

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN  
MAESTRO DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE PUERTO GUZMÁN,  
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

SIDALY ORTEGA GÓMEZ  
GABRIEL VIVEROS CALDERÓN

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
POSTGRADO EN ECOLOGÍA CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
SAN JUAN DE PASTO  
2005

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN  
MAESTRO DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE PUERTO GUZMÁN,  
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

SIDALY ORTEGA GÓMEZ  
GABRIEL VIVEROS CALDERÓN

Monografía para optar el título de  
Especialista En Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental

Director  
Ing. Agroforestal ANDREA CAROLINA FIGUEROA REINA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
POSTGRADO EN ECOLOGÍA CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
SAN JUAN DE PASTO  
2005

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son de responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo primero del acuerdo número 324 de octubre 11 de 1996, emanado por el Honorable Consejo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Presidente

---

Jurado

---

Jurado

San Juan de pasto, noviembre de 2005

## DEDICATORIA

A mi madre y mi padre por su amor incondicional.  
A mis hermanos por su apoyo y cariño.  
A mis sobrinos por su ternura.  
A mis amigos.

Sidaly Ortega Gómez

## DEDICATORIA

A la memoria de mi Padre (q.e.p.d.)  
A mi madre.  
A mi esposa.  
A mis hijas.

Gabriel Viveros Calderón

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad, en especial a los Asesores de Tesis

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO	16
1.1. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	16
1.1.1. ASPECTOS SOCIALES	16
1.1.2 ASPECTOS ECONÓMICOS	16
1.1.3 ASPECTOS BIOFÍSICOS	17
1.1.3.1 Suelos	17
1.1.3.2 Vegetación	17
1.1.3.3 Fauna	18
1.1.3.4. Paisaje	18
1.1.4 ASPECTOS CLIMÁTICOS	18
2. ANÁLISIS AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS	20
2.1. DESCRIPCIÓN PROYECTO ACUEDUCTO	20
2.1.1 ALTERNATIVA No. 1	21
2.1.2 ALTERNATIVA No. 2	22
2.1.3 ALTERNATIVA No. 3	23
2.1.4 ANÁLISIS TÉCNICO Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA	23
2.2 ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO	24
2.2.1 DISEÑOS DEFINITIVOS	24



2.2.1.1 Nivel de complejidad	24
2.2.1.2. Periodo de diseño	24
2.2.1.3. Población	25
2.2.1.4. Dotación	26
2.2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	27
2.2.2.1 Parámetros de diseño	27
2.2.2.2. Caracterización Microbiológica y fisicoquímica del agua	27
2.2.2.3. Componentes del sistema de tratamiento	28
2.2.2.4. Sistema de tratamiento	28
2.2.3 PLANTA DE TRATAMIENTO	28
2.2.3.1. Descripción general	28
2.2.3.2 Especificaciones técnicas	29
2.2.3.3. Funcionamiento de la planta de tratamiento	29
2.2.3.4. Ventajas de la planta multietapas	32
2.2.3.5. Especificaciones dimensionales	32
2.2.3.6. Productos químicos a utilizar	32
3. METODOLOGÍA EMPLEADA	35
3.1. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	35
3.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	35
3.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ESPERADOS	37
3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS ESPERADOS	37
3.4. DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE IMPACTOS	41

4.1. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	44
4.2. CONTROL DE RUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS	46
4.3. MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS	48
4.4. MANEJO DE EXCAVACIONES, DESMONTE Y DESCAPOTE	50
4.5. CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN GEOTÉCNICA	53
4.6. MANEJO PAISAJISTA Y ORNAMENTACIÓN	53
4.7. MANEJO DE FLORA Y FAUNA	57
5. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	61
6. PLAN DE CONTINGENCIA DE ACUEDUCTO	63
CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	67

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especies Vegetales	18
Tabla 2. Aspectos Climáticos	19
Tabla 3. Aspectos técnicos	24
Tabla 4. Proyección Población	25
Tabla 5. Dosificación de sulfatos de aluminio Tipo A	32
Tabla 6. Dosificación de desinfectante	33
Tabla 7. Costos del proyecto	33
Tabla 8 .Escala de valorización para la caracterización de impactos.	35
Tabla 9. Escala de valores de impactos	39
Tabla 10. Actividades del Proyecto	39
Tabla 11. Componentes ambientales alterados	40
Tabla 12. Matrices de análisis de impactos	41
Tabla 13. Especies recomendadas para protección	52
Tabla 14. Matriz de actividades y componentes ambientales afectados por el proyecto.	55
Tabla 15. Matriz Impactos potenciales.	56
Tabla 16. Matriz caracterización de impactos ambientales negativos.	57
Tabla 17. Matriz caracterización de impactos ambientales positivos.	58
Tabla 18. Matriz impactos directos e indirectos del proyecto.	59
Tabla 19. Matriz resultados del análisis de la caracterización	60

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Mapa municipio de Puerto Guzmán	68
Anexo B. Estudio de suelos plan de manejo ambiental.	69
Anexo C. Análisis de resultados.	70
Anexo D. Resumen de resultados estudio de suelos.	71
Anexo E. Perfil estratigráfico por apiques.	72
Anexo F. Comprensión inconfiada.	73
Anexo G. Clasificación.	74
Anexo H. Clasificación.	75
Anexo I. Perfil estratigráfico por apiques.	76
Anexo J. Comprensión inconfiada.	77
Anexo K. Clasificación.	78
Anexo L. Clasificación.	79
Anexo M. Fotos excavación.	80
Anexo N. Panorámica de bocatoma.	81

## RESUMEN

La Legislación Colombiana viene sometida a un proceso de modificación en el que las exigencias ambientales para cierto tipo de proyectos, se han vuelto demasiado simples, si se tiene en cuenta que existen obras que son de beneficio social pero que involucran componentes naturales que se verán afectados de una u otra forma, y en la que se incluye como protagonista principal a ser humano.

El Plan Maestro de Acueducto del Municipio de Puerto Guzmán, en el Departamento del Putumayo, no puede ser visto como una obra que sencillamente se construye para entregar agua a los habitantes del sector urbano, sino que debe ser objeto de un análisis técnico-ambiental para determinar los elementos naturales que se afectarán con el proyecto, la intensidad de su afectación, duración del efecto, reversibilidad, ecosistemas involucrados y las medidas de mitigación, recuperación y compensación que se deben ejecutar.

El presente documento asume esa labor, obteniendo una descripción detallada del efecto que se causará durante las etapas de construcción y operación de la infraestructura de la cual se compone el sistema de acueducto, sobre los diferentes ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, y las acciones que se deben adelantar para tratar de establecer un equilibrio entre los beneficios obtenidos por la obra y las modificaciones sufridas por el entorno ambiental.

Durante la etapa de construcción, los mayores efectos se observarán en el componente paisajístico, tanto en el área rural como en el área urbana, debido a la remoción de la capa vegetal y a las excavaciones necesarias para la instalación de la infraestructura del sistema, por lo que se recomienda tomar medidas de recuperación del paisaje para hacerlo compatible con sus condiciones naturales existentes en la actualidad.

En la etapa de operación, el recurso agua y los ecosistemas acuáticos, verán modificadas sus condiciones naturales debido principalmente al desvío de parte de su caudal para abastecer la demanda de los usuarios del acueducto. Por esto se proponen, entre otras medidas, la conservación de la cobertura boscosa a lo largo de la fuente de abastecimiento y el uso adecuado del agua, con el fin de mantener la oferta hídrica para la población futura.

## ABSTRAC

The Colombian Legislation comes subjected to a modification process in the one that the environmental demands for certain type of projects, they have become too simple, if one keeps in mind that works that are of social benefit exist but that they involve natural components that will be affected in an or another way, and in the one that is included as main character to human being.

The master plan of Aqueduct of the Municipality of Port Guzmán, in the Department of the Putumayo, it cannot be seen as a work that simply is built to give water to the inhabitants of the urban sector, but rather it should be object of a technician-environmental analysis to determine the natural elements that will be affected with the project, the intensity of their affectation, duration of the effect, setback, involved ecosystems and the mitigation measures, recovery and compensation that should be executed.

The present document assumes that work, obtaining a detailed description of the effect that will be caused during the construction stages and operation of the infrastructure of which the aqueduct system is composed, on the different present ecosystems in the area of influence of the project, and the actions that should be ahead to try to establish a balance among the benefits obtained by the work and the modifications suffered by the environmental environment.

During the construction stage, the biggest effects will be observed in the component of the landscape, so much in the rural area as in the urban area, due to the removal of the vegetable layer and to the necessary excavations for the installation of the infrastructure of the system, for what is recommended at the present time to take measures of recovery of the landscape to make it compatible with their existent natural conditions.

In the operation stage, the resource dilutes and the aquatic ecosystems, its due natural conditions will be modified mainly to the deviation on behalf of its flow to supply the demand of the users of the aqueduct. For this reason they intend, among other measures, the conservation of the covering of the forest along the source of supply and the appropriate use of the water, with the purpose of maintaining the offer of water for the future population.

## INTRODUCCIÓN

En el Departamento del Putumayo se esta iniciando la aplicación de las leyes ambientales existentes y la toma de conciencia sobre el manejo del medio ambiente, el cual se ha visto seriamente deteriorado por el manejo inadecuado de aguas residuales, basuras, la contaminación paisajística, la construcción de grandes obras civiles y el desordenado urbanismo sin consideración de las zonas verdes, destrucción de bosques y demás factores amables al ambiente del Municipio.

El mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de la Amazonia Colombiana no siempre está representada en la ejecución de proyectos de obras civiles, los cuales se ejecutan sin que se tenga en cuenta el grado de afectación que puedan tener sobre las grandes riquezas ambientales que aún existen en este territorio, y que cada día se ven más amenazadas por la acción de aquellos que son insensibles ante la naturaleza.

Es muy cierto que la construcción del acueducto en la zona urbana del municipio de Puerto Guzmán, es una necesidad que se debe satisfacer con urgencia, debido a que se presenta en la actualidad la falta de cobertura del sistema, además de las enfermedades causadas por el uso de aguas no aptas para el consumo humano. Pero no por eso se tiene que permitir que la ejecución las obras se realicen por encima de cualquier costo ambiental, lo que en un futuro se puede ver reflejado hasta en la falta de agua para el abastecimiento del mismo acueducto.

Esta investigación desarrolla un diagnóstico sobre el impacto ambiental que se generará en las actividades de construcción y funcionamiento del acueducto del municipio de Puerto Guzmán, describiendo los componentes naturales que integran su entorno, y la forma en que éstos serán afectados con el proyecto, las medidas a tomar para su prevención, conservación, mitigación y/o recuperación.

Se espera que el contenido de este documento, apoyado en la estructuración de las diferentes matrices con los resultados del análisis de la caracterización, plan de seguimiento y monitoreo, y su respectivo plan de contingencia, sirva de guía para que las Autoridades Municipales, el ejecutante de la obra y la Autoridad Ambiental, realicen un seguimiento a cada una de las actividades para que las condiciones naturales del área afectada sufran una mínima modificación.

## 1. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 1.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

1.1.1 Aspectos sociales. La población beneficiada directamente con la construcción del plan maestro de Acueducto del municipio de Puerto Guzmán se desenvuelve en un medio en el cual el principal medio de ingresos es la agricultura, seguido de la ganadería, la explotación de madera y la pesca, las cuales generan ingresos que alcanzan únicamente para satisfacer las necesidades alimentarias y de vestido en las familias. Según el DANE, las necesidades básicas insatisfechas en este municipio alcanzan el 95,2 %, lo que se ve reflejado en la insuficiencia de los servicios públicos y la escasa presencia de las Entidades Estatales.

#### 1.1.2 Aspectos económicos

La Población en edad de trabajo es del 58.01% del total de la población, que equivalen a 17.772 habitantes. De esta población en Edad de trabajar se encuentran distribuidas de la siguiente manera: en el sector primario (agricultura, ganadería, forestal y piscicultura) ocupa el 30%; el 60% restante lo ocupa los cultivos ilícitos. En el sector secundario (Agroindustria) solamente ocupa el 0.05% y sector terciario (servicios) con el 9.05% (PBOT, 2000).

En el Municipio existen actualmente 590 predios rurales que equivalen a 16.363 hectáreas y 893 predios urbanos equivalente a un área de 29.11 hectáreas, para un total acumulado de 16.392 hectáreas (Fuente IGAC. 1999)

El 90% de los pobladores tiene las propiedades mediante documentos de compraventa o mediante posesión, y solamente el 10 % poseen escritura pública. La extensión de los predios varía entre 5 y 200 hectáreas, no obstante el promedio está en las 30 hectáreas por propietario. En los cuatro resguardos indígenas antes mencionados la Unidad Agrícola Familiar UAF, en promedio de 8 hectáreas por familia. (PBOT, 2000).

El programa de vivienda de Interés social, a pesar de tener una área asignada de 10 hectáreas, aun no se ha ejecutado por el trámite de los recursos ante entidades que no tiene presencia en la región; se tiene proyectado la prestación de servicios públicos a través del Plan Maestro de Acueducto con proyección vial en un área estimada de 6,726 Hectáreas.



### 1.1.3 aspectos biofísicos

1.1.3.1 Suelos. En la zona afloran rocas sedimentarias del Terciario, son rocas limoarcillosas pertenecientes al grupo orito se caracterizan principalmente por estar constituidas por una secuencia potente de arcillolitas y limolitas ricas en óxido de hierro, ocasionando un aspecto rojizo al suelo; también existen rocas del Cuaternario que son productos de la erosión de rocas más antiguas localizadas en las partes más altas del macizo colombiano. Cuaternario Corresponden al Piedemonte de la cordillera, se denomina latosoles, suelos ácidos, ricos en óxido de hierro y aluminio con bajo porcentaje de materia orgánica, son considerados de baja a mala fertilidad; debido a la influencia de las inundaciones del Río Caquetá se acumula en los suelos gran cantidad de sedimentos, lo cual enriquece temporalmente su fertilidad.

Los suelos son de tipo latosol, suelos ácidos y ricos en óxidos de hierro y aluminio La estructura de los suelos de esta zona corresponden a la categoría de Suelos Franco- Arenoso, Arenoso- Franco- Arcilloso, Arenoso-Arcilloso; y son de vocación agropecuaria y forestal.

El estudio de suelos, se obtuvo mediante dos apiques, el cual nos da los siguientes parámetros: capacidad portante, índice de elasticidad, límite líquido, límite plástico, perfil estratigráfico, compresión inconfiada, granulometría, estrato, nivel freático, humedad, permeabilidad, los cuales se obtuvieron mediante estudios de suelo por un geotecnólogo experto en el tema.

1.1.3.2 Vegetación. La zona donde se construirá la planta de tratamiento del sistema de acueducto, con un área de 10 hectáreas, tiene una cobertura aproximada del 80 % en bosque primario y secundario, observándose gran variedad de especies arbóreas y arbustivas nativas con buenas características fenológicas y sin presencia de plagas o enfermedades. También se puede observar buena regeneración natural de las mismas; las especies más comunes son:

Tabla 1. Especies vegetales

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Pithecelobium longifolia</i>	Chiparo
<i>Guarea trichiloides</i>	Bilibil
<i>Inga</i> sp.	Guamos
<i>Miconia theaezans</i>	Morochillo
<i>Apeiba</i> sp.	Peine mono
<i>Osteopholeum sulcatum</i>	Caracolí

1.1.3.3 Fauna. La fauna ha sido intervenida principalmente para autoconsumo y comercio, de igual manera la expansión de la frontera agrícola y los cultivos ilícitos han destruido ecosistema hecho que ocasiona la emigración de diferentes especies.

En áreas cercanas donde se encuentra la actual bocatoma se observa la presencia de aves y reptiles de importancia faunística.

1.1.3.4 Paisaje. La zona donde se construirá el sistema de tratamiento de agua para el acueducto es una zona que ha sufrido intervención negativa por parte de las personas que destruyen el bosque para extraer productos maderables o dendroenergéticos, y en el peor de los casos realizan tala rasa para establecer cultivos o pastos para levante de ganado.

En el paisaje predominan en un 80 % las colinas medias y altas, medianamente disectadas, y hacia el área de la bocatoma se observan áreas de pendientes fuertes, que en general a pesar de de la intervención, conservan un paisaje bello, con riqueza de flora y fauna, motivo por el cual se deberá tener el mayor cuidado en el momento de intervención.

1.1.4 Aspectos climáticos. El municipio de Puerto Guzmán se encuentra ubicado a 240 m.s.n.m., por encontrarse en la zona ecuatorial de la Amazonía (entre las latitudes 2° N y 2° S) según Domínguez (1985), corresponde un zona de Bosque Húmedo Tropical; y precipitación promedio de 364.7 mm/mes, , el régimen de lluvias anual es de aproximadamente 3.500 mm; con humedad relativa de 85 – 87%, la temperatura media fluctúa entre 22 – 25, aunque en algunas ocasiones alcanza temperaturas de 33 °C. Por ubicarse en la línea ecuatorial tiene una incidencia perpendicular de las radiaciones solares sobre la tierra y más horas de irradiación constante anual lo cual influye en la temperatura y evapotranspiración, no presenta períodos seco bien definidos puesto que las lluvias nunca son inferiores en promedio mensual a los 100 mm., aunque se distinguen dos periodos de verano en los meses de enero – febrero y julio o agosto. Estos periodos se presentan debido a la influencia de los vientos Alisios los que llegan muy debilitados a la región que llegan hacia principio y mitad del año.

Tabla 2. Aspectos climáticos

FACTOR CLIMÁTICO	Máximo	Mínimo	Medio
Precipitación	455 mm/mes	137mm/mes	364.7 mm/mes
Humedad relativa	89%		82.5%
Temperatura	25°C	22°C	
Brillo solar	155 horas/mes	70 horas/mes	115 horas/mes
Nubosidad	8 octavos	3 octavos	5 octavos
Evaporación	1025 mm/año	85.4 mm/ mes	105 mm/mes

Fuente: ARGOSY ENERGY INTERNATIONAL - CORPOAMAZONIA

## 2. ANÁLISIS AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS

### 2.1. DESCRIPCIÓN PROYECTO ACUEDUCTO.

A nivel prospectivo y a corto plazo se ejecutará el Plan maestro de acueducto, que se realizará en dos fases. El período de vida útil para el que ha sido proyectado este sistema es de 25 años.

La insuficiente prestación del servicio de acueducto en lo relacionado con la cobertura y calidad del mismo, trae como consecuencia que la administración municipal, no realice un cobro tarifario acorde al los lineamientos de la comisión reguladora, de tal manera que el sistema de acueducto logre sostenerse económicamente, para que la prestación del servicio sea de calidad.

De acuerdo a la resolución número 15 mayo 29 de 1996 por la cual se establecen los criterios y se adopta la metodología con arreglo a los cuales las empresas de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado con menos de ocho mil usuarios deben determinar las tarifas de prestación del servicio.

La implementación de la metodología de costos y tarifas para las pequeñas municipalidades y las zonas rurales se facilitará en la medida en que se tengan en cuenta los siguientes factores:

- a. Existencia de micromedición.
- b. Información acerca de las inversiones realizadas y las necesidades de inversión futura.
- c. Existencia de estratificación socioeconómica y su aceptación por parte de los usuarios.
- d. Existencia de suscriptores residenciales de los estratos 5 y 6 y de los suscriptores clasificados en los usos industrial y comercial, que serán objeto de sobrepagos en sus tarifas para el cubrimiento de los subsidios a los suscriptores de menores ingresos.
- e. Cultura de pago al interior de las comunidades
- f. Calidad del servicio en cuanto a cantidad, frecuencia y calidad del agua.
- g. Identificación de los distintos intereses al interior de las comunidades, para que el cobro del servicio de acueducto a través de la tarifa no se convierta en un factor de presiones políticas.
- h. Modificación de usos y costumbres frente a la utilización del agua (todavía en muchas regiones del país, el agua es considerada como un recurso infinito).

Finalmente, es importante que, como resultado de la aplicación de la resolución número 15 de mayo 29 de 1996, se adelanten procesos de concertación entre la

administración municipal y la comunidad, con el fin de que el cobro del servicio a través de las tarifas no se convierta en un factor generador de conflictos, sino que, por el contrario sea un factor más de mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Para calcular la tarifa del acueducto de Puerto guzmán, se tomó la metodología de tarifas para un sistema de acueducto sin medición, para ello se requiere de información básica como:

1. Población en la cabecera municipal: 3470 habitantes.
2. Número total de suscriptores en la cabecera municipal: 531 Suscriptores.
3. Estratificación socioeconómica de los suscriptores: Estratos 1 y 2.
4. Tipo de sistema de acueducto: Por gravedad.
5. Cobertura del servicio: 100%.
6. Capacidad máxima del sistema (aforo): 1376 litros / segundo.
7. Costos anuales de administración del servicio: \$2.424.538
8. Costo anual de operación y mantenimiento del servicio: \$2.424.538
9. Valor de la tarifa actual (única para todos los estratos): \$ 2.000

En conclusión, la tarifa única para cobrar mensualmente a cada suscriptor por el servicio de acueducto en la cabecera municipal de Puerto Guzmán será de \$ 9.131.

Para el estudio del plan maestro de acueducto de Puerto Guzmán, se analizaron 3 alternativas las cuales son:

2.1.1 Alternativa n° 1 quebrada la chorrera. El sitio para la captación se encuentra a 394 msnm, a 6600 m. Del casco urbano y esta compuesto por 2 quebradas que concluyen en este sitio, las dos quebradas son de agua muy cristalina, de buen olor y sabor; en toda su cuenca se encuentra la presencia de bosque primario, no se observa problemas de erosión y la asociación de usuarios del acueducto y alcantarillado es dueña de gran parte de los terrenos donde se encuentra las cabeceras de esta cuenca (174 hectáreas).

El aforo de esta fuente se presenta a continuación:

#### AFORO QUEBRADRA LA CHORRERA Método de Molinetex

Quebrada 1	
Longitud	= 3 M.
Área sección 1	= 0.145 M2
Área sección 2	= 0.116 M2
Área media	= 0.131 M2
Tiempo medio	= 4.84 seg.

Velocidad superficial = 0.62 M/seg.  
Velocidad real =  $0.7 \times V_s = 0.434$  M/seg.  
 $Q_1 = V \cdot A$   
 $Q_1 = 0.434 \cdot 0.131$   
 $Q_1 = 0.057$  M<sup>3</sup>/seg  
 $Q_1 = 56.84$  lt/seg.

#### Quebrada 2

Longitud = 2.30 M.  
Área sección 1 = 0.213 M<sup>2</sup>  
Área sección 2 = 0.186 M<sup>2</sup>  
Área media = 0.200 M<sup>2</sup>  
Tiempo medio = 5.984 seg.  
Velocidad superficial = 0.384 M/seg.  
Velocidad real = 0.269 M/seg.  
 $Q_2 = V \cdot A$   
 $Q_2 = 0.269 \cdot 0.200$   
 $Q_2 = 0.0537$  M<sup>3</sup>/seg  
 $Q_2 = 53.7$  lt/seg.  
 $Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 = 56.84 \text{ l/seg.} + 53.7 \text{ l/seg.} = 110.54 \text{ l/seg.}$

Los análisis físicos químicos y microbiológicos realizados a muestras tomadas en este sitio arrojan buenos resultados como la no presencia de colifecal y en cuanto a olor, sabor y sustancias flotantes presenta 'valores aceptables.

2.1.2 Alternativa n° 2 quebrada Júpiter. El sitio seleccionado se encuentra a una altura de 405 msnm, a una distancia de 4.5 Km. de la captación del acueducto actual y a 9000 mts del casco urbano. Sus aguas son claras pero su cuenca esta deforestada y se observa la presencia de potreros, cultivos de hoja de coca y laboratorios, además sus orillas se encuentran erosionadas por la falta de vegetación. El aforo de esta posible fuente dio los siguientes resultados:

Longitud = 5 M.  
Área sección 1 = 0.632 M<sup>2</sup>  
Área sección 2 = 0.64 M<sup>2</sup>  
Área media = 0.636 M<sup>2</sup>  
Tiempo medio = 13.177 seg.  
Velocidad superficial = .379 M./seg.  
Velocidad real =  $0.7 \times V_s = 0.2656$  M./seg.  
 $Q = V \cdot A$   
 $Q = .2656 \cdot .636$   
 $Q = 0.1689$  M<sup>3</sup>/seg  
 $Q = 168.9$  lt/seg.

2.1.3 Alternativa N° 3 quebrada el caiman. Ubicada a 390 msnm, a una distancia de 8000 M. de la captación actual y a 12000 mts del casco urbano de Puerto Guzmán, el agua es limpia, pero se observa bastante erosión y arrastre de material. La cuenca se encuentra totalmente deforestada, no se han conservados sus orillas y los colonos han cambiado los bosques primarios por potreros y cultivos de coca.

El aforo dio los siguientes resultados:

Longitud = 5 M.

Área sección 1 = 0.728 M2

Área sección 2 = 1.01 M2

Área Media = 0.869 M2

Tiempo medio = 17.69 seg.

Velocidad superficial = 0.2826 M./seg.

Velocidad real =  $0.7 \times V_s = 0.19785$  M./seg.

$Q = V.A$

$Q = 0.19785 \times 0.869$

$Q = 0.1719$  m3/seg

$Q = 171.93$  lt/seg.

2.1.4 Análisis técnico y selección de la alternativa. Cada una de las quebradas forma una cuenca diferente, enmarcada entre dos elevaciones considerables de terreno que confluyen a la cuenca del río Caimán, el cual se forma con la quebrada el caimán, la Júpiter, la chorrera y otras quebradas y caños que confluyen a él. Esto hace que a medida que la fuente se aleja del casco urbano, es más difícil por la longitud llevar una línea de tubería hacia él.

La fuente el Caimán se descarta por la longitud existente entre el casco urbano y la fuente, también por que su cuenca está deforestada, lo cual producirá una disminución considerable de su caudal, sumado a esto la presencia de cultivos de coca y de laboratorios de procesamiento los que vierten los residuos a sus cauces o que las aguas lluvias arrastran hasta su cauce.

La fuente quebrada Júpiter se descarta por la longitud entre la fuente y el casco urbano y principalmente por que su cabecera en especial su nacimiento se encuentra totalmente deforestado. A este lugar le han talado todo el bosque primario y la cobertura vegetal son rastrojos maduros a bosques medianamente intervenidos y área en regeneración natural; también se observa cultivos de hoja de coca en área cercanas, esto podría ocasionar en un plazo cercano la disminución de su caudal y la contaminación de sus aguas.

Se seleccionó la quebrada la chorrera por lo siguiente:

Posee un caudal mínimo de 110.56 lps,

Por que es la más cercana al casco urbano.

Su cuenca esta protegida con bosque primario.

No presenta erosión.

La junta Asociación de usuarios de acueducto y alcantarillado es propietaria de la mayor parte de estos terrenos.

Los resultados de los análisis de laboratorio dan resultados muy favorables.

Se aprovecha algunas estructuras del sistema existente y la servidumbre de la línea de conducción.

## 2.2 ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO

### 2.2.1. Diseños definitivos

#### 2.2.1.1. Nivel de complejidad del sistema

Atendiendo lo establecido en el REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE y SANEAMIENTO BÁSICO (NORMAS RAS-2000), el proyecto del Plan Maestro de Acueducto de Puerto Guzmán se clasifica en NIVEL MEDIO de complejidad, ya que su población urbana se encuentra en el rango de 2.501 a 12.500 habitantes y la capacidad económica de los usuarios es baja.

#### 2.2.1.2. Periodo de diseño

Según las Normas RAS-2000 se tienen los siguientes periodos de diseño:

Tabla 3 aspectos técnicos

COMPONENTE DEL SISTEMA	PERIODO DE DISEÑO	AÑO DE SATURACIÓN
Captación	20 años	2.021
Aducción	20 años	2.021
Desarenador	20 años	2.021
Almacenamiento	25 años	2.026
Planta de tratamiento	20 años	2.021
Línea de conducción	20 años	2.021
Red matriz de distribución	20 años	2.021
Red primaria de distribución	15 años	2.016

Sin embargo, a solicitud de la comunidad beneficiaria del proyecto se estableció un periodo de diseño de 25 años para todas las obras a realizar.



2.2.1.3. Población. De acuerdo a las encuestas realizadas por el consultor en el casco urbano de Municipio de Puerto Guzmán se obtuvo los siguientes resultados:

Número de predios = 811  
 Número de lotes sin construir = 232  
 Número de viviendas = 579  
 Promedio habitantes por vivienda = 6  
 Población actual = 3.470 Habitantes  
 La población futura se establece de la siguiente manera:

$Pf = Pa (1+r)^n$  en donde:

Pf = Población Futura  
 Pa = Población actual  
 r = Rata de crecimiento anual

Pa = 3470 habitantes

r = 3.4%

n = 25 (para periodo de diseño 25 años; 2001 -2026)

Pf 25 =  $3.470 * (1 + 0.034)^{25}$

Pf 25 = 8005 Habitantes.

Tabla 4. Proyección poblacional

PERIODO DE DISEÑO	AÑO CALENDARIO	POBLACION (HABITANTES)
0	2.004	3470
5	2.009	3.926
10	2.014	4.442
15	2.019	5.026
20	2.024	5.686
25	2.029	6.433

El crecimiento poblacional se calculó de acuerdo a las estadísticas del DANE donde se registra que el incremento para este departamento es del 2.5% anual; vale la pena resaltar que esta cifra puede verse alterada debido a los problemas sociales por lo que atraviesa el municipio de Puerto Guzmán, en la zona rural del municipio se presenta alto problemas de desplazamiento de las personas las cuales posteriormente se ubican en la zona urbana del municipio.

#### 2.2.1.4. Dotación

##### CONSUMO DOMESTICO

- SEGÚN NORMAS RAS-2000:

Dotación neta = 150 lts./hab./día

Incremento por efecto del clima = 10% = 15 lts/hab./día

Dotación neta corregida 165 lts./hab./día

##### PÉRDIDAS:

Pérdidas aducción	= 3%
Pérdidas planta de tratamiento	= 3%
Pérdidas en la conducción	= 3%
Pérdidas técnica	= 20%
Total Pérdidas	= 29%

Dotación bruta = Dotación Neta/(1- %Pérdidas)

Dotación bruta = 165 lts./hab./día/ (1-0.29)

Db =232 lts./hab./día

2.2.2. Diseño del sistema de tratamiento. De acuerdo a la normatividad vigente, los sistemas suministren agua para consumo humano deben condiciones mínimas de calidad organolépticas, físicas y químicas indicadas en el decreto 475 de 1998 y en las normas RAS 2000.

##### 2.2.2.1. Parámetros de diseño

- Periodo de diseño : 25 años
- Población futura : 8.005 habitantes
- Caudal a tratar : 27.99 LPS
- Uso del agua : Doméstico
- Cabeza estática disponible : 40.47

2.2.2.2. Características Microbiológicas y fisicoquímicas del agua. De acuerdo a los resultados de los análisis micro biológico y físico químicos elaborados en el Laboratorio Departamental del Departamento Administrativo de Salud del Putumayo el agua de la quebrada La Chorrera presenta las siguientes características:

▪ Coliformes totales	:	2.300 bacterias x m
▪ Coliformes fecales	:	0 bacterias x ml
▪ Color verdadero :		8 UPC
▪ Olor y sabor	:	Aceptable
▪ Sustancias flotantes:		Ausentes
▪ Turbiedad	:	2 UNT
▪ Nitritos	:	0.01 mg/L
▪ Cloruros	:	6 mg/L
▪ Sulfatos	:	8 mg/L
▪ Hierro total	:	0.05 mg/l
▪ Cloro residual	:	0 mg/L
▪ Ph	:	6.8 unidades de PH

2.2.2.3. Componentes del sistema de tratamiento De acuerdo al concepto del Laboratorio Departamental de Salud Publica para el aprovechamiento del agua de la quebrada la Chorrera se requiere desinfección y/o tratamiento convencional. Se proponen los siguientes procesos de tratamiento:

Cribado: Remoción de desechos grandes como palos, hojas y piedras que pueden dañar u obstruir otros componentes del sistema. Se realiza mediante la rejilla instalada en la bocatoma.

Presedimentación: Se refiere a la remoción de arena, limo u otros materiales sedimentables. Se realiza mediante un desarenador construido a continuación de la bocatoma.

Tratamiento convencional: Mediante un sistema integrado de tratamiento que incluye coagulación, filtración y desinfección.

2.2.2.4. Sistema de tratamiento. Con el propósito de obtener una real solución a los problemas de calidad del agua suministrada por el sistema de acueducto de Puerto Guzmán, la consultoría propone una alternativa que ha sido desarrollada y experimentada con éxito en pequeñas y medianas poblaciones de los Estados Unidos, similares en tamaño a Puerto Guzmán. Se trata de un sistema de tratamiento modular multietapas de filtración directa tipo Valrex o similar. La consultoría en compañía de algunos directivos de la Junta Administradora del actual sistema de acueducto de Puerto Guzmán verificó la funcionalidad del sistema de tratamiento en el municipio de Guatavita -Cundinamarca, en donde se pudo observar las ventajas y resultados del sistema propuesto.

### 2.2.3 Planta de tratamiento

2.2.3.1 Descripción general. Una planta Multimedia Valrex es un sistema integrado de tratamiento con los procesos de coagulación, clarificación, filtración y desinfección para obtención de agua potable. Es un sistema modular el cual según las condiciones físico-químicas y bacteriológicas del agua puede operar en

una, dos o más etapas de tratamiento con módulos de acero y lechos filtrantes de grava, arena y antracita. Las etapas de pulido emplean lechos de arena verde para remoción de hierro, carbón activado y/o resinas de intercambio iónico cuando se requiera. La capacidad de tratamiento en términos de cantidad y/o calidad puede ser ampliada y/o extendida por medio de tanques o etapas adicionales.

El proceso se inicia con un cribado y sedimentación en la bocatoma. El agua que llega a la planta se mezcla con coagulante y se pasa por un mezclador rápido. El agua ya coagulada entra al primer reactor que puede ser ascendente o descendente; en este reactor ocurren los procesos de coagulación y clarificación. La filtración posterior es directa, descendente ya presión, lo que permite reducir las áreas de filtrado manteniendo la calidad del agua producida.

#### 2.2.3.2 Especificaciones técnicas

La planta consta de los siguientes elementos:

##### ➤ REACTORES DE CLARIFICACIÓN Y MÓDULOS DE FILTRACIÓN

*REACTORES y FILTROS:* Fabricados en lámina de acero de alta resistencia A283 grado C, para recipientes de presión, diseñados para resistir una presión de trabajo de 130 PSI; cada tanque se somete a prueba hidrostática a 200PSI. Los tanques son sometidos a un cuidadoso proceso de limpieza y desengrase, picking, seguido de una aplicación de pintura horneada, que garantiza resistencia a la corrosión, a los químicos ya la intemperie bajo las condiciones típicas de operación.

*LECHOS:* Gravas, arenas y antracita de espesor uniforme, gradadas y lavadas, con coeficiente de uniformidad de 1.5 La antracita cumple con los requisitos de dureza y pureza recomendados para uso en lechos filtrantes.

*DIFUSOR DE ENTRADA:* Diseñados de tal forma que el agua entra a los filtros en una forma uniforme sobre toda el área del lecho.

*COLECTOR DE SALIDA:* Permite un flujo uniforme con bajas pérdidas de presión en la operación de filtrado y al mismo tiempo de una distribución uniforme en la operación de retrolavado.

*ACOPLES:* De tipo Victaulic, que permiten tolerancia en el montaje, aseguran estanqueidad y facilidad en la instalación y mantenimiento de los filtros.

*VÁLVULAS DE RETROLAVADO:* Fabricadas en hierro fundido y revestidas totalmente en epóxico, de tipo Saunders de tres vías. Aseguran resistencia a los

químicos, bajas pérdidas de presión y larga vida. La operación de estas es muy sencilla y confiable.

*VÁLVULA DE TIPO PURGA y ROMPE VACÍO:* Es un dispositivo que permite la salida o purga de aire o gas presente al momento de llenado de una línea conducción o recipiente, pero cierra automáticamente cuando empieza a salir del agua; la válvula actúa como una ventosa permitiendo el ingreso del aire cuando se presenta un vacío y protegiendo la tubería o recipiente contra su colapso.

*VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN:* Se instala en derivación sobre la línea de conducción para desaguar a la atmósfera. Así, esta válvula permitirá automáticamente la salida de un caudal evitando que la presión dentro de la línea y las unidades de filtrado sobrepase un valor predeterminado, protegiendo los elementos de conducción contra sobre presiones. Cuando la presión desciende por debajo de la presión predeterminada la válvula cierra automáticamente.

#### ➤ SISTEMA DE CONTROL E INYECCIÓN DE QUÍMICOS

El sistema de tratamiento incluye un sistema completo de almacenamiento, manejo e inyección de químicos. Este tendrá como fin la inyección de coagulante/polímero por medio de una mezcla rápida en línea a la entrada de la planta de tratamiento realizando así el proceso de floculación coagulación en los módulos de filtración y la desinfección del agua filtrada mediante la aplicación de hipoclorito de sodio en Solución a la salida de la planta de tratamiento.

#### ➤ TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO MULTITETAPA

Actualmente el 80% de los sistemas que violan las normas de calidad de agua de la Agencia Ambiental Norteamericana EPA, se caracterizan como pequeños cisternas. En 1996 se requirió a la USEPA para que explorara y verificara tecnologías relevantes para pequeñas comunidades para poder cumplir los estándares de calidad. Una de estas tecnologías, en particular la tecnología de filtración en doble etapa, se ha comprobado en pequeñas comunidades de los Estados Unidos.

En la mayoría de los casos, los procesos de filtración en varias etapas son una solución económica y eficiente para cumplir con los requisitos de calidad del agua en pequeñas comunidades. Estos logran la reducción de turbiedad, color, microorganismos, orgánicos disueltos y trihalometanos.

La solución más efectiva es un sistema presurizado de bajo costo que incorpora los procesos de floculación / clarificación y filtración. El sistema consiste de dos tanques operados en serie. El primer tanque, el reactor floculador / clarificador tiene un lecho profundo y de material grueso, mientras que el segundo, el filtro profundo tiene un medio mixto de antracita, arena y gravo. El tercer tanque

opcional, de carbón activado, se requiere a veces para reducir los contaminantes orgánicos, como son el color, sabor y olor.

2.2.3.3 Funcionamiento de la planta de tratamiento. El sistema de filtración Multietapa usa el mismo sistema que el de una planta de tratamiento convencional, o sea los procesos de coagulación, floculación, clarificación y filtrado.

*COAGULACIÓN:* La coagulación se efectúa empleando una mezcla de coagulantes y polímeros para lograr neutralizar las cargas y aglomerar las partículas suspendidas en grumos o flocs. Las dosificaciones son específicas para cada localidad y época del año. Los químicos se inyectan al tubo y se mezclan empleando un mezclador rápido estático VALREX para lograr alta turbulencia y mezcla rápida.

*FLOCULACIÓN:* A medida que la coagulación y la aglomeración o floculación ocurren dentro del lecho de arena gruesa del reactor floculador/clarificador, la arena se recubre con las partículas de barro e impurezas coaguladas, mezclando, revolviendo y capturando adicionalmente las partículas suspendidas que pasan por entre los intersticios de los granos de arena. Este efecto hace que vayan creciendo los grumos o flocs alrededor de los granos de arena.

*CLARIFICACIÓN:* La etapa de clarificación se logra en el reactor floculador/clarificador. La clarificación se realiza empleando floculación de contacto y clarificación en un sólo paso. La turbiedad se reduce entre un 50% a un 90% en el reactor dependiendo de la turbiedad inicial del agua cruda. Los mecanismos que ocurren en el reactor coagulador / clarificador son complejos, pero involucran neutralización adherencia, aglomeración, desmoronamiento y sedimentación, todos ocurriendo en forma simultánea. El medio grueso del reactor actúa como un catalizador / facilitador del proceso.

*FILTRADO:* El agua clarificada del primer reactor es luego filtrada, empleando un lecho profundo de antracita, arena y grava. La mezcla de granulometrías del lecho filtrante está diseñado para proveer intersticios gruesos al principio y finos en la parte más profunda del filtro. Se han diseñado para que los grumos o flocs que escapan el primer reactor, sean atrapados en el filtro a medida que pasan por las capas del mismo.

#### 2.2.3.4 Ventajas de la planta multietapas

- Menor costo inicial, pues elimina los voluminosos, engorrosos y costosos floculadores, sedimentadores y clarificadores convencionales.
- Son modulares, fáciles de ampliar y/o complementar a medida que crece la demanda o se quiere mejorar calidad y se dispone del presupuesto.
- Fáciles de automatizar, sistematizar y monitorear.

- Confiables y fáciles de operar, no requieren operadores calificados.
- Menores costos de químicos, ya que no se requiere dosificar floculante adicional para sedimentación por barrido, como si se requiere en las plantas convencionales.

La tecnología de filtrado multietapa es una solución efectiva, eficiente y económica para la reducción de turbiedad y microorganismos del agua. Combinada con un filtro de acabado de carbón activado, es además la solución más efectiva para reducción de color, olor, sabor, carbono orgánico total y trihatometanos para los requisitos de pequeñas comunidades como PUERTO GUZMAN.

2.2.3.5 Especificación Dimensional. La planta de tratamiento se compone de cinco (5) reactores (filtros) de 1.9 M de diámetro y 1.8 M de altura; cada uno con un peso aproximado de 11 Toneladas en operación (con lecho filtrante, agua y peso del tanque).

Se construirá una placa en concreto con dimensiones de 10 M de largo por 8 M de ancho, la cual servirá de base para los 5 reactores de la planta.

Se incluye la construcción de una caseta de 4 M de largo por 3 M de ancho, destinada para resguardar los equipos de dosificación e insumos químicos.

2.2.3.6 PRODUCTOS QUÍMICOS A UTILIZAR. En el proceso de tratamiento del agua a suministrar a la población beneficiada se utilizarán las siguientes dosificaciones de productos químicos:

Tabla 5. Dosificación de sulfato de aluminio tipo A (coagulante)

PPM Mg/Lt	Q a tratar LPS	CAP TANQUE M <sup>3</sup>	Q GPH	CONSUMO ( C) KG	DURACIÓN DOSIS (DD) HRS
1	28	250	2.7	2.466	24.5
2	28	250	2.7	4.932	24.5
3	28	250	2.7	7.398	24.5
4	28	250	2.7	9.863	24.5
5	28	250	2.7	12.329	24.5
6	28	250	2.7	14.795	24.5
7	28	250	2.7	17.261	24.5
8	28	250	2.7	19.727	24.5
10	28	250	2.7	24.659	24.5
15	28	250	2.7	36.988	24.5
20	28	250	2.7	49.317	24.5
25	28	250	2.7	61.647	24.5
30	28	250	2.7	73.976	24.5

Tiempo de operación (TO) : 24 Horas

Precio por Kilogramo de sulfato : \$600 + IVA

Realizando una dosificación de : 15 PPM

La duración real de la dosis (Días) (DRD) se calcula con la siguiente fórmula:

$$DRD = \frac{DD}{TO} = \frac{24.5}{24} = 1.02 \text{ Días}$$

Consumo por día (Kg.) (CD):

$$CD = \frac{C}{DRD} = \frac{37.0}{1.02} = 36.29 \text{ KG}$$

CONSUMO MENSUAL DE SULFATO:

$$CM = CD \times 30 = 1088.64 \text{ KG/MES}$$

COSTO MENSUAL DE SULFATO (CMS):

$$CMS = 1088.64 \times 600 = \$653.184$$

CONSUMO DE CLORO



Tabla 6. Dosificación De Desinfectante ( Hipoclorito De Calcio)

PPM Mg/Lt	Q a tratar LPS	CAP TANQUE M <sup>3</sup>	Q GPH	CONSUMO ( C) KG	DURACIÓN DOSIS (DD) HRS
1	28	250	2.7	2.466	24.5
2	28	250	2.7	4.932	24.5
3	28	250	2.7	7.398	24.5
4	28	250	2.7	9.863	24.5

Tiempo de operación (TO)	: 24 Horas
Precio por Kilogramo de cloro	: \$6000 + IVA
Realizando una dosificación de	: 3 PPM
Duración real de la dosis (Días) (DRD)	: 1.02 Días
CONSUMO POR DIA (KG) (CD)	: 7.26 KG
CONSUMO POR MES DE CLORO (CM)	: 217.728 KG
MENSUAL DE CLORO (CMC)	: \$1.306.368
COSTO TOTAL DE QUIMICOS:	653.184 + 1.306.368 = \$1.959.552
COSTO POR METRO CUBICO:	1.959.552 / 72.576 = \$27

Tabla 7. Costos del proyecto

DESCRIPCION	VALOR
Captación	40.448.958
Aducción	940.442
Desarenador	27.182.868
Tanque de almacenamiento	94.387.082
Planta de tratamiento	239.059.596
Conducción	405.862.882
Red de distribución	347.841.200
Total Obras Civiles	1.155.723.028
Interventoría	83.405.000
TOTAL PROYECTO	1.239.128.028

### 3. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la elaboración de este documento se desarrollo la siguiente metodología:

#### 3.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Esta actividad incluye el acopio de la información sobre la región y específicamente sobre el área del proyecto donde se realizó un análisis sobre los aspectos de interés y su significado para el desarrollo mismo.

Para verificar la información obtenida, se hicieron vistas de campo donde se construirá e implementará el Plan Maestro de Acueducto de Puerto Guzmán, además, se realizó un reconocimiento exhaustivo del área de influencia directa e indirectas para la caracterización de los componentes geosféricos, atmosférico, hidrosférico, biótico y socioeconómico de las unidades estructurales

#### 3.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

A partir de la situación ambiental del área, se analizó e identificó los componentes ambientales susceptibles de afectación por la construcción e implementación del Plan Maestro de Acueducto de Puerto Guzmán, mediante la identificación y evaluación de los impactos ambientales con el fin de evitar, compensar, restaurar y mitigar el deterioro del medio ambiente que pudieran provocar las actividades del mismo.

Mediante la evaluación ambiental se pretende identificar y calificar los impactos generados por las actividades de adecuación del terreno y construcción de las diferentes infraestructuras diseñadas en el Plan Maestro de Acueducto, lo cual permite dar pautas para establecer el respectivo plan de manejo ambiental, acordes con las necesidades y problemas presentados en el área, buscando minimizar y mitigar dichos impactos.

Para la evaluación de impactos se aplicó la metodología Sorenses (1972) y Coles (1978), de cuya combinación de métodos permite establecer una matriz de evaluación, como un herramienta para el análisis cualitativo y cuantitativo de los impactos esperados, elementos afectados y elementos del proyecto que generaron mayor impacto, además permiten la comparación y jerarquización para obtener el orden de importancia de las medidas ambientales a implementar.

La escala de valoración para la caracterización de impactos se realizarán de acuerdo a los criterios de calificación propuestos por Coles (1987), estos son: duración, intensidad, probabilidad de ocurrencia, tendencia, reversibilidad, área de influencia, magnitud, carácter del efecto y grado de confiabilidad (ver tabla N° 8).

Dicho cuadro presenta los criterios de evaluación con su respectiva categoría de calificación y la asignación de valores subjetivos, de acuerdo a una escala de valoración de los parámetros que oscila entre 0 y 3, tendiendo en cuenta el valor 0 como no impacto; de otra parte se determina el tipo de impacto (directo o indirecto y se designa el carácter de impacto si es negativo o positivo) de esta forma se detectan las actividades que causan mayores efectos, los elementos ambientales más afectados y los impactos más significativos que requieren, por lo tanto un manejo ambiental.

La magnitud del impacto resulta de promediar los seis valores dados a los parámetros de caracterización anteriores (duración, intensidad, probabilidad de ocurrencia, tendencia, área de influencia, y reversibilidad) y su valor se aproximará a entero más próximo.

$$D + I + Po + T + Ai + R$$

Magnitud del Impacto (Mi) : -----

Tabla 8 Escala de valoración para la caracterización de impactos

CRITERIO DE CALIFICACIÓN	CATEGORÍA	VALOR
1. DURACIÓN	LARGO PLAZO	3
	MEDIANO PLAZO	2
	CORTO PLAZO	1
2. INTENSIDAD	ALTA	3
	MODERADA	2
	BAJA	1
3. POSIBILIDAD O PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ALTA	3
	MEDIA	2
	BAJA	1
4. TENDENCIA	DETERIORO	3
	ESTABILIDAD	2
	MEJORAMIENTO	1
5. ÁREA DE INFLUENCIA	REGIONAL	3
	LOCAL	2
	PUNTUAL	1
6. REVERSIBILIDAD	RECUPERABLE A LARGO PLAZO	3
	RECUPERABLE A MEDIANO PLAZO	2
	RECUPERABLE A CORTO PLAZO	1
7. MAGNITUD DEL IMPACTO	ALTO	2,5 a 3.0= 3
	MEDIO	1,6 a 2,4= 2
	BAJO	< de 1,5 = 1

### 3.3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ESPERADOS

A partir de la identificación de las actividades generadoras y los elementos o componentes del medio, se aplica el método del árbol de impacto (Sorensen, 1.973), el cual mediante una relación causa - efecto, determina los impactos tipo primario (Impacto directo) y secundario (Impacto indirecto).

3.3.1 Caracterización de los impactos esperados. Aplicando el método de Coles (1987), se realiza una asignación de valores numéricos subjetivos a los criterios en el cuadro N° 8, estos impactos se evalúan de acuerdo a:

1. Duración: Se identifica teniendo en cuenta el tiempo durante el cual se manifiestan y permanecen los efectos o alteraciones que sufre el medio posterior a la ejecución de una acción específica. Las categorías asignadas son:

Largo plazo: Esta categoría se asigna a un impacto, cuando el efecto sobre el medio permanece aún después de finalizar la acción, se califica con un valor de 3.

Mediano plazo: Cuando el efecto sobre el medio permanece únicamente durante el tiempo de duración de la acción, se califica con un valor de 2.

Corto plazo: Cuando el efecto sobre el medio es transitorio y permanece solo en un lapso de tiempo entre la recepción del impacto y la finalización de la acción. Tiene una calificación de 1.

2. Intensidad: Determina la dimensión o tamaño de cambio que causa el impacto sobre el elemento afectado. Las categorías asignadas son:

Alta: Cuando una propiedad esencial del elemento es afectada por una acción o el impacto varía las características del elemento en más de un 70%, su valoración es de 3.

Moderada: Cuando sólo se varía algunas de las características del elemento, o su porcentaje de variación está entre 35 y 70%, se le asigna un valor de 2.

Baja: Cuando sólo una característica no esencial del elemento es afectada o cuando el porcentaje de variación de las características es inferior al 35%, su valor es de 1.

3. Posibilidad de Ocurrencia: Hace referencia a la posibilidad de ocurrencia de los impactos, basados en el tipo de actividad y la sensibilidad del medio ambiente. Las categorías de la probabilidad del impacto se califican como:

Alta: Se asigna cuando existe la certeza que el impacto va a ocurrir o por los menos un 70% de probabilidad de ocurrencia, se califica con un valor de 3.

Media: Cuando la probabilidad de ocurrencia varía entre 35 y 70%, el valor asignado es de 2.

Baja: Cuando la probabilidad de ocurrencia del impacto es baja (menor de 35% de probabilidad) o casi nula, se asigna un valor de 1.

4. Tendencia: Con este criterio se pretende determinar la evolución del elemento del medio después de sufrir alteraciones al efectuarse actividades que causan impactos tanto positivos como negativos, estableciéndose para su calificación tres categorías a saber.

Deterioro: Esta categoría se asigna a los impactos que ocasionen cambios tan fuertes sobre los elementos del medio, que traen como consecuencia un deterioro paulatino de estos. La calificación numérica es de 3 (en impactos negativos).

Estabilidad: Se usa para calificar los impactos que no ocasionan cambios posteriores sobre el medio, es decir que los elementos después del impacto tienden a permanecer en su estado actual. La calificación es de 2.

Mejoramiento: Esta categoría se utiliza para calificar los impactos de tipo positivo, que ocasionan mejoramiento en los elementos, generalmente se usa cuando se aplican las medidas de corrección y compensación necesarias. Se califica con 3 (en impactos positivos).

5. Área de influencia: Hace referencia al área donde se desarrolla determinado impacto. Las categorías de calificación son las siguientes:

Regional: Aquellos impactos que afectan a nivel de región, generalmente cubren el área de influencia indirecta del proyecto. Se valora con 3.

Local: Aquellos que involucran los impactos que limitan su efecto sólo a los alrededores donde se realiza el proyecto. Su calificación es de 2.

Puntual: Se refiere a los impactos que presentan sus efectos dentro del área donde se ejerce la acción directa. Su calificación es de 1.

6. Reversibilidad: Este aspecto mide el grado de recuperación de los elementos en cada uno de los ecosistemas, después de haberse implementado acciones correctivas para los efectos causados por los diferentes impactos durante la realización de las actividades específicas. Dentro de este aspecto se establecieron las siguientes categorías de calificación:

Recuperable a largo plazo: Este aspecto sugiere que los ecosistemas pueden lograr su recuperación, después de haberse desarrollado sobre él labores de corrección, compensación y recuperación de los elementos afectados durante la

realización de las actividades específicas. Se supone un tiempo aproximado no inferior de 18 meses. su calificación es de 3.

Recuperable a mediano plazo: Se presenta cuando después de aplicar las labores pertinentes, los ecosistemas afectados inician su recuperación en un término de seis a 18 meses, dependiendo de cada uno de los elementos del medio. Se califica con 2.

Recuperable a corto plazo: En esta categoría de calificación el tiempo necesario para la recuperación de los elementos de cada ecosistema afectado es de aproximadamente 3 a 6 meses. Se califica con 1.

7. Magnitud (MGI): La magnitud global del impacto es el resultado de promediar los valores dados a los parámetros de calificación por lo tanto determina el grado de afectación del elemento dependiendo de su duración, Probabilidad de ocurrencia, tendencia, extensión y capacidad de recuperación del elemento afectado. Matemáticamente se expresa con la siguiente relación:

$$MGI = \frac{\sum VC_i \dots n}{N_p}$$

Donde:

MGI = Magnitud global del impacto  
VC = Valor de calificación para cada parámetro por impacto  
Np = Número de parámetros evaluados

Su rango de calificación sería:

Alta : Cuando el promedio oscila entre 2,5 y 3, aproximándose a 3  
Media : Cuando el promedio oscila entre 1,6 y 2,4, aproximándose a 2  
Baja : Cuando el promedio es inferior a 1,5, aproximándose a 1

Una vez caracterizados los impactos se evalúan de acuerdo a la siguiente información

Tabla 9. Escala de valores de impactos

SIGLA	TIPO DE IMPACTO	VALORES DE MGIE
INL	Impacto negativo leve	( 0 - 17 )
INC	Impacto negativo considerable	(18 - 34 )
INCr	Impacto negativo critico	( 35 - 51 )
IPL	Impacto positivo leve	( 0 - 17 )
IPC	Impacto positivo considerable	(18 - 34 )
IPCr	Impacto positivo critico	( 35 - 51 )

### 3.4 DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE IMPACTO

#### Identificación de actividades potencialmente generadoras de impacto

Las actividades del proyecto que pueden generar impactos sobre los diferentes elementos ambientales identificados dentro del área de interés fueron clasificadas según la secuencia y las similitudes entre estas, en tres etapas (ver tabla No. 10)

Tabla 10. Actividades del proyecto

ETAPAS	CATEGORÍAS	ACTIVIDAD
I. OBRAS PRELIMINARES	Adecuación Del Terreno	Traslado de equipo y de maquinaria
		Descapote
		Explanación
		Disposición de cortes
		Selección de ruta, trazado y replanteo.
II. CONSTRUCCIÓN	Instalación de Redes	Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales
		Localización y replanteo
		Desmonte y limpieza
		Excavación
		Cimentación, relleno y compactación
III. OPERACIÓN	Operación y Mantenimiento	Captación de agua
		Mantenimiento de estructuras
		Suministro de agua

Tabla 11. Componentes ambientales alterados

COMPONENTE	ELEMENTO	INDICADORES DE IMPACTO
Medio físico	Suelo	Usos compatibles del suelo
		Generación suelo y subsuelo
		Erosión superficial
		Interferencias con el nivel freático
		Cambio de estructura del suelo
		Cambios de uso del suelo
		Acumulación de escombros
		Perdida de capa vegetal
	Aire	Alteración de niveles de ruido
		Emisión de material particulado
Emisión de gases a la atmósfera		
Agua	Aumento de sólidos en suspensión	
Alteración de agua de escorrentía		
Medio biótico	Flora	Perdida de cobertura vegetal
		Remoción de capa vegetal
	Fauna	Emigración de animales silvestres
Medio socio-económico	Social	Alteración de la tranquilidad comunitaria
		Aumento de calidad de vida
		Riesgo de accidentes
		Mejoramiento de cobertura y calidad de los servicios de alcantarillado y acueducto
		Mejoramiento de infraestructura
		Desarmonía
		Mejoramiento del recurso paisajístico
		Disminución de contaminación por vertimientos de aguas servidas
		Disminución de enfermedades
	Económico	Valorización de los terrenos
		Generación de empleo
		Incremento de comercio local



Tabla 12. Matrices de análisis de impactos

MATRIZ	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Matriz No 1 (TABLA 14)	Matriz de actividades y componentes ambientales afectados por el proyecto.	Relaciona cada una de las actividades clasificadas en sus etapas, con los elementos que serán afectados por las mismas.
Matriz No 2 (TABLA 15)	Matriz de interacción de impactos potenciales.	Valora según estimaciones a cada uno de los impactos potenciales que puede generar las actividades clasificadas según el tipo de alteración.
Matriz No 3 (TABLA 16)	Matriz de caracterización de impactos ambientales negativos.	Caracteriza por medio de escalas numéricas los tres componentes ambientales y las actividades generadas del proyecto.
Matriz No 4 (TABLA 17)	Matriz de caracterización de impactos ambientales positivos.	Caracteriza por medio de escalas numéricas
Matriz No 5 (TABLA 18)	Matriz de impactos directos e indirectos del proyecto.	Relaciona cada una de las actividades clasificadas en sus etapas, con los impactos producidos.
Matriz No 4 (TABLA 19)	Matriz de Resultados del análisis de la caracterización.	Relaciona cada una de las actividades clasificadas en sus etapas, con los principales impactos.

## 4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Para todas las etapas durante la construcción y operación del Plan Maestro de Acueducto del municipio de Puerto Guzmán, se identificó los siguientes impactos:

- Componente socioeconómico
- Control de ruidos y emisiones atmosféricas
- Almacenamiento de materiales y equipos
- Manejo de Excavaciones, desmonte y descapote
- Conservación y restauración geotécnica
- Manejo Paisajista y ornamentación
- Manejo de Flora y fauna

### 4.1. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO:

Objetivo:

Permitir la participación ciudadana en los procesos de control y desarrollo del proyecto.

Fase del Proyecto:

Durante todas las etapas de construcción y operación.

Impactos ambientales Identificados:

Incremento de la calidad de vida de la población  $\Rightarrow$  Mediante mejoramiento de la calidad y cobertura del acueducto, reducción de enfermedades vírales y morbimortalidad infantil.

Generación temporal de empleo (mano de obra no calificada)  $\Rightarrow$  Para la ejecución del proyecto.

Alteración de la tranquilidad comunitaria  $\Rightarrow$  Causados por generación de polvo, ruido, gases y aumento de actividad.

Consumo de insumos  $\Rightarrow$  porque genera la activación de materia de construcción.

Usos compatibles del suelo  $\Rightarrow$  La infraestructura del acueducto y sus servicios permiten habilitar nuevas áreas y valorizar las tierras.

Riesgos de accidentes ⇒ pueden presentar en las actividades de excavación y relleno.

Durante el funcionamiento del acueducto ⇒ todos los impactos a producirse son altamente positivos de manera persistentes, ya que permite el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

Medidas o Acciones de manejo:

1. El ingeniero contratista de la obra deberá instruir a todos los trabajadores sobre como actuar en las diferentes actividades, para evitar accidentes laborales.
2. Implementar acciones pedagógicas y participativas que contribuyan al manejo sustentable del ambiente y al uso sostenible del recurso agua dirigido a la comunidad en general y al personal vinculado directamente al proyecto.
3. Elaborar el programa de contratación en el cual se le dará prioridad a la mano de obra no calificada de la región, en el cual se establecerá los requisitos y la forma de vinculación al proyecto.
4. Mantener un canal de comunicación permanente entre las diferentes comunidades, sus líderes y las autoridades competentes con el fin de solucionar conflictos.

Responsable: Dueño del proyecto, contratista y comunidad.

Costo de la actividad: \$ 3.000.000

#### 4.2. CONTROL DE RUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS:

Objetivo:

Implementar lineamientos que permitan un adecuado desarrollo de las diferentes actividades, con el objeto de prevenir y mitigar la contaminación al recurso aire, la buena utilización de la maquinaria, equipos y materiales para prevenir la afectación al medio natural y a la comunidad.

Fase del Proyecto:

Durante todas las etapas de construcción.

Impactos ambientales Identificados:

Incremento de ruidos ⇒ Altera los patrones naturales del sonido, la incidencia se da sobre los conductores de la maquinaria, y los habitantes localizados áreas inmediatas a la actividad en ejecución.

Emisión de material particulado a la atmósfera ⇒ La producción de polvo al aire, desmejorando su calidad.

Alteración de la tranquilidad comunitaria ⇒ molestias a su bienestar causado por generación de polvo y gases.

Medidas o Acciones de manejo:

1. Mientras el material particulado permanezca sobre la superficie, se lo remojará, para evitar que el viento levante polvo.
2. Para evitar molestias a la comunidad por emisión de ruidos, los trabajos se realizarán únicamente durante el día.
3. Exigir la utilización de silenciadores en los exhostos de vehículo, maquinaria y equipos.
4. Se darán instrucciones a conductores y operadores para evitar el uso innecesario de cornetas o bocinas que emitan altos niveles de ruido.
5. Teniendo en cuenta que las vías del municipio de Puerto Guzmán son en material pétreo, se tomarán medidas como el rociado de las vías y reducción de la velocidad de circulación, para disminuir la emisión de material particulado.

Responsable: Dueño del proyecto y contratista.

Costo de la actividad: \$ 700.000

#### 4.3. MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS:

Objetivo:

Aplicar normas y procedimientos para el buen manejo y almacenamiento adecuado de materiales y equipos utilizados durante la construcción, para evitar riesgos de contaminación ambiental por la mala manipulación y almacenamiento.

Fase del Proyecto:

Durante todas las etapas de construcción.

Impactos ambientales Identificados:

Alteración de la tranquilidad comunitaria ⇨ molestias causadas por emisión de gases y ruidos.

Generación temporal de mano de obra no calificada ⇨ Para la ejecución del proyecto.

Generación de residuos

Perdida de cobertura vegetal

Emisión de gases a la atmósfera ⇨ provenientes de la combustión de hidrocarburos, producidos por la operación de maquinas y volquetas.

Medidas de precaución y Orden en la manipulación y distribución de materiales y equipos.

Medidas o Acciones de manejo:

1. Para controlar la emisión de gases, la medida principal consistirá Establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, se realizará revisión y mantenimiento constante.
2. El lavado de maquinaria y equipos sobre los cuerpos de agua están prohibidos debido a la contaminación generada por aceites, grasas y combustibles. La limpieza y mantenimiento se realizará en talleres o sitios que forme parte del proyecto y se deberán acondicionar incluyendo la dotación de sistemas para tratamiento de las aguas de lavados y procedimientos para la recolección de aceites, filtros, baterías, partes y piezas contaminadas entre otras.
3. Durante la movilización de la maquinaria y equipo o el transporte de elementos para la construcción se debe tener en cuenta las especificaciones de los vehículos de transporte y de las vías a utilizar.
4. La bodega deberá permitir la circulación de aire mediante espacios laterales en el proceso de almacenamiento en la parte superior habrán estructuras para la ventilación.
5. Dentro de la bodega deberá existir una adecuada señalización que indique la localización y tipo de producto que ahí se encuentran.

6. Para el diseño de la bodega se tendrá en cuenta la construcción de un dique y un canal perimetral para contener y recoger cualquier derrame de productos químicos.

7. La mayoría de estos productos reaccionan con el agua por lo que se hace necesario la instalación de estructuras que protejan de agua lluvia y de escorrentía

8. Se informará al personal de la obra sobre el correcto manejo de estos productos y las implicaciones sobre la salud de suceder un inadecuado manejo, así como se designará un bodeguero debidamente capacitado sobre el manejo de los productos ahí almacenados

9. Una vez el material químico sea utilizado su envoltura o empaque será dispuesto en los sitios específicos para su posterior evacuación o incineración

10. Se tendrá especial cuidado con el almacenamiento de combustibles ya que estos generan un alto riesgo, en lo posible se darán instrucciones para evitar su almacenamiento.

Responsable: Dueño del proyecto y contratista.

Costo de la actividad: \$ 2.500.000

#### 4.4. MANEJO DE EXCAVACIONES, DESMONTE Y DESCAPOTE:

Objetivo:

Minimizar la afectación al recurso suelo, del adecuado manejo de excavaciones, aprovechando racionalmente los materiales de desmonte y descapote para su utilización en labores de restauración de la áreas afectadas.

Fase del Proyecto:

Durante todas las etapas de construcción.

Impactos ambientales Identificados:

Pérdida de cobertura vegetal  $\Rightarrow$  Debido a las excavaciones

Generación de suelo y subsuelo  $\Rightarrow$  Por quedar el recurso expuesto a la acción de factores externos como el viento y agua

Generación temporal de mano de obra no calificada  $\Rightarrow$  Para la ejecución del proyecto.

Erosión superficial  $\Rightarrow$  Ocurre solamente durante la etapa de construcción por las actividades de movimientos de tierra, y de las excavaciones, quedando expuestas en los terraplenes a la erosión por escorrentía.

Interferencias con el nivel freático  $\Rightarrow$  En algunos sectores se presentaría interferencias con el nivel freático, esto ocurre solo en tramos muy puntuales.

Cambio de estructura del suelo  $\Rightarrow$  efecto resultante de la compactación del suelo

Medidas o Acciones de manejo:

1. La excavaciones se conformarán de acuerdo con los trazos, secciones, pendientes y cotas del proyecto, los materiales inadecuados como las arcillas blandas, rocas sueltas y demás materiales deberán ser movidos aun por fuera de las líneas y cotas del proyecto.
2. La tierra sobrante que debe transportarse al botadero, una vez cargada en volquetas esta deberá cubrirse con carpas de lona o plástico, para evitar contaminación a la atmósfera
3. No se autorizará la excavación de zanjas, hasta que las tuberías se encuentren en su totalidad en la obra, o en cantidad suficiente, de tal manera que se vaya instalando paralelamente a medida que van avanzando dichas zanjas.
4. El contratista deberá elaborar un plan de trabajo de tal manera que las excavaciones no se adelanten a la instalación de la tubería para evitar en lo posible los derrumbes causados por la lluvia por fallas propias del terreno o por excavaciones abandonadas.
5. Los trabajos de instalación de tubería para alcantarillado se comenzarán de abajo hacia arriba en el sentido contrario del flujo de agua.
6. Los derrumbes que se presenten después que el talud haya sido perfilado, deberán repararse por medio de un relleno escalonado y cuya densidad de compactación no sea inferior al 95% de la densidad del relleno natural.
7. Durante la explanación del área útil del proyecto, el material de corte se utilizará para rellenar el terreno y darle una conformación final, el material sobrante se dispondrá en una zona de botaderos cerca del área del proyecto, previa localización con la autoridad ambiental y la administración municipal.

8. Disponer los productos de descapote (los primeros 20 cms), en sitios que permitan su adecuado almacenamiento. Una vez se termine la obra deberán utilizarse en labores de recuperación y amortiguamiento del área.
9. Disponer el material de corte en un lugar seguro, antes de su disposición final en el terreno, para evitar que sean arrastrados y se conviertan en elementos contaminantes de los cuerpos de agua del área.
10. En las operaciones de bombeo se deberá emplear el menor tiempo posible, para evitar las socavaciones que se forman por detrás del tablestacado y que menoscaban la resistencia del terreno adyacente.
11. La disposición de materiales excavados en área objeto de llenos se utilizara en los terraplenes que conforman las riberas de las canalizaciones y vías; Se emplearan bajo condiciones admisibles de humedad regando el material en capas compactadas, que no excedan un limite de 20 cm. En el espesor.
12. En caso de que sea necesario el corte de árboles de gran tamaño, se deberá programar la caída (en sentido longitudinal al eje de la vía).

Responsable: Dueño del proyecto y contratista.

Costo de la actividad: \$ 1.200.000

#### 4.5. CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN GEOTÉCNICA:

Objetivo:

Aplicación de lineamientos y actividades que minimicen, prevengan y controlen los procesos de erosión, sedimentación y desestabilización de taludes, flora, suelo, fauna, agua e infraestructura.

Fase del Proyecto:

Durante todas las etapas de construcción y operación del proyecto

Impactos ambientales Identificados:

Alteración de la tranquilidad comunitaria  $\Rightarrow$  molestias causadas por emisión de ruidos y sólidos.

Generación temporal de mano de obra no calificada  $\Rightarrow$  Para la ejecución del proyecto.

Pérdida de cobertura vegetal



Cambio de uso del suelo  $\Rightarrow$  Por cuanto el tendido de red de tubería lo inhabilita para la actividad agropecuaria, pero este efecto se dará en pequeñas zonas, en las demás zonas prácticamente ya se ha dado el cambio de uso agrícola a uso urbano.

Aumento de sólidos en suspensión  $\Rightarrow$  Los sólidos productos de movimientos de tierra son arrastrados por acción de aguas lluvias a las corrientes lo cual causa impactos adversos.

Medidas o Acciones de manejo:

1. Reducir y restringir las áreas de desmonte y descapote.
2. Revegetalizar con especies nativas las áreas de afectadas una vez finalizadas las obras civiles.
3. Construcción de obras de contención tales como trinchos, gaviones entre otras, teniendo en cuenta la pendiente y estabilidad del terreno.
4. Manejo de aguas de escorrentía con obras de drenajes como cunetas perimetrales, disipadores de energía, corta corrientes, y zanjas de coronación.
5. Se debe mantener la tierra cubierta con tela plástica, se minimizara en gran forma el aumento de los sólidos en suspensión por efecto de la escorrentía y además se agilizará la reutilización de la tierra en el relleno de las excavaciones.
6. Optimizar los sitios de uso temporal para minimizar los efectos negativos, incorporando criterios ambientales en la selección y diseño de los mismos; Reduciendo el área de los mismos.

Responsable: Dueño del proyecto y contratista.

Costo de la actividad: \$ 2.500.000

#### 4.6. MANEJO PAISAJISTA Y ORNAMENTACIÓN

Objetivo:

Establecer pautas que eviten la afectación y deterioro del recurso paisaje y ornamentación, de acuerdo con lo establecido en el decreto 2811 de 1974 Código de Recursos Naturales “El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido”; Implementar mecanismos encaminados a la protección y conservación del patrimonio paisajístico.

La evaluación del impacto visual intenta predecir y evaluar la importancia y la magnitud de los impactos visuales de los paisajes de los desarrollos propuestos en la construcción del plan maestro de acueducto del municipio de Puerto Guzmán.

Fase del Proyecto:

Durante todas las etapas de construcción.

Impactos ambientales Identificados:

Alteración de la tranquilidad comunitaria  $\Rightarrow$  por la alteración al paisaje.  
Generación temporal de mano de obra no calificada  $\Rightarrow$  Para la ejecución del proyecto.

Remoción en la capa vegetal  $\Rightarrow$  En el sector donde se hará descapote de la capa vegetal, lo cual provoca un efecto negativo en el paisaje.

Acumulación de escombros  $\Rightarrow$  Altera la estética del paisaje por los depósitos de tierra y escombros que se acumulan sobre la superficie entre el periodo de excavación y la reutilización de estos materiales o la evacuación de los sobrantes.

Desarmonía  $\Rightarrow$  Debido a la excavación y acumulación de tierra y escombros provocan una percepción poco agradable. Igualmente desarmoniza en el lugar designado para la construcción de captación del agua, desarenador, tanque de tratamiento y tanque de almacenamiento.

Medidas o Acciones de manejo:

1. Implementar actividades de reforestación en áreas críticas como son las cercanas a la planta de tratamiento.
2. El impacto producido en lugar de la construcción de la planta de tratamiento es un contraste entre la morfología natural y el aspecto ingenieril, aunque es un impacto altamente visible no es muy representativo para la comunidad ya que es un lugar lejano al centro urbano, se realizarán todas las actividades de construcción evitando la afectación directa con el recurso vegetal mediante la acumulación de escombros lo que disminuye el impacto negativo.
3. Una vez que se hayan efectuado los llenos de las excavaciones se revegetalizará las áreas intervenidas, con especies nativas teniendo en cuenta el lugar de la intervención, si es en la vía se realizará con vegetación de tipo ornamentación para jardín de acuerdo a lo solicitado por la comunidad.

4. Para evitar la acumulación de escombros que se depositan temporalmente en los terraplenes de las calles al efectuar las excavaciones, se iniciará de inmediato el desalojo total de aquellos materiales que no se utilizarán en los rellenos, transportándolos en volquetas hasta los sitios definidos como botaderos y escombreras.
5. Para el control de la desarmonía se acelerará el reacondicionamiento de las áreas de construcción.
6. Se debe evitar al máximo la extracción de material vegetal; en el caso de que se requiera la extracción de material vegetal ornamental se lo realizará con previa autorización del propietario.
7. La descarga de tubería deberá almacenarse en bodega hasta el momento de su utilización para evitar contaminación visual.
8. La contaminación visual en la zona urbana es temporal solo durante la etapa de la construcción, en la zona rural que es donde se construirá la planta de tratamiento la intervención al paisaje es permanente pero no negativa ya que al evitar la contaminación por los escombros solo quedará la obra de ingeniería civil que no causa un efecto negativo visualmente al paisaje ya que se encuentra rodeado de vegetación arbórea de estructura alta, además por que este tipo de infraestructura es sumamente vital para la construcción adecuada del acueducto, este impacto es positivo para la comunidad ya que mejora la calidad de vida socio ambiental.

Responsable: Dueño del proyecto y contratista.

Costo de la actividad: \$ 3.500.000

#### 4.7. MANEJO FLORA Y FAUNA

Objetivo:

Dar pautas que eviten el deterioro del recurso flora y fauna en el área de influencia del proyecto, especialmente en la zona donde se encuentra la planta de tratamiento del acueducto debido a que esta zona no presenta alto grado de intervención demostrándose con la presencia de diferentes especies vegetales nativas en buenas condiciones.

Fase del Proyecto:

Durante todas las etapas de construcción y operación.

Impactos ambientales Identificados:

Alteración de la tranquilidad comunitaria  $\Rightarrow$  por la alteración al paisaje.

Afectación a comunidades faunísticas (aves y reptiles q se conocen con nombre vulgar pero no existe un inventario faunístico q determine exactamente que especies son)  $\Rightarrow$  En el sector donde se construirá la planta de tratamiento.

Perdida de especies arbóreas y arbustivas vegetal (la cobertura vegetal son rastrojos maduros a bosques medianamente intervenidos y área en regeneración natural)  $\Rightarrow$  En las áreas que sean necesarias para la construcción de la planta de tratamiento.

Acumulación de escombros  $\Rightarrow$  Altera la estética del paisaje por los depósitos de partes sobrantes del corte de la vegetación.

Desarmonía  $\Rightarrow$  Debido a la desaparición de especies de flora y fauna.

Medidas o Acciones de manejo:

1. La principal estrategia consistirá en realizar revegetalización, reforestación en todas las áreas afectadas; se utilizara especies nativas de la región, se debe garantizar su prendimiento.
2. Los árboles deben sembrarse en un ahoyado de mínimo 40 \* 40 cm., y profundidad de 50 cm. Las plántulas deberán medir mínimo 30 cm. de altura. Se recomienda sembrar:

Tabla 13. Especies recomendadas para protección

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	DISTANCIA DE SIEMBRA
<i>Pithecelobium longifolia</i>	Chiparo	3 * 3 metros
<i>Baunia sp.</i>	Casco de vaca	3 * 3 metros
<i>Guarea trichiloides</i>	Bilibil	4 * 4 metros
<i>Trichantera gigantea</i>	Nacadero	2 * 2 metros
<i>Inga sp.</i>	Guamos	3.5 * 3.5 metros
<i>Miconia theaezans</i>	Morochillo	4 * 4 metros
<i>Matissia cordata</i>	Zapote	4 + 4 metros
<i>Osteophloeum sulcatum</i>	Caracolí	6 * 6 metros
<i>Apeiba sp.</i>	Peine mono	6 * 6 metros

3. Las especies faunísticas encontradas deberán ser ubicadas en ecosistemas naturales similares al ecosistema en que fueron encontradas; en caso contrario deberán entregarse a CORPOAMAZONIA.

Responsable: Dueño del proyecto y contratista.

Costo de la actividad: \$ 3.500.000

Tabla 14. Matriz de actividades y componentes ambientales afectados por el proyecto

ETAPAS	ACTIVIDADES	COMPONENTES AMBIENTALES						
		FÍSICOS			BIOLÓGICOS		SOCIO -ECONÓMICOS	
		Suelo	Aire	Agua	Vegetación	Fauna	Social	Económicos
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	Traslado de equipo y de maquinaria	XXXXX	XXXXX					XXXXX
	Descapote	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX		
	Explanación	XXXXX	XXXXX	XXXXX				
	Disposición de cortes	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX			
	Selección de ruta, trazado y replanteo.						XXXXX	XXXXX
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales	XXXXX	XXXXX					
	Localización y replanteo	XXXXX		XXXXX	XXXXX			
	Desmonte y limpieza	XXXXX			XXXXX			
	Excavación	XXXXX	XXXXX					
	Cimentación, relleno y compactación	XXXXX	XXXXX		XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX
<b>OPERACIÓN</b>	Captación de agua			XXXXX			XXXXX	XXXXX
	Mantenimiento de estructuras			XXXXX			XXXXX	XXXXX
	Suministro de agua			XXXXX			XXXXX	XXXXX

**Tabla 15. IMPACTOS POTENCIALES**

Impactos potenciales Generados por las Actividades		IMPACTOS POTENCIALES												
		Generación Temporal de Empleo	Alteración a tranquilidad Comunitaria	Cambios en el uso del suelo	Alteración al Paisaje	Afectación a Fauna	Emisión de material particulado a la	Mejoramiento de la Calidad de	Incremento a la cobertura de	Cambio de estructura del suelo	Perdida de cobertura vegetal	Emisión de gases a la atmósfera	Incremento de ruido	Erosión superficial
<b>Alteraciones Ambientales</b>														
ALTERACIONES EN LA SUPERFICIE	Localización y Replanteo	B	a	O	O	O	O	O	b	a	O	O	O	O
	Desmonte y Limpieza	B	a	a	a	a	a	b	O	O	a	O	O	a
	Explanación	O	O	a	O	O	O	O	O	a	O	O	O	O
	Excavación	B	A	SA	a	O	A	O	O	A	a	O	A	A
	Captación de agua.	O	O	a	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	Descapote	B	a	a	a	O	a	O	O	O	a	O	O	a
	Instalación de tuberías.	B	a	SA	a	O	O	B	b	A	O	a	a	O
ALTERACIÓN DEL SUELO	Adecuación de instalaciones para almacenamiento de materiales	B	a	A	a	a	a	b	O	A	O	O	O	O
	Cimentación, relleno y compactación	B	a	A	a	O	a	b	O	SA	O	O	a	a
ALTERACIONES EN EL DESARROLLO HUMANO	Adquisición de servidumbre	O	a	a	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	Despeje y adecuación de servidumbre	B	a	a	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

<b>SA</b>	Impacto significativo adverso, representa un resultado nada deseable ya sea en términos de degradación de la calidad previa al factor ambiental o dañando el factor desde una perspectiva ambiental
<b>A</b>	Impacto adverso, representa un resultado negativo ya sea en términos de degradación de la calidad previa al factor ambiental o dañando el factor desde una perspectiva ambiental
<b>a</b>	Impacto adverso pequeño, representa una leve degradación de la calidad previa al factor ambiental o que se daña un poco el factor desde una perspectiva ambiental
<b>B</b>	Impacto beneficioso, representa un resultado positivo ya sea en términos de mejorar la calidad previa al factor ambiental o de mejorar el factor desde una perspectiva ambiental.
<b>SB</b>	Impacto significativo beneficioso, representa un resultado positivo ya sea en términos de mejorar la calidad previa al factor ambiental o de mejorar el factor desde una perspectiva ambiental.
<b>b</b>	Impacto beneficiosos pequeño, representa una leve mejora de la calidad previa al factor ambiental o que se mejora un poco el factor desde una perspectiva ambiental.
<b>O</b>	Como resultado de considerar la acción del proyecto relativa al factor ambiental tal no se espera que ocurra un impacto medible.

**Tabla16. MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS**

COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO AMBIENTAL	INDICADORES DE IMPACTOS	OBRAS PRELIMINARES							CONSTRUCCION							OPERACIÓN						
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
FISICOS	SUELO	Cambio de la morfología del suelo	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2
		Erosión superficial	0	0	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1
		Cambio uso del suelo	2	1	3	3	2	3	3	3	1	3	3	2	3	3	3	1	1	3	2	2	2
	AIRE	Alteración de niveles de ruido	0	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1
		Emisión de material particulado	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	0	1	1	2	1	1	1
		Emisión de gases	0	0	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1
AGUA	Alteración de agua de escorrentía	1	1	1	2	1	1	2	2	3	2	3	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	
BIOLOGICOS	FLORA	Perdida de cobertura vegetal	2	1	2	3	1	3	2	2	2	3	3	1	3	3	2	1	1	2	1	3	1
		Cambio del panorama paisajístico	3	1	2	2	1	1	1	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2
	FAUNA	Emigración de animales silvestres	1	0	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2
SOCIO-ECONOMICOS	SOCIAL	Alteración ala tranquilidad comunitaria	0	0	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1
		Riesgo de accidentes	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1
No de impactos por etapa			12							12							12						
MPIE			1							2							1						
MGIE			12							24							12						
Tipo de impacto por etapa			INL							INCr							INL						

Tipo de impacto		1. Duración	2. Intensidad	3. Ocurrencia	4. Tendencia	5. Area de Influencia	6. Reversibilidad	7. Magnitud del Impacto								
INL	Impacto negativo leve	0-17	Largo plazo	3	Alta	3	Alta	3	Deterioro	3	Regional	3	Recuperable largo plazo	3	Alto	2.5-3.0=3
INCr	Impacto negativo crítico	18-34	Mediano plazo	2	Moderada	2	Media	2	Estabilidad	2	Local	2	Recuperable mediano plazo	2	Medio	1.6-2.4=2
INF	Impacto negativo fuerte	34-51	Corto plazo	1	baja	1	baja	1	mejoramiento	1	puntual	1	Recuperable corto plazo	1	bajo	< 1.5= 1



**Tabla 17. MATRIZ DE CARACTERIZACION DE IMPACTOS POSITIVOS**

COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO AMBIENTAL	INDICADORES DE IMPACTOS	OBRAS PRELIMINARES							CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN						
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
SOCIO-ECONOMICOS	SOCIALES	Mejoramiento de cobertura y calidad de los servicios del acueducto	0	0	0	1	3	0	2	3	3	3	2	3	0	3	3	3	3	2	3	0	3
		Mejoramiento de infraestructura	1	0	1	1	3	0	2	3	2	3	1	3	0	2	1	0	1	2	3	0	3
		Mejoramiento del recurso paisajístico	0	0	0	1	3	0	1	2	2	1	2	3	0	2	3	3	3	1	3	0	2
		Disminución de contaminación por vertimientos de aguas servidas	0	0	1	1	3	0	3	0	0	1	1	3	0	3	3	3	3	1	3	0	3
		Disminución de enfermedades	0	0	1	1	3	0	2	0	0	1	1	3	0	3	3	3	3	1	3	0	3
		Mejoramiento de la calidad de vida	1	1	0	1	3	0	1	3	3	2	2	3	0	2	3	3	3	2	3	0	3
	ECONOMICOS	Valorización de los terrenos	0	0	1	1	2	0	1	2	2	2	1	3	0	2	3	3	3	2	3	0	3
		Generación de empleo	2	2	1	1	2	0	1	3	2	2	2	2	0	2	2	1	2	2	1	0	2
		Incremento de venta de insumos	2	2	2	1	1	0	1	2	3	2	2	1	0	2	1	1	2	2	2	0	1
	No de impactos por etapa			9							9							9					
MPIE			1							2							3						
MGIE			9							18							27						
Tipo de impacto por etapa			IPL							IPC							IPC						

Tipo de impacto			1. Duración	2. Intensidad	3. Ocurrencia	4. Tendencia	5. Area de Influencia	6. Reversibilidad	7. Magnitud del Impacto							
IPL	Impacto positivo leve	0-17	Largo plazo	3	Alta	3	Alta	3	Deterioro	3	Regional	3	Recuperable largo plazo	3	Alto	2.5-3.0=3
IPC	Impacto positivo considerable	18-34	Mediano plazo	2	Moderada	2	Media	2	Estabilidad	2	Local	2	Recuperable mediano plazo	2	Medio	1.6-2.4=2
IPF	Impacto positivo fuerte	34-51	Corto plazo	1	baja	1	baja	1	mejoramiento	1	puntual	1	Recuperable largo plazo	1	bajo	< 1.5=1

**Tabla 18. IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL PROYECTO**

ETAPA	IMPACTO PRIMARIO	IMPACTO SECUNDARIO	TIPO DE MEDIDA
OBRAS PRELIMINARES	Alteración de las vías por tráfico	Congestión e Incremento de riesgos por tráfico.	Mitigable
	Alteración niveles de ruido	Molestias a la comunidad	Mitigable
	Aumento de contratación	Generación de empleo	-----
	Emisión de gases	Contaminación del ambiente y molestias a la población	Compensable
	Emisión de partículas a la Atmósfera	Contaminación del ambiente y molestias a la población	Mitigable
	Alteración a la tranquilidad comunitaria	Descontento e incomodidad de la población local.	Compensable
	Alteración del paisaje	Congestión e Incremento de riesgos por tráfico.	
	Alteración del nivel de ruido	Molestias a la comunidad	-----
CONSTRUCCION	Aumento Calidad de Vida	Incremento bienestar social	-----
	Aumento de contratación	Generación de empleo	-----
	Cambio de estructura del suelo	suceptibilidad de los suelos a encharcamiento	
	Cambio de la morfología del suelo	Erosión por arrastre de aguas de escorrentías	-----
	Cambio del panorama paisajístico	Perdida del panorama natural de vegetación y fauna nativas.	
	Emisión de gases	Contaminación del ambiente y molestias a la población	-----
	Emisión de partículas a la atmósfera	Contaminación del ambiente y molestias a la población	-----
	Mejoramiento de organización social	Aumento de calidad de vida	
	Mejoramiento de infraestructura	Mejoramiento de la calidad de vida	Mitigable
	Molestias a la población circunvecina	Descontento e incomodidad de la población local.	-----
OPERACIÓN	Aumento Calidad de Vida	Incremento bienestar social	Optimizable
	Mejoramiento de organización social	Aumento de calidad de vida	-----
	Incremento de la Cobertura de Acueducto	Reducción de gastos en tratamientos médicos	Optimizable
	Mejoramiento del Nivel de Salud.	Reducción de enfermedades gastrointestinales y dermatológicas	-----
	Alteración del Paisaje	Pérdida de cobertura vegetal	Compensable

**Tabla 19. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CARACTERIZACION**

ETAPA	TIPO DE IMPACTOS	ELEMENTO MAS IMPACTADO	PRINCIPALES IMPACTOS	COMENTARIO
OBRAS PRELIMINARES	Impacto Negativo leve (INL)	Suelo	Cambio de uso del suelo. Erosión Superficial.	La contaminación del ambiente ocasionada por la movilización produce molestias a la población.
		Aire	Alteración de niveles de ruido  Emisión de polvo y gases	La movilización de los equipos durante el proyecto involucra una momentánea contaminación del ambiente con ruido, gases y polvo.
	Impacto Positivo Leve (IPL)	Económico	Generación de empleo	Es necesario la contratación de mano de obra no calificada para el desarrollo de esta etapa.
CONSTRUCCIÓN	Impacto Negativo Critico (INCr)	Aire	Alteración de niveles de ruido Emisión de polvo y gases	Las actividades de construcción de infraestructura y vías internas causan contaminación ambiental de ruido y polvo principalmente.
		Social	Demanda de servicios Cambio del panorama paisajístico  Molestias a la población	La construcción de las instalaciones demanda servicios como luz y agua, cambia el panorama paisajístico de naturaleza a uno mas urbano y causa molestias a la población como contaminación ambiental y aumento del trafico vehicular en la zona.
		Suelo	Cambio de la morfología del suelo	Las actividades de sustracción de material de arrastre y construcción de vías internas cambia la forma superficial del suelo.
	Impacto Positivo Fuerte (IPF)	Económico	Generación de empleo	Es necesario la contratación de mano de obra no calificada para el desarrollo de esta etapa.
		Social	Mejoramiento de infraestructura Mejoramiento de la calidad de vida  Mejoramiento de la organización social	La construcción de las vías internas y de las instalaciones de mampostería y locativas favorecen la infraestructura, mejorando la calidad de vida de la comunidad y motivando el mejoramiento de la organización social.
OPERACION	Impacto Negativo Critico (INCr)	Social	producción de residuos sólidos  demanda de servicios	La etapa de ocupación y uso de las viviendas demanda necesariamente servicios públicos y genera residuos sólidos domésticos.
	Impacto Positivo Fuerte (IPF)	Social	Mejoramiento de la calidad de vida  Mejoramiento de la organización social	El proyecto de urbanización en operación mejora considerablemente la calidad de vida de la comunidad ocasionando e incentivando la organización social.
		Economico	Generación de empleo	La ocupación y uso de la urbanización va a generar empleo en la zona y por lo tanto incentiva la activación económica del sector.

## 5. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO – ACUEDUCTO

Objetivo:

Verificar si el sistema implementado si se mantiene para evaluar la efectividad del sistema, la eficacia de las medidas de prevención, mitigación o control incluidas en el Plan de Manejo ambiental.

ETAPA DE DESARROLLO DEL PLAN:

Construcción, y Operación.

### COMPONENTES DEL PLAN

El plan de seguimiento y monitoreo incluye los aspectos previstos en la Tabla N° 18. Para Correlacionar los resultados del análisis, éste se enmarca dentro de los objetivos de la gestión ambiental y es concordante con los impactos previsibles y su manejo.

### ASPECTOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El plan de seguimiento y monitoreo se lleva a cabo con el fin de realizar el control sobre las medidas utilizadas para mitigar, minimizar, prevenir los impactos medio ambientales y sociales identificados durante todas las actividades de construcción y operación del plan maestro de acueducto y alcantarillado del municipio de Puerto Guzmán; como son el Componente socioeconómico, Control de ruidos y emisiones atmosféricas, Almacenamiento de materiales y equipos, Manejo de Excavaciones, desmonte y descapote, Conservación y restauración geotécnica, anejo Paisajista y ornamentación, Manejo de Flora y fauna.

Para evaluar la eficacia de la medida utilizada sobre el componente alterado para lograr el objetivo principal del Plan de Manejo Ambiental; evaluar la implementación y corregir las no conformidades que se puedan encontrar si se descubren deficiencias.

Se realizaran actividades de evaluación - control sobre diferentes puntos del proyecto.

El coordinador del proyecto debe tener clara políticas ambientales de protección de los recursos naturales para garantizar la no alteración negativa del bienestar comunitario.

Toma de muestras de agua que se ofrecerá para el consumo humano, a las cuales se realizar análisis fisicoquímico y bacteriológico para la evaluación de calidad; se realiza la captación y la calidad del agua potabilizada que se entrega al usuario final.

Se deberá realizar continuamente verificaciones sobre las áreas mas afectadas, como puede ser la construcción de zanjas debido a que el recurso suelo pierde su estabilidad, vale la pena resaltar que este efecto es temporal.

Se ejecutará cualquier otra actividad que CORPOAMAZONIA sugiera.

## 6. PLAN DE CONTINGENCIA DE ACUEDUCTO

Objetivo:

Se realizo un estudio para prevenir los riesgos profesionales teniendo en cuenta el peligro en el manejo de maquinaria y equipo y se tomen las medidas del caso; se hacen las siguientes actividades.

ETAPA DE DESARROLLO DEL PLAN:

Construcción

MEDIDAS:

- El coordinador de la obra deberá laborar con unas políticas ambientales de protección sobre los recursos naturales.
- El coordinador y el jefe de los trabajadores deberá identificar y clasificar los riesgos y el número de personas expuestas.
- Construir de manera muy adecuada la bodega o lugar de almacenamiento, de acuerdo con las sugerencias de los elementos que se depositaran en ella.
- Revisar continuamente el estado de almacenamiento de los insumos; Instalar puntos de control permanentes en las fuentes hídricas, para controlar fugas de aceite y combustible y posibles fuentes de erosión.
- Capacitar al personal sobre las acciones a llevar a cabo frente a una contingencia, primeros auxilios y manejo de productos químicos.

- De igual manera llevar control sobre las personas de la comunidad que se encuentren en relación directa con puntos de trabajo, ya que pueden sufrir accidentes por actividades como las excavaciones.
- No utilizar maquinaria pesada en suelos inestables o con problemas erosivos fuertes.

Costos: \$150.000.00

Labores de Interventoría (promedio)

## CONCLUSIONES

El estado actual de la cuenca por ser en su mayoría adquirida por la comunidad y la administración municipal, se encuentran como predios asignados a la conservación de la microcuenca La chorrera, garantizando protección a las riberas de la quebrada y en sus nacimientos, garantizando calidad y cantidad de agua; aguas arriba de la bocatoma, no se encuentran viviendas que por sus aguas servidas o actividades productivas atenten con la contaminación de la microcuenca.

El terreno presenta pendientes promedios del 12% y no hay procesos erosivos que puedan ocasionar impactos ambientales a la calidad de agua.

Se recomienda a la empresa de servicios públicos de Puerto Guzmán realizar el aforo de la fuente hídrica en diferentes secciones y el control de las derivaciones conocidas, permiten establecer la posibilidad de atender otras demandas de los mismos o de nuevos usuarios, mediante la ejecución de un balance hídrico teniendo en cuenta los caudales aportados por la fuente en época de estiaje, observando siempre la conservación de un caudal para el sostenimiento del recurso.

De acuerdo a la matriz de caracterización de impactos durante la etapa de obras preliminares y de operación los impactos ambientales negativo producidos son impactos negativos leves; que son con intensidad baja, ocurrencia baja, tendencia al mejoramiento, área de influencia puntual, reversibilidad recuperación a corto plazo y magnitud del impacto bajo.

Durante la etapa de construcción los impactos ambientales negativos es de tipo impacto negativo crítico; duración corto plazo, intensidad alta, ocurrencia media, tendencia a estabilidad, área de influencia local, reversibilidad recuperable a mediano plazo, magnitud del impacto medio.

Los impactos ambientales positivos producidos por la construcción del plan maestro de acueducto del municipio de Puerto Guzmán son de tipo impacto positivo considerable e impacto positivo fuerte, ya que mejorara la calidad de vida de toda la comunidad beneficiada por el suministro de agua potable, ya que disminuirá considerablemente las enfermedades gastrointestinales producidas por el consumo de agua sin tratamiento que es lo q pasa en la actualidad; esta clase de enfermedades es la causante en primer orden de la mortalidad de la niñez en el municipio.

Los impactos directos e indirectos q se producirán durante la ejecución de obras preliminares y de construcción son de tipo mitigable y compensable; que se

pueden mitigar y compensar ejecutando actividades q se mencionan en la Medidas o Acciones de manejo.

Durante la operación los impactos ambientales directos e indirectos son de tipo optimizable.

El uso eficiente del agua es fundamental para la conservación del recurso hídrico, por lo tanto básico para el desarrollo sostenible; por este motivo se recomienda realizar el programa de ahorro y uso eficiente del agua, que es un conjunto de proyectos y acciones que deben adelantar los usuarios del recurso hídrico para un manejo racional del agua, además son instrumentos gerenciales que orientan a las autoridades ambientales, empresa de servicios públicos, y a los usuarios del recurso.



## BIBLIOGRAFÍA

APRAEZ Irma, FAJARDO Fredy. Caracterización e identificación de dendrológica y rotulación de algunas especies forestales en el Jardín Botánico tropical Amazónico en la vereda de Caliyaco. Mocoa. Editorial ITP, 1998. 278 pp.

BENNET, P. Y A. Humphries. Introducción a la Ecología de Campo. Barcelona. Editorial Blume, 1978. 416 pp.

CONEZA FDEZ. – VICTORIA V., Guía Metodológica para la evaluación de Impacto Ambiental. 2da. Edición. Madrid. Editorial, 1995 Mundi-Prensa. 289 pp.

CAMPY OROZCO Alvaro, OBANDO Dubán. Costos y Tarifas. Santa Fe de Bogotá. Editorial 2000, 2003. 185 pp.

Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios. "Ley 142 de 1994- Ley 143 de 1994- Ley 226 de 1995- Ley 286 de 1996, Santa fe de Bogotá, Noviembre 1996.

Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios y actividades complementarios Andesco, Memorias, Primer Congreso Nacional de Empresas de Servicios Públicos. Cartagena, Noviembre de 1997. 136 pp

Organización Panamericana de la Salud, Folleto Agua y salud, 2005. 4 pp

## ANEXOS

Anexo A. Mapa municipio de Puerto Guzmán

Anexo B. Estudio de suelos plan de manejo ambiental.

Anexo C. Análisis de resultados.

Anexo D. Resumen de resultados estudio de suelos.

Anexo E. Perfil estratigráfico por apiques.

Anexo F. Comprensión inconfiada.

Anexo G. Clasificación.

Anexo H. Clasificación.

Anexo I. Perfil estratigráfico por apiques.

Anexo J. Comprensión inconfiada.

Anexo K. Clasificación.

Anexo L. Clasificación.

Anexo M. Fotos excavación.

Anexo N. Panorámica de bocatoma.