del hueco de por lo menos 20 cm. La profundidad del hueco debe permitir que el tanque quede enterrado entre el 40 y el 80 % de su altura total, para evitar que el suelo o el agua freática pueda levantarlo o deformarlo.
- El fondo de la excavación debe quedar bien nivelado y libre de piedras que puedan dañar el tanque. Para ello puede utilizarse una capa de arena de 5 cm o más.
- Una persona parada en la excavación deberá llenar los espacios para que no queden espacios vacíos debajo del tanque.
- Conectar la tubería de PVC a los accesorios del tanque. Si quedan goteos, se debe llenar con silicona.
- Agregar agua al tanque séptico y al filtro anaerobio y a medida que se va llenando el tanque, se va llenando la excavación, hasta que el tanque quede totalmente instalado.
- En terrenos con nivel freático alto, pueden requerirse anclajes y la instalación debe hacerse manteniendo al mínimo los niveles de agua en la excavación. Debe garantizarse que el nivel freático en ningún momento estará por encima del nivel de agua dentro del tanque.
- En terrenos con suelos inestables se debe preparar el terreno de acuerdo a los criterios de un ingeniero calculista.

NOTA IMPORTANTE: El tubo de salida de agua no debe quedar en ningún momento de funcionamiento o de mantenimiento por debajo del nivel freático, pues esto puede hacer flotar el tanque o deformarlo, además el agua freática se devuelve por el tubo de salida y diluye el agua del sistema séptico bajando su eficiencia.

INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

TRAMPA DE GRASAS

- Debe ser revisada regularmente para prevenir el paso de grasas al tanque séptico.
- La frecuencia de limpieza se determina por la experiencia basada en la observación, pero se recomienda la limpieza cada uno a tres meses.
- Se extrae primero la grasa que está en la superficie con un recipiente apropiado y luego se extraen los residuos que quedan en el fondo.
- Tanto las grasas como los residuos del fondo, se vacían en un hueco al cual se le ha rociado cal en las paredes y el fondo. Se debe adicionar cal a la grasa y a los residuos y se deja escurrir el líquido.
- Finalmente se cubre el hueco con la tierra extraída del mismo.

Anexo C, certificación de calidad tanque séptico integrado Rotoplast 30000 lts



Itagüí, Marzo 28 de 2018

Señor
JUAN CARLOS VELÁSQUEZ
Chiquinquirá - Boyacá

Cordial saludo

Los sistemas sépticos ROTOPLAST son fabricados con polietileno lineal con índice de fluidez entre 5,0 y 5,5 g/10 min, y densidad entre 0,935 y 0,939 g/cc, proporcionando una excelente resistencia al impacto (mayor a 60 Julios en muestra de 1/8" ARM STD -40°F). La materia prima utilizada por ROTOPLAST fue desarrollada para la fabricación de recipientes de gran capacidad y tiene incorporados aditivos antioxidantes para soportar las condiciones de procesamiento y aditivos UV para prolongar la vida útil a la intemperie. Las características técnicas del polietileno permiten que los sistemas tengan una alta resistencia al agrietamiento, incluso que se adapten ante ciertos movimientos del terreno por su flexibilidad. El material no se biodegrada y no es atacado por hongos, algas o bacterias.

Los Sistemas Sépticos ROTOPLAST están diseñados sólo para el tratamiento de aguas residuales domésticas **NO** para el manejo de aguas residuales industriales u otro uso diferente al indicado, en cuyo caso será bajo la responsabilidad exclusiva del comprador. La concentración media de DQO en las aguas residuales domésticas es del orden de 500 mg/l (Dato de Metcalf & Eddy 1.991 Tabla 3.5). **Nota:** en caso de utilizar los sistemas sépticos para aguas residuales con altas concentraciones, los cálculos deberán hacerse para las condiciones particulares con base en el tiempo de retención hidráulico requerido según el caso.

Los Sistemas Sépticos ROTOPLAST cumplen con la Resolución 631 de 2015 y con el Decreto 1594 de 1984 para el tratamiento de aguas residuales domésticas, siempre y cuando se sigan las recomendaciones de ROTOPLAST y no se cambien las condiciones del diseño. Con dichos sistemas entregamos el Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento con el fin de que se sigan las instrucciones para su adecuado funcionamiento.

ROTOPLAST ofrece una garantía de 3 años por defectos de fabricación en los **Sistemas Sépticos Integrados de 30.000 Litros** siempre y cuando se sigan las recomendaciones de instalación impresas en el producto y las instrucciones del manual. Nuestros procesos están certificados por el ICONTEC bajo la norma NTC ISO 9001:2008.

Atentamente,


MARYORY RESTREPO CARVAJAL
Procesos y Mejora

**Sede Administrativa
y Comercial**
Cra 42 N. 53-175 Autopista Sur
Itagüí - Colombia
Planta Industrial
Parque Industrial La Brizuela Km. 22
Autopista Medellín - Bogotá / Guarne - Colombia
PBX: 57(4) 448 1101 / Fax: 57(4) 372 1704
Línea gratuita de atención al cliente: 018000420100
www.rotoplast.com.co

Anexo D, levantamiento topográfico (informe, planta y perfiles)

ESTUDIO TOPOGRAFICO CANAL NATURAL VEREDA SABRIPA SECTOR MATA DE CAFE MUNICIPIO DE MUZO BOYACA



CAMILO ANDRES ROCHA TORRES
CPNT: 01-14375
CC. 1.033.742.747
31027227274

camilorocha92@gmail.com

Muzo – Boyacá Marzo de 2018

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVO GENERAL.....	4
3. ALCANCE	5
3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	5
4. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	6
4.1 EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	6
4.2 POSICIONAMIENTOS DE PUNTOS GPS	6
4.3 CARTERAS DE CAMPO	6
4.4 CARTERAS DE CÁLCULO	6
4.5 TRABAJO DE CAMPO	7
4.6 CÁLCULOS	7
5. PERSONAL	7
6. CONCLUSIONES	8

1. INTRODUCCIÓN

Se realizó el levantamiento topográfico en el municipio de Muzo – Boyacá con el fin de obtener datos exactos para la elaboración del trazado de una solución para las aguas residuales del sector.

En el informe se describen los trabajos topográficos realizados en detalle como paso previo al proceso.

2. OBJETIVO GENERAL

Presentar la información necesaria y real para el correcto trazado y pendientes que compondrán el alcantarillado del sector ata de Café municipio de Muzo - Boyacá.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Efectuar el levantamiento topográfico haciendo uso de coordenadas X,Y y Z.
- Crear un modelo (curvas de nivel, secciones transversales, perfil longitudinal y detalles en la planta) de la topografía obtenida en campo.
- elaborar un informe sobre los trabajos realizados

3. ALCANCE

Se realiza este estudio topográfico con el fin de contar con elementos adicionales para obtener un modelo preciso para el trazado de la red principal de conducción de las aguas residuales del sector mata de café en el municipio de Muzo - Boyacá.

3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado en la vereda Sabripa, sector minero "Mata de Café" del municipio de Muzo-Boyacá,

LATITUD: 5°32'13" N
LONGITUD: 74°8'34"



4. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.1 EQUIPO DE TOPOGRAFÍA

1 estación topográfica total KOLIDA KTS 442 Precisión a los 3 segundos.
1 Navegadores GPS GARMIN.

Complementariamente se utilizaron los accesorios requeridos como: 1 trípodes en aluminio ionizado, 1 bastones, bases nivel antes, plomada de punto, maceta, puntillas de acero, pintura, etc.

4.2 POSICIONAMIENTOS DE PUNTOS GPS

Para la ejecución del trabajo:

Georreferenciación de 1 pareja de puntos GPS estáticos ubicados al inicio del proyecto.

Se logra referenciar el proyecto a coordenadas reales siendo las suministradas por el instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Procesamiento de la información.

- a. Los registros digitales fueron transferidos a un computador Portátil rígido, marca ASUS, mediante conexión por cable serial.
- b. Para el procesamiento de la información, se empleó el software KOLIDA TOOLS y para la generación del modelo civilcad 2013.

4.3 CARTERAS DE CAMPO

Las estaciones totales cuentan también con memoria interna y programas para colección de datos preinstalados, todos los datos tomados en campo quedan registrados en la memoria interna de los equipos, el cual se hace entrega mediante un archivo digital que es generado por la misma.

4.4 CARTERAS DE CÁLCULO

En los anexos se presentan las siguientes carteras de Cálculo:

- Datos generados por las estaciones totales (crudos).
- Listado de coordenadas de la información en general obtenida en campo.

- Cartera de coordenadas X, Y y Z; ajustadas para la posterior localización del proyecto.

4.5 TRABAJO DE CAMPO

Para la realización del trabajo se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

- Condiciones óptimas de los puntos a Georreferenciar
- Equipos en perfecto estado para el posicionamiento
- Se realiza una poligonal amarrada punto a punto.
- posteriormente levantamiento del corredor

4.6 Cálculos

Una vez se obtienen las mediciones de campo se lleva el equipo a oficina y se realiza el siguiente procedimiento:

- Transferencia de datos de los equipos al PC.
- Obtención de archivos crudos de los equipos.
- Crear un modelo (curvas de nivel, secciones transversales, perfil longitudinal y detalles en la planta) de la topografía obtenida en campo.).
- Cálculo y elaboración de informe final.

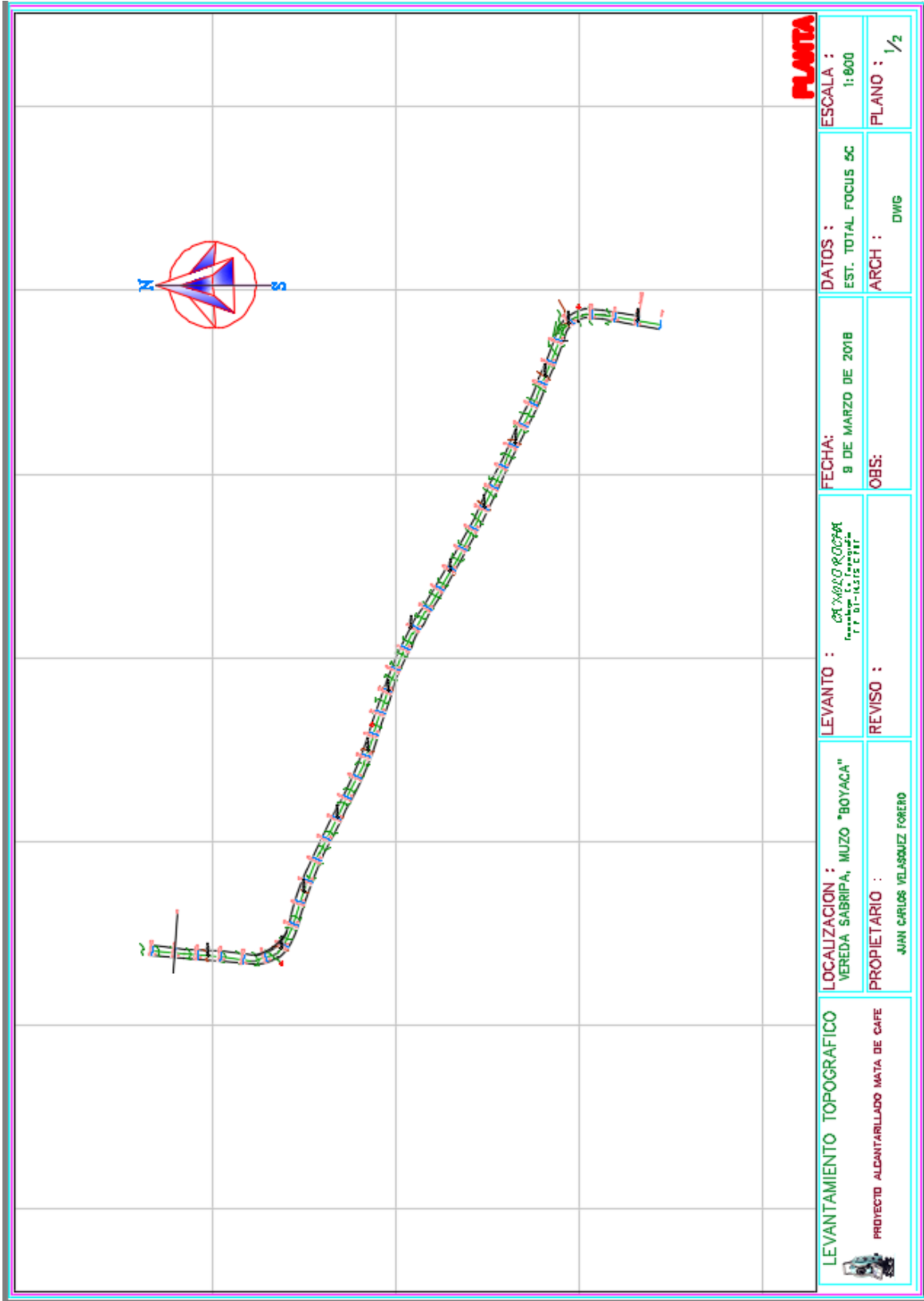
5. PERSONAL

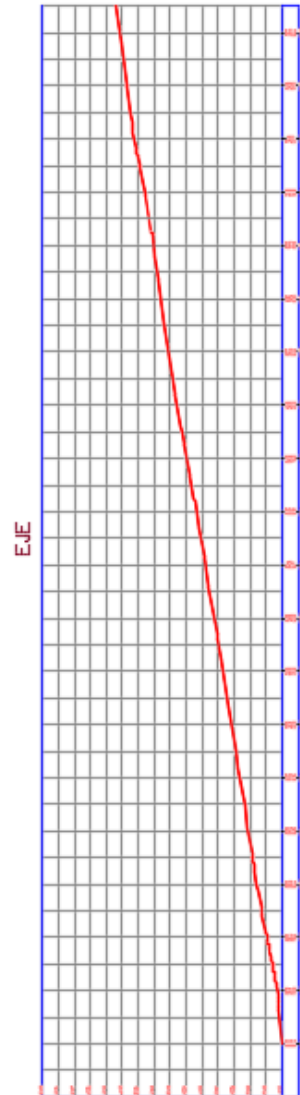
Los trabajos fueron adelantados bajo la dirección del topógrafo Camilo Andrés Rocha Torres, con el auxiliar Sebastián Martínez Personal de la región

6. CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento topográfico haciendo uso de coordenadas X,Y y Z.
- Se generó un modelo (curvas de nivel, perfil longitudinal y detalles en la planta) de la topografía obtenida en campo.
- Se imprimen los planos
- Se elaboró un informe sobre los trabajos realizados
- Longitud total levantada 390 ML en planta de 1 tramos

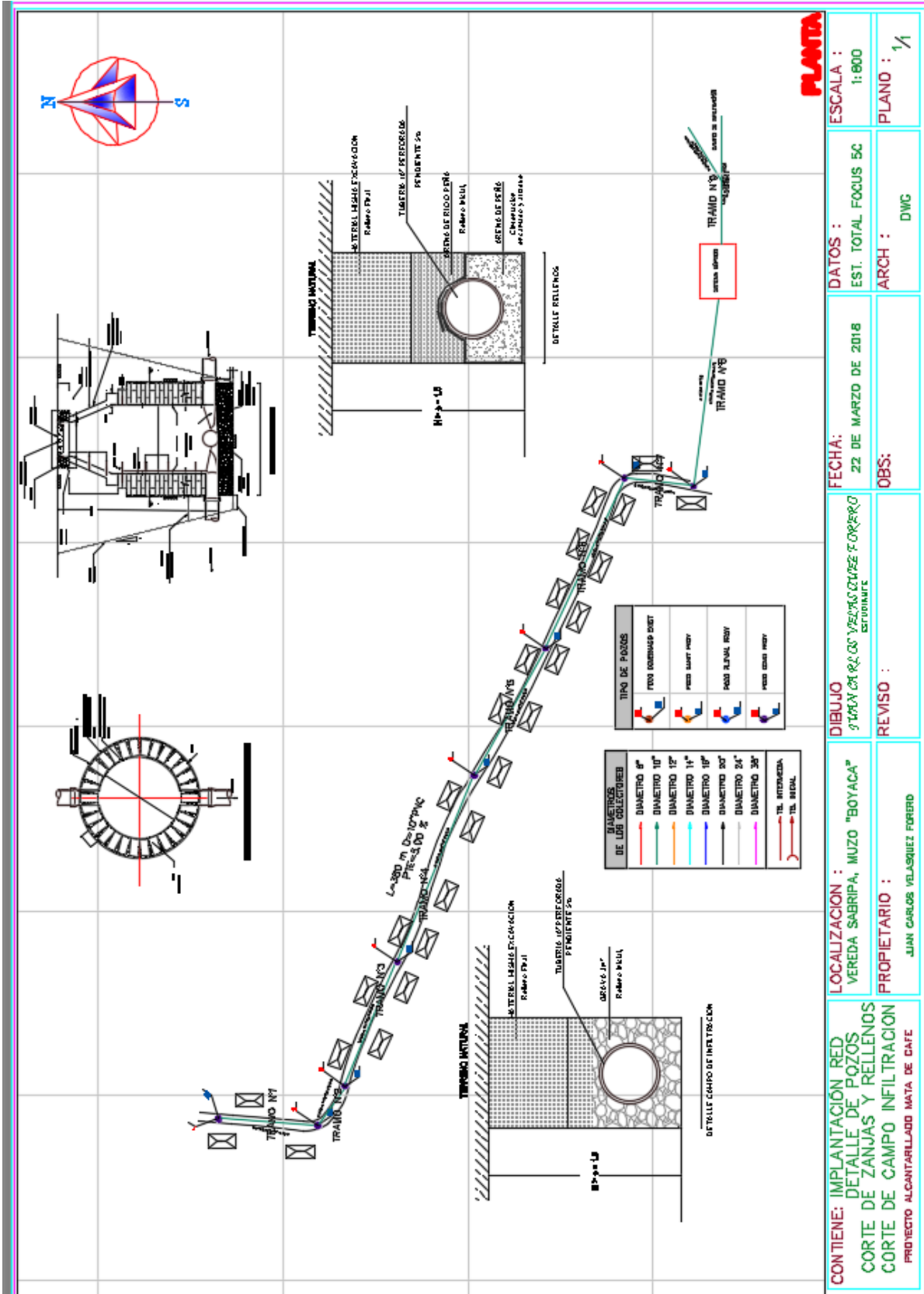
CAMILO ANDRES ROCHA TORRES
CPNT: 01-14375
CC. 1.033.742.74





 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PROYECTO ALCANTARILLADO MATA DE CAFE	LOCALIZACION : VEREDA SABRIPA, MUZO "BOYACA"	LEVANTO : ORTIZ GARCIA F.P. 01-1575-2018	FECHA: 9 DE MARZO DE 2018	DATOS : EST. TOTAL FOCUS 5C	ESCALA : 1:800
	PROPIETARIO : JUAN CARLOS VELASQUEZ FERRERO	REVISO :	OBS:	ARCH : DWG	PLANO : 2/2

Anexo E, detalles constructivos



Anexo F, formato encuesta de investigación

CUESTIONARIO

Introducción: "AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO"

El sector minero del municipio de Muzo (vereda Sabripa) es una comunidad con población flotante que en su gran mayoría no dispone de agua potable ni servicios de recolección de aguas residuales, siendo este un síntoma dramático de pobreza y marginación, por lo que se hace necesaria una investigación que permita identificar el problema a fondo y que pueda generar una solución a corto plazo.

Población a encuestar:

Sector minero "mata de café", vereda Sabripa, municipio de Muzo, departamento de Boyacá.

Genero _____ edad _____

1. ¿Qué nivel de educación tiene Ud.?

2. ¿Cuántas personas componen el hogar?

3. ¿La vivienda es propia, arrendada o invasión?

4. ¿Cuántas personas trabajan formalmente en el hogar?

5. ¿Cuántos niños menores de 5 años componen el hogar?

6. ¿Cuántos adultos mayores componen el hogar?

7. ¿Hace cuánto reside en la zona?

8. ¿Vive en este lugar por gusto o no tiene otro lugar a donde ir?

9. ¿Cómo se abastece de agua para el consumo diario?

10. ¿Paga por el servicio de agua?

11. ¿Con que frecuencia llega el líquido a su casa?

12. ¿Compra agua para el consumo vital?

13. ¿Cuánto gasta al mes por la compra de agua tratada?

14. ¿Cree Ud. que podría tener un mejor servicio de agua?

15. ¿Cuenta su vivienda con algún tipo de recolección de aguas residuales?

16. ¿Cuánto paga por el servicio de alcantarillado?

17. ¿Algún miembro de la familia ha sufrido enfermedades gastrointestinales?

18. ¿Cree Ud. que estas enfermedades están asociadas a la falta de agua potable y saneamiento básico?

19. ¿Si se garantizan estos servicios piensa Ud. que su nivel de vida mejorara?

20. ¿De acuerdo a las políticas nacionales de hoy en día la administración municipal es la entidad del estado que debe garantizar estos servicios básicos a sus pobladores?
