

MAPA DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE MUZO BOYACÁ



**EN CUMPLIMIENTO DE LO ESTIPULADO POR LA RESOLUCIÓN 47-16
DE 2010 RELACIONADO CON LA ELABORACIÓN DE LOS MAPAS DE
RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

TABLA DE CONTENIDO

Justificación.....	3
--------------------	---

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

JUSTIFICACION

Con el continuo aumento de la demanda de agua y el complicado plan para entregar agua de buena calidad a los usuarios y la industria de este municipio y la reducción continua y notoria de los caudales en las fuentes de abastecimiento de agua especialmente en las épocas de verano, ha hecho que se genere una fuerte presión sobre las fuentes de aguas, hasta el punto de llegar a propiciar la utilización del líquido de forma incorrecta afectando la calidad, especialmente los vecinos de los causes de agua y los demás beneficiarios de estas, razón por la que se hace necesario la planificación, organización y ejecución de programas, proyectos y demás actividades que conlleven a la planificación y de los posibles riesgos del recurso hídrico como una forma propia y consiente para afrontar futuras crisis de abastecimiento o calidad del líquido por las condiciones de vulnerabilidad económica, geográfica, sociocultural y ambiental de la jurisdicción del municipio de Muzo.

La reducción cada vez mayor del agua se ha convertido en una de las mayores amenazas de la humanidad y la causa de múltiples tensiones y conflictos, los cuales, en el futuro cercano, se debe prevenir como también las afectaciones a la calidad del agua en nuestra región y particularmente en nuestro municipio, por cuanto este es un territorio que actualmente goza de buenas fuentes de abastecimiento y de fuentes hídricas, pero que no es ajeno a los problemas globales que se presentan, tanto en la región, en el departamento y en el país.

De igual manera, a pesar que el Municipio de Muzo, goza de innumerables fuentes abastecedoras del recurso hídrico, también es cierto que hace un uso intensivo de estas fuentes, lo anterior debido a que la parte rurales es una despensa pecuaria que requiere de grandes cantidades de agua para el mantenimiento de la producción bovina y piscícola y de esta forma mantener el flujo de recursos y la vocación económica del municipio.

Es así, como en la cuenca del Río Minero y particularmente en la zona de ubicación del Perímetro Urbano del Municipio de Muzo, se ha venido presentado conflictos por la reducción exagerada de la oferta del recurso Hídrico especialmente en la época de estiaje, lo cual es parte de las consecuencias de los Grandes Cambios en la región pues a pesar que es un Municipio con bosque nativo los horizontes agrícolas y mineros se están expandiendo y por ende las fuentes contaminantes.

1. INFORMACION PRELIMINAR

1.1 PRESENTACION

GENERALIDADES

El Municipio de Muzo, fue creado en la época de la Colonia hacia el año de 1553, cuenta con una superficie total de 136 Km², y se encuentra ubicada a 184 Km de distancia de la ciudad de Tunja.

Su ubicación geográfica de la cabecera municipal, corresponde a las siguientes coordenadas:

Sus coordenadas planas: NORTE – 1´103.510
SUR - 996,940

Sus coordenadas geográficas: LATITUD: 5° 32´00”
LONGITUD: 74° 11´00”

Altura sobre el nivel del mar: 815 msnm

Temperatura promedio: 24° C

El Municipio de muzo, mediante el Acuerdo 70 de Setiembre 5 de 2000, fue definido como municipio de categoría QUINTA.

Limita por el Norte con los municipios de Otanche y San Pablo de Borbur, por el Sur con el Departamento de Cundinamarca, por el Oriente con los municipios de Maripí y Coper y por el Occidente con el municipio de La Victoria.

El área urbana del municipio de Muzo está dividida en tres comunas y once barrios así:

- **Comuna Nor – Occidente:** Conformada por los siguientes barrios: Francisco Murillo, La Naval, Santo Domingo y San Francisco.
- **Comuna sur:** conformada por los siguientes barrios: San Marcos, San Jorge, Villa Teresa y Las Palmas.
- **Comuna oriente:** Conformada por los siguientes barrios: El bosque y Chicó alto.

Además existe el Barrio La Orquídea que tiene apenas dos años de construido y se encuentra en proceso de consolidación tanto de su infraestructura de servicios como de sus calles y vías de acceso, ya que se encuentra a más de 200 metros del la última cas del actual perímetro urbano.

Las vías de acceso al sector se encuentran en regular estado y algunas calles del casco urbano son de fuertes pendientes, sin pavimentar y sin mejoramiento del terreno natural, las cuales hacen difícil para el tránsito de vehículos.

FIG No 1: Vista panorámica del municipio de Muzo



Fuente. El estudio y PSMV

PERÍMETRO URBANO.

De acuerdo a lo establecido mediante Acuerdo 036 de Julio 4 de 2001 emanado del concejo municipal delimita la zona de expansión y del perímetro urbano del municipio de Muzo, así:

Por el Norte: Por la vía que conduce a Niauza, hasta el caño El Tamboral que delimita con la finca del Señor Gonzalo Mahecha, correspondiente a las coordenadas geográficas expuestas en el Esquema de Ordenamiento Territorial, y que se entienden como única y exclusivamente *Zona de Expansión Urbana*, es decir que se esta autorizado para la construcción de vivienda.

N: 1 101 750

E: 997 000

Por el Sur: Hasta el sector corralejas límite con el pontón que queda sobre la quebrada La Pita, correspondiente coordenadas geográficas expuestas en el Esquema de Ordenamiento Territorial; y que se entiende como solo *Delimitación perímetro urbano*, es decir se autoriza la construcción de vivienda bajo los parámetros establecidos en la secretaria de Planeación y valorización municipal.

N: 1 103 050

E: 997 400

Por el Occidente: Hasta el sector Barrio La Chama, correspondientes a las coordenadas geográficas expuestas en el Esquema de Ordenamiento Territorial; y que se entiende como solo *Delimitación perímetro urbano*, es decir se autoriza la construcción de vivienda bajo los parámetros establecidos en la secretaria de Planeación y valorización municipal.

N: 1 104 350

E: 996 750

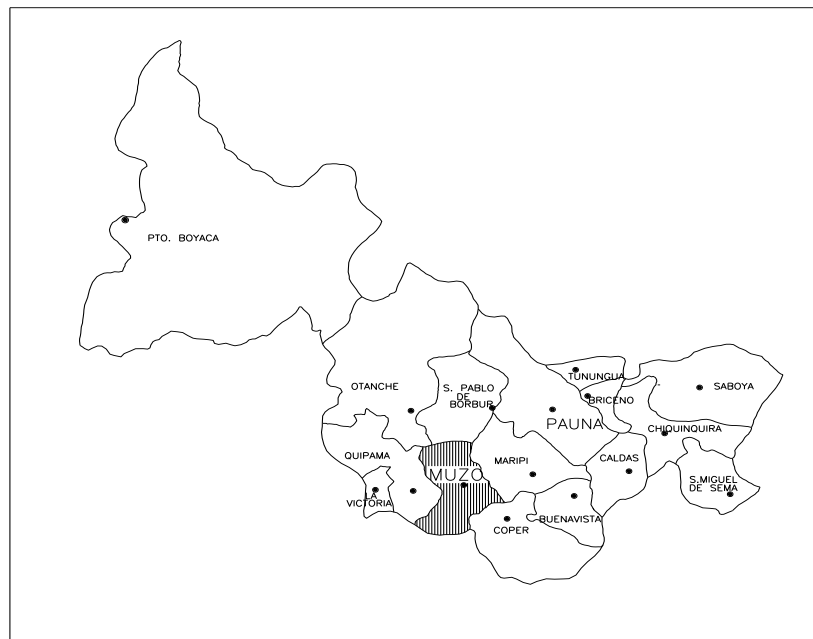
Por el oriente: Hasta el sector “Centro Universitario de Muzo Sede Campestre” correspondientes a las coordenadas geográficas expuestas en el Esquema de Ordenamiento Territorial; y que se entiende como solo *Delimitación perímetro urbano*, es decir se autoriza la construcción de vivienda bajo los parámetros establecidos en la secretaria de Planeación y valorización municipal.

N: 1 104 350

E: 998 000

El área comprendida del casco urbano es de 116.04 Ha y de perímetro 6021 m.

FIG No 2: LOCALIZACION GENERAL



División Política:

A partir de los planos y mapas aprobados en el Esquema de Ordenamiento Territorial, el municipio de Muzo posee 16 Veredas, las cuales se relacionan a continuación:

TABLA No 1: División Política Municipio de Muzo

ITEM	NOMBRE
1	Misucha Norte
2	Aguita Alta Norte
3	Niaunza Norte
4	Sabripa Occidente
5	Guadualón
6	Egidos Norte
7	Guazo Oriente
8	Centro Norte
9	La Cañada Occidente
10	Pedregal Sur
11	Betania oriente
12	Paunita Oriente
13	Cajón Oriente
14	Cuincha Sur
15	Surata Sur
16	Isabi-Verdun Sur

Hidrografía

El Municipio de Muzo cuenta con una extensa y gran cuenca llamada “Cuenca del Río Minero” que recorre al municipio de sur a norte. A continuación se cuadro de subcuencas y micro cuencas por nivel de importancia.

TABLA No 2: Hidrografía Política Municipio de Muzo

SUBCUENCA	MICROCUENCA	MINICUENCA
Río Guazo	Río Villamizar	Qda La Negra Qda La Maquina Qda El Cajón
	Qda La Colorada Qda La Pita Qda San Pablo Qda Desaguadero	
Qda La Caco	Qda La Pisco	
	Qda La Carretera Qda Zapotal	
Qda Desaguadero o Itoco	Qda Las Pavas Qda Corrales	
Río Negro	Qda Isabí Qda Sonadora	
Drenajes directos de la vertiente izquierda del Río Minero.	Qda Bejucal Qda Guadua Pintada Qda Guadualón	
Drenajes directos de la vertiente derecho, sector norte del Río Minero.	Qda El Alumbra	Qda Charco Azul Qda Colorada Qda El Tonal
Drenajes directos de la vertiente derecha, sector sur del Río Minero.	Qda Lirios Qda Tauchiral Qda Surata Qda El peñón	

Fuente Base: "EOT Muzo"

Actualmente no se cuenta con un Inventario de micro cuencas para iniciar los estudios de caudales ni un plan rígido para su protección y conservación, solo se cuenta con el censo de 2003.

TABLA No 3: Principales Microcuencas del Municipio de Muzo

NO. ORDEN	VEREDA	CANTIDAD
1	BETANIA	10
2	CUINCHA	4
3	EGIDOS	5
4	GUADUALON	2
5	GUAZO	5
6	ISABI	3
7	LA PEÑA	2
8	MISUCHA	1
9	NIAUZA	6
10	PAUNITA	1
11	PEDREGAL	13
12	SURATA	4
13	TABLON	1
14	VERDUM	10

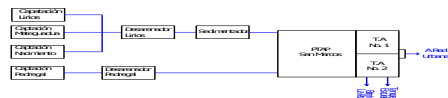
Fuente. EOT .USPD

Fuentes abastecedoras del Perímetro Urbano del Municipio de Muzo

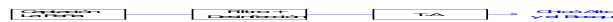
En términos generales, en el municipio de Muzo existe un esquema convencional de abastecimiento, contando con tres sistemas diferenciados así:

FIG No 3. Esquemas sistema de abastecimiento de agua potable Municipio de Muzo

No. 1



No. 2



No. 3



Fuente. El estudio y PSMV

En el municipio de Muzo existen seis fuentes abastecedoras principales de tipo superficial, Quebrada Pedregal, Quebrada Lirios, Quebrada Mateguadua, Nacimiento La Esperanza, Quebrada La Peña y una adicional que es nacimiento que llega al desarenador lirios. Siendo la fuente principal Quebrada Pedregal.

FIG No 4 Fuentes abastecedoras.

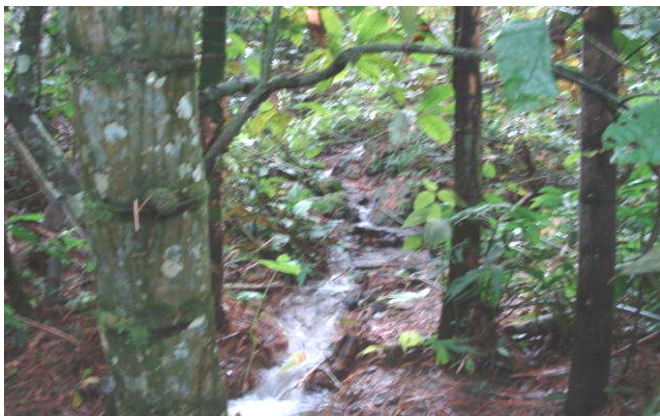


Quebrada Lirios. Aguas abajo de la bocatoma.



Quebrada Pedregal. Vista (*época de verano – Enero de 2010*)

Aproximadamente 500 metros aguas abajo de la bocatoma; a esta altura la lámina de agua es casi inexistente, tan solo se observa un hilo de agua que corre por el cauce de este drenaje natural.



Q. La peña: Aguas arriba bocatoma



Q. La peña: Aguas abajo bocatoma

El caudal registrado en época de intenso verano baja hasta el punto de desaparecer, la fuente que mayores problemas registra en épocas de estiaje es la Q. Lirios; mientras que en los periodos lluviosos el caudal puede aumentar hasta varios metros cúbicos por segundo, dado la alta pluviosidad de la zona y las fuertes pendientes presentes en el área de las cuencas. Adicionalmente en invierno la fuente abastecedora Lirios es dejada fuera de servicio por su alto contenido de sedimentos.

Las cuencas tanto en la parte alta como media y baja de las quebradas Lirios y Pedregal se encuentran altamente intervenidas, la zona de protección de estos drenajes ha desaparecido casi por completo, para ser reemplazada en su mayoría por pastos y en menor porcentaje por cultivos.

Es evidente el problema de abastecimiento que sufre la población urbana en época de verano, registrándose fuertes racionamientos que perjudican notablemente la calidad de vida de la comunidad.

TABLA No 4: Diagnóstico rápido fuentes abastecedoras

COMPONENTE	CAPACIDAD*		ESTADO			NECESIDADES O CARENCIAS
	SUF	INSUF	B	R	M	
Quebrada Lirios		X		X		* Las Fuentes de captación no están protegidas. * Aguas arriba de los puntos de captación (Cuencas parte alta y media) se observa una acentuada influencia antrópica (deforestación, usualmente quema), lo que ha contribuido a la disminución de su caudal (capacidad de almacenamiento y regulación) y la contaminación de la fuente por arrastre de sedimentos y microorganismos. * Las fuentes en época de verano disminuyen dramáticamente el caudal, es necesario reevaluar estas fuentes como abastecedoras para el acueducto urbano. * A la fecha ninguna de las zonas abastecedoras son propiedad del municipio.
Quebrada Pedregal		X		X		
Quebrada Mateguadua		X		X		
Nacimiento La Esperanza		X	X			
Quebrada La Peña		X		X		

*Evaluación cualitativa, determinada en las visitas de campo.

Fuente. El estudio y PSMV

Demografía.

Como propósito para analizar la dinámica demográfica de la población y considerar su futura perspectiva y con el fin de apoyar el proceso de formulación del plan, se recurre a la información histórica del Departamento Nacional de Estadísticas DANE.

Los datos preliminares utilizados en el presente estudio fueron tomados de los censos de los años 1973, 1985, 1993 y 2005, que de acuerdo a estos resultados la población ha sido bastante variable.

TABLA No 5: Datos población Históricos Censos DANE

AÑO	FUENTE	TOTAL	URBANO	RURAL
1973	DANE	6113	1806	4307
1985	DANE	15069	4083	10986
1993	DANE	12515	5783	6732
2004	PLAN DE DESAROLLO	17687	8397	9290
2005	DANE	10278	5398	4439

Proyección población – Método Geométrico y aritmético.

Se analizará la población actual y futura del Municipio de Muzo con el fin de establecer el nivel de complejidad de la localidad según el Reglamento Técnico del Sector de Agua

Potable y Saneamiento Básico, RAS-2000, expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico.

El método de proyección de población depende del nivel de complejidad del municipio que para este caso es Nivel medio¹.

Según lo anterior, el RAS-2000 recomienda la utilización de métodos tales como: aritmético, geométrico y exponencial. Para el particular se maneja el método geométrico y aritmético.

Empresa encargada de la Prestación Del servicio

En el año 1998 mediante Acuerdo Municipal No 078 del 22 de Diciembre, se crea la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Muzo, la cual cuenta con el mismo NIT del Municipio de Muzo 800.077.808 – 7, cuyo representante Legal es el alcalde Municipal Dr Jonh Nelson Martínez Buitrago identificado con la Cédula No 79.414.012 de Bogotá, cuenta con el RUPS radicado con el No 200951117131903 del 3 de Mayo de 2009.

¹ Depende de la población proyectada al período de diseño (Año 25)

1.2 ALCANCES:

Teniendo en cuenta la importancia de la implementación del Mapa de Riesgo en el Municipio de Muzo, se debe establecer las verdaderas dimensiones y alcance de los diferentes proyectos establecidos en dicho Plan.

Por esta razón, se tiene establecido que el alcance de los proyectos establecidos en este Plan y plasmados en el Numeral 4 Formulación, va hasta lograr efectivamente un efecto duradero y eficaz en cuanto a cambios de conciencia en el Uso Racional del Recurso Hídrico en el Municipio de Muzo, de igual manera, se espera lograr una reducción sustancial, o, por lo menos la cuantificación y establecimiento del Índice de Agua No Contabilizada, reducción de pérdidas bien sea a nivel domiciliario o a nivel de redes de aducción, conducción y distribución, así mismo, se deben dejar las bases para la continuación de mejoramiento en este aspecto en una segunda o posterior etapa de este Plan, lo anterior debido a las grandes cantidades de recursos necesarios para la implementación total de los trabajos necesarios.

En cuanto a nivel institucional, se espera con la implementación de este Plan, lograr la conformación total y funcionamiento pleno y eficaz de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Muzo, bien sea como empresa autónoma o como Unidad Adscrita a alguna de las dependencias de la Administración Municipal, cumpliendo con todos y cada uno de los requisitos que la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios exige.

1.3 OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL**

Mediante la elaboración del mapa de riesgo de la caliadada del agua para consumo humano en el municipio de Muzo Boyacá, se desea dar opciones a las problemáticas de contaminación presentadas en las microcuencas de donde se capta agua y en la distribución de agua potable por el sistema de acueducto municipal de Muzo; lo anterior debido al regular o mal uso que se le ha dado los terrenos aledaños a las fuentes de abasto del recurso hídrico del cual se beneficia la comunidad, lo cual se logrará mediante la implementación de planes y actividades que propicien mejoramiento de la afectaciones sin que implique deterioro del entorno ambiental y que por el contrario aumente su desarrollo sostenible.

- **Objetivos Técnicos del Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua Para consumo humano:**
- Realizar una visita de inspección Sanitaria al punto de captación y aguas Arriba de este punto para encontrar las fuentes contaminantes existentes
- Realizar un diagnóstico preliminar básico de las estructuras hidráulicas que componen el sistema del Acueducto del Casco Urbano del municipio de Muzo Boyacá.
- Establecer planes tendientes al mejoramiento de las fuentes contaminantes existentes y la construcción de las estructuras faltantes con el fin de mejorar y garantizar la calidad y continuidad del servicio de agua potable en el municipio de Muzo Boyacá.

- Plantear nuevas alternativas para el abastecimiento del agua al sistema en los periodos de sequía, dependiendo de las necesidades del sistema y de la dotación básica dentro del sistema de acuerdo con el número y la proyección de los habitantes del perímetro urbano del municipio de Muzo Boyacá.

1.5. METODOLOGIA

Con el fin de realizar la preparación, recolección, análisis y preparación de la información requerida para la elaboración del Plan Mapa de Riesgo del Municipio de Muzo, se realizaron las principales actividades y fases:

- **FASE PRELIMINAR O RECOPIACION DE INFORMACION:**

Con el fin de realizar la recopilación y preparación de las información básica, se procedió a la solicitud de la información disponible tanto en la Alcaldía Municipal de Muzo, la Oficina de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Muzo y en la Secretaría de Planeación del Municipio, en donde se obtiene información sobre estudios realizados recientemente como el Plan de Saneamiento de Vertimientos, Esquema de Ordenamiento Territorial, el Plan de Desarrollo Municipal, así como los demás estudios realizados, las memorias de cálculos, los planos y esquemas existentes, de igual manera, las diferente documentación de acuerdos, decretos y demás actos administrativos relacionados con la parte legal e institucional de la prestación de los servicios públicos en el municipio de Muzo. Una vez realizada esta recopilación, se procedió a hacer el análisis de la confiabilidad y actualidad de la información allí contenida, es así como para esta labor se emplearon los servicios de Ingenieros Civiles, Ingenieros Agrícolas, Ingenieros Sanitarios y Administradores Ambientales en un equipo interdisciplinario.

- **FASE DE RECOLECCION DE INFORMACION EN CAMPO O CARACTERIZACION:**

Una vez, recolectada y analizada parcialmente la información teórica obtenida en la primera fase de información, se realizaron visitas a cada uno de los diferentes componentes del sistema, es así como se realizó un recorrido detallado hacia la zona de recarga de las diferentes bocatomas, donde se detallaron los diferentes componentes allí encontrados, se realizó un levantamiento arquitectónico de las infraestructuras de bocatomas, conducción, el tanques desarenador, los pasos elevados o viaductos de la tubería de conducción y aducción, las infraestructuras existentes en la planta de tratamiento y tanques de almacenamiento, así como un levantamiento básico de las redes o catastro de redes, tanto de conducción de agua potable como de las redes de conducción de las aguas servidas del municipio de Muzo, de esta forma realizar una análisis y prospectiva del sistema así como de la cuenca o región de la cual se capta el agua para el acueducto municipal de Muzo Boyacá.

- **FASE DE FORMULACION DEL PLAN MAPA DE RIESGO.**

Finalizada la recopilación de la información básica en las diferentes dependencias de la Administración Municipal de Muzo, así como el análisis de la situación actual del sistema existente, se procede a realizar la formulación del Mapa de Riesgo- de Muzo, donde se plasmaron los diferentes Programas y Proyectos para el próximo quinquenio, lo anterior teniendo en cuenta las prioridades y requerimientos del sistema, la disponibilidad de recursos y el tiempo de ejecución, siendo concertados con las diferentes dependencias de la Administración Municipal, a la vez se revisa y de proyecta la realidad financiera del Municipio de Muzo para los próximos años y de esta forma establecer las reales capacidades del municipio para la implementación del presente Mapa de Riesgo.

2. DIAGNOSTICO

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En el Plano Anexo se presenta a escala respectiva donde se ubica, en coordenadas geográficas reales, la cuenca a la que pertenece la fuente abastecedora dentro del área municipal. Para este estudio sólo se tiene en cuenta las superficies que drenan a dicha fuente. Teniendo en cuenta que el sistema del acueducto municipal de Muzo capta sus aguas de mas de 5 fuentes diferentes, las cuales se encuentran ubicadas en varias subcuencas, se establece que el área de estudio es aquella que realiza sus aportes hídricos hacia estas microcuencas, es así como se establece un área aproximada de estudio de 1.102 has la cual comprende desde el Alto de Muzo, el alto Zambrano y el Cause del Rio Minero, dada su homogeneidad ambiental, biótica y social presente.

2.1.1 Nacimientos y Zonas Protegidas:

Teniendo en cuenta que el sistema de la captación del acueducto del municipio de Muzo cuenta con varias bocatomas, a continuación se hace la Georeferenciación de estas. Adicionalmente, en el Plano anexo, se realiza la ubicación espacial detallada de estas estructuras.

- **Bocatoma Quebrada Lirios:** Compuesta por un sistema de tres (3) captaciones denominadas Lirios , Mateguadua y Nacimiento, es la principal fuente de abastecimiento en invierno, a pesar de los problemas de sedimentación que presenta, está ubicada en la parte Sur de la Vereda El Pedregal, en los predios del señor Reinaldo Gómez y la señora Farina Rivera.

Cuenta con un sistema de Bocatomas que capta el agua de diferentes sitios, los cuales son conducidas hacia un solo desarenador en tubería de PVC de 4 pulgadas, y de allí a través de una red de conducción de 6 pulgadas en tubería de PVC hasta una distancia de aproximadamente 180 metros realiza el cambio a tubería de 4 pulgadas la cual conduce el agua hasta la planta de tratamiento.

Son bocatomas de fondo, las cuales se encuentran en buen estado, excepto la ubicada directamente sobre el cauce de la Quebrada ya que esta presenta deterioro en su infraestructura debido a las avalanchas presentadas en invierno, por lo cual no se realiza captación de sus aguas debido a la calidad organoléptica de sus aguas. Siendo que el sistema de captación de la Quebrada Lirios se encuentra cerca una de la otra, su ubicación general es la siguiente:

BOCATOMA	X	Y	Z (m.s.n.m)
Quebrada Lirios	996.149	1.100.688	1.052

- **Bocatoma Quebrada El Pedregal:** Ubicada sobre el cauce de la Quebrada del mismo nombre, Ubicada en la vereda El Pedregal, cuenta con una bocatoma de fondo, la cual conduce el agua desde la bocatoma hasta el desarenador en tubería de PVC de 6" y desde este se conduce hacia la planta de tratamiento en tubería de PVC de 6" en una distancia aproximada de 300 metros y desde allí hasta la planta de tratamiento es conducida el agua a través de una tubería de PVC de 4". La bocatoma se encuentra en buen estado, sin embargo presenta el inconveniente que se encuentran presencia de bastante material de arrastre que obstruye las rejillas, debido al problema de intensa erosión hídrica de sus riveras.

Esta bocatoma se encuentra en inmediaciones de los predios cuyos propietarios son los señores Gonzalo Galindo, Norberto Murcia y la señora Mayerly de Laino. Es de anotar que en el momento de la visita de este estudio a dicha

fuelle, se estaba realizando la captación de la totalidad del agua de escorrentía de dicho cauce; su ubicación geográfica se describe a continuación:

BOCATOMA	X	Y	Z (m.s.n.m)
Quebrada Pedregal	996.678	1.101.147	1.119

- **Bocatoma Quebrada La Peña:** Ubicada sobre el cauce de la Quebrada del mismo nombre, Ubicada en la vereda La Peña, cuenta con una bocatoma de fondo, y un sistema de presa que almacena el agua para su captación, desde la cual se conduce el agua desde la bocatoma hasta el desarenador en tubería de PVC de 4" y desde este se conduce hacia la planta de tratamiento en tubería de PVC de 3" en una distancia aproximada de 600 metros y desde allí hasta la planta de tratamiento es conducida el agua a través de una tubería de PVC de 3". La bocatoma se encuentra en buen estado, sin embargo presenta el inconveniente que se encuentran presencia de bastante material orgánico en descomposición que obstruye las rejillas.

Dentro de los sistemas de captación del acueducto del municipio de Muzo, esta es la fuente que presenta mejor conservación, debido a su población vegetal y debido a las condiciones geológicas vecinas que impiden la presencia de material de arrastre. El agua captada desde la quebrada La Peña, surte a los usuarios de los barrios Chicó Alto y el Bosque Principalmente.

Esta bocatoma se encuentra en inmediaciones de los predios cuyos propietarios son los señores Hernando Rodríguez y Víctor Lugo. Es de anotar que en el momento de la visita de este estudio a dicha fuente, se estaba realizando la captación de más del 50% de la totalidad del agua de escorrentía de dicho cauce; su ubicación geográfica se describe a continuación:

BOCATOMA	X	Y	Z (m.s.n.m)
Quebrada La Peña	998.158	1.103.185	1.025

- **Bocatoma La Esperanza:** Ubicada sobre el cauce de la parte alta de la Quebrada El Matadero, cuenta con dos sistemas de Aporte, el primero ubicado al margen derecho de la vía que conduce de Muzo hacia Maripi, donde se realiza la captación del agua con la ayuda de las estructuras de las obras de arte de la carretera, de allí es conducida en tubería de PVC de 1,5" con el fin de ser vertidas al cauce de la parte alta de la quebrada El Matadero, donde se encuentra construida una estructura de captación de rejilla de fondo, desde la cual se conduce el agua desde la bocatoma hasta el desarenador en tubería de PVC de 1,5" y desde este se conduce en tubería de 2" y distribuye el líquido a los habitantes de los Barrios La Esperanza y la urbanización La Orquídea. La bocatoma se encuentra en buen estado, sin embargo presenta el inconveniente que se encuentran presencia de bastante material orgánico en descomposición que obstruye las rejillas y presencia de bovinos y aves de corral lo cual contribuye a la contaminación del agua.

Dentro de los sistemas de captación del acueducto del municipio de Muzo, esta fuente presenta buena conservación, debido a su población vegetal y debido a las condiciones geológicas vecinas que impiden la presencia de material de arrastre.

El agua captada desde esta quebrada, surte a los usuarios de los barrios La Esperanza y Orquídea, y de los tres sistemas de abastecimiento de agua al los pobladores del municipio de Muzo, es el único sistema que no posee ningún sistema de tratamiento, por lo que se realiza el abastecimiento del agua totalmente cruda y sin ningún tratamiento poniendo en riesgo la salud de los usuarios, mas cuando en su captación hay presencia constante de bovinos y aves de corral.

Esta bocatoma se encuentra en inmediaciones del predio cuyo propietario es el señor Francisco Padilla. Es de anotar que en el momento de la visita de este estudio a dicha fuente, se estaba realizando la captación de menos del 50% de la totalidad del agua de escorrentía de dicho cauce; su ubicación geográfica se describe a continuación:

BOCATOMA	X	Y	Z (m.s.n.m)
La Esperanza	997.842	1.104.003	957

Es de resaltar que en el Municipio de Muzo, no se ha cumplido con lo estipulado en el **Artículo 111 de la Ley 99 de 1993 que establece la obligatoriedad de adquirir por parte del municipio las zonas abastecedoras de acueductos destinando para ello el 1% del presupuesto municipal**, por lo que en la actualidad, de acuerdo con lo informado por la Oficina de la USPD y la Tesorería Municipal, desde la entrada en vigencia de dicha Ley no se han adquirido por parte de la Administración Municipal Predio alguno con este fin, por lo que esto se refleja en la desprotección de las rondas de las quebradas surtidoras del acueducto y de sus nacimientos, lo anterior es argumentado debido a la falta de la legalidad de la tenencia de estos terrenos por sus poseedores, ya que no se cuenta con títulos reales que permita la seguridad jurídica por parte del municipio su compra.

Sin embargo, dentro del recorrido realizado a la zona de recarga de los acueductos, se pudo observar la presencia de varios nacimientos de aguas, los cuales e encuetan dispersos y se unen aguas abajo para formas los cauces de diferentes quebradas como lo son las quebradas La Colorada, Jovito, El Tonal, La Chama, Las escaleras, Charco Azul y El Umbral entre otras, las cuales presentan el inconveniente que desde el lugar donde el caudal es adecuado, se debería realizar bombeo hasta la planta de tratamiento, adicionalmente, en época de verano, estos pequeños

caudales que no poseen concesión de aguas por ningún usuario, son utilizados para el riego de cultivos , pastos y abrevaderos para los bovinos de la zona.

De acuerdo a lo establecido por este estudio y según lo informado por las USPD y a Secretaría de planeación, no se cuenta con sistemas de captación o abastecimiento mediante aguas subterráneas y de igual forma, no se cuanta con estudios geológicos que indiquen el potencial de estas fuentes en el municipio de Muzo.

El casco urbano del municipio cuenta con aproximadamente 1100 viviendas (incluyendo las de la Urb. La orquídea), la mayor parte de las viviendas están construidas en ladrillo y teja de asbesto cemento 80% aproximadamente; en un 45% se encuentra en regular estado y en un 18% de las viviendas en tabla y zinc, las cuales cuentan con porcentaje del 100% de cobertura del servicio de acueducto.

Según los registros de la USPD del municipio de Muzo, la siguiente es la base de datos de los usuarios a los cuales se les presta el servicio de acueducto en el municipio de Muzo:

TABLA No 7: Usuarios Servicio Acueducto Urbano

ESTRATOS	ACUEDUCTO
1	363
2	579
3	12
COM	124
OFIC	20
INST	
TOTAL	1098

Fuente. U.S.D.P.

Adicionalmente, en el área de la jurisdicción del municipio de Muzo, en particular, en el área rural se cuenta con algunos acueductos rurales administrados por las juntas de acción comunal pero ninguno de ellos suministra agua tratada y no se encuentran terminados en su totalidad.

Uno de los grandes inconvenientes en desarrollar proyectos de vivienda urbana es por la inestabilidad de los suelos; por ello se consideró como zona de expansión urbana una zona de menor riesgo más el aprovechamiento de lotes y espacios aún vacíos dentro del perímetro urbano.

En la actualidad existe un proyecto para la construcción de un barrio de interés social denominado SAN NICOLÁS, que se prevé contará con 140 soluciones de vivienda. La localización de esta urbanización será en el sector explanado cerca del estadio municipal y del barrio La Orquídea.

Sin embargo y de acuerdo a los datos estadísticos de los Censos anteriores del DANE, y teniendo en cuenta que el actual estudio contempla únicamente el área urbana del municipio de Muzo, la siguiente es la población del municipio de Muzo.

AÑO	FUENTE	TOTAL	URBANO	RURAL
1973	DANE	6113	1806	4307
1985	DANE	15069	4083	10986
1993	DANE	12515	5783	6732
2004	PLAN DE DESAROLLO	17687	8397	9290
2005	DANE	10278	5398	4439

2.1.2 Características de las microcuencas abastecedoras de los acueductos del casco urbano del Municipio de Muzo.

Con el fin de establecer la realidad ambiental, así como los diferentes componentes ambientales presentes a la actualidad de este estudio, el siguiente el diagnóstico general encontrado en la zona de influencia de recarga, de la microcuenca de las quebradas que abastecen el sistema del acueducto municipal de Muzo Boyacá:

La potencialidad productiva del suelo se fundamenta en características de pendiente del terreno donde se encuentra así como en las correspondientes cualidades físicas, químicas y biológicas que sustentan la capacidad del mismo para el desarrollo productivo de plantas cultivadas, pastos o bosques sin o con un mínimo impacto negativo sobre el suelo o el ambiente.

La zona de reserva propuesta coincide con una cuchilla alta donde nace el mayor número de quebradas del municipio, muchas de las cuales suplen necesidades de consumo doméstico. Se extiende hacia el norte sobre el coluvio en que se encuentra el casco urbano de Muzo, con el fin de propiciar una mayor estabilidad y regulación hídrica en dicho sector.

Con esta zona propuesta como reserva se han integrado áreas de protección formando una malla ambiental que, adicionalmente permite la conservación de la flora y la fauna.

Las áreas propuestas para bosques protectores obedecen a condiciones de excesiva pendiente, suelos muy delgados, a la necesidad de regulación hídrica y control de erosión de los suelos.

Para facilitar el manejo y control de dichas áreas es necesario elaborar el plan de manejo del cual debe ser parte importante la participación de la comunidad.

Por otra parte, el recurso hídrico municipal es abundante en época de invierno, por lo cual no se presenta déficit en este aspecto, más sin embargo, el sistema hídrico es un componente fundamental de la inestabilidad del casco urbano por

cuanto todo el flujo hídrico municipal ha sido alterado por razones antrópicas.

Es indispensable para el municipio recuperar la capacidad de retención del agua en las zonas aguas arriba del casco urbano para disminuir el aumento de los caudales máximos, así como el trasladar parte de esta agua a quebradas vecinas para apaciguar el fuerte proceso de socavación de los cauces de las quebradas La Chama y Matadero, que tienen en grave riesgo al casco urbano.

Es indispensable que las aguas del antiguo acueducto sean utilizadas y sólo se tomen del nuevo acueducto las necesarias para completar los requerimientos, a fin de no traer más aguas a una zona ya de por sí afectada por la abundancia en sectores no capacitados para manejarlas.

Por otra parte, las roturas subterráneas de los sistemas de acueducto y alcantarillado están aumentando la desestabilización del terreno, razón por la cual requieren una rápida intervención y cambio del concepto técnico de materiales, manejo y construcción.

Las salidas del alcantarillado son igualmente factor de desestabilización por su entrega directa y sin manejo sobre los taludes inestables de las quebradas al paso del Municipio.

Estratigrafía Local:

En lo referente a la geología y estratigrafía presente en el área de estudio, las principales características y formaciones presentes son las siguientes:

Formación Paja (Kip). Esta formación está constituida por lutitas negras, carbonosas, micáceas, ligeramente calcáreas y con nódulos arenosos interestratificados. Hacia la

parte superior de la unidad afloran areniscas arcillosas, intercaladas con lutitas y localmente calizas

En la mayor parte del territorio de Muzo esta formación se encuentran aflorando; en las veredas Guadualón, Niaunza, conformando el flanco oriental del Anticlinal del Alto de la Chapa; la parte inferior de la formación Paja se encuentra en las veredas La Cañada, Egidos, Paunita, Cajón y Guazo, mientras que en las veredas La Peña, Pedregal, Betania, afloran los niveles alternados de Areniscas arcillosas y cuarzosas con lutitas negras de la parte superior de dicha formación.

Depósitos Coluviales. Tienen su origen en la acumulación de materiales heterogéneos de diverso tamaño desde partículas de suelo hasta bloques de roca, que proceden de deslizamientos, derrumbes y flujos terrosos y distribuidos irregularmente y sin estratificación.

Talud de Derrubios (Qc₁). Depósito coluvial resultante de la sucesión de varios conos de derrubios por acumulación de fragmentos de roca heterométricos provenientes de los escarpes adyacentes ó también llamadas “Cuchillas” de los niveles areniscas arcillosa, arenisca cuarzosa y caliza de las formaciones Paja, Conjunto Arenoso Lutítico, Simití y Areniscas de Chiquinquirá.

Piedemonte Coluvial. (Qc₂). Depósito conformado por la unión de varios conos coluviales por sedimentación de bloques de areniscas arcillosas y calizas resultantes de flujos terrosos originados en las partes altas o escarpes, localizados al oeste de la zona urbana de Muzo y costado oeste de la cuchilla Santa Marta sobre la quebrada la Máquina, Vereda de Cuácua.

Coluvios de Remoción. (Qc₃). Depósitos coluviales localizados sobre rellanos y en la base de laderas compuestas por material alterado producto de la meteorización de la

roca parental y por bloques de roca de diferente tamaño distribuidos irregularmente. Se destaca el coluvio de remoción en el cual se localiza la zona urbana de Muzo, incluye las quebradas Escaleras, Colorada. Charco Azul y La Chama. El mayor porcentaje de los coluvios de remoción se ha desarrollado sobre los niveles de lutitas y limolitas de la formación Paja, con espesor promedio de 4 m. y desarrollo de capa vegetal que hace que sean utilizados más intensamente para fines agrícolas y construcciones rurales.

Depósitos Aluviales. A esta unidad pertenecen los abanicos y valles aluviales que involucran la erosión, transporte y sedimentación; procesos tales que están determinados por el gradiente y caudal de la corriente, sección transversal del cauce y lineamiento del canal.

En la vereda de Paunita existe un Abanico Aluvial (Qal), formado por la acumulación de sucesivos flujos de lodo y detritos de lutitas y areniscas arcillosas que emergen de la parte alta de la quebrada Colorada.

En la mayor parte del curso del Río Minero existen depósitos aluviales como vegas bajas (Vb) y Sobrevegas (Sv) como también en el sector comprendido entre la Quebrada Pantora y la confluencia del Río Minero con el Río Guazo

Estructuras Geológicas

La tectónica regional predominante está representada por pliegues sinclinales y anticlinales con orientación NE-SW, algunos de éstos delimitados por fallas principalmente de Cabalgamiento con la misma orientación y con sus planos de falla hacia el SE, como la falla del Río Minero.

Transversal a este sistema de fallas existe otro con orientación NW, tal como la falla de Itoco (Ver Plano Geológico) y a lo largo de su zona se encuentran importantes manifestaciones de esmeraldas. En los alrededores del casco urbano

del Municipio de Muzo, se presentan varios alineamientos principalmente en sentido NE y NW, que pueden corresponder a la expresión morfológica de fallas de poco desplazamiento en cuyo caso estas fracturas están condicionando la orientación de las quebradas La Colorada, Charco Azul y drenajes naturales.

Existen también fallas locales inferidas por fotointerpretación principalmente en el sector comprendido entre el Alto Los Cerros y el Alto de Zambrano, afectando rocas del Conjunto Arenoso-Lutítico y la Formación Simití.

En la caracterización hidrogeológica basada en los datos geológicos ya descritos en el capítulo sobre Geología, se consideran parámetros como el tipo de roca (areniscas, arcillas, shales e intercalaciones de éstas), características físicas primarias de porosidad y permeabilidad y porosidad secundaria (Fracturamiento de la roca) generada por plegamiento y fallamiento de las distintas formaciones geológicas presentes, además la dirección y buzamiento de las estructuras (estratificación, fallas geológicas) sirven para la identificación de zonas de recarga.

De acuerdo a la división por provincias propuestas por la UNESCO para el mapa hidrogeológico de Suramérica, Colombia fue dividida en seis provincias hidrogeológicas: Andina - vertiente Atlántica, Costera - vertiente atlántica, Costera - vertiente pacífica, Amazonas, Orinoco y Escudo Septentrional.

En el Municipio de Muzo está ubicado en la provincia hidrogeológica Andina – vertiente Atlántica, la litología presente permite distinguir acuíferos (= estratos o formaciones geológicas que almacenan y contienen agua y permiten su circulación) y acuitardos (= estratos o formaciones geológicas que contienen agua pero la transmiten lentamente en comparación con los acuíferos).

Con base en las características litológicas (grado de fracturamiento, tipo de roca, porosidad primaria y secundaria) y valores geohidrológicos como la

transmisividad, se han clasificado las formaciones geológicas en las siguientes categorías de acuerdo a la nomenclatura internacional para estudios hidrogeológicos².

1. Sedimentos y rocas con porosidad primaria de interés hidrogeológico. Pertenecen los depósitos cuaternarios.

1a. Acuíferos de extensión regional con flujo intergranular altamente productivos. Pertenecen los sedimentos no consolidados, por debajo de los 3000 msnsm, con alto grado de permeabilidad y por rocas sedimentarias poco cementadas depositadas durante el terciario (areniscas de grano grueso, gravas a conglomerados), presente en algunos sectores de la parte alta de la microcuenca de estudio.

1b. Acuíferos de extensión regional moderadamente productivos y acuíferos locales con flujo intergranular de baja productividad. Pertenecen a esta categoría los sedimentos no consolidados y rocas sedimentarias con intercalaciones de areniscas de baja permeabilidad, considerados como acuíferos de baja productividad. Con presencia esporádica en algunos sectores de la parte alta de la Quebrada Lirios y Pedregal.

2. Rocas con porosidad primaria y secundaria (Fracturamiento y/o disolución) de interés hidrogeológico.

2a. Acuíferos de extensión regional altamente productivos. A esta categoría pertenecen rocas sedimentarias con presencia de areniscas fracturadas y bancos calcáreos. No presentes en la zona de estudio

2b. Acuíferos locales de producción discontinua o acuíferos de extensión regional pero de moderada a baja productividad. A este grupo pertenecen rocas

² CARACTERIZACION HIDROGEOLOGICA DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS DEL SECTOR OCCIDENTAL DE BOYACA, García y Neita, UPTC, 1999

sedimentarias con presencia de areniscas, shales, arcillas arenosas de permeabilidad media a baja, susceptibles a fracturamiento. Poco presentes en el municipio de Muzo

3. Acuitardos. Rocas sedimentarias consideradas como impermeables por su litología (Shales, lutitas limolitas), pero que pueden llegar a constituir acuíferos de extensión limitada. Las interestratificaciones de areniscas pueden representar capas acuíferas poco representativas con velocidades muy bajas debido al confinamiento de sus estratos. Presentes en la parte media y baja de las quebrada Lirios, Pedregal y Matadero.

Fenómenos de Remoción en Masa

Dentro del área de estudio, igualmente se presentan algunos fenómenos de remoción en masa particularmente localizados, los cuales se describen a continuación:

Deslizamientos. En el municipio de Muzo se presentan deslizamientos tanto en material alterado como en la mezcla de roca y suelo residual, los cuales fueron clasificados de acuerdo a su tamaño:

Deslizamientos menores activos. Cuando su tamaño es inferior en corona y longitud a 100m. De acuerdo a la superficie de ruptura observada se establece que la mayor parte de los deslizamientos son de tipo rotacional en menor proporción de tipo complejo.

Geomorfológicamente se caracterizan por presentar cicatrices de despeje en la parte superior y superficie irregular al pie del deslizamiento. Afectan los niveles de meteorización de la formación Paja y depósitos inconsolidados (Depósitos coluviales de remoción y depósitos de ladera), principalmente sobre las riberas de los drenajes

principales, originados por la dinámica de la corriente; en los sectores de explotación minera.

Entre los sectores que se destacan por la presencia de este tipo de remoción en mas están las veredas de Sabripa, Guadualon, Egidos, La Cañada, La Peña, Guazo, Paunita, Betania e Isabi en las márgenes de la quebrada San Isidro

Movimientos lentos (Reptación). Fenómeno de remoción en masa de desplazamiento muy lento, casi imperceptible del suelo sobre pendientes mayores al 100% y rectas. Como evidencia principal de este movimiento esta la inflexión de los árboles y cercas. En los depósitos coluviales clasificados como Piedemonte coluvial (Qc₂), y el coluvios de remoción (QC₃) en la vereda La Peña y Paunita, se presenta principalmente este tipo de fenómenos asociado con deslizamientos menores activos.

Flujos de suelo.

Terracetos y patas de Vaca. Se refiere a formas de desplazamiento lento a rápido de materiales, cuesta abajo, por la acción conjugada de la gravedad y la saturación con agua.

En la mayor parte de las laderas empinadas del Municipio de Muzo con pendientes promedio del 80%, constituidas por depósitos coluviales y horizontes de meteorización o alteritas de la formación Paja, Simití y Conjunto Arenoso Lutítico con espesores inferiores a 2m. Presentan flujos plásticos del tipo de Terracetos y patas de vaca, debido al peso ejercido por masas rocosas y pisoteo continuo del ganado, creando una topografía de aspecto irregular que favorece la infiltración de aguas y posible generación de deslizamientos menores de tipo rotacional caso presentado en las partes altas de la vereda Paunita.

Flujos de Lodo. Fenómeno de remoción en masa que involucra volúmenes mayores de material en estado líquido sobre pendientes pronunciadas y confinadas, lo cual determina gran velocidad de desplazamiento a lo largo de los valles intramontanos.

Este caso se presenta en el valle conformado por la quebrada Colorada en la vereda Paunita, donde se observa que la colada de barro ha venido colmatando el fondo del valle; y desparramándose en la llegada al río Guazo conformando un abanico aluvial con frente suave. El material constituyente de este lodo involucra materiales provenientes de deslizamientos pequeños y suelo residual de las laderas adyacentes conformadas por lutitas y limolitas alteradas.

En las márgenes de las quebradas Colorada, Chorro Azul, Escaleras, La Pita, Matadero y la Chama así como en la quebrada la Pita en la Vereda Paunita principalmente, en las paredes de los taludes de los cauces ocurren flujos de lodo y detritos asociados con los deslizamientos presentes, los cuales son favorecidos por la fuerte pendiente de la cara de los taludes (Mayor a 70°), la ausencia de vegetación, la baja permeabilidad y cohesión del material.

Fenómenos de erosión. En este se hace especial referencia a la erosión generada por las aguas corrientes o escorrentía y a la erosión fluvial. La erosión por escorrentía se presenta de manera lenta y acelerada, la primera ha permitido el desarrollo de suelos y cobertura vegetal en la mayor parte del territorio de Muzo; y la segunda forma que es la más importante ya que se desarrolla principalmente en aquellos sectores con fenómenos de remoción en masa e intervención humana como son las zonas de explotación minera y proyectos de infraestructura.

Las siguientes son las formas de erosión por escorrentía que se desarrollan el municipio de Muzo:

Erosión laminar. Se presenta principalmente en las áreas desprotegidas de vegetación y zonas dedicadas a pastos y cultivos, afectando las capas superficiales de suelo, con pendiente moderadas a fuertes y depósitos agradacionales; principalmente las unidades de origen coluvial (Qc_1 , Qc_2 , Qc_3 , Qc_4 , Qc_5 y Qal), unidades de origen estructural (Pendientes estructurales, pendientes escalonadas), y unidades de origen montañoso denudacional (M_1 , M_2) sin restarle importancia a las restantes unidades geomorfológicas.

Erosión en surcos. Se presenta cuando el agua circula en corrientes capaces de abrir canales hasta de 50 cm. de profundidad por concentración de flujos de corriente, a partir de zonas con erosión laminar por concentración de escorrentía.

Dada la baja cohesión de los suelos (Suelos alterados) y pendientes empinadas de los taludes, los depósitos coluviales y aluviales (Qc_1 , Qc_2 , Qc_3 , Qc_4 , Qc_5 y Qal), presentan erosión por surcos; se destaca el depósito coluvial de remoción sobre el cual se localiza el casco urbano de Muzo, que como ya se mencionó presenta múltiples fenómenos de inestabilidad (deslizamientos activos) en las márgenes de las quebradas, acelerados por el desarrollo de erosión en surcos.

Otra zona donde ocurre erosión en surcos con mayor impacto es la zona minera de Muzo, Vereda de Sabripa. Allí por la explotación minera, inestabilidad de las laderas, material constituyente de los suelos y alta pluviosidad, hacen que se presente este tipo de erosión

Erosión en cárcavas. Se reconoce por la formación de canales mayores de 50 cm. La formación de cárcavas es muy frecuente en los niveles lutíticos de la formación Paja, debido al igual que la erosión en surcos a la baja cohesión de los materiales y alto fracturamiento que presentan los mismos producto de su meteorización química y física.

La erosión en cárcavas es frecuente encontrarla en deslizamientos activos y en desechos mineros en la margen izquierda de la quebrada Desaguadero, en la zona minera, en la vereda Sabripa; En las quebradas Chorro Azul, Colorada, Matadero,

Chama (Veredas la Peña y Cañada), quebrada colorada (Vereda Paunita), principalmente.

Procesos de socavación. Procesos de socavación se presentan en la gran mayoría de las corrientes fluviales dada su característica hidráulica de tipo torrencial, gradiente hidráulico alto litología de los cauces. Este proceso profundiza y amplía los cauces activando deslizamientos mayores y menores como desprendimientos de material, es típico encontrar socavación lateral y vertical en las quebradas La Chama, Matadero, Chorro Azul (Ver fotografía 1), La Pita (V. Paunita), Tauchira, Buenavista, La Cubana (Vereda de Cuincha), San Isidro (V. Tablón), Desaguadero (V. Guazo), Zapotal y Carrera en la Vereda Aguita Alta y en las vegas, sobre vegas y terrazas del río Minero.

Amenaza Sísmica.

La región de Muzo se encuentra clasificada en el Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes (CSR-95) como zona de Amenaza Sísmica Intermedia (Coeficiente de aceleración horizontal de 0.20). Los registros de sismos con epicentros en el occidente de Boyacá, muestra que en la región de Muzo los sismos con epicentro en esta zona tienen una magnitud promedio de 2.60 y los valores promedio de magnitud de sismos registrados en el occidente de Boyacá es de 2.88 en la escala de Richter.

Influencia de la Precipitación.

La distribución geográfica de los registros de fenómenos de remoción en masa, ya sea de reptación (Creep), Flujos de lodo, deslizamientos, desprendimientos, desplomes, procesos de erosión; se encuentran asociados a factores tales como

las altas precipitaciones, litología, control estructural, topografía, presencia humana.

El municipio de Muzo presenta un promedio anual de 2688 mm, con un claro aumento de este valor en las direcciones NW, NE y SE; Alcanzando valores de 3262 mm/año en la estación de Otanche, 2862 mm/año en la estación de Quipama y 3173 mm/año en Coper. La alta precipitación de la región también aumenta la productividad primaria potencial; por ejemplo en la zona norte donde ocurren la mayor precipitación debería esperarse la mayor densidad de deslizamientos caso que no es así.

En la zona central del Municipio, en proximidades al casco urbano, dedicada casi en su totalidad a pastos naturales, la densidad de fenómenos de remoción en masa es mayor; y en la parte sur con bosques naturales y pastos donde los valores de precipitación aumentan hay ocurrencia menor de deslizamientos que en las dos zonas anteriores.

Es claro que el gradiente de las precipitaciones y el potencial de los fenómenos de remoción en masa, se encuentran ligados con los efectos estabilizadores de la vegetación de manera compleja, la cubierta vegetal contribuye a reducir los procesos de inestabilidad, con respecto a lo esperable en su ausencia.

Desde el punto de vista de uso del suelo en el área de estudio, las siguientes son las principales características presentes:

Se delimitaron las unidades que se describen a continuación.

ZU. Zona urbana del municipio (44 Has.).

Bn. Bosques naturales. En esta unidad se encuentran incluidas pequeñas zonas con pastos dedicadas a la ganadería y algunos rastrojos. El bosque representa el 80% del área y los pastos con los rastrojos constituyen el 20% restante. Generalmente el bosque ocupa las zonas de mayor pendiente.

Ra. Rastrojos. Son aquellas zonas donde se taló el bosque o se quemó y posteriormente se han dejado para que las plantas vuelvan a crecer. Se encuentran principalmente hierbas y arbustos. Incluyen pequeños sectores de bosques, pastos y aún cultivos de café, maíz y yuca principalmente.

Los rastrojos representan el 80% de la unidad.

Mz. Cultivos de maíz. Se encuentra principalmente en las veredas de Niaunza, Pedregal Agüita Alta, Cuincha, Guazo, Guadualón y Egidos. El maíz representa el 70% de la unidad y el 30% restante corresponde a yuca, maní, caña de azúcar, pastos.

Pn. El área de pastos es la de mayor distribución en el municipio e incluye parcelas pequeñas de cultivos como maíz, yuca, caña, café, cacao y rastrojos o bosques que representan el 20% de la superficie definida como pastos. Esta unidad ocupa sectores de fuertes pendientes donde el pisoteo del ganado es una de las causas de los procesos erosivos y de movimientos en masa que se observan en el municipio de Muzo. Los pastos son principalmente variedades mejoradas introducidas, utilizadas para ganadería extensiva con baja carga.

PnE. Pastos naturales enmalezados. No es muy frecuente pero se encuentra principalmente en pequeñas parcelas ubicadas en fuertes pendientes.

PL. Plátano. Este cultivo abunda como sombrío temporal del café y como cultivo individual en pequeñas parcelas, razón por la cual el área representada en el mapa es menor de la real. Aparece incluido en otras unidades por lo que cuando se deslinda esta unidad en el mapa no se nombran otros usos incluidos en ella.

Cñ. Caña de azúcar para extraer miel o fabricar panela. El 30% del área así representada corresponde a parcelas de bosques, rastrojos, pastos, cítricos, café y cacao. Este cultivo es importante en veredas como Cuincha, Niaunza y Misucha. Pedregal entre otras

Cñ-Ma. Complejo Caña Maní Se observa principalmente en la vereda de Niaunza. El 40% es caña, 30% maní y el resto está representado por cacao, café, yuca, plátano, papaya, maíz, piña y pastos en pequeñas parcelas.

Mz-Yu. Complejo maíz – yuca. Está constituida por parcelas de estos dos cultivos que se mezclan y representan el 90% de la unidad e incluye pequeños lotes de pastos. El maíz representa el 50% de esta unidad.

Cñ-Yu. Complejo Caña – yuca. Se observa principalmente en la veredas Cuincha y Surata. La caña representa el 60% y la yuca 35% con pequeñas parcelas de pasto, cítricos, café.

Yu. Consociación de Yuca. En esta unidad la yuca representa el 90% y el resto corresponde a maíz, cítricos. Este cultivo se encuentra generalmente ocupando zonas de pendientes fuertes.

Pn-Bn. Complejo pasto - bosque en proporciones iguales. Se encuentra en el sector de Cuacua, ocupando relieves de pendientes mayores de 50%. Este sistema que podría considerarse silvopastoril valdría la pena para muchas zonas que hoy están dedicadas a ganadería extensiva y que están caracterizadas por pendientes muy fuertes y susceptibles a erosionarse.

CC. Consociación Cacao (chocolate) (46 Has.). Ocupa el 80% del área e incluye café, cítricos, plátano y pastos. El cacao se cultiva principalmente en pequeñas parcelas a manera de huerta casera asociado principalmente con cítricos o café. Es uno de los cultivos más frecuentes en el municipio pero también de los más descuidados hasta el punto de que en muchos sitios está abandonado.

CC-CA. Complejo Cacao – Café. Es frecuente en veredas como Cuincha y Paunita en proporciones equivalentes. 5% está representado por cítricos y plátano. Esta unidad generalmente se encuentra aledaña a las casas de habitación.

CI. Consociación Cítricos. Es frecuente en veredas como Paunita y Guazo sector de mandarinos. El 70% del área corresponde a cítricos y el resto a café, cacao y pastos.

CI-CA. Complejo Cítricos – café. La zona de mayor importancia en la vereda de Paunita en huertos aledaños a las casas de habitación. Esta unidad muestra un descuido alarmante en su manejo que raya en el abandono, aunque siempre se esperan sus cosechas.

Si se tiene en cuenta el inventario de cultivos suministrado por los participantes de los talleres es claro que quedan muchos cultivos sin representar en el mapa, sin embargo, es necesario considerar que la palma de cachipay no se cultiva aunque sí se cosechan sus frutos para venta o para consumo familiar, del chime o bore solo se siembran matas cerca de las casas o de zonas húmedas, el zapote no se cultiva pero se cosecha y se venden sus frutos e igual sucede con el guamo, el mango, el aguacate y muchos cítricos.

La actividad piscícola por realizarse en pequeños estanques deben considerarse como uso puntual y por eso no aparece como superficie deslindada en el mapa de uso. Igual consideración debe hacerse para la avicultura y la porcicultura.

Con base en lo anterior se concluye que la explotación de los suelos normalmente no está relacionada con su potencial, considerado desde el punto de vista técnico, sino con lo que el agricultor requiere, le gusta o sabe hacer y por eso es frecuente encontrar pastos para ganadería extensiva o cultivos en zonas donde los bosques son la única opción productiva económica y ambientalmente.

Adicionalmente existe en el municipio un bajo nivel tecnológico, principalmente en el campo agrícola, lo cual condiciona aún más la productividad. Vale la pena analizar si existe capacidad económica para la compra de tecnología y cultura para la aplicación. Los agricultores y ganaderos consideran que la mala calidad de la vía afecta la comercialización de sus productos y por ello su economía lo que correlaciona con la priorización de sus necesidades donde el mejoramiento vial es la segunda prioridad considerada.

Estudio de Suelos

Desde el punto de vista de estudio de suelos, las siguientes son las principales formaciones presentes en el área de estudio:

Asociación PEDREGAL (PG). Los suelos de esta unidad se encuentran en altitudes de 600 a 1200 metros, vertientes de relieve, fuertemente quebrado a escarpado, pendientes mayores de 25%, clima cálido húmedo transicional a medio muy húmedo. Se observan movimientos en masa y patas de vaca como los procesos que actualmente causan degradación de los suelos y paisajes. Se observa muy poca área de bosque el cual ha sido talado para establecer praderas con pastos mejorados o nativos (*Brachiaria*, *Yaraguá*). El uso más extendido de estos suelos es la ganadería extensiva; en algunos sitios se observa pedregosidad superficial.

La asociación está formada por los suelos Pedregal (Paralithic Dystropept) 45%, La Peña (Typic Troprothent) 35% con 20% de otros suelos. Es la más extensa del municipio ya que se presenta en todas las veredas, salvo Isabí y Verdún.

Asociación LA PEÑA (PN).

Esta unidad se encuentra en la parte media de las vertientes en alturas entre 700 y 1200m.s.n.m.; el relieve es ondulado hasta escarpado en la transición climática entre el cálido húmedo y el medio muy húmedo. Es frecuente observar erosión por patas de vaca y movimientos en masa.

La unidad se encuentra predominantemente sobre las vertientes directas del Río Minero y los suelos están utilizados principalmente para ganadería extensiva.

Los suelos están bien drenados y las praderas establecidas contienen principalmente pasto *Brachiaria*.

La asociación está constituida por los suelos La Peña (Typic Troprothent) 50% localizados en la parte superior de la vertiente, Pedregal (Paralithic Dystropept) 25% y La Ye (Paralithic Humitropept) 25%.

Consociación MUZO (MU).

Esta unidad se encuentra en la zona aledaña al perímetro urbano en un relieve ondulado y localmente quebrado, con procesos erosivos por movimientos en masa y erosión laminar ligera. La superficie donde se da la unidad es de origen aluvial y presenta una mezcla de gravilla y piedra en superficie y en el perfil del suelo. Los suelos están explotados principalmente con ganadería extensiva en potreros de pasto *Brachiaria*.

La consociación está representada en 75% por el conjunto Muzo (Typic Tropofluvent) con 25% de inclusiones de suelos de unidades vecinas. Se delimitaron fases por pendiente y erosión.

Asociación PAUNITA (PA)

Corresponde a coluvios de vertiente que se encuentran en casi todas las veredas del municipio, localizados entre 700 y 1200 metros de altitud; el clima es

cálido húmedo, el relieve ondulado a fuertemente ondulado, la vegetación ha sido casi totalmente destruida para establecer praderas o cultivos de caña, café, plátano, cítricos y cacao.

En algunos sectores hay influencia de cenizas volcánicas, erosión laminar y por movimientos en masa lentos. La profundidad efectiva de los suelos está limitada por la presencia de rocas; el drenaje es moderado a bueno.

La unidad está formada por los conjuntos Paunita (Fluventic Dystropept) 50%, La Pita (Typic Troporthent) 45% y presenta inclusiones con suelos de unidades vecinas.

Consociación RIO MINERO (MI)

Se encuentra en valles aluviales de fondo plano e inundables, con pedregosidad local sobre la superficie de los ríos Minero y Caco; los suelos son moderadamente a bien drenados, generalmente cubiertos con pastos nativos utilizados para ganadería extensiva.

La unidad está representada por el suelo Río Minero (Typic Tropofluvent) en 80% del área con inclusiones del suelo La Playita (Tropic Fluvaquent).

Clima

En el estudio de suelos del IGAC aparece planteado que desde el punto de vista de lluvias, en la zona de Muzo existe un sistema bimodal de precipitación, presentándose un período lluvioso en cada semestre que alterna con otro menos lluvioso que caracteriza los dos veranos alternos. Los meses secos son diciembre, enero, febrero y marzo para el primer período de verano y agosto - septiembre para el segundo; del mismo modo el período húmedo del primer semestre se da para abril, mayo y junio, siendo octubre y noviembre el período invernal del segundo semestre.

Teniendo en cuenta la temperatura y la precipitación se definen para el sector de Muzo dos zonas climáticas: a) Zona de clima húmedo tropical y b) Zona de clima muy húmedo premontano.

El clima húmedo tropical se presenta en la parte baja del municipio con temperaturas promedio de 24°C y precipitación promedio de 2.000 a 4.000 m.m.; el clima muy húmedo premontano tiene temperaturas de 17 a 24°C (promedios de 18°C) y precipitación de 2.000 a 4.000 m.m. En el municipio no se presentan vientos muy fuertes.

Desde el punto de vista de la vegetación según Espinal (1977), el territorio del municipio se clasifica en dos unidades:

I.- Bosque húmedo Tropical (bh-T)

Corresponde esta unidad al clima húmedo tropical característico de altitudes inferiores a 1.000 m.s.n.m.

2.- Bosque muy húmedo Premontano.

Corresponde a altitudes de 1.000 a 2.000 m. que es la parte alta del municipio, donde nace gran número de quebradas.

En el municipio de Muzo ya no existen bosques primarios y sólo se observan pequeños sectores boscosos de regeneración secundaria. Los mayores núcleos boscosos se encuentran al sur del municipio.

Si se observa el corte transversal levantado durante los talleres, del bosque húmedo tropical se citan las siguientes especies: Guadua, cedro, amarillo, mulato, higuerón, sapicaico, polvillo, caracolí, acuapar, almendro, balso, mucho, ceiba, tapaz, matarratón, caraño, comino y carrán. Del mismo modo en el bosque muy húmedo Premontano se encuentran especies como guayabo, guamo, zarcillo, cedro, níspero, cucharo, amarillo, caco, queso, lechero, guadua, lanzo, nacedero y yarumo o guarumo.

Recursos de Flora

Con base en los datos suministrados por los participantes en los talleres del territorio rural de Muzo, las siguientes especies de flora son las principales existentes en la zona de estudio:

TABLA No 9: Principales Especies de Flora de la Región

Cedro Cedrela sp	Higuerón Ficus glabrata H.B.K
Caracolí	Anacardium excelsum
Zaarcillo Fuchsia boliviana Carriere	Acuapar
Caco	Guayabo Bellucia Axinanthera
Guarumo o urumo Cecropia sp	Guamo Inga sp.
Cucharo Rapanea sp.	Amarillo Nectandra sp.
Níspero Eriobothrya japonica L.	Suazo
Bambú	Muche o jalapo Albizzia carbonaria
Carrán	Chipo
Nacedero o quiebra barriga	Trichanthera gigantea
Tuno	Mulato
Tambor	Ceiba Ceiba pentandra
Lancillo, carate Vismia sp.	Indio viejo
Bursera simaruba Manchador	Zapote
Almoraduz	Almendro Terminalia catappa L.
Tapaz	Matarratón Gliricidia sepium
Hobo o jobo Spondias mombin	Nogal Cordia alliodora
Guadua Guadua angustifolia	Balso Ochroma lagopus
Carbonero o clavellino	Calliandra pittieri Standl
Cachipay	

Entre las especies vegetales que en algunas veredas se citaron como extinguidas están:

Polvillo (Bulnesia arborea), Roble, almendro, amarillo, comino (Ocotea sp.), caco, mucho o jalapo, candelo, laurel (Nectandra acutifolia R & P Mez), amacio y cedro.

Los principales pastos reportados son: Brachiaria, yaraguá, imperial, elefante y estrella. Los dos primeros y el último se utilizan en praderas para ganadería extensiva.

Según lo observado durante el reconocimiento de campo para constatar la información de uso, en Muzo ya no existen verdaderos bosques, aunque por las características climáticas la regeneración natural es muy rápida, lo cual coincide con la desaparición de especies importantes de flora citadas durante los talleres. Además, cuando la regeneración se convierte en rastrojo de varios metros vuelve a ser talada y quemada la vegetación para luego sembrar una o dos cosechas, sin importar la pendiente del terreno y los impactos negativos que sobre él se generen.

Recursos Faunísticos

A pesar de que la cobertura boscosa ha seguido disminuyendo, aún existen muchas especies faunísticas entre las que figuran:

TABLA No 10: Principales Especies de Fauna de la Región

Aguila	Gavilán
Cuervo <i>Coragyps atratus</i>	Jirigüelo o garrapatero <i>Crotophaga ani</i>
Cangrejo	Tortuga
Iguana	Candelo
Zaino	Chito
Soledad <i>Trogon viridis</i>	Monjita <i>Notharcus tectus</i>
Azulejo <i>Thraupis episcopus</i>	Chinita
Colibrí o quinchá <i>Florisuga mellivora</i>	Perdiz <i>Colinus cristatus</i>
Currucuy o buho <i>Otus choliba</i>	Zuro
Carma	Lapa
Fara	Armadillo
Erizo	Zorro
Oso hormiguero	Puyadora
Pechiblanca <i>Zenaida auriculata</i>	Candelo
Siote	Zuluaga
Pírpiros	Tinajos
Ardilla	Pava
Gallineta	Guacharaca
Carpintero <i>Melanerpes formicivorus</i>	Tierrero o barranquero <i>Momotus</i>
Copetón <i>Zonotrichia capensis</i>	Perezoso
Runcho	Camaleón
Chicuacua	

Entre las serpientes existen: Cuatro narices, taya X, coral, dormilona, saiva, víbora de agua, granadilla, tauce, tatacoa, mitao, cucuyá, ganadera, güio y sapa.

De la fauna desaparecida se citan: Carma, tinajo, conejo, comadreja, araña pollera, marto, lechuza, pava, paujil, tigrillo, tigre, runcho, lapa, guache, perezoso, loros, gallineta, nutria, oso hormiguero, guacharaca, venado, cafuche y perro de monte. En algunos sectores se ha extinguido el fara.

La actividad de la caza ha sido una de las principales causas de extinción y la otra importante es la tala que ha incidido en el cambio de las características ecológicas de la región, afectado la calidad de las aguas y privado de fuentes nutricias a

muchos de estos animales. El bosque es la casa de los animales y al talarlo se les ha quitado el sitio de vivienda, obligándolos a emigrar o causándoles la muerte.

Hoy se empieza a evidenciar entre los campesinos la importancia de mantener nichos de flora para que la fauna se conserve, pero se sigue practicando una agricultura itinerante que afecta las zonas de regeneración natural de especies del bosque original.

2.1.3 Oferta Hídrica

Teniendo en cuenta que en la zona de influencia de las microcuencas abastecedoras del acueducto del municipio de Muzo no se cuenta con información reciente y adecuada en cuanto a datos de precipitación histórica y mucho menos datos históricos de cálculo de escorrentías, la oferta hídrica que se puede calcular en la zona se realiza de forma directa, teniendo en cuenta algunos datos de registros históricos con que cuenta la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Muzo y la verificación directa del caudal, realizada durante la preparación de este Documento, es de tener en cuenta que esta se realizó en periodo de estiaje hacia finales del mes de Enero de 2010, sin embargo los datos aportados por la Unidad de Servicios Públicos corresponde al promedio histórico de épocas de invierno.

En este sentido, la oferta hídrica de las diferentes fuentes de captación del sistema de acueducto del municipio de Muzo es la siguiente, basada en datos tomados en los puntos de captación del sistema:

TABLA No 11: Oferta Hídrica del Sistema

ITEM	FUENTE	PUNTO MUESTREO	CAUDAL PROMEDIO (LT/S)	
			VERANO	INVIERNO
1	Quebrada Los Lirios	Bocatoma	1,5	Indeterminado
2	El Pedregal	Bocatoma	6	20

3	La Peña	Bocatoma	3	18
4	La Orquídea	Bocatoma	2	12
CAUDAL TOTAL			11,5	50 y mas

Es de aclarar que en el momento de la visita realizada en el mes de Enero de 2010, en el sitio de las bocatomas se estaba captando la totalidad del agua de la fuente, sin embargo, esta no es suficiente para las necesidades de la población urbana del municipio de Muzo, por lo que se requería de racionalización del servicio por sectores y en horario establecido previamente.

Sin embargo en la fuente de la Quebrada Los Lirios, se cuenta con una fuente adicional de agua, la cual no es apta para el consumo dado la cantidad de minerales en suspensión que posee lo que causa un mal olor al líquido haciéndolo poco susceptible de ser tratado.

En época invernal, por el contrario, las fuentes son abastecidas por caudales tan grandes y súbitos que generan erosiones y movimientos de tierras y rocas a lo largo de su cauce, más aún cuando este se encuentra desprotegido.

Adicionalmente, en época de verano, con el fin de abastecer los sectores La Esperanza y la Urbanización La Orquídea, se requiere de la captación a agua de una fuente pantanosa sobre la vía que conduce de Muzo hacia Maripi, siendo esta desviada hacia otra quebrada y de allí aguas abajo ser captada para llevarla al tanque de almacenamiento y de allí ser distribuida sin ningún tipo de tratamiento o potabilización que garantice la calidad del agua que se distribuye.

2.1.4 Demanda Hídrica

- Estimación de la Demanda

A continuación se describe la metodología utilizada para la estimación de la demanda de agua en el sistema de acueducto a partir de los parámetros señalados por la norma RAS 2000.

Para efectos prácticos del análisis, la estimación de la demanda se realizará considerando el escenario de demanda máxima probable, ya que esta supone una condiciones óptimas de prestación del servicio en cuanto a dotación por habitante, cobertura del servicio, pérdidas en el sistema de distribución, coeficientes de consumo diario y horario, entre otros más parámetros.

- **Nivel de Complejidad**

La Clasificación del nivel de complejidad depende del número de habitantes, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar un proyecto.

TABLA No 12 Determinación del Nivel de Complejidad del Sistema

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + exponencial + Otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X

Fuente. RAS 2000 Título B

DEFINICIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA

Los lineamientos de diseño para la elaboración de este trabajo, se basan en la

Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2000, por la cual se adoptó el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS.

Para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad:

- Bajo
- Medio
- Medio Alto
- Alto

La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en el siguiente cuadro:

TABLA No 13: Asignación del Nivel de Complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (1) (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios(2)
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente. RAS 2000 Título B.

Según el anterior cuadro el nivel de complejidad del sistema será Medio. El análisis de crecimiento de la población futura del casco urbano con un horizonte de diseño de 20 años, será de 4.670 habitantes casco urbano y para el alcance de este estudio será de 5.607 habitantes dado que la tasa de crecimiento de la población es negativa

- **Dotación Neta**

Esta es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, la cual se determina dependiendo del nivel de complejidad de cada municipio. Para la determinación de esta dotación, no se tiene en cuenta el porcentaje de las pérdidas en el sistema. Para el caso del municipio de Muzo, la dotación neta se señala a continuación:

TABLA No 14: Dotación Neta según Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de Complejidad del Sistema	Dotación Neta Mínima (L/hab/día)	Dotación Neta Máxima (L/hab/día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio Alto	130	-
Alto	150	-

Por lo anterior, se puede establecer que la dotación bruta para la población de Muzo, para un nivel de complejidad medio es de 150 litros / día

- **Efectos del Clima en la Dotación Neta**

Debido a las condiciones propias de las actividades del ser humano, entre mas alta sea la temperatura en el sitio de actividades, mayor será el consumo de agua. El RAS permite corregir la dotación neta, considerando los siguientes parámetros.

TABLA No 15: Variación de la Dotación Neta según el Clima

Nivel de Complejidad del Sistema	Clima Cálido (Mas de 28°C)	Clima Templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima Frío Menos de 20°C
Bajo	+ 15%	+10%	No se admite corrección Por clima
Medio	+15%	+10%	
Medio Alto	+20%	+15%	
Alto	+20%	+15%	

Según la tabla anterior, y para efectos del Municipio de Muzo, se puede considerar este factor de ajuste, ya que la dotación neta adoptada se ajusta a los niveles de consumo de la población, por lo tanto, la dotación neta es de 165 L/hab-día.

- Pérdidas en el sistema de Distribución.**

Para el efecto del presente análisis, la estimación de la demanda considerará los niveles actuales de pérdidas en el sistema y la disminución gradual de la misma hasta alcanzar el parámetro de eficiencia establecido por la CRA.

TABLA No 17: Coeficiente de Consumo Máximo Horario (k2)

Nivel de complejidad del Sistema	Red Menor de Distribución	Red Secundaria	Red Matriz
Bajo	1.60	-	-
Medio	1.60	1.50	-
Medio Alto	1.50	1.45	1.4
Alto	1.50	1.45	1.4

- Proyección de la Demanda.**

A continuación, se presentan los resultados de la proyección de la demanda del municipio de Muzo, para un horizonte de 20 años, lo anterior tomando como datos los resultados de los censos de los años 1973,1985,1993 y 2005, con lo cual y realizando los cálculos de las proyecciones, empleando los métodos geométrico, logarítmico, Wappus, Regresión Lineal, Regresión Exponencial, Regresión Logarítmica y Regresión Potencial, se obtienen los siguientes datos de la proyección de la población promedia futura para el municipio de Muzo en los años 2009 – 2025 en la parte urbana:

TABLA No 18: Proyección Población Urbana Muzo 2009 – 2029

No.	AÑO	HABIT.	% PERDIDAS	DOTACION NETA (L/hab-d)	DOTACION BRUTA (L/hab-d)	CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD) (L/seg)	CAUDAL MAXIMO DIARIO (QMH) (L/seg)
0	2009	5261	60%	165	264	16,08	20,90
1	2010	5229	58%	165	260,7	15,78	20,51
2	2011	5197	56%	165	257,4	15,48	20,13
3	2012	5165	54%	165	254,1	15,19	19,75
4	2013	5134	52%	165	250,8	14,90	19,37
5	2014	5102	50%	165	247,5	14,62	19,00
6	2015	5071	48%	165	244,2	14,33	18,63
7	2016	5040	46%	165	240,9	14,05	18,27
8	2017	5008	44%	165	237,6	13,77	17,90
9	2018	4977	42%	165	234,3	13,50	17,55
10	2019	4946	40%	165	231	13,22	17,19
11	2020	4915	38%	165	227,7	12,95	16,84
12	2021	4884	36%	165	224,4	12,68	16,49
13	2022	4854	34%	165	221,1	12,42	16,15
14	2023	4823	32%	165	217,8	12,16	15,81
15	2024	4792	30%	165	214,5	11,90	15,47
16	2025	4762	30%	165	214,5	11,82	15,37
17	2026	4731	30%	165	214,5	11,75	15,27
18	2027	4701	30%	165	214,5	11,67	15,17
19	2028	4671	30%	165	214,5	11,60	15,08
20	2029	4640	30%	165	214,5	11,52	14,98

- **Análisis de la Demanda en el Sistema de Acueducto.**

Con base en los resultados de la tabla anterior, se realizó un análisis de proyección de la Población del Municipio de Muzo y la evaluación de los caudales que demanda el Sistema, adoptando los parámetros de diseño establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

De acuerdo con esta evaluación, la población urbana para el año 2010, según proyecciones, se estima en 5.229 habitantes, los cuales, demandan un Caudal Medio Diario (QMD) de 16,8 l/seg, asumiendo un porcentaje de pérdida de agua total en el sistema del 60%, siendo suficiente la capacidad instalada real de la planta de Tratamiento de agua potable, la cual es de un promedio de 18 L/seg. Sin embargo, es muy importante señalar, que este caudal se encuentra afectado por las altas pérdidas en el sistema, estimadas actualmente en un 60%.

Con lo anterior, si realizamos una simulación de las condiciones normales de operación del sistema de acueducto, adoptando un porcentaje de pérdidas admisibles del 30% a nivel de distribución, según el parámetro de eficiencia señalado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA, el QMD y el QMH demandado en las condiciones actuales sería de 11,9 L/seg respectivamente para el año 2.024.

Teniendo en cuenta, los resultados del presente análisis, el sistema de acueducto del municipio de Muzo (sin considerar el estado físico de las redes de distribución), cuenta con la infraestructura básica para la prestación de este servicio, sin embargo las deficiencias que afectan al mismo obedecen a las debilidades en la gestión empresarial y no a insuficiencias en la capacidad de los componentes.

Es muy importante anotar, que a pesar que el Municipio de Muzo cuenta con un “Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado” adelantado en el año 2.009, se hace énfasis principalmente en lo referente a Alcantarillado, por lo que no se cuenta con un Plan definitivo, para el sistema del Acueducto Municipal.

Adicionalmente a la demanda del recurso hídrico con destino a uso humano doméstico, se requiere de la dotación de agua para los demás usos institucionales que se presentan en el municipio, de acuerdo con el inventario siguiente:

TABLA No 19: Proyección Demanda Otros Consumos

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	MODULO (Lt/día)	REQUER. (Lt/día)
1	Colegios: sede secundaria (estudiantes)	550	105	57.750
2	Colegios: Sede Primaria (estudiante)	480	45	21.600
3	Oficinas públicas por empleado	40	30	1.200
4	Riego de parques por habitante	3500	9	31.500
5	Lavado de calles por metro cuadrado	12000	1,5	18.000
6	Lavado de jardines 1.5 l/metro cuadrado	500	1,5	750
7	Lavado de alcantarillado por habitante	4300	3	12.900
8	Restaurantes hasta 50 metros cuadrados	500	40	20.000
9	Hoteles por habitación	80	150	12.000
10	Lavado de autos por carro	40	300	12.000
TOTAL				187.700

En este sentido y teniendo en cuenta los requerimientos de dotación adicional a los gastos de consumo domiciliario, se requiere de una dotación de 2,17 lt/seg adicional para el municipio proyectado al final del próximo quinquenio

Con los resultados anteriores y de acuerdo a la proyección de crecimiento de la población y de la dotación, al finalizar el próximo quinquenio, la dotación total requerida en e municipio de Muzo Proyectada será la siguiente:

TABLA No 20: Proyección Demanda Total Muzo 2014

ITEM	SECTOR	DOTACION (LT/S)
1	Sector Urbano Consumo Doméstico	14,62
2	Sector Institucional y otros	2,17
TOTAL		16,79

En la actualidad, las fuentes abastecedoras del sistema de acueducto del perímetro urbano del municipio de Muzo Boyacá son las bocatomas ubicadas en la vereda El Pedregal, denominadas Lirios y Pedregal, así como las ubicadas en la Vereda La Peña y Centro denominada La Peña y La Esperanza.

1. Acueducto urbano

El acueducto urbano es suministrado y abastecido por las cuencas de Lirios, Pedregal, la Peña, La Esperanza y otras micro cuencas que necesitan con urgencia un sistema de protección y de reforestación. En el centro urbano se tiene el siguiente censo por

usuarios:

ESTRATOS	ACUEDUCTO
1	363
2	579
3	12
4	124
OFIC	20
INST	
TOTAL	1008

Fuente. U.S.D.P.

Principales problemas.

No existe una organización administrativa independiente en la que se tengan manuales de funcionamiento, operación y procedimiento adecuados para una prestación excelente de los servicios públicos. El deterioro de las plantas que suministran el agua causo un enorme incremento en los malos resultados que arrojara el IRCA en los análisis del agua para consumo humano, debido a la falta de materiales necesarios para la desinfección

El Municipio no cuenta con tanque de almacenamiento de agua, solo se suple de los tanques distribuidores, lo que hace que en verano escasee este líquido vital, efectuándose racionamientos constantes incomodando a todos sus usuarios. Carece de un inventario de Micro cuencas y de información de caudales actualizado para poder tomar proyecciones de consumo a futuros.

Falta de catastro actualizado de redes de acueducto para su optimización ya que la información aunque la conocen los fontaneros no se tiene planos para estudios y reparaciones que se quieran efectuar.

Con el estudio del plan de Saneamiento y manejo de vertimientos se logró darle un horizonte a este sector pues desde allí se proyectó la obligación, además de lo ordenado por la ley, la inclusión del plan maestro de acueducto para el municipio, la Legalización, caracterización para la concepción de las aguas de los nacimientos que surten al acueducto urbano, pero aún se debe crear conciencia ciudadana para la prohibición de tala y quema de bosques.

En general se debe realizar un plan que cubra el sector en general y que impida que se malgasten los recursos del sector y que por el contrario fortalezcan la institución como fuente de soporte hídrico de la región, de allí la importancia de buscar ayuda nacional para gestionar recursos e invertirlos en dar cumplimiento a la Ley.

2.3 INVENTARIO Y ANALISIS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA DE ACUEDUCTO

Aducción y Conducción. La conducción de las diferentes fuentes se hace en PVC, polietileno siendo el diámetro predominante de 4". Todas las conducciones y aducciones se realizan por gravedad, cuyas características principales se enumeran a continuación:

TABLA No 28: Diagnóstico Aducción

Tramo	Tipo y material	D (")	Accesorios	Observaciones
Aducción B. Lirios – D. Lirios	Tubería PVC	4	No posee válvulas de ventosa ni de purga, únicamente uniones.	
Aducción B. Mateguadua – D. Lirios	Tubería polietileno	4		- Un tramo de esta aducción es un paso levado (aprox. 90% del total de la longitud), el cual salva el paso de esta tubería por la quebrada lirios.
Aducción Nacimiento – D. Lirios	Tubería Polietileno	2		
Aducción B. Pedregal – D. Pedregal	Tubería PVC			- El tramo de tubería es provisional pues ha sufrido problemas por la avalancha de mayo del año en curso.
Aducción B. La Peña – Filtro La Peña	Tubería PVC	4 y 3		- El último tramo aproximadamente de 1.0 m conserva un diámetro de 3" el restante es de 4". - En la visita de campo se detectó problemas por presencia de aire dentro de la línea, lo que influye directamente en la capacidad y cantidad del caudal transportado y puede generar rotura de la tubería de la tubería. - Existe un tramo elevado de aprox. 12 metros, que ha sufrido problemas, pues las márgenes de la quebrada donde se emplaza se han socavado provocando inestabilidad del tramo de aducción con la consecuente rotura de la tubería que provisionalmente ha sido estabilizada con guadua.
B. Esperanza – D. La Esperanza	Tubería PVC	4		- Conserva una longitud total aproximada de 400 m.

Fuente. El estudio

Las conducciones son en su mayoría en PVC.

FIG No 7: Línea de aducción paso elevado aducción Mateguadua y tramo elevado aducción la peña



Fuente. El estudio



Bocatoma La Peña. Ubicada en el lecho de la Quebrada La Peña. Consta de un tanque de 4.0 m x 2.0 m y una altura de 1.50 m. En la cara posterior del tanque se ubican dos rejillas que dejan pasar el flujo a esta estructura. En época de verano esta quebrada al igual que las demás fuentes también reduce considerablemente el caudal.

FIG No 8: Captación La Peña.



Tratamiento captación La Peña. El agua captada es enviada a un filtro a presión de lecho mixto de 1.0 m de altura total y diámetro de aproximadamente 0.70 m. Esta estructura se localiza dentro de una caseta. El filtro tiene aproximadamente 11 años de funcionamiento.

También se realiza desinfección con cloro granulado, la dilución se hace en un tanque de 500 l, ubicado sobre la caseta del filtro, en el momento de la vista dicho tanque presentaba reboses dado que el sistema de control de llenado esta averiado desde septiembre de 2006. La solución de desinfectante es aplicada directamente en el tanque de almacenamiento.

FIG No 9 Filtro y caseta vereda La Peña.



Fuente. El estudio

FIG No 10: Tanque de dilución cloro y punto de aplicación de la solución desinfectante



Fuente. El estudio

Bocatoma Quebrada Los Lirios. La bocatoma capta el líquido de la quebrada Lirios, esta fuente superficial en época de verano reduce significativamente su caudal hasta el punto que aguas abajo de la captación desaparece por completo el flujo de agua.

En temporada lluviosa el caudal puede aumentar hasta varios metros cúbicos por segundo, situación que favorece el transporte de un alto porcentaje de sedimentos, razón por la cual en este período dicha toma es dejada fuera de servicio, para utilizarse únicamente la bocatoma Pedregal.

La bocatoma está compuesta por una rejilla en acero de 1.20 x 0.30 m que consta de 33 barras, ubicada lateralmente, enviando el líquido captado directamente a una cámara de recolección que cuenta con dos compartimientos conectados en serie por un vertedero ahogado, de allí se envía el líquido al desarenador ubicado a pocos metros de este lugar, por medio de tubería PVC de 4" de diámetro. Además cuenta con una caja que evacua el exceso de agua, devolviendo el flujo adicional a la quebrada por medio de un tramo de aproximadamente 5 m de tubería PVC de 12".

La captación tiene un ancho en la garganta de 4.70 metros y longitud total de aproximadamente 13.17 metros; el muro que encausa el flujo de la quebrada tiene una altura de 1.54 metros.

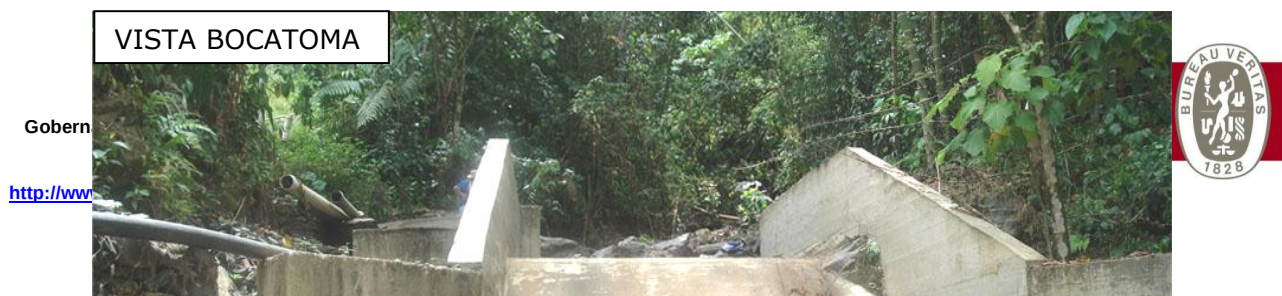
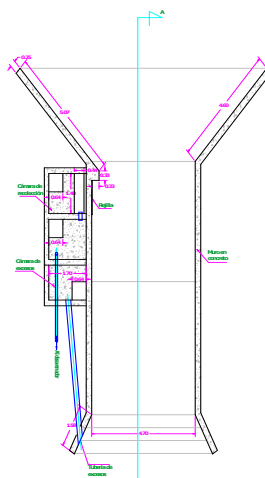
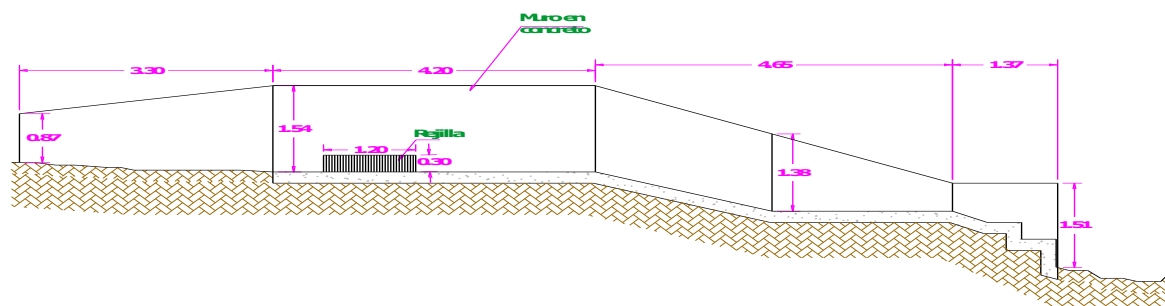




FIG No 11: Detalles de la Bocatoma Los Lirios





CORTE A-

Las dimensiones de la estructura son apropiadas para el caudal que debe tratar, cuya longitud total es de 10.43 m. Cuenta con tres tuberías que alimentan el desarenador, la primera proveniente de la quebrada Lirios en 4" PVC, la segunda de la Q. Mateguadua en manguera de 4" y una tercera de un nacimiento que llega en manguera de 2".

El agua ingresa por una cámara conectada a una segunda cámara por una pantalla deflectora, en este punto se ubica el vertedero de excesos que conduce el flujo a una caja de recolección, posteriormente el líquido ingresa a la zona de sedimentación por medio de un vertedero rectangular, hasta encontrar una segunda pantalla deflectora para finalmente a través de un vertedero ingresar a la cámara de

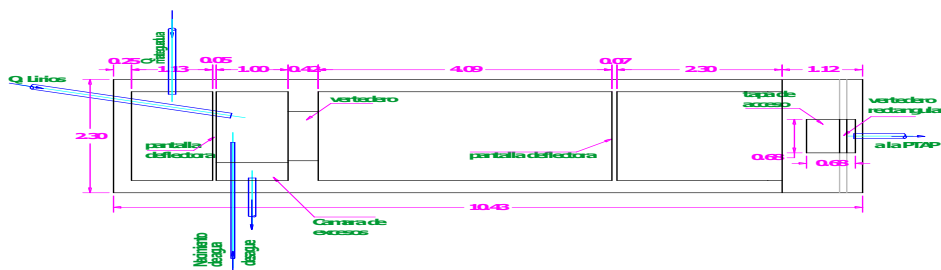
recolección y evacuar el flujo al Sedimentador por medio de una tubería en PVC de 4" de diámetro.

A esta estructura se le adecuó un toldillo en lona que cubre la totalidad del desarenador, el cual tiene como finalidad evitar el ingreso de material grueso como hojas, disminuyendo la contaminación del agua por este concepto.

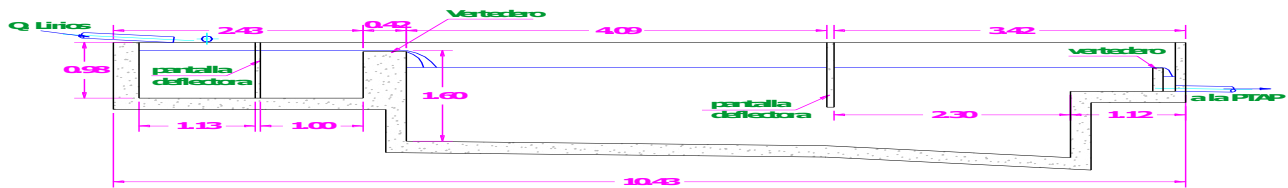
El mantenimiento es semanal (según el fontanero) y consta de remover el material sedimentado y retirar las hojas atrapadas en el toldillo.



FIG No 12: Detalles Desarenados Los Lirios



VISTA



Lirios)

La captación es de fondo, en concreto construida a mediados del año 2005. Se localiza en la margen izquierda de la quebrada Lirios

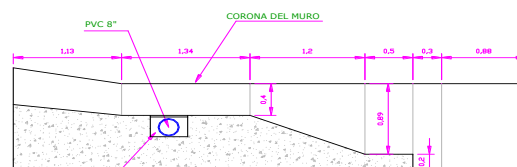
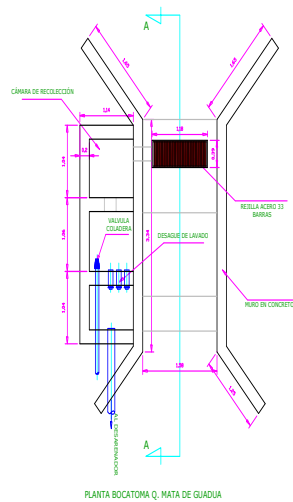
La bocatoma está compuesta por una rejilla en acero de 1.18 x 0.39 m que consta de 32 barras, enviando el líquido captado directamente a una cámara de recolección por medio de un tramo de tubería de 8" PVC, de allí se envía el líquido al desarenador lirios, por medio de tubería PVC de 4" de diámetro. Además cuenta con una caja que evacua el exceso de agua. La captación tiene un ancho en la garganta de 1.50 metros y longitud total de aproximadamente 3.34 metros.



VISTA BOCATOMA

VISTA REJILLA

FIG No 13: Detalles Bocatoma Mateguadus



Bocatoma El Pedregal: Esta bocatoma capta el líquido de la Quebrada Pedregal, y se ubica en la vereda del mismo nombre.

En la ola invernal de los primeros días del mes de mayo del año 2006 esta estructura sufrió serios daños, perdiéndose más del cincuenta por ciento (50%) de la captación.

En la actualidad está funcionando parcialmente captando el agua en una cámara que conduce el agua al desarenador por medio de un tramo de tubería PVC de 3" de diámetro.

Se localiza en la vereda Pedregal a 1086 m.s.n.m, El tiempo de servicio de este componente del sistema de acueducto es de aproximadamente veinte años.

El material constructivo es en concreto, el desarenador se encuentra en buen estado no registra fisuras.



ALUD PÚBLICA
L. Ext. 4136
publica@t



SISTEMA DE ADUCCION

CONTROL DE CAPTACION

Desarenador El Pedregal: Se localiza en la vereda Pedregal a 1086 m.s.n.m, las coordenadas planas son: 009-96-853E; 011-10-079N. El tiempo de servicio de este componente del sistema de acueducto es de aproximadamente veinte años.

El material constructivo es en concreto, el desarenador se encuentra en buen estado no registra fisuras.

Las dimensiones de la estructura son apropiadas para el caudal que debe tratar, conserva una longitud de 7.6 m. Cuenta con dos tuberías que alimentan el desarenador, la primera proveniente de la quebrada Pedregal en 2" PVC, la segunda de la segunda de un nacimiento que llega en novafort de 6".

El agua ingresa por una cámara conectada a una segunda cámara por una pantalla deflectora, en este punto se ubica el vertedero de excesos que conduce el flujo a una caja de recolección, posteriormente el líquido ingresa a la zona de sedimentación por medio de una ventana de 0.30 x 0.11 m, hasta encontrar una segunda pantalla deflectora para finalmente ingresar a la cámara de recolección y evacuar el flujo a la planta de tratamiento por medio de una tubería en PVC de 4" de diámetro.

Esta estructura al igual que el desarenador de Lirios cuenta con un toldillo en lona que cubre la totalidad del desarenador. El mantenimiento es semanal.

VISTA EN DESARENADOR

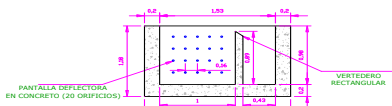
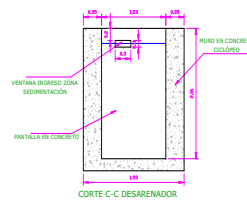
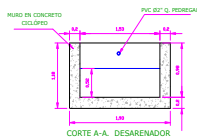
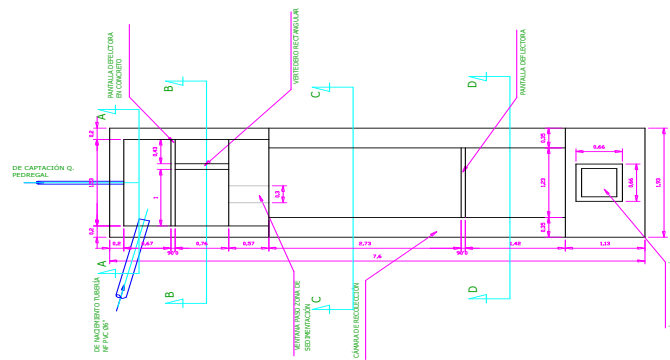
Viene de captación Pedregal
(ver corte A-A)



ENTRADA DESARENADOR

DETALLE ENTRADA B. PEDREGAL

FIG. No 14: Detalles Desarenador Pedregal



Bocatoma La Esperanza: La bocatoma capta el líquido del Nacimiento La Esperanza. La captación es de fondo, en concreto. Se localiza a los 1086 m.s.n.m, las coordenadas planas son 009-97-838E; 011-03-950N. La bocatoma está compuesta por una rejilla en acero de 0.7 x 0.23 m consta de 23 barras, enviando el líquido captado directamente a una cámara de recolección, de allí se envía el líquido al desarenador ubicado a pocos metros de este lugar, por medio de tubería PVC de 4" de diámetro.

La captación tiene un ancho en la garganta de 1.20 metros.

Vista Nacimiento La Esperanza



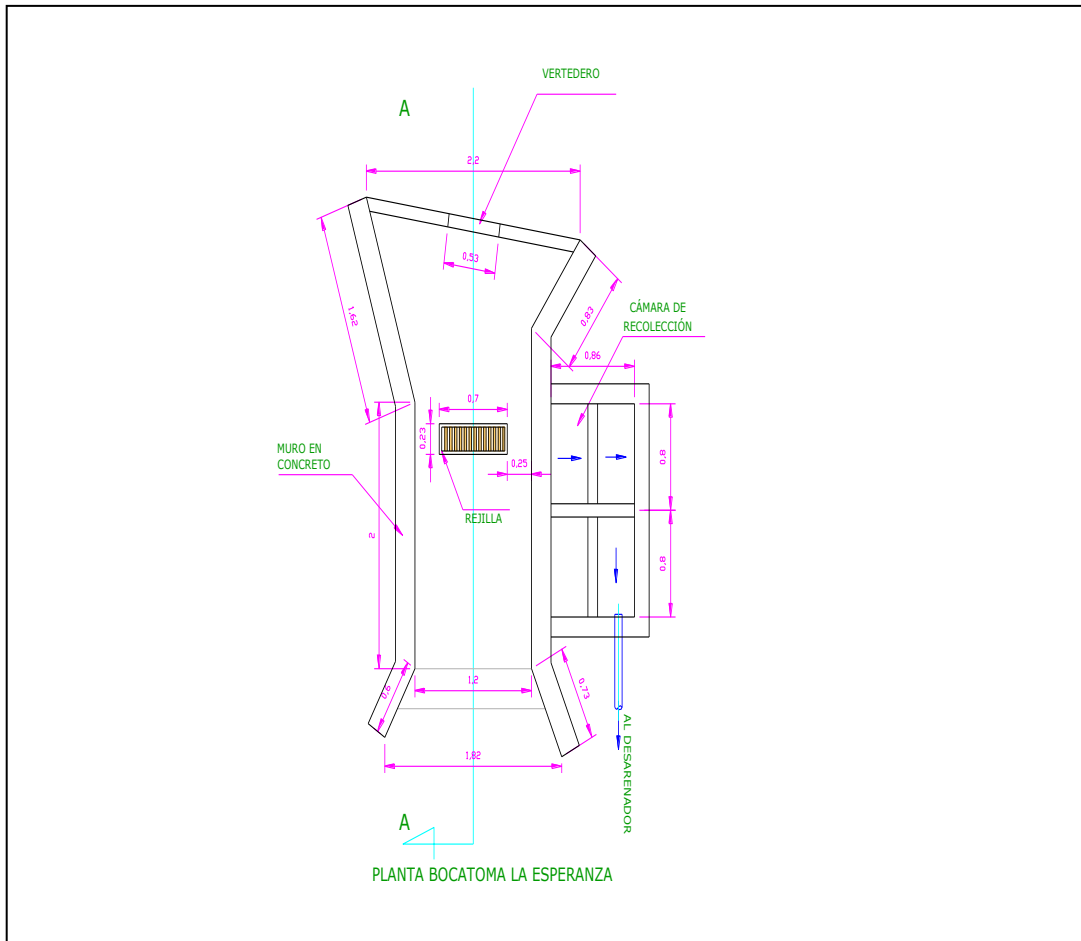
Vista Bocatoma



Vista Rejilla



FIG. No 15: Detalles Bocatoma La Esperanza



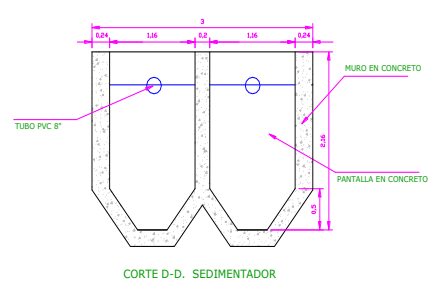
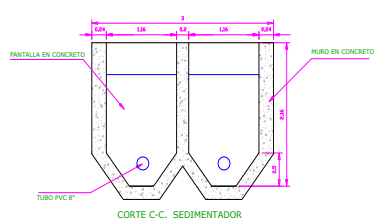
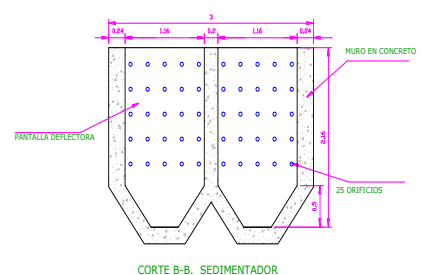
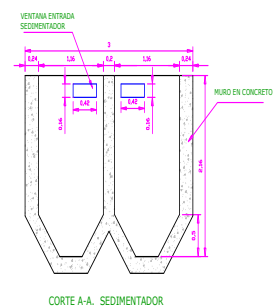
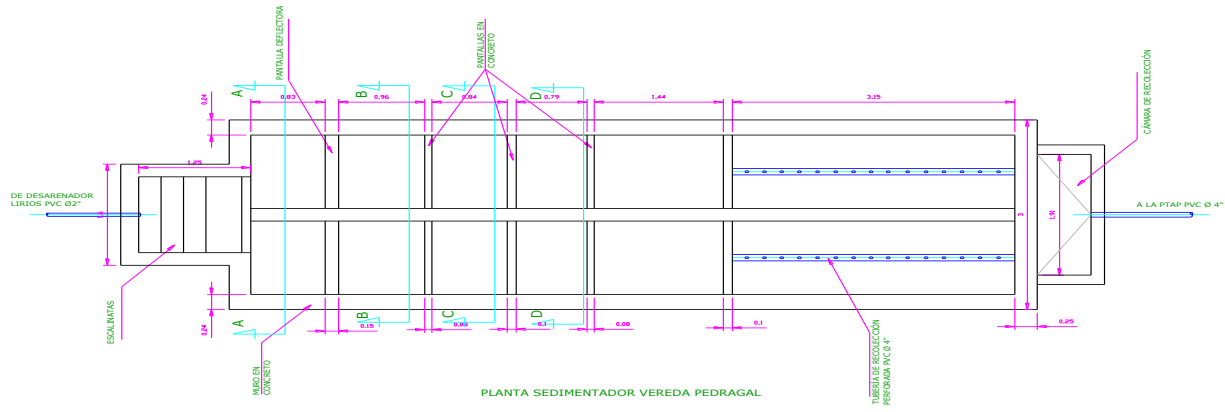
Desarenador La Esperanza: Se localiza a 1016 m.s.n.m, las coordenadas planas son: 009-97-846E; 011-03-943N. El tiempo de servicio de este componente del sistema de acueducto es de aproximadamente un año.

El material constructivo es en concreto, el desarenador se encuentra en buen estado no registra fisuras. La longitud total del desarenador es de 6.0 m., y un ancho de 1.30 metros

El agua ingresa a una primera cámara conectada a una segunda cámara (cámara de quietamiento) por medio de un canal o vertedero rectangular; de la cámara de quietamiento el líquido ingresa a la zona de sedimentación por medio de una pantalla deflectora, para finalmente ingresar a la cámara de recolección y evacuar el flujo al sedimentador por medio de una tubería en PVC de 4" de diámetro.



FIG No 16: Detalles Sedimentador La Esperanza



Planta de Tratamiento:

Ubicación y Caudal tratado: La Planta de tratamiento de agua potable Ubicada en el sector de San Marcos a los 927 m.s.n.m (coordenadas planas 009-97-049E 011-03-178N) Qdiseño 10 – 12 lps (actualmente sobrepasa su capacidad de tratamiento pues trata aprox. 20 l/s)

Proceso de tratamiento Dosificador de Sulfato y cal. Tipo hidráulico. En acero Inoxidable.

Floculador – Sedimentador.

Largo = 3.20 m. Ancho = 2.06 m.

Altura = 2.10 m. En la parte final se encuentran unas placas tipo colmena que tienen como objetivo aumentar la eficiencia del proceso de sedimentación, el efluente tratado es recogido con dos canaletas de 0.15 x 1.50 y 0.23 m de alto; de allí pasa a los filtros en tubería de 4" PVC.

Filtración. Dos filtros a presión descendentes trabajando en paralelo, lecho mixto (grava, arena, y antracita). El agua es distribuida al filtro por medio de tubería PVC perforada. No tienen tapa

Drenaje

Diámetro : 1.93 m; altura total: 2.04; altura del lecho filtrante: 1.0 m.

Adicionalmente a la entrada de la PTAP se encuentran dos filtros más que en la actualidad están fuera de funcionamiento.

Desinfección (Dosificador de cloro).

Desinfectante: Gaseoso

Plicación: Tuberías de salida filtros.

Componentes:

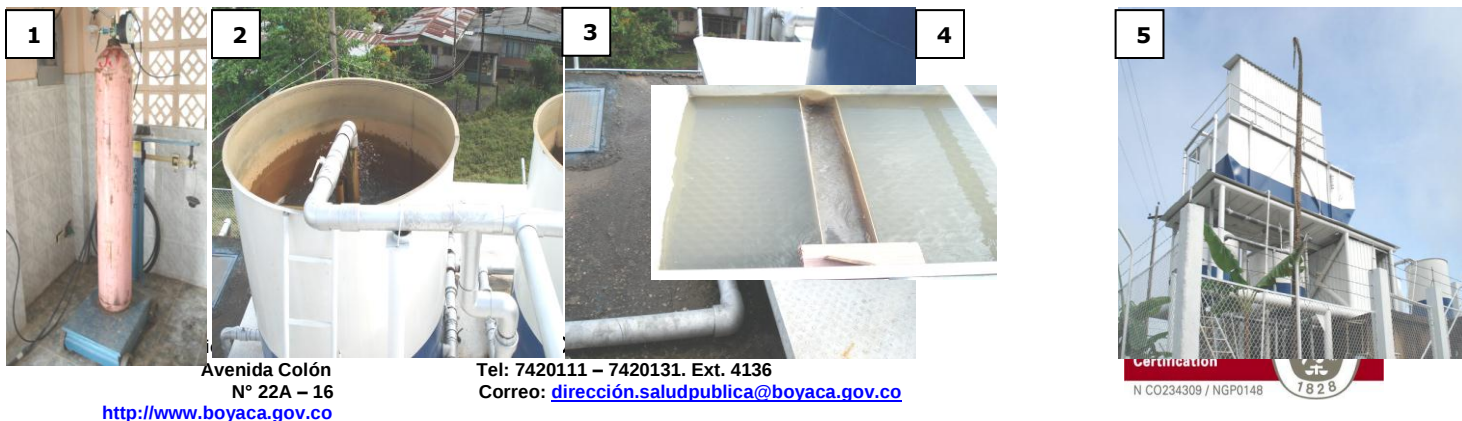
- Cilindro de 128 Kg (peso del cilindro lleno), Báscula , Rotámetro, Eyector de cloro
- Manómetro (presión máxima 20 Lb)

Estado de la estructura BUENO La Planta es nueva, se instaló en el 2001. La PTAP no tiene la capacidad para tratar el caudal captado por lo que muchas veces se deja paso directo a (época de invierno) los tanques de almacenamiento realizado únicamente el proceso de desinfección

Operación & Mtto Se realizan periódicamente mediciones de pH y cloro residual. La planta se opera **mediante** la manipulación de las válvulas existente dentro del sistema. El mantenimiento se debe realizar por retrolavado con agua filtrada. El mantenimiento de los filtros debe hacerse diariamente en épocas de invierno.

El agua utilizada para el mantenimiento de planta de tratamiento de agua potable (PTAP) es evacuado al sistema de alcantarillado del municipio.

Las instalaciones de la PTAP cuenta con un laboratorio que está siendo adecuado para ponerlo en funcionamiento, al igual que la caseta de cloración. Dentro de los instrumentos con que cuenta la USPD son: Prueba de jarras, Kit del cloro y pH, pHímetro digital, turbidímetro e instrumentos para medir los fosfatos.



Descripción registro fotográfico:

- 1.- Estación cloración
- 2.- Vista superior filtros
- 3.- Punto aplicación cloro
- 4.- Sedimentador
- 5.- Vista Planta de tratamiento

Sistemas de Almacenamiento: El sistema de almacenamiento del acueducto Municipal de Muzo, cuenta con 4 sistemas de almacenamiento ubicados en la planta de tratamiento, la Escuela Urbana, Acueducto La Peña y Acueducto La Esperanza, cuyas principales características son las siguientes:

Localización	Planta de tratamiento	Escuela urbana		Tanque La Peña	Tanque La Esperanza
Tipo	Tanque semienterrado en concreto con tapas (2 unidades iguales dimensiones)	No. 1 Tanque semienterrado en concreto con tapas	No. 2 Tanque semienterrado en concreto con tapas	Tanque semienterrado en concreto con tapas	Tanque semienterrado en concreto con tapas
Forma	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Ancho efectivo (m)	7.8	9.1	2.62	4.99	3.1
Largo efectivo (m)	8.12	9.1	7.73	4.99	3.08
Alto total (m)	3.20	3.22	3.22	2.35	2.20
Acho muro (cm)	27	30	30	30	0.25
Capacidad m ³	190.01 (380.02 Los dos tanques)	248.43	58.53	52.29	21.00
Nivel máximo	3.0 m	3.0	2.89	2.10	2.0
Rebose	Si - tuberías HF de 2"	Si	Si	Si	Si
Control de llenado	No	No	No	No	No
Ventilación	Si	Si	No	Si	Si
Fisuras - fugas	NINGUNA	Si	Si	No	No
Observaciones	Este tanque tiene tres salidas, así: 1. Red urbana sale en PVC 4" 2. Tanques escuela, sale en PVC 4" 3. Barrio La paz, sale en PVC 2" El tanque 1 tiene una tubería a la altura del nivel máximo que envía el flujo al tanque 2	Estos tanques son los más antiguos del sistema. Tienen fisuras en varias partes de la estructura. De los dos tanques la tubería de salida es en PVC de 4".		Tubería de salida 3" PVC Tiempo de servicio: 18 años. El tanque rebosa por la tubería de ventilación, ya que la tubería de rebose está conectada a la tubería de salida de la red	Tubería de salida 1½" PVC

Debido a que los tanques de almacenamiento de la zona urbana no cuentan con el sistema de control de llenado se presentan desperdicios considerables por rebose del líquido almacenado. La situación más grave se registra en los tanques ubicados en la escuela.

Macromedición. A la fecha el sistema de acueducto del municipio de Muzo no cuentan con macromedición.

Micromedición. En la actualidad todos los usuarios de la parte urbana cuentan con medidores de agua tipo volumétrico. La toma de lecturas se realiza cada dos meses y por consiguiente la facturación se expide con dicho intervalo de tiempo. Este proceso entró en funcionamiento el primer semestre de 1998.

Red de distribución. Comprende las tuberías matrices y secundarias, con sus respectivos accesorios y conexiones domiciliarias a los usuarios.

Está en buenas condiciones de funcionamiento, tiene una edad promedio de 15 años, la totalidad de la red es en PVC, de diámetros de 6", 4", 3" 2" hasta ½".

TABLA No 29: Diagnóstico rápido de la red de acueducto

	PREGUNTA	SI	NO	Observaciones
1.	Existen zonas de baja presión en la red	x		Sector Las Palmas y ocasionalmente por el lado de la alcaldía.
2.	Existen zonas de alta presión en la red	x		Parte baja del Barrio San Jorge
3.	Se puede mejorar la distribución reparando o instalando algunas válvulas	x		
4.	Es necesario ejecutar, actualizar o completar el catastro de redes	x		
5.	Es necesario reemplazar tuberías por problemas de edad	x		

6.	Es necesario reemplazar tuberías por problemas de material		x	
7.	Existe el personal capacitado para operar la red y hacerle mantenimiento	x		
8.	Está definido el presupuesto para optimizar la red de distribución	x		
9.	Existen Hidrantes		x	

Fuente. El Estudio.

Calidad del agua distribuida. El municipio a pesar de tener planta de tratamiento no garantiza calidad de agua a los usuarios del acueducto y esto lo demuestra un análisis físico, químico y microbiológico realizado en una de las viviendas del sector urbano, a una muestra de agua tratada, cuya fuente de abastecimiento es nacimiento Lirios, Pedregal y Mateguadua. Los resultados obtenidos fueron:

TABLA No 30. Resultados análisis fisicoquímico, organoléptico y bacteriológico

Parámetro	Punto: Llave final lavamanos ESCARNAGA (22-05-2006) familia	Valor Admisible Dto 475/98
pH (unidades)	7.24	7 - 9
Turbiedad (NTU)	<2	<5
Color (UPC)	6.62	<15
Olor	Aceptable	Aceptable
Sustancias flotantes	Ausentes	Ausentes
ST (mg/l)	100	<500
Cloro residual libre (mg/l)	0.16	0.2 - 1
Acidez total (mg CaCO ₃ /l)	0.4	50
Alcalinidad Total (mgCaCO ₃ /l)	28.17	100
Dureza Total (mgCaCO ₃ /l)	46.40	160
Dureza Cálrica	-	-
Dureza magnésica	-	-
Conductividad (umhos/cm)	96	1000
Cloruros (mg/l)	<10	250
Fosfatos (mg/l)	<0.06	0.2
Sulfatos (mg/l)	<25	250
Hierro (mg/l)	<0.05	0.3
NMP de coliformes totales en 100 ml de muestra	1120	0
NMP de E-Coli/100 ml	15	0

OBSERVACIONES	No apta. La muestra presenta contaminación biológica.
---------------	--

Fuente. Secretaria de Salud de Boyacá.

Además el sistema que abastece a los barrios La Esperanza y La Orquídea no tiene ningún tratamiento.

Prestación del servicio. En época de verano hay fuertes racionamientos, siendo necesario sectorizar para darle cobertura a todo el municipio, así:

De 5 a.m a 9 a.m: Parte baja del municipio

De 9 a.m a 10 a.m : San Marcos, Las Palmas y Villa Teresa

De 6 – 9 a.m: barrio El Bosque

De 9 – 11 a.m: Chicó alto

De 6 a.m – 6 p.m : B. La orquídea y la Esperanza.

Estos períodos de servicios son proyectados según la disponibilidad del recurso en los períodos de estiaje.

Mientras que en invierno el servicio es continuo.

- CONCESION DE AGUAS

Las fuentes Pedregal, La Peña, Lirios tienen concesión de aguas de 9.65 l/s con destino a uso doméstico a 1003 familias del casco urbano del Municipio de Muzo, otorgada por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, CORPPOBOYACA mediante resolución No. 1063 de 2004, las cuales tienen un término de cinco años

contados a partir de la resolución y podrá ser prorrogado dentro de último año de vigencia.

Cobertura del sistema de acueducto. Tiene una cobertura en el área urbana del 100%.

Aspectos Institucionales. Un diagnóstico solamente técnico, aislado de las componentes operacionales y comerciales, no sería suficiente para la comprensión y análisis de la problemática general de los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado. De allí la importancia de evaluar los aspectos institucionales que determinan en un momento dado el grado de operación y funcionamiento de estos sistemas. A continuación se describen los aspectos que hacen parte de este diagnóstico institucional:

Persona prestadora del servicio público de alcantarillado. La prestación de los servicios públicos domiciliarios son responsabilidad del municipio cuyo manejo se hace a través de la Unidad de servicios públicos domiciliarios (USPD) de Muzo. Esta dependencia presta los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, la cual fue creada en el año 1998 mediante Acuerdo del Concejo Municipal No. 078 del 22 de diciembre de 1998.

El objetivo de USPD es garantizar la debida y oportuna prestación de los servicios públicos Domiciliarios que demanda el Municipio de Muzo.

Dentro de las funciones de la unidad de servicios públicos domiciliarios están:

- Asumir y garantizar la prestación directa por parte del municipio de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en sus aspectos de administración, comercialización, operación y mantenimiento y expansión.

- Coordinar, controlar y vigilar las operaciones de prestación de servicio de acuerdo al personal asignado a la unidad y según funciones necesarias para el cumplimiento de su propósito.
- Coadyuvar con la secretaría de planeación en la elaboración y ejecución del plan de mantenimiento y expansión de los servicios públicos domiciliarios a cargo del municipio.
- Apoyar a la secretaria de hacienda en las labores de recaudo, registro y elaboración de informes de los recursos propios de los servicios públicos domiciliarios.

Entre otras funciones que están estipuladas en el artículo sexto del acuerdo 078/2002.

Recurso Humano. A continuación se relaciona el personal de la unidad de servicios públicos domiciliarios.

Sistema tarifario. Las tarifas para los servicios domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo para la vigencia del 2006 fueron reglamentadas por el decreto 08/06 del 14 de febrero, las cuales obedecen a un estudio de costos y tarifas realizado en el año 2002, el cual fue proyectado hasta el año 2005.

CUADRO DE HALLAZGOS EN EL DIAGNOSTICO DEL MAPA DE RIESGO		
ENCONTRADO	TENDENCIAL	CONCERTADO
Incorporación en las aguas de cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, tales como basuras, desechos, desperdicios, o sustancias tóxicas, o lavar en ellas utensilios, empaques de pesticidas o envases que los contengan o hayan contenido.	Mantener el nivel de aporte de desechos y desperdicios de materiales y basuras los lechos o cauces de agua especialmente en la Parte alta y Baja de las Quebradas La Peña, Lirios, El pedregal y Matadero principalmente en el municipio de Muzo	Realización de campañas de concienciación y recolección de residuos de embases y demás no biodegradables periódicamente
Aplicación Indiscriminada de productos agroquímicos a los suelos	Aumento en el uso discriminado de fertilizantes, dado el deterioro y reducción de la producción de los suelos	Campañas de uso regulado y moderado del suelo, junto con el uso de abonos orgánicos y recuperadores de suelo
Principios de alteración del flujo natural de las aguas como resultado de la construcción o desarrollo de actividades de captación sin el debido permiso de las Autoridades ambientales.	Construcción de obras mecánicas rudimentarias en los cauces de las quebradas con el fin de captar agua sin los debidos cálculos ni permisos.	Campaña y concertación de los usuarios dueños de las captaciones con el fin de legalizar estas y lograr la construcción de obras compatibles con el cauce de las quebradas reduciendo de esta forma el impacto directamente sobre el cauce
Aprovechamiento irregular de las aguas con poca eficiencia y economía en el lugar y para el objeto previsto en la resolución de concesión.	Uso inadecuado y desordenado del recurso, sin mecanismos de control y para usos no concesionados	Implementación de programas de uso eficiente del recurso hídrico y de acuerdo con el uso autorizado y permitido en la respectiva concesión.
Utilización de mayor cantidad de agua que la otorgada en la concesión	Uso indiscriminado del recurso hídrico, sin control ni tener en cuenta lo otorgado en la concesión	Implementación de sistemas de control y captación que regulen el flujo y permita la captación de agua de acuerdo al caudal otorgado en la concesión.

Instalaciones y obras hidráulicas no adecuadas a las condiciones de acuerdo con la resolución de otorgamiento de concesión.	Falta de control en la captación y distribución del agua en los diferentes componentes del sistema	Adecuación y construcción de las obras de regulación y control del flujo a lo largo del sistema de acuerdo con lo regulado y autorizado en la resolución de concesión.
Poca contribución en la conservación de las estructuras hidráulicas.	Continuar con el descuido del mantenimiento periódico.	Planes y programas de mantenimiento de las infraestructuras existentes.
Poco manejo integral del recurso agua y la protección de las microcuencas abastecedoras de acueductos municipales y veredales.	Deterioro de las microcuencas abastecedoras de acueductos, con la posibilidad de la reducción o contaminación del recurso hídrico	Uso racional y eficiente del recurso hídrico, y planes de manejo integral de las microcuencas, en especial la parte media y alta de las quebradas La Peña, Lirios, El pedregal y Matadero principalmente.
EN LA MICROCUENCA		
Desprotección y poca conservación de los bosques. Ampliación de la frontera Agrícola, sobre todo en la parte alta de las zonas de captación reduciendo la cobertura boscosa dentro de los predios de las áreas forestales protectoras, desprotección de nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia.	Aumento del área de explotación ganadera y agrícola en la parte alta de la microcuenca, sobre todo en los predios de propiedad privada, reduciendo el área de protección de nacimientos de los cauces y afluentes de las quebradas La Peña, Lirios, El pedregal y Matadero principalmente en el municipio de	Compra de predios de interés forestal y protector en las cabeceras de los nacimientos de los diferentes afluentes y sobre el cauce de las Quebradas La Peña, Lirios, El pedregal y Matadero principalmente en el municipio de Muzo
No hay respeto por la faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de las quebradas La Peña, Lirios, El pedregal y Matadero principalmente en el municipio de Muzo	Avance de la deforestación y frontera agrícola sin tener en cuenta lo establecido como franjas de protección	Acciones para recuperar y hacer prevalecer las franjas de protección a los cauces por parte de las autoridades y de la población en general

Exceso de uso en los terrenos con pendientes superiores al 100% (45°).	Continuación de deterioro ambiental y edáfico por el uso para actividades agropecuarias de terrenos mayores a 45°.	Reducción de la frontera agrícola y concertación para la limitación del uso de estos terrenos
Las microcuencas de las Quebradas La Peña, Lirios, El pedregal y Matadero principalmente en el municipio de Muzo tienen un patrón dendrítico a donde confluyen todas las quebradas que conforman la red hídrica de la parte alta del municipio de Muzo, con franjas ausentes de cobertura vegetal, y en algunos de sus taludes hay presencia de derrumbes y erosión, en dirección hacia los cauces; donde pueden generar desastres naturales Avalanchas, inundaciones, erosión, etc., con pérdidas humanas y económicas Aumenta la desprotección de los cauces y la apropiación de éstos por parte de los propietarios.	Las rondas de todas las quebradas y nacederos son protegidos, en un área equivalente al doble del ancho del cauce de la fuente; aumenta la contaminación del recurso. El agua es utilizada en acueductos y sistemas de riego y los excedentes se pierden ocasionando mas problemas de remoción. Las quebradas no mantienen su cauce normal.	Los propietarios de los predios vecinos de las rondas y nacederos, destinan las áreas establecidas por Ley para la Protección. El municipio adquiere los terrenos de las rondas, nacederos y zonas de protección ubicadas a partir de los 1400 msnm, para protección y recuperación de acuerdo al mapa de Uso recomendado
La programación de la producción agropecuaria a campo abierto se hace teniendo en cuenta las condiciones climatológicas empíricamente con riesgos a que dicha producción sea afectada por situaciones imprevistas. Las altas precipitaciones disparan la presencia de enfermedades en los cultivos comerciales.	Que exista una fuente de información confiable que le permita al productor tomar decisiones lo más seguras posibles.	Capacitar y concientizar a los productores sobre la siembra y manejo de cultivos en épocas de alto riesgo por factores climáticos a campo abierto.

La Frontera agrícola se expande, especialmente desde la zona de amortiguamiento (1400 a 2000 msnm- área protectora) a la zona de subpáramo, lo que trae consigo disminución de los caudales de agua, pérdida del hábitat para la fauna silvestre, pérdida de vegetación nativa, disminuye la producción de oxígeno, degradación del suelo por alta carga de ganado (sobrepastoreo) en las áreas húmedas y de alta pendiente, aceleración del proceso erosivo y se contamina el paisaje y el agua.	Se acaba la zona de amortiguamiento y se pierde la oportunidad para establecer y entender las relaciones verdaderas entre los cambios agroecológicos, con el fin primordial de mantener un equilibrio natural y donde el hombre pueda realizar sus prácticas productivas sin perjuicio de las zonas declaradas como protectoras, o de recuperación.	Se implementan prácticas para la recuperación del equilibrio físicobiótico como el desarrollo de una cultura ambiental que permite adoptar nuevas alternativas de producción compatibles con el entorno por parte de la comunidad garantizadas con acciones institucionales de cooperación tanto a nivel local como regional. Se desarrollan acciones coherentes con el medio, caso concreto la utilización de especies forestales aptos para el medio
CALIDAD DE AGUA		
Poco monitoreo de la calidad del agua en la fuente abastecedora a través de análisis físico químicos y microbiológicos por la diversidad de fuentes de abastecimiento y estructuras hidráulicas.	Incertidumbre en la calidad del agua captada para el uso en el acueducto municipal	Realización de monitoreos periódicos de la calidad del agua en la fuente abastecedora con el fin de verificar su calidad
Si hay monitoreo en la red de distribución principal para establece calidad de agua suministrada a los usuarios.	Mantenimiento de la calidad del agua apta para el consumo humano a los usuarios del acueducto municipal de Sutatenza	Mantenimiento y reducción del IRCA a niveles muy bajos y cercanos a 0 a través de la buena operación y mantenimiento de las diferentes plantas de tratamiento de agua.
Hay sectores de la población donde no se cuenta con agua tratada y menos potable	Se realizara la construcción de la planta de agua potable que abastece el sector de la urbanización La Orquídea	Suministro de agua potable y tratada al total de la población urbana del municipio de Muzo
INFRAESTRUCTURA		

Falta de optimización de estructuras, ampliación y cambio de redes, ampliación y adecuación de las estructuras, tratamientos, Suministro, mediciones, etc.	Aumento en las pérdidas de agua y falta de control de los flujos de agua desde la bocatoma, hacia los sistemas de desarenación y tratamiento y desde allí hacia los sistemas de distribución.	Adecuación de las infraestructuras existentes de acuerdo con los requerimientos de este plan, así como la implementación del los Planes sectorización, Macro y Micromedición.
Las redes de conducción y distribución del acueducto se hallan en regular estado, requieren ser remodeladas.	Las redes se siguen deteriorando debido a la remoción en masa de los terrenos por donde se encuentran las redes de conducción.	Remodelar la red de conducción y distribución. Garantizar el servicio de acueducto en forma continua de acuerdo a lo establecido en el PMAA.
METAS DE REDUCCION		
No se cuenta con índices reales de Agua No Contabilizada o Niveles de pérdidas en el sistema por la falta de mecanismos o infraestructuras de control y medición.	Continuación de los niveles muy elevados de pérdidas de agua en el sistema, tanto en la aducción, conducción o distribución las cuales se calculan en más del 60% dado la diferencia tan alta entre las necesidades del sistema y el agua tratada en la planta	Implementación de los sistemas de macro y micromedición con el fin de obtener valores de IANC y Pérdidas en el sistema, con el fin de reducir en el quinquenio el índice de pérdidas de agua a niveles cercanos al 30%
Los índices de pérdidas de agua en la planta de tratamiento llegan a valores superiores al 60%	No se cuenta con mecanismos de control y calibración de caudal de conducción desde la bocatoma hacia la planta de tratamiento	Realizar inversiones tendientes a optimizar las infraestructuras de captación y regulación de caudales desde la bocatoma hacia la planta de tratamiento en el municipio de Muzo

3.1 Como Alcanzar los Escenarios Planteados

Teniendo en cuenta las grandes necesidades que tiene el municipio de Muzo en relación con el uso racional del Recurso hídrico, se requiere de concertación y grandes esfuerzos económicos y de gestión por parte de la Administración municipal, toda vez que no todos los proyectos dependen directamente de la alcaldía municipal sino también de la interacción de todos los involucrados nombrados anteriormente.

Es así como aspectos como el fortalecimiento institucional de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, el cumplimiento de lo estipulado en la Ley 99 de 1993 en lo referente a la compra de predios de interés hídrico, la concienciación y campañas educativas a la población son responsabilidad directamente de la Administración Municipal de Muzo, mientras que aspectos como la renovación de redes y la construcción de estructuras que disminuyan las posibles afectaciones por derrumbes y demás hallazgos que afecten la calidad del agua para consumo humano en el municipio de Muzo Boyacá