

**CORPONARIÑO
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO**

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL

**PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO – PORH
DEL RIO MOLINOYACO**



San Juan de Pasto 2013

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

FREDY RODRIGUEZ AUX
Subdirector Administrativa y Financiera

RAMIRO ERASO BELALCAZAR
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

FERNANDO BURBANO VALDEZ
Subdirector de Intervenciones para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

FRANKLIN JONNY ROSERO PATIÑO
Jefe Oficina de Control Interno

HUGO MARTIN MIDEROS LOPEZ
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TECNICO

KAROL ANDREA TORRES VALENCIA
Elaboración del PORH
Ingeniera Química

MAURICIO BASTIDAS BEDOYA
Coordinador PORH
Ingeniero Químico

RUBY VIANEY RODRIGUEZ
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafo

EQUIPO DE APOYO

MARIA FERNANADA FOLLECO VILLARREAL
Profesional Universitario SUBCEA

JAIRO LASSO
Supervisor
Ingeniero Químico

**EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2013 ORDENAMIENTO
RECURSO HÍDRICO CORPONARIÑO**

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO
Modelo de Simulación Matemático QUAL2K
Ingeniero Sanitario

ELIZABETH ERAZO
Diagnóstico Social Participativo
Trabajadora Social

LABORATORIO ESPECIALIZADO
Análisis de Muestras y Reporte de Resultados
Universidad de Nariño - UDENAR



INTRODUCCION

El ordenamiento del Recurso Hídrico es una herramienta facilitadora de gestión de las Corporaciones Autónomas Regionales, el cual permite un mayor conocimiento sobre el recurso hídrico a través del establecimiento de normas de vertimiento y objetivos de calidad, todo esto en conjunto con procesos participativos que vinculen a la comunidad.

La elaboración del plan de ordenamiento del recurso hídrico en el cauce principal del Rio Molinoyaco se realizo teniendo en cuenta la naturaleza, problemática, tipología y tamaño de la cuenca, además se contó con un equipo profesional capacitado para identificar los principales actores involucrados en los problemas de calidad de las cuerpos de agua que finalmente nos lleva al planteamiento de escenarios basados en las necesidades identificadas durante el desarrollo de las diferentes etapas del ordenamiento del recurso.

Este documento es solo un avance de una meta, cuyo objetivo principal es la implementación de lo que aquí se ha planteado, cuyo compromiso no es solo de la Corporación sino de todos los entes que de una u otra manera estén involucrados con la calidad del agua del cauce principal del Rio Molinoyaco.



2. GLOSARIO



AGUA:

Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estadolíquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor.

AGUA CONTAMINADA:

La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

AGUA POTABLE:

Agua con calidad suficiente, que el ser humano puede ingerir sin riesgos para su salud.

AGUA RESIDUAL:

Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser utilizada por una comunidad o industria. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA:

Provenientes de cocinas, baños, lavamanos, lavaderos y otros. Contiene materiales minerales, materia fecal, papel, restos de alimentos jabón y otros. En las industrias estas aguas provienen especialmente de unidades sanitarias.

AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL:

Conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas dentro de los procesos de una industria.

AGUA SUPERFICIAL:

Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

AFLUENTE:

Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratada parcial o totalmente, que ingrese a un reservorio o algún proceso de tratamiento. Curso de agua que desemboca en otro curso más importante.

CALIDAD DEL AGUA:

Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas (color, olor, sabor) del agua.

CAUDAL:

Cantidad de flujo que atraviesa una sección determinada de un curso de agua en una unidad de tiempo. (Volumen / tiempo).

COLECTOR:

Conductos que transportan aguas residuales a gran escala.

CONTAMINACIÓN:

Presencia en el ambiente de sustancias que deterioran su calidad, como microorganismos, productos químicos, residuos o derramamientos.

CONTAMINANTE:

Un compuesto que a concentración suficientemente alta causa daños en la vida de los organismos.

CUENCA:

Toda la superficie que encausa agua y sedimentos que convergen hacia un mismo río. Sistema geológico por donde fluye el agua, que incluye aguas superficiales (ríos, lagos, etc.) y subterráneas (acuíferos).

CUERPO RECEPTOR:

Curso de agua donde se descargan las aguas residuales.

DESCARGA:

Indica una situación en la que las sustancias (sólido, líquido o gaseoso) ingresan al medio ambiente.

EFLUENTE:

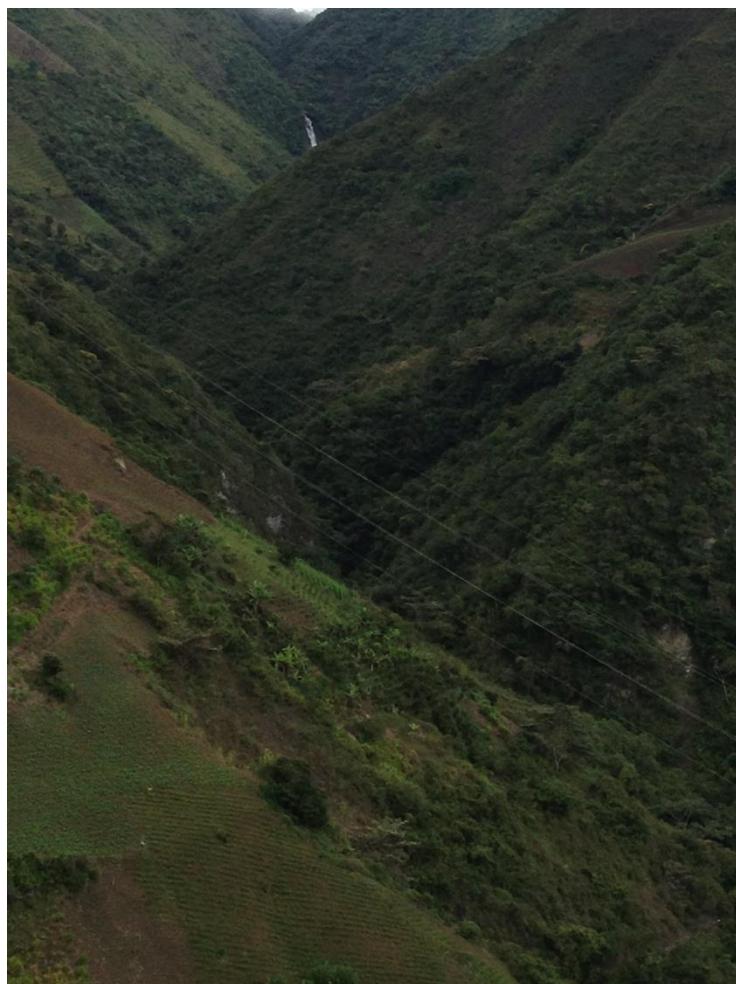
Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratado total o parcialmente, que sale de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento. La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua. Este es el agua producto dada por el sistema.

VERTIMIENTO:

Cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas residuales a un cuerpo de agua, canal, al suelo o el subsuelo.



3. MARCO LEGAL



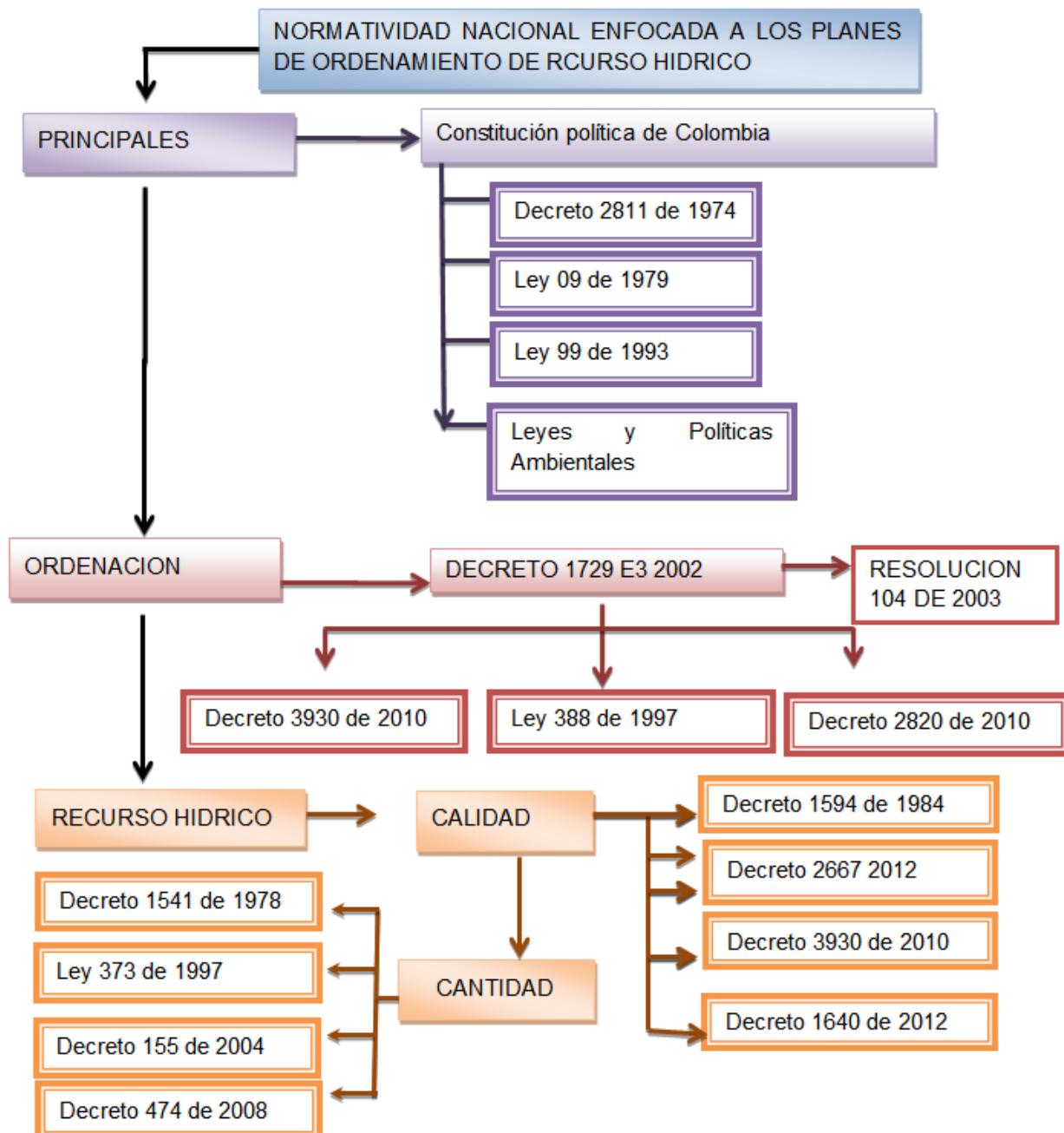
La legislación ambiental es un grupo de normas, que busca establecer un marco jurídico encaminado a la administración, protección, mejoramiento y aprovechamiento racional y sostenible tanto del medio ambiente como de los recursos naturales existentes en la corriente.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delega la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos renovables a las Autoridades Ambientales Regionales existentes en el País. Razón por la cual, la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO es la máxima Autoridad Ambiental en el Departamento, la cual tiene dentro de sus funciones la ejecución de las normas del Ministerio, entre las cuales se encuentran, las relacionadas con la elaboración de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales, Marinas y Subterráneas existentes en el área de Jurisdicción.

A continuación se presenta el diagrama de la Principal Normatividad Ambiental que rige actualmente en Colombia, empezando por los aspectos y políticas generales hasta los lineamientos y directrices específicas del recurso hídrico y su proceso de ordenamiento, además una tabla explicativa de cada norma, resaltando el tema y su alcance con relación al Ordenamiento del Recurso Hídrico.



Figura 1. Diagrama Normatividad Ambiental



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

3.1 ALCANCE NORMATIVO AMBIENTAL

| PRINCIPALES | |
|---|--|
| NORMA | ALCANCE |
| <u>Constitución Política de Colombia</u> | Consagra derechos y obligaciones para proteger los recursos y garantizar un medio ambiente sano. Asigna competencias a diferentes entes estatales para adelantar las tareas de administración, planeación, prevención y defensa del medio ambiente. |
| <u>Decreto - Ley 2811 de 1974</u> | <i>Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente:</i> define normas generales y detalla los medios para el desarrollo de la Política Ambiental. Entre otras competencias, asigna responsabilidades para ejecución de obras de infraestructura y desarrollo, conservación y ordenamiento de cuencas, control y sanciones, concesiones y uso del agua, tasas, incentivos y pagos, medición de usos, uso eficiente del agua y demás herramientas para la administración, protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables. |
| <u>Ley 09 de 1979</u> | <i>Código Sanitario Nacional:</i> Establece las normas generales para preservar, restaurar o mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana y define desde el aspecto sanitario los usos del agua y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente. |
| <u>Ley 99 de 1993</u> | <i>Sistema Nacional Ambiental SINA:</i> Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA. Define el marco legal y asigna funciones en relación con la formulación de la Política Nacional Ambiental, ordenamiento territorial y manejo de cuencas, obras de infraestructura, control de contaminación, definición y aplicación de tasas de uso del agua y retributivas, licencias ambientales, concesiones de agua y permisos de vertimiento, control, seguimiento y sanciones, manejo de conflictos de competencias, cuantificación del recurso hídrico, seguimiento de la calidad del recurso hídrico, conservación de cuencas, instrumentos económicos y de financiación. |
| <u>Leyes y Políticas Ambientales Internacionales</u> | Enfocadas a cuerpos hídricos objeto de ordenamiento cuya jurisdicción sea compartida con Naciones Limítrofes o aguas marítimas internacionales. |

| ORDENACIÓN | |
|-------------------------------|---|
| NORMA | ALCANCE |
| <u>Ley 388 de 1997</u> | Define, entre otros, competencias en el manejo de las cuencas hidrográficas para elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial en los municipios y distritos. |
| <u>Decreto 1729 de 2002</u> | Establece las finalidades, principios y directrices para la ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas- POMCA, la competencia para su declaración, procedimiento, acciones y plazos para su cumplimiento. Se define como norma de superior jerarquía sobre cualquier otro ordenamiento administrativo y determinante de los Planes de Ordenamiento Territorial POT. |
| <u>Resolución 104 de 2003</u> | Reglamentaria del decreto 1729/02, establece criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas |
| <u>Decreto 3930 de 2010</u> | Define los Usos del Agua y establece que las Autoridades Ambientales Competentes deberán elaborar los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH para las aguas superficiales, marítimas y subterráneas. |

| RECURSO HÍDRICO | |
|------------------------|---|
| NORMA | ALCANCE |
| CALIDAD | <u>Decreto 1594 de 1984</u> Aunque el Decreto en la actualidad es reemplazado en su mayor parte por el Decreto 3930 de 2010, aún están vigentes los artículos relacionados con los Usos y Criterios de Calidad del agua, así como las Normas de Vertimientos para usuarios que vierten al suelo o a un cuerpo hídrico. |
| | <u>Decreto 2667 de 2012</u> Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. |
| | <u>Decreto 3930 de 2010</u> Establece que todo usuario que realice descargas de aguas residuales al suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas deberá tramitar y legalizar el Permiso de Vertimientos o Planes de Cumplimiento. Está pendiente por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS la elaboración de los nuevos criterios de calidad del agua para los usos asignados y las normas de vertimiento, para derogar en su totalidad el Decreto 1594 de 1984. |
| | <u>Decreto 1640 de 2012</u> Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones |

RECURSO HÍDRICO

| CANTIDAD | NORMA | ALCANCE |
|----------|-----------------------------|--|
| 4 | <u>Decreto 1541 de 1978</u> | Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados: reglamenta el dominio y usos de las aguas con fines de desarrollo humano, económico y social, restringe y limita el dominio de las aguas para asegurar su aprovechamiento sostenible y expone las sanciones por el incumplimiento de la norma, entre otros aspectos |
| | <u>Ley 373 de 1997</u> | Obliga a incorporar el programa de uso eficiente del agua a nivel regional y municipal, y a utilizar métodos eficientes en el uso del recurso hídrico. También obliga a definir una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y ahorro del agua. |
| | <u>Decreto 155 de 2004</u> | Reglamenta el instrumento económico de las tasas por utilización del agua – TUA |
| | <u>Res. 474 de 2009</u> | Por la cual se fija la tarifa de la contribución especial para la vigencia 2009 por concepto del servicio de regulación de agua potable y saneamiento básico y se dictan otras disposiciones. |

4. MARCO CONCEPTUAL



4.1 FASES DEL PORH

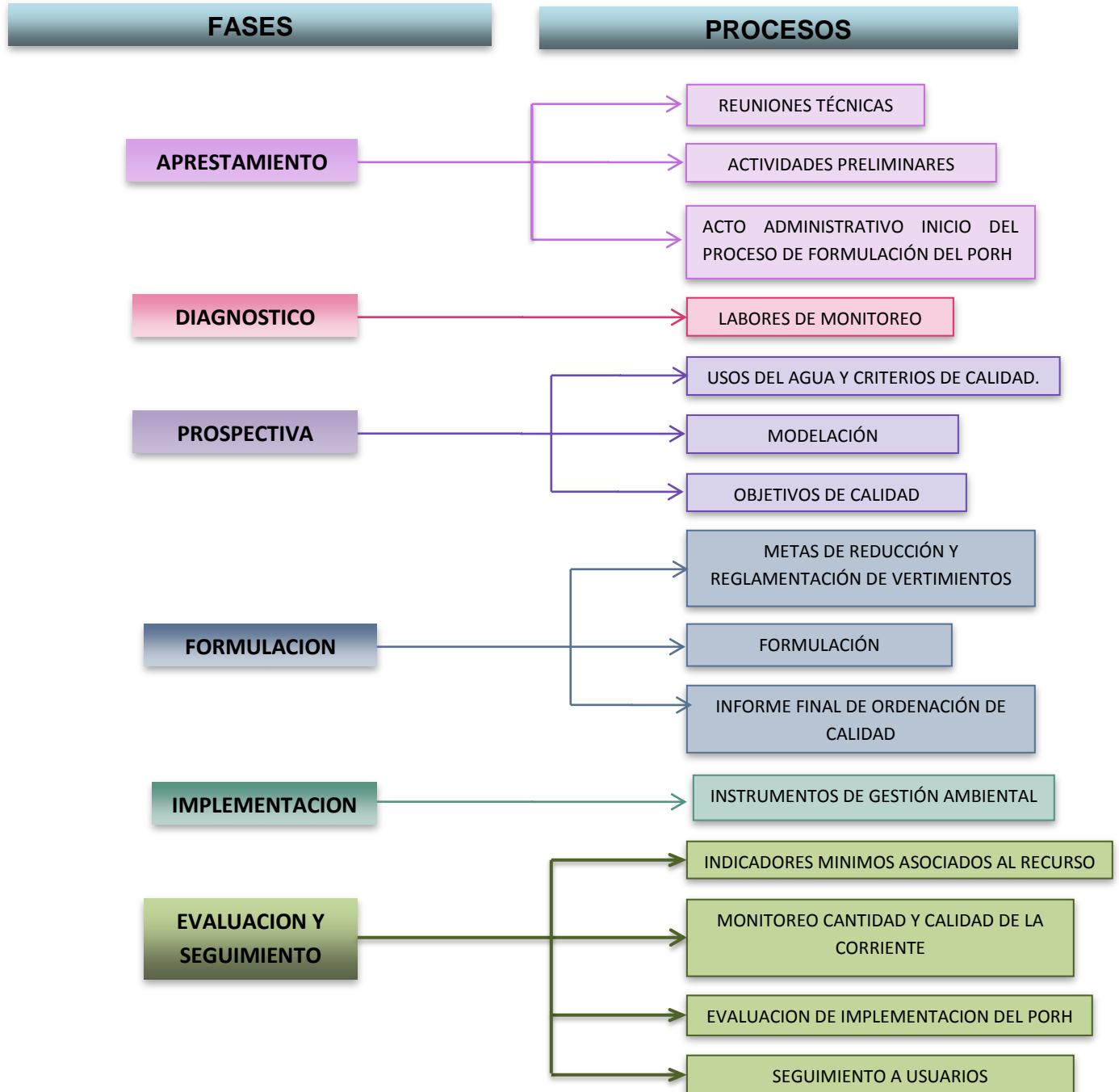


Tabla 1. Cronograma de ejecución para la Formulación del Plan de Ordenamiento y Reglamentación del recurso Hídrico

Teniendo en cuenta lo estipulado en el Artículo 8 del Decreto 3930 de 2010, el Ordenamiento y reglamentación del Recurso Hídrico se desarrolla de acuerdo con las siguientes fases:

- **Priorización:** Se determina el orden de importancia de las corrientes hídricas en la jurisdicción de cada Autoridad Ambiental que requieren o ameritan iniciar procesos de ordenamiento y reglamentación del recurso hídrico.

- **Aprestamiento Institucional:** Proceso de preparación el cual se basa en el decreto 1729 de 2002, cuyo objetivo es establecer las bases para iniciar el proceso de ordenación y reglamentación del recurso hídrico, en esta fase se contempla entre otros, la articulación de los grupos técnicos al interior de la Autoridad Ambiental, el acercamiento a la comunidad, el reconocimiento de fortalezas y debilidades institucionales y la expedición de actos administrativos.

- **Diagnóstico:** Durante esta fase se determina la situación ambiental actual del recurso hídrico, involucrando aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos, para lo cual se desarrollan actividades de recopilación de información, visitas de campo, monitoreos.

- **Prospectiva:** A partir de los resultados del diagnóstico, se diseñan los escenarios futuros de uso del recurso, para lo cual se realiza una reflexión colectiva en la que participen los diversos actores del recurso hídrico superficial, atendiendo criterios tanto de cantidad, como de calidad, brindando elementos de juicio que permitan plantear escenarios a corto, mediano y largo plazo.

- **Plan de Ordenamiento del Recurso:** En esta fase se adopta el escenario elegido tanto en cantidad “proyecto de reglamentación” como en calidad “Objetivos de Calidad” como directrices de planificación y orientadores de la administración, control y vigilancia de Recurso Hídrico.

Específicamente el Ordenamiento del Recurso Hídrico es la responsabilidad que tienen las Autoridades Ambientales Competentes de realizar la clasificación de las aguas superficiales, subterráneas y marinas para fijar en forma genérica su destinación a los diferentes usos que trata el artículo 9 del Decreto 3930 de 2010.

Entre otros aspectos, los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico, determinan los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades como la pesca, el deporte y otras similares, en toda la fuente o en sectores de ella, de manera temporal o definitiva, fija las zonas en las que se prohibirá o condicionará la descarga de aguas residuales o residuos líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas superficiales, subterráneas, o marinas y establecen las normas de preservación de la calidad del recurso para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.

- **Implementación:** Tiene por objetivo utilizar los instrumentos técnicos y económicos para la aplicación del plan de ordenamiento, esta fase contempla entre otros:

- ✓ Legalizar el uso del agua a través de permisos de concesión. (Dec. 1541 de 1978)
- ✓ Legalizar los vertimientos a través de permisos. (Dec. 3930 de 201)
- ✓ Planes de cumplimiento. (Dec. 3930 de 2010)

- ✓ Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento (Res.1433 de 2004)
- ✓ Implementar el cobro de la tasa por uso de agua (Dec.155 de 2004)
- ✓ Implementar el cobro de la tasa retributiva (Dec. 3100 de 2003).
- ✓ Actividades Complementarias (de cumplimiento voluntario)

- **Evaluación y Seguimiento:** Retomando los conceptos del decreto 1729 de 2002 y aplicándolos específicamente al recurso hídrico, “Se establecen mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como indicadores de gestión que permitan evaluar el cumplimiento del plan de ordenamiento”, como son:

- ✓ Indicadores Mínimos asociados al Recurso Hídrico
- ✓ Monitoreo de la Cantidad y Calidad de la Corriente
- ✓ Evaluación de la Implementación del Plan
- ✓ Seguimiento a Usuarios legalizados

El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico será adoptado mediante resolución 576 de 14 de Agosto de 2013.



5. APRESTAMIENTO



En la fase de aprestamiento se tiene en cuenta tres aspectos, cuya implementación permitió el desarrollo y la aplicación de las demás fases del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 3930 de 2010.

Estos aspectos son:

5.1 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL

Es la etapa preliminar en la cual se realizo la planificación del Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico proyectado por CORPONARIÑO para el periodo 2013.

En esta etapa se desarrollaron las siguientes actividades:

1. **Consecución y Destinación de recursos para el PORH:** De acuerdo con lo establecido en el Decreto 3440 de 2004 el Consejo Directivo de CORPONARIÑO aprobó el Acuerdo 018 de 2009 por medio del cual creó la cuenta Fondo Regional para la Inversión en Descontaminación Hídrica destinando el 40% de los recursos recaudados por Tasa Retributiva para ser invertidos en Procesos o Planes de Ordenamiento de Recurso Hídrico.
2. **Definición del Alcance del PORH:** Con base en los recursos disponibles y la complejidad de los Planes de Ordenamiento del recurso Hídrico, se estableció para el año 2013 ordenar ocho (8) corrientes hídricas del Departamento de Nariño.
3. **Conformación del Equipo Técnico:** Está integrado por la Dirección General, los Subdirectores de Conocimiento y Evaluación Ambiental y de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental, la parte técnica está conformada por Ingenieros Sanitarios, Ambientales y Químicos destinados cada uno al ordenamiento de una fuente principal, Geógrafos, una Trabajadora Social, un Coordinador General del Proyecto e Interventores.
4. **Inclusión del PORH en el PAI 2013:** Dentro del Plan de Acción Institucional PAI está contemplado el Ordenamiento del Recurso Hídrico, cuyas metas están articuladas a los indicadores proyectados para el 2013.
5. **Articulación con los Procesos Institucionales:** Los POHR se relacionan y articulan con los Procesos Institucionales Misionales de la Corporación como son: Licencias, Permisos y Autorizaciones Ambientales, Ordenación y Manejo de los Recurso Naturales y Gestión Jurídica.

5.2 PRIORIZACION DE LA FUENTE HIDRICA SUPERFICIAL

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 3930 de 2010, la Autoridad Ambiental Competente es la autorizada para realizar el Ordenamiento del Recurso Hídrico de las aguas superficiales, subterráneas y marinas existentes en el área de su jurisdicción; teniendo en cuenta que este proceso es complejo, el Decreto establece unos criterios mínimos de priorización para que la Autoridad Ambiental priorice en sus Planes de Acción Institucional los cuerpos de agua a ordenar.

Por lo tanto, la Corporación Autónoma Regional de Nariño COORPONARIÑO ha priorizado en el Plan de Acción Institucional PAI para la vigencia 2013, el ordenamiento de ocho (8) corrientes hídricas superficiales basado en los siguientes criterios:

TECNICO:

- a. **Calidad del Agua:** Las aguas superficiales son las mayores receptoras de vertimientos de tipo doméstico e industrial en comparación con las aguas subterráneas y marinas.
- b. **Ecosistemas estratégicos y/o áreas protegidas:** Las cabeceras y nacimientos de las corrientes son puntos estratégicos ya que garantizan la producción y regulación hídrica, además es importante resaltar que la mayoría de la población Nariñense se abastece de aguas superficiales para su consumo.
- c. **Cantidad de Agua:** La demanda de agua se presenta en su mayoría sobre fuentes hídricas y afloramientos que escurren de manera superficial. La oferta hídrica se concentra en aguas superficiales por sus ventajas en cuanto a captación, transporte y tratamiento, entre otros.
- d. **Presión sobre el Recurso Hídrico:** Las aguas superficiales tienen mayor presión en cuanto a calidad y cantidad que las aguas superficiales y marinas.

SOCIAL:

- a. **Asentamientos Humanos:** En Nariño la mayor parte de la población se concentra en la zona Andina, por lo tanto los usos del recurso hídrico, tanto para consumo como para descarga de aguas residuales, se presentan en su mayoría sobre las aguas superficiales.
- b. **Conflictos sociales por el agua:** Conflictos entre personas y comunidades asociados a la disponibilidad del recurso hídrico en cuanto a calidad y cantidad para la satisfacción de los usos existentes (consumos humano, agrícola, pecuario, industrial, entre otros). Por lo tanto, los conflictos se presentan más en las aguas superficiales que en las marinas y subterráneas.

DISPONIBILIDAD DE INFORMACION Y LOGISTICA:

Existencia de información asociada al recurso hídrico: La información sobre el recurso hídrico disponible se enfatiza en el estudio, monitoreo y control de las aguas superficiales.

5.3 PRIORIZACION DEL RIO MOLINOYACO

De acuerdo con el Decreto 3930 de 2010. *Artículo 5º.Criterios de Priorización para el Ordenamiento del Recurso Hídrico.*

El Rio Molinoyaco es un afluente importante de la Cuenca del Rio Guáitara, el cual a lo largo de su cauce presenta captaciones para uso agrícola y vertimientos de aguas residuales, además en la parte alta del Rio Molinoyaco existe una bocatoma para acueducto, lo cual hace que se presenten conflictos por el uso del agua entre los que se resaltan la disminución del caudal de la fuente hídrica y el deterioro de la calidad del agua.

Se decidió priorizar la Ordenación del Recurso Hídrico del Cauce Principal del Rio Molinoyaco, dado que es una corriente hídrica que sufre algún tipo de afectación en cuanto a su calidad fisicoquímica y bacteriológica por la recepción de descargas y vertimientos de aguas residuales de origen industrial y doméstico.

5.4 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

El proceso de Ordenamiento en el cauce principal Rio Molinoyaco inicia con la declaratoria, la cual se desarollo en cumplimiento a lo establecido en el Artículo 8 del decreto 3930 de 2010:

Artículo 8: Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico. El Ordenamiento del Recurso Hídrico por parte de la autoridad ambiental competente se realizara mediante el desarrollo de las siguientes fases:

1. *Declaratoria de ordenamiento. Una vez establecida la prioridad y gradualidad de ordenamiento del cuerpo de agua de que se trate, la autoridad ambiental competente mediante resolución, declarara en ordenamiento el cuerpo de agua y/o acuífero y definirá el cronograma de trabajo, de acuerdo con las demás fases previstas en el presente artículo.....”*

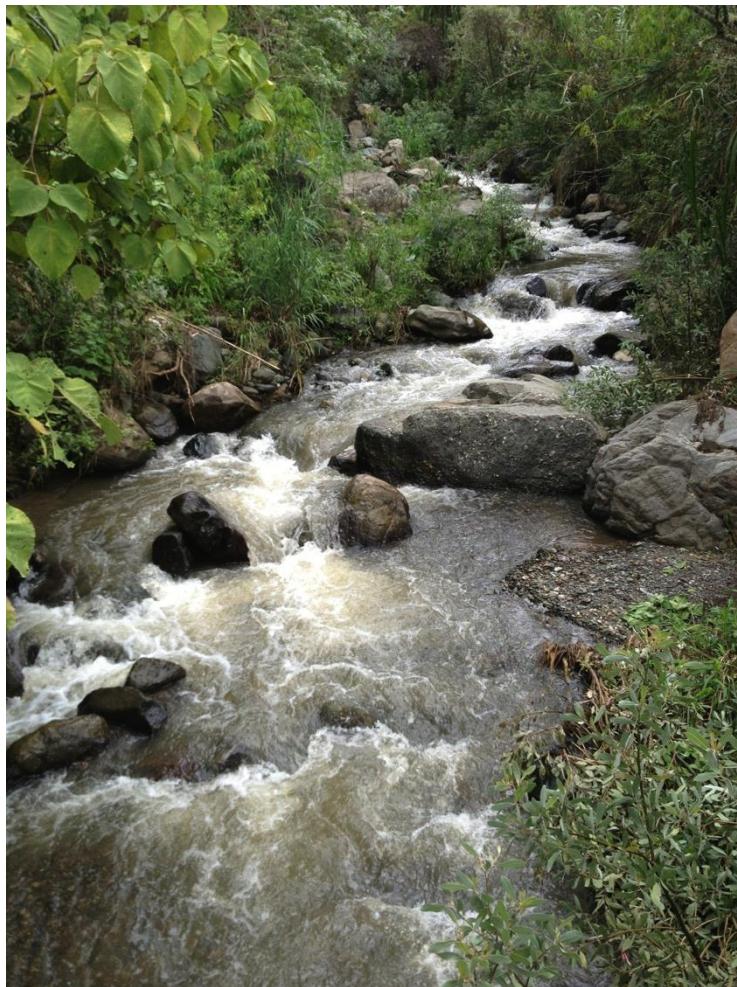
El Acto Administrativo por medio de la cual se declaro el inicio del Proceso de Ordenación del recurso hídrico en el cauce principal del Rio Molinoyaco, del Municipio del Tambo, en el departamento de Nariño corresponde a la Resolución No. 576 del 14 de Agosto de 2013 (Ver Resolución Anexo 1).

La Resolución No. 576 de Agosto de 2013 está establecida de la siguiente manera:

- Título: Parte inicial de la Resolución, la cual contiene el numero de la misma, el nombre o título y el marco jurídico mediante el cual la Directora General de CORPONARIÑO está en facultad de emitir dicho Acto Administrativo.

- Considerando: Contiene un resumen y soporte de la Normatividad Ambiental vigente en Colombia relacionada al Ordenamiento del Recurso Hídrico y además se justifica la priorización del cauce principal Rio Molinoyaco.
- Resuelve: De acuerdo a lo expuesto en el Considerando, en el Resuelve se incluye Cuatro Artículos mediante los cuales se declaran el inicio del Proceso de Ordenación del cauce principal del Rio Molinoyaco.
- Final: Contiene la directriz del Acto Administrativo (Publíquese y Cúmplase), la fecha de elaboración y las firmas correspondientes.

6. DIAGNOSTICO



En el desarrollo de la etapa de diagnostico del cauce principal del Rio Molinoyaco, este se dividió o agrupo en tres partes

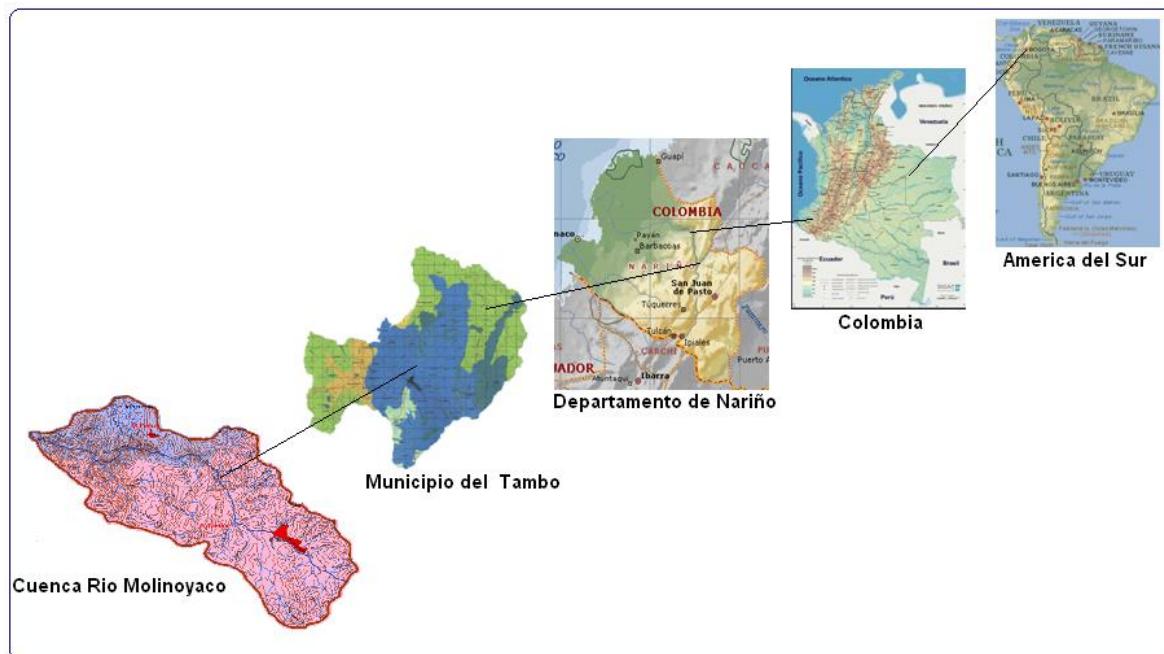
Parte Alta: correspondiente al punto de nacimiento o inicio en el Cerro El Copete del Cauce principal del Rio Molinoyaco hasta la unión con la Quebrada El Rosal.

Parte Media: correspondiente al tramo entre la unión del Rio Molinoyaco con la Quebrada El Rosal hasta el punto donde se une la Quebrada Candicuz al cauce principal, este tramo atraviesa el Casco urbano del municipio del Tambo a lo largo de este se evidencia un gran número de vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas.

Parte Baja: correspondiente al tramo entre la unión del Rio Molinoyaco con la Quebrada Candicuz hasta la desembocadura al Rio Guaitara.

6.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

Figura 2. Localización Geográfica Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

El cauce principal del Rio Molinoyaco se encuentra ubicado en los Municipios de El Tambo y El Peñol, en Departamento de Nariño, en el país de Colombia.

La contextualización Hidrográfica de la Subcuenca del Rio Molinoyaco de acuerdo con la Zonificación y de Cuencas Hidrográficas en el Departamento de Nariño es:

- Región: Océano Pacífico
- Macrocuencia: Rio Patía

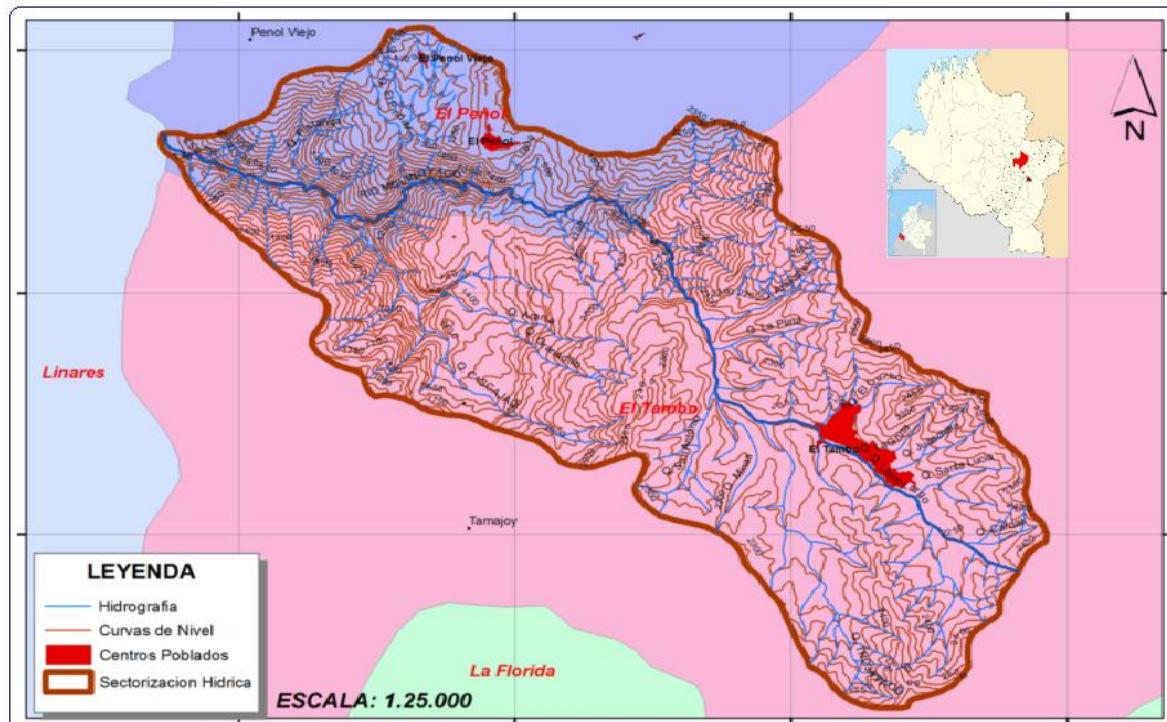
- Microcuenca: Rio Guaitara
- Subcuenca: Rio Molinoyaco
- Área: 61.52Km
- Longitud Cauce Principal: 17.74Km
- Georeferenciación Punto inicial Cauce Principal (Cerro El Copete):
Norte: 0965536 – Este: 0643801 – Altura: 2670m
- Georeferenciación Punto final Cauce Principal (Rio Guaitara):
Norte: 0964883 – Este: 0652627 – Altura: 650m

Figura 3. Contextualización hidrográfica de la Subcuenca Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 4. Localización Subcuenca Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

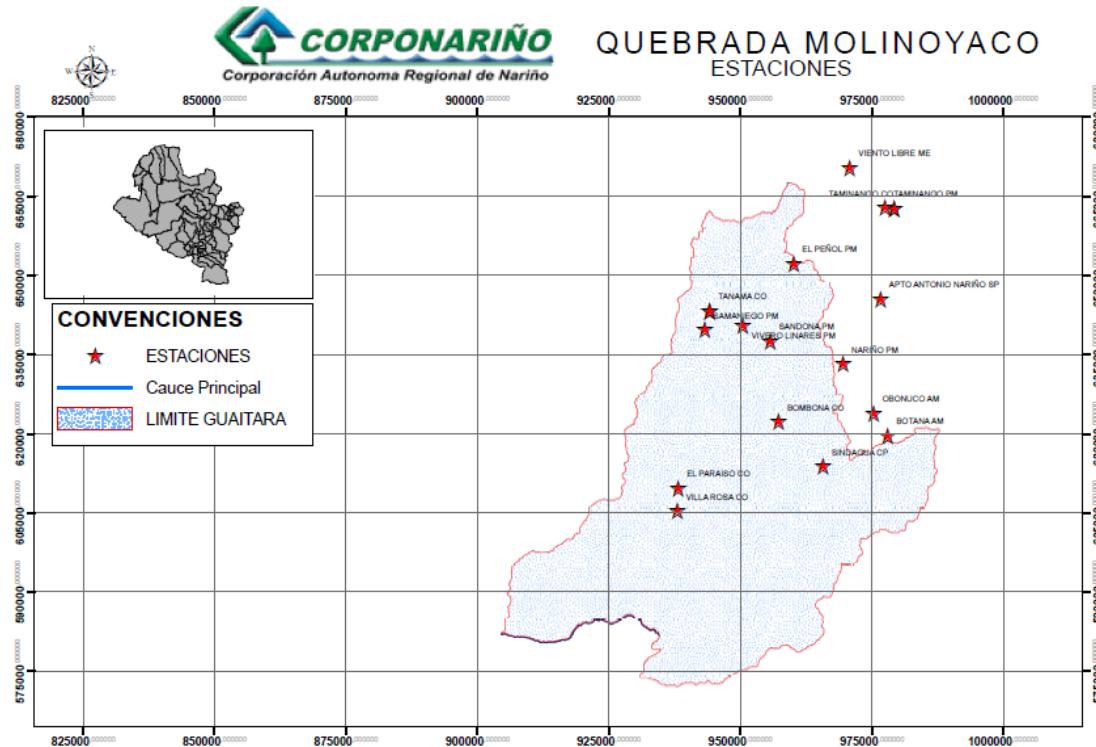
El Rio Molinoyaco se ubica al occidente del municipio del Tambo su área es de 61.52Km correspondiente a un 24.87% del área total del municipio, aproximadamente el 10% de esta pertenece al municipio de El Peñol. Su perímetro es de 40822.91m, su longitud de cauce principal es 17742.1m y su número de cauces es 104. Su cauce principal drena desde los 2700msnm en el punto conocido como Cerro El Copete, con orientación SE-NW hasta los 600msnm hacia el Rio Guaitara.

Los principales asentamientos humanos influenciados por el recorrido del cauce principal del Rio Molinoyaco son:

- Parte Alta: Cerro Copete, Vereda Llano Largo, Vereda Bello Horizonte
- Parte Media: Municipio de El Tambo
- Parte Baja: Vereda Las Palmas, Vereda El Cucharo, Vereda Plan Verde, Vereda Humitaro, Vereda Cafelina, Vereda Cascajal, Vereda Las Cochas (El Peñol)

6.2 DATOS HIDROCLIMATOLOGICOS DEL RIO MOLINOYACO BASADOS EN LAS ESTACIONES DEL IDEAM

Figura 5. Estaciones IDEAM Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

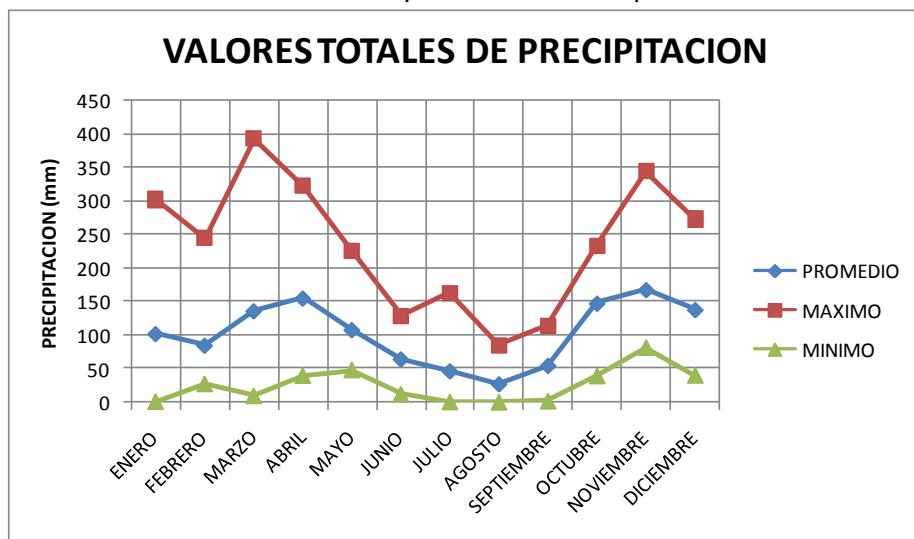
Se presenta una descripción y análisis de parámetros hidroclimatológicos de precipitación y temperatura, cuyos datos se obtuvieron de las Estaciones de Linares y Bombona respectivamente, los datos analizados corresponden a valores máximos, mínimos y medios obtenidos de los registros históricos desde el año 1993 hasta el 2012 procesados por el IDEAM.

PRECIPITACION: Definido como cualquier forma de agua que cae del cielo. Incluido lluvia, nieve, granizo, neblina y rocío.

Tabla 2. Valores totales de precipitación

| AÑOS 1993-2012 | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| MES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
| PROM. | 101,95 | 84,52 | 136,14 | 155,25 | 107,93 | 63,93 | 45,98 | 26,56 | 54,21 | 147,55 | 167,96 | 137,99 |
| MAX. | 302,50 | 245,20 | 392,90 | 322,90 | 225,30 | 129,30 | 163,20 | 85,70 | 114,70 | 233,80 | 344,50 | 273,20 |
| MIN. | 2,10 | 28,20 | 10,60 | 40,50 | 48,70 | 12,70 | 1,60 | 1,10 | 2,60 | 39,80 | 81,70 | 40,80 |

Grafica 1. Comportamiento Precipitación



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

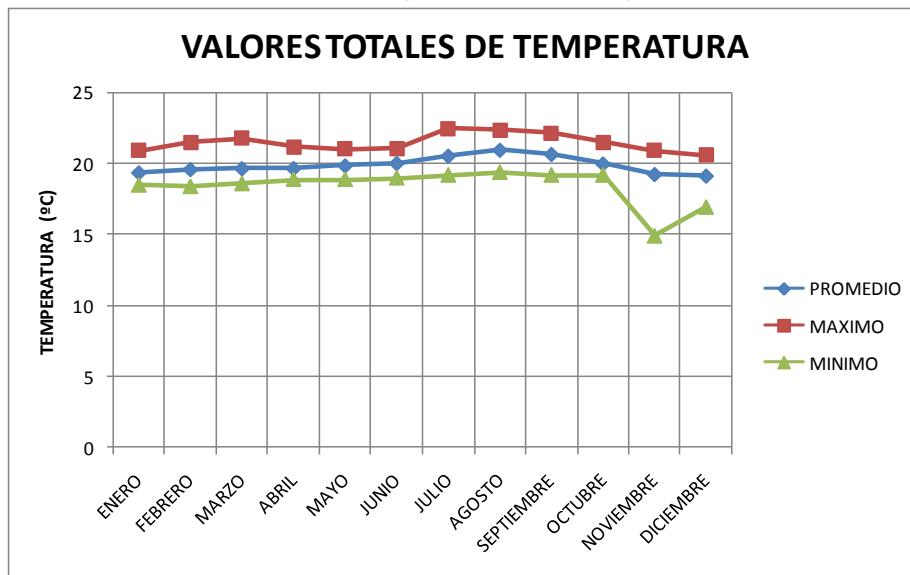
Según la grafica anterior los meses en los que se presentaron mayor precipitación son en marzo y noviembre. Durante los meses de Junio a Septiembre se presenta la menor precipitación.

TEMPERATURA: Definida como el componente del clima que indica el grado de calentamiento del aire atmosférico.

Tabla 3. Valores totales de temperatura

| AÑOS 1993-2012 | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
| PROM. | 19,36 | 19,60 | 19,66 | 19,67 | 19,86 | 20,04 | 20,56 | 20,99 | 20,69 | 20,00 | 19,24 | 19,13 |
| MAX. | 20,90 | 21,50 | 21,80 | 21,20 | 21,00 | 21,10 | 22,50 | 22,40 | 22,20 | 21,50 | 20,90 | 20,60 |
| MIN. | 18,50 | 18,40 | 18,60 | 18,90 | 18,90 | 19,00 | 19,20 | 19,40 | 19,20 | 19,20 | 14,93 | 16,95 |

Grafica 2. Comportamiento Temperatura



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

De acuerdo con el grafico, este parámetro se comporta de manera semejante a lo largo del año, se presenta un máximo en los meses de Julio y Agosto y un mínimo en Enero y Diciembre.

6.3 USOS Y COBERTURAS DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RIO MOLINOYACO

Durante el trabajo de campo, se identificaron los usos del suelo relacionados con el área de influencia de la Subcuenca del Rio Molinoyaco.



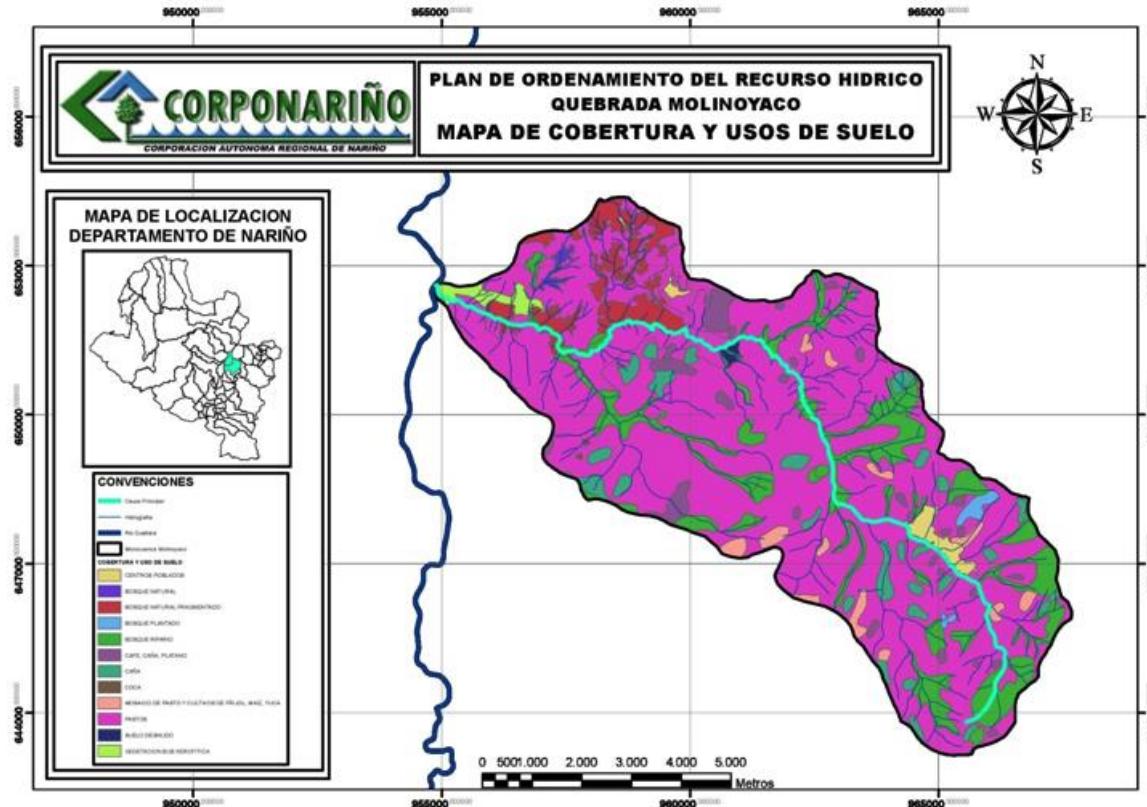


El Rio Molinoyaco no tiene ningún uso, debido a la contaminación originada por la cantidad de vertimientos que caen a su cauce, solo tiene uso paisajístico, sin embargo en la parte baja esta corriente hídrica abastece a un distrito de riego, para el sector de Las Cochas en el municipio de El Peñol.

Sobre la margen del Rio Molinoyaco, existen terrenos con pastos naturales utilizados en el pastoreo, se presentan algunos cultivos como fique en linderos, maíz, frijol. Se presentan áreas con cobertura de pastos las cuales se usan en la ganadería, lo cual ha generado un deterioro del suelo, lo que ha ocasionado la destrucción de la margen de protección de la corriente dejándola mas susceptible a la contaminación y aumentando la escasez del recurso.

En la parte baja por ser suelos de ladera y escarpes, es una zona propensa a deslizamientos.

Figura 6. Mapa de Cobertura y Usos de Suelo Rio Molinoyaco

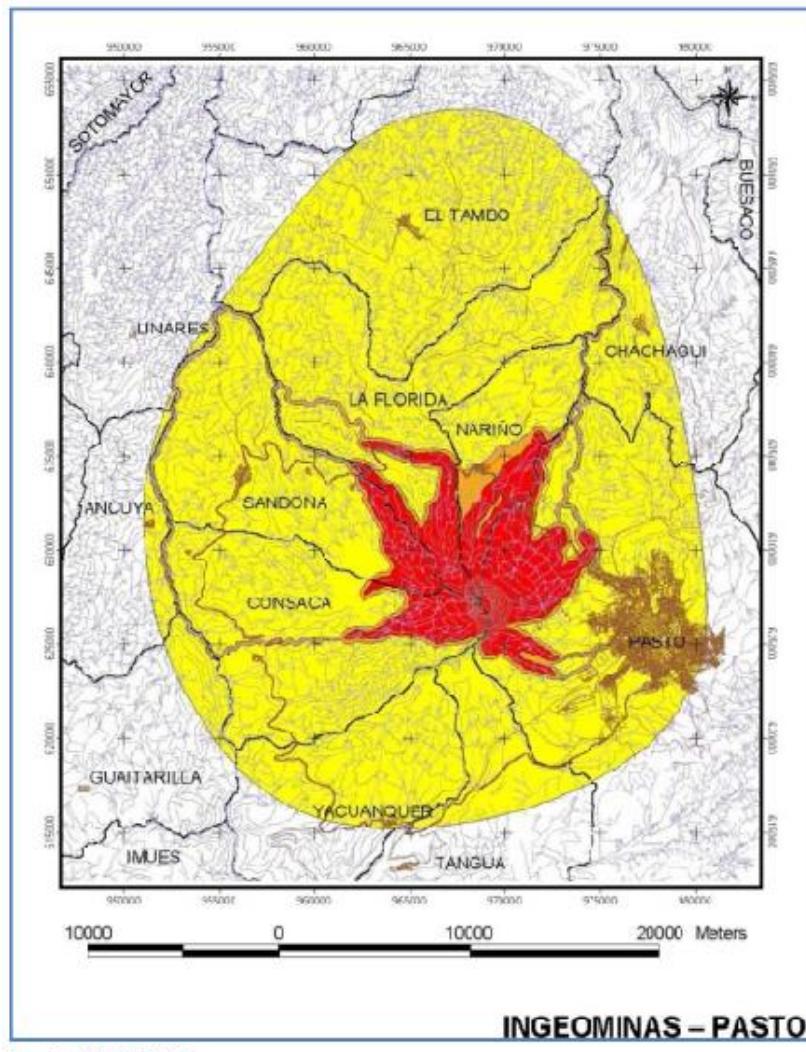


Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

6.4 AMENAZAS NATURALES EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO YACO

La amenaza natural más importante para la Subcuenca del Río Molinoyaco es el Volcán Galeras. Teniendo en cuenta el Mapa de Amenaza el Río Molinoyaco se encuentra en la Zona Amarilla es decir nivel bajo, sin embargo existe el riesgo de que lleguen a las vertientes o cauces, materiales sólidos o mezcla de gases provenientes de los flujos piroclásticos, lo que ocasionaría un riesgo para las comunidades que habitan en las laderas del Río Molinoyaco.

Figura 7. Mapa Amenaza Volcan Galeras



Fuente: INGEOMINAS

6.3 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

Desde el marco de afrontamiento de las problemáticas con el uso del agua en los corregimientos del municipio de Tambo, se realiza un Plan de Capacitación a los pobladores para mejorar el uso y cuidado del agua.

6.3.1 TALLER DE DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

Para iniciar el proceso del Diagnóstico Social, para la reglamentación y ordenamiento del recurso hídrico a cada corriente, este se ofrece con un **Enfoque Participativo**, el cual comienza con la identificación de la comunidad, de las corrientes priorizadas, y se

realizará el acompañamiento, a través de un proceso de construcción de conocimientos sobre su realidad, con el fin de posibilitar condiciones para mejorar el aprovechamiento del recurso agua.

Para conocer aspectos de la realidad que viven las diferentes corrientes y registrar las problemáticas, se realizará la técnica de **LLUVIA DE IDEAS POR TARJETAS**.

En esta técnica se hacen tarjetas que serán entregadas a los asistentes, partiendo de la pregunta ***¿cómo se encuentra actualmente la corriente a investigar?***

Se divide a los participantes en 4 grupos para identificar problemas referentes a aspectos como:

- a) Ubicación de la corriente en estudio (mapa parlante)
- b) Problemas que se presentan en la corriente.
- c) Uso de la corriente
- d) Contaminación que presenta
- e) Cada grupo expone a los demás asistentes

Los temas mencionados anteriormente, serán pegados en las paredes y papel bond debajo de ellos, para que puedan expresar las respuestas según la pregunta.

Lo importante en esta técnica, es el ordenamiento de las tarjetas, de esta forma, los participantes tendrán una visión clara, de lo que el grupo piensa del tema, de igual forma se pregunta con frecuencia a los asistentes, sobre la mecánica propuesta, para ofrecer mayor información para el desarrollo de la actividad.



PARA QUE SE UTILIZA LA CORRIENTE

- En los cultivos como riego
- Para deposito de aguas negras
- Deposito de aguas lluvias
- Lavadero de vehículos
- Para riegos
- Bebederos de ganado
- Lavadero de fique

QUE PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN SE PRESENTA EN LA CORRIENTE

- Aguas negras
- Contaminación insumos químicos
- Quemas a orillas de los ríos
- Quema de los bosques
- Deforestación
- Contaminación por lavado de cabuya

6.3.2 DIAGNOSTICO SOCIAL

La necesidad de tener fuentes de agua de buena calidad, obliga a los habitantes del Municipio a poner en práctica procesos que los llevan a la planificación del manejo de los ríos. Esta se debe hacer, fundamentalmente desde la participación de las comunidades que ha sido otorgadas desde la Constitución Política de 1991, con la participación para la toma de decisiones, que pueda afectar el medio ambiente, esto hará que los habitante no se sientan como beneficiarios, sino como gestores y responsables, especialmente del recurso hídrico.

El agua actúa como eje articulador entre el componente de la corriente superficial y los actores sociales, por ello es necesario mirarla más allá de su aspecto hídrico, oferta y demanda del recurso. Esto implica conocer el funcionamiento de una corriente en término social, para lo cual se deben considerar aspectos como el uso y las necesidades de los pobladores que la habitan. Es por ello que el diagnóstico social apunta al vínculo que existe entre ellos y conocer la realidad de la corriente en estudio.

Para realizar la fase del diagnóstico social participativo, en el proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Rio Molinoyaco, se intervino con los actores de base de las diferentes veredas que influyen en la corriente.



Se coordinaron y ejecutaron socializaciones para dar a conocer el proceso de ordenamiento del recurso hídrico y la realización de talleres, para identificar los principales factores contaminantes, generando espacios donde se reconozcan las problemáticas de la quebrada, los conflictos que se generan entre usuarios y las posibles soluciones para la recuperación de la cantidad y calidad del agua del Rio Molinoyaco.

Para realizar este trabajo se utilizó una metodología de intervención comunitaria, que contribuye con el proceso del Plan de Ordenamiento y opera como un conjunto de acciones concertadas entre los actores sociales de una población identificada, para orientar la transformación, en cantidad, calidad y usos de la corriente.

La técnica utilizada, consistió en realizar un mapeo con los convocados para conocer del sitio, de igual forma se utilizó la técnica lluvia de ideas, a través de tarjetas, realizando preguntas como: para que sirve la corriente, que contaminantes presenta, los conflictos que se generan por el agua entre habitantes y como actúa en tiempos de verano e invierno.

6.3.4 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

Para desarrollar el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico en la fase del diagnostico social participativo se realizo la invitación a los talleres que se programaron en el casco urbano del Municipio del Tambo para obtener información sobre el uso, contaminación y conflictos que se esta presentando en el rio Molinoyaco, dicha invitación se realizo a los diferentes actores y líderes de las juntas de acción comunal, que tienen influencia en la corriente.

6.3.5 TALLER SOBRE LA IMPORTANCIA DEL AGUA

En primera instancia se realizo una capacitación sobre la importancia del recurso hídrico en nuestro diario vivir presentando un video llamado "cuida el agua" como apoyo buscando reflexionar sobre su valor, y lo que representa en estos momentos y aún más, hacia el futuro, con la participación activa de los asistentes, que es un factor importante dentro de esta capacitación, lo cual reflejó la atención prestada y la motivación de los líderes, para mejorar y construir con su comunidad un ambiente sano para las futuras generaciones.

6.3.6 ACTORES SOCIALES

Los principales actores que participan en los talleres del proceso fueron:

- Secretario de Gobierno

- UMATA
- JAC de Alto Sano
- JAC de Cafelina
- JAC San Antonio de Chuza
- JAC Bello Horizonte
- JAC la Granja
- JAC las Palmas
- JAC Llano Largo
- JAC el Cucharo
- JAC Trojayaco
- JAC Granadillo
- JAC Plan verde
- JAC Potrerillo
- JAC Alto Cascajal

6.3.7 RESULTADOS DE TALLERES DEL DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

Las personas convocadas tienen un conocimiento práctico de su territorio y por ende del funcionamiento de la zona donde habita, esto hace que con la participación se obtengan resultados reales de la corriente en el proceso del Plan de Ordenamiento.

En este aparte, se presenta la información que se obtuvo en el taller realizado a funcionarios de la Alcaldía y presidentes de Juntas de Acción Comunal, de las veredas que influyen en el Rio Molinoyaco:

PARA QUE SE UTILIZA LA CORRIENTE

- En los cultivos como riego
- Para deposito de aguas negras
- Deposito de aguas lluvias
- Lavadero de vehículos
- Para riegos
- Bebederos de ganado
- Lavadero de fique

QUE PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN SE PRESENTA EN LA CORRIENTE

- Aguas negras
- Contaminación insumos químicos
- Quemas a orillas de los ríos
- Quema de los bosques
- Deforestación
- Contaminación por lavado de cabuya

En tiempos de verano el caudal disminuye provocando en la parte baja olores fétidos que afectan a los habitantes y en tiempos de invierno el caudal aumenta provocando algunos derrumbes.

CONFLICTOS

Los habitantes del municipio de Tambo, deben reconocer que el agua es vital para todo ser vivo y debe ser utilizada de forma equitativa y cuidando su uso, sin embargo existen conflictos, especialmente en la parte alta, porque sus pobladores utilizan las orillas para botar basuras y también para depositar frascos y empaques de químicos y otros habitantes que en tiempo de producción de cabuya utilizan la corriente para lavarla y contaminando aun mas la corriente.

PROBLEMÁTICA: El principal problema identificado para los habitantes es la descarga de aguas negras que se realiza especialmente en el casco urbano del municipio del Tambo, como también a largo del recorrido por viviendas que descargan directamente.

CONSECUENCIAS:

- Mala calidad de agua
- Se presentan olores en tiempo de verano
- Enfermedades en plantas y animales
- Conflictos con productores de fique
- Muerte de fauna y flora
- No se utiliza el agua para riegos
- Proliferación de plagas
- No se utiliza para consumo humano
- No se utiliza como zona de pesca

ANALISIS DEL PROBLEMA

Con el desarrollo del taller anterior, el cual tuvo como objetivo central, estimular a las comunidades para que realicen un análisis crítico de las acciones particulares y colectivas y sus implicaciones, sobre la corriente del río Molinoyaco.

De acuerdo a la información recolectada en cuanto a la problemática de contaminación se resume en los siguientes aspectos:

AGRICULTURA

Por la agricultura especialmente del fique se extienden realizando deforestación para nuevos cultivos, la utilización de insumos químicos y mala deposiciones de ellos botándolo en las orillas de las corrientes, en tiempos de producción del fique realizan el lavado en cantidades provocando mas contaminación, por siembras inadecuadas se dan erosiones y sedimentaciones en las quebradas.

GANADERIA

En algunos sectores posee ganado y también son influentes en la contaminación del río ya que termina con algunos árboles que crecen en las orillas, se provocan erosiones sobre todo en pendientes por el pisoteo y cuando realizan sus deposiciones son arrastrados a las corrientes.

AGUAS RESIDUALES

El casco urbano es donde se realizan los vertimientos de aguas negras de viviendas constituyendo en lo más grave ya que en la parte baja se presentarán enfermedades en plantas y animales imposibilitando la utilización de este recurso en otras actividades.

PROBLEMA SOCIALES

Las personas no son conscientes de la importancia del recurso agua, ya que se perdió la cultura de la protección, que se debe tener, las instituciones no realizan campañas de educación ambiental, para niños, jóvenes y comunidad en general.

Por lo anterior, es que se debe priorizar la recuperación de valores para la protección del medio ambiente.

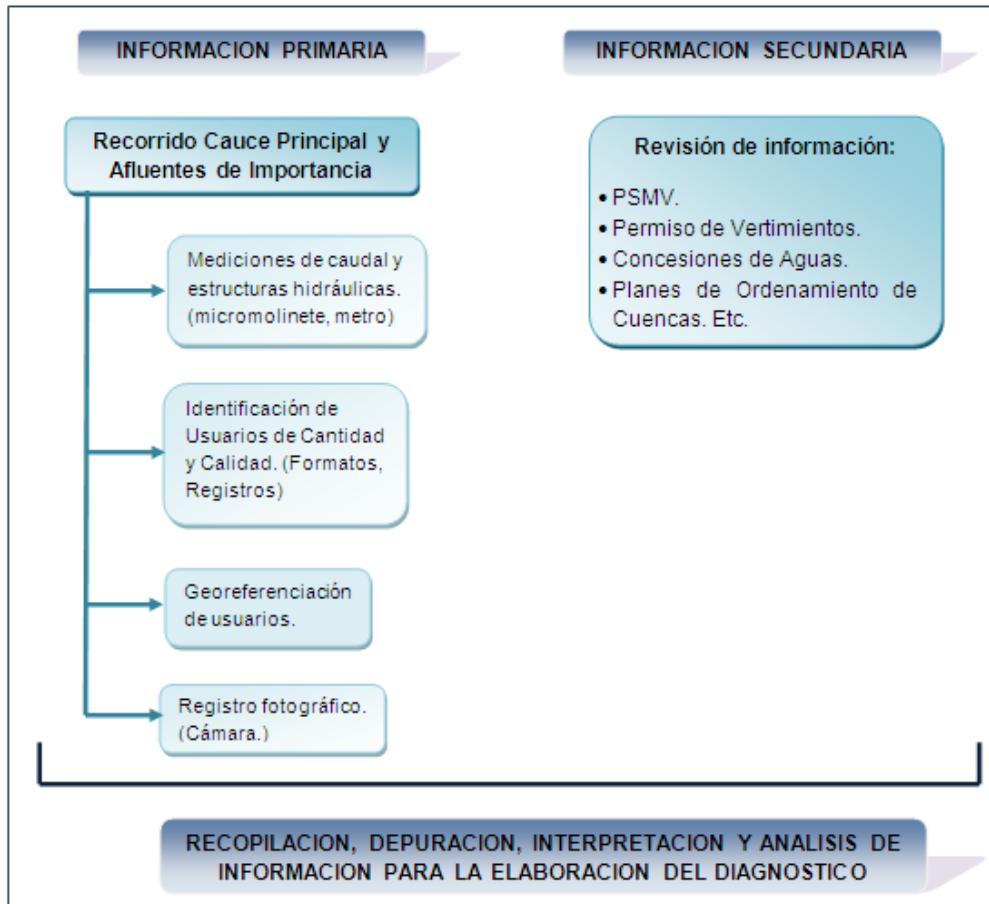
No se realizan sanciones a personas que infringen la normatividad existente en la actualidad que se relaciona con el medio ambiente y si denuncian no hay autoridad que controle situaciones que atentan con los ríos.

6.4 DIAGNOSTICO DE LA CORRIENTE HIDRICA

El diagnóstico está encaminado al levantamiento, recopilación, organización, análisis, evaluación e interpretación de información tanto primaria como secundaria, lo cual nos permitió determinar la situación actual de calidad y cantidad del cauce principal del Río Molinoyaco y de sus afluentes, se determinó también los usos actuales y posibles conflictos entre usuarios del recurso hídrico.

Se realizó la identificación de usuarios que realizan captaciones de agua con el respectivo inventario de estructuras hidráulicas, vertimientos de aguas residuales o industriales con sus respectivos inventarios de estructuras hidráulicas, afluente naturales que llegan directamente al cauce principal, se efectuaron dos jornadas de muestreo y aforo en 11 puntos estratégicos y algunos afluentes o descargas de importancia, se realizó trabajo de oficina durante el cual se procesó y analizó la información obtenida para determinar así los perfiles e índices de calidad, líneas de base de cargas contaminantes, se diseñó la topología en la cual se ubicó los vertimientos, afluentes y captaciones, se calculó la oferta y demanda hídrica y se realizó la modelación y simulación del comportamiento de la corriente superficial para la generación del escenario actual de calidad y cantidad (ANEXO 2)

Figura 8. Diagnóstico Corriente Hídrica

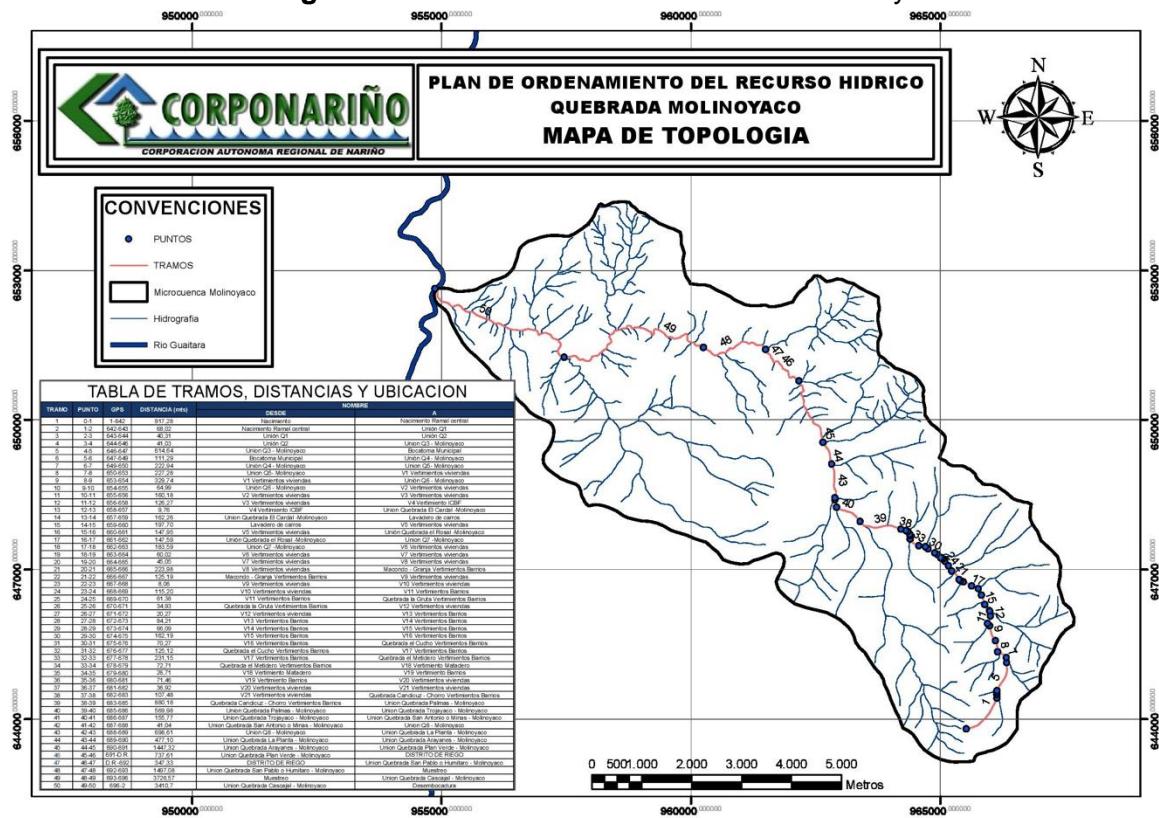


Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

CENSO USUARIOS

Con base en el trabajo de campo realizado y de acuerdo con la información recolectada, sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco, se identificaron los usuarios del recurso hídrico tanto para el componente de calidad como de cantidad:

Figura 9. Usuarios de la Subcuenca Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

USUARIOS CALIDAD:

Son los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo doméstico, industrial y de servicios que descargan al cauce principal del Río Molinoyaco, incidiendo sobre su calidad fisicoquímica y biológica, además ocasionando un incremento en el caudal.

La descarga o vertimientos sobre la fuente receptora van acorde con el sentido de flujo de la corriente.

PARTE ALTA: A continuación se presentan las fichas de las Quebradas Naturales que se unen con al cauce principal del Río Molinoyaco, y de los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales que llegan al Río Molinoyaco en la parte alta.

FICHA 1. Nacimiento Ramal Central

| FICHA NACIMIENTO RAMAL CENTRAL | | |
|--|---|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: CERRO COPETE | SECTOR: RURAL |
| TIPO: NACIMIENTO RAMAL CENTRAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: N/A | MARGEN: | |
| COORDENADAS: N → 0966139 | W → 0644430 | H → 2.619msnm |
| DESCRIPCION: | En este punto el caudal del Rio Molinoyaco es representativo. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 2. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: CERRO COPETE | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0966158 W → 0644486 H → 2.618msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural 1 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 3. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: CERRO COPETE | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: IZQUIERDO |
| COORDENADAS: | N → 0966171 W → 0644522 H → 2. 524msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural 2 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 4. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: CERRO COPETE | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0966156 W → 0644571 H → 2. 345msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural 3 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 5. Bocatoma

| FICHA BOCATOMA | | |
|---|--|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: LLANO LARGO | SECTOR: RURAL |
| TIPO: CAPTACION AGUA | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: N/A | MARGEN: | |
| COORDENADAS: | N → 0966355 | W → 0645126 H → 2.345msnm |
| DESCRIPCION: | <p>Bocatoma.</p> <p>En este punto se hace captación de agua del cauce principal del Rio Molinoyaco para el acueducto del municipio de El Tambo. En este punto se encuentra un tanque de almacenamiento y distribución, además hay dos filtros los cuales son los encargados de la remoción de sólidos.</p> | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |
|  |  | |

FICHA 6. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|----------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: LLANO LARGO | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 096354 | W → 0645231 H → 2. 305msnm |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural 4 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 7. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|----------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: LLANO LARGO | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0966175 | W → 0645347 H → 2. 291msnm |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural 5 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 8. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: RURAL |
| TIPO VTO:DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0966148 W → 0645561 H → 2.270 msnm | |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 9. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0965997 | W → 0645873 |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural 6 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 10. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: RURAL |
| TIPO VTO:DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0965993 W → 0645916 H → 2.259msnm | |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. Vertimiento por sequía de viviendas y criadero pollos de propiedad de Rafael Aros. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 11. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: RURAL |
| TIPO VTO:DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0966011 W → 0646072 H → 2.260msnm | |
| DESCRIPCION: | Varias viviendas vierten directamente al Rio Molinoyaco, los nacimientos de agua no permiten la construcción de pozos sépticos | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 12. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: RURAL |
| TIPO VTO:DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0966027 W → 0646192 H → 2.252msnm | |
| DESCRIPCION: | Varias viviendas y el ICBF vierten directamente al Rio Molinoyaco, los nacimientos de agua no permiten la construcción de pozos sépticos | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 13. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|-----------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: URBANO |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0966023 W→ 0646190 H→ 2. 259msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural El Cardal con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |

FICHA 14. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|-----------------------------------|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: RURAL |
| TIPO VTO: INDUSTRIAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: LAVAUTOS | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965933 W → 0646307 H→ 2.241msnm | |
| DESCRIPCION: | Toma y vierte agua directamente al Rio Molinoyaco para lavar carros. | |

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA 15. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|-------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: RURAL |
| TIPO VTO:DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| PERMISOS: | DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO |
| COORDENADAS: | N → 0965886 W → 0646489 H → 2.236msnm | |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 16. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|---|-----------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: BELLO HORIZONTE | SECTOR: URBANO |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: DERECHO |
| COORDENADAS: | N → 0965826 | W → 0646682 |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural El Rosal con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |

PARTE MEDIA: A continuación se presentan las fichas de las Quebradas Naturales que se unen con al cauce principal del Rio Molinoyaco, y de los vertimientos de aguas residuales domesticas e industriales que llegan al Rio Molinoyaco en la parte media.

FICHA 17. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|---|-------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: IZQUIERDO |
| COORDENADAS: | N → 0965655 | W → 0646676 |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural 7 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |

FICHA 18. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965479 | W → 0646758 H → 2.169msnm |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 19. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965433 | W → 0646776 H → 2.194msnm |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 20. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|-------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965414 | W → 0646804 H→2.205msnm |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 21. Quebrada Contaminada

| FICHA QUEBRADA CONTAMINADA | | |
|--|--|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965284 | W → 0647003 H → 2.201msnm |
| DESCRIPCION: | Vertimientos de barrios del Municipio del Tambo a través del punto conocido como Macondo / Granja al Rio Molinoyaco. Se realiza directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |

FICHA 22. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965190 | W → 0647069 H→ 2.202msnm |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 23. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965187 | W → 0647076 H → 2.201msnm |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 24. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|--------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965100 | W → 0647155 H→ 2.203msnm |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 25. Quebrada Contaminada

| FICHA QUEBRADA CONTAMINADA | | |
|--|---|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965064 | W → 0647201 H → 2.199msnm |
| DESCRIPCION: | Vertimientos de barrios del Municipio del Tambo tales como La Floresta, Urbanización José Concha, Villa del Sol, Luis Carlos Galán, Sauces, Porvenir y el Barrio el Rosal por medio de doble tubería de 24" en concreto al Rio Molinoyaco se realiza directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |

FICHA 26. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|-----------------------------------|--|----------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0965043 W → 0647231 H→ 2.201msnm | |
| DESCRIPCION: | Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |

REGISTRO FOTOGRAFICO



FICHA 27. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|--------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0965034 | W → 0647241 H→ 2.199msnm |
| DESCRIPCION: | Varios barrios cercanos al Rio Molinoyaco en el punto conocido como la Gruta realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |

FICHA 28. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|---|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964961 | W → 0647288 H → 2.200msnm |
| DESCRIPCION: | Varios barrios cercanos al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 29. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|---|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964909 | W → 0647351 H → 2.189msnm |
| DESCRIPCION: | Varios barrios cercanos cubren parte del Barrio las Brisas y Lourdes en la zona centro-oriental del municipio parte baja del casco urbano mediante 10 pozos de inspección al Rio Molinoyaco se realizan directamente la descarga de aguas residuales. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 30. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|---|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964789 | W → 0647445 H → 2.192msnm |
| DESCRIPCION: | Varios barrios cercanos al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 31. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADA CONTAMINADA | | |
|--|---|--------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964736 | W → 0647479 H→ 2.192msnm |
| DESCRIPCION: | Vertimientos de barrios del Municipio del Tambo tales como Los Alamos, Comercio, Mercado Municipal, a través de la Quebrada El Cucho al Rio Molinoyaco. El descargue se realiza por Box Coulvert se vierte sin ningún tipo de tratamiento. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |
|  | | |

FICHA 32 Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|---|--------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: IZQUIERDO | |
| COORDENADAS: | N → 0964617 | W → 0647516 H→ 2.190msnm |
| DESCRIPCION: | Varios barrios cercanos al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. En estos barrios cercanos al cauce del rio se presentan desbordamientos que ocasionan inundaciones. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 33. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|---|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964338 | W → 0647783 H → 2.180msnm |
| DESCRIPCION: | Varios barrios cercanos al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 34. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADA CONTAMINADA | | |
|--|---|--------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964407 | W → 0647201 H→ 2.185msnm |
| DESCRIPCION: | Vertimientos de barrios del Municipio del Tambo a través de la Quebrada Mentidero al Rio Molinoyaco se realiza directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  |  | |

FICHA 35. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|--------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: INDUSTRIAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: MATADERO | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964392 | W → 0647675 H→ 2.183msnm |
| DESCRIPCION: | Vertimiento en la zona conocida como Matadero al Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 36. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|--|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964398 | W → 0647694 H → 2.180msnm |
| DESCRIPCION: | Vertimientos de Barrios El Rosario, Santa Ana, El Comercio, Ricaurte, Colon, Fátima, Villa Carolina y San José al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 37. Vertimientos

| FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS | | |
|--|---|--------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOVACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964378 | W → 0647774 H→ 2.180msnm |
| DESCRIPCION: | Varios barrios cercanos al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 38. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADA CONTAMINADA | | |
|--|--|---------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: N/A | SECTOR: URBANO |
| TIPO VTO: DOMESTICO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0964307 | W → 0647856 H → 2.182msnm |
| DESCRIPCION: | Vertimientos de barrios del Municipio del Tambo barrios Villa Mercedes, Santa Ana, Chorro, y noroccidente del municipio por medio de una tubería de PVC 8" a través de la Quebrada Candicuz-Chorro al Rio Molinoyaco se realiza directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

PARTE BAJA: A continuación se presentan las fichas de las Quebradas Naturales que se unen con al cauce principal del Rio Molinoyaco, en la parte baja.

FICHA 39. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|---|----------------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Las Palmas | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0963495 | W → 0648052 H → 2. 569msnm |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural Las Palmas con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 40. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|-------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Las Palmas | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: IZQUIERDO |
| COORDENADAS: | N → 0962948 W → 0648265 H → 2. 127msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural Trojayaco con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 41. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|-------------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Las Palmas | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: IZQUIERDO |
| COORDENADAS: | N → 0962890 W→ 0648393 | H→ 2.136msnm |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural San Antonio con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 42. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|---|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Las Palmas | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0963116 W → 0648431 H → 2.144msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural Q8 con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 43. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Cucharo | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0963027 W → 0649149 H → 2.153msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural La Planta con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 44. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|--|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Cucharo | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: DERECHO |
| COORDENADAS: | N → 0962816 W → 0649588 H → 2.157msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural Arayanes con el cauce principal del Rio Molinoyaco. En esta quebrada se encuentra una bocatoma del municipio de El Peñol, la cual está construida en concreto, tubería de diámetro de 3", su desarenador se encuentra a 35m de distancia de la bocatoma | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 45. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|---|---------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Plan Verde | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | MARGEN: DERECHO | |
| COORDENADAS: | N → 0962782 W → 0650848 H → 2.151msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural Plan Verde con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 46. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|---|---|-----------------|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Humitaro | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: DERECHO |
| COORDENADAS: | N → 0962340 W → 0651893 H → 1.987msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural Hueco de San Pablo con el cauce principal del Rio Molinoyaco. Bocatoma del Municipio de El Peñol. Tubería de PVC de 3" en una longitud de 100m hasta el desarenador que tiene una capacidad de 9m ³ de aquí se desprende tuberías de 2, 3 y 4 pulg. En una longitud de 150m hasta el tanque de almacenamiento el cual tiene una capacidad 108m ³ . | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|   | | |

FICHA 47. Muestreo

| FICHA PUNTO MUESTREO | | |
|--|--|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: CAFELINA | SECTOR: URBANO |
| TIPO: PUNTO MUSTREO | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: N/A | MARGEN: | |
| COORDENADAS: | N → 0960318 | W → 0651469 |
| DESCRIPCION: | Este punto es apto para realizar muestreo. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

FICHA 48. Quebradas Naturales

| FICHA QUEBRADAS NATURALES | | |
|--|---|---|
| MUNICIPIO: TAMBO | VEREDA: Cascajal | SECTOR: RURAL |
| TIPO: QUEBRADA NATURAL | ACTIVIDAD PRODUCTIVA: N/A | |
| DESCARGA: RIO MOLINOYACO | | MARGEN: IZQUIERDO |
| COORDENADAS: | N → 0959783 W → 0648536 H → 1.486msnm | |
| DESCRIPCION: | Unión entre la Quebrada Natural Cascajal con el cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| REGISTRO FOTOGRAFICO | | |
|  | |  |

6.5 OFERTA Y DEMANDA HIDRICA

OFERTA HIDRICA:

Es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar. Usualmente esta porción de agua que escurre por los ríos es denominada por los hidrólogos como escorrentía superficial y su cuantificación conforma el elemento principal de medición en las redes de seguimiento hidrológico existentes en los distintos países.¹

La oferta hídrica de una cuenca, corresponde también al volumen disponible de agua para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma. El conocimiento del caudal del río, su confiabilidad y extensión de la serie del registro histórico son variables que pueden influir en la estimación de la oferta hídrica superficial. Cuando existe información histórica confiable de los caudales con series extensas, el caudal medio anual del río es la oferta hídrica de esa cuenca².

Para la estimación o cálculo de la Oferta Hídrica Superficial del Rio Molinoyaco, se tuvo en cuenta como principal insumo el documento elaborado por CORPONARIÑO denominado “INDICE DE ESCASEZ DE AGUA SUPERFICIAL CUENCA RÍO MOLINOYACO”. A continuación se presenta un resumen del procedimiento llevado a cabo para determinar la Oferta Hídrica Neta Superficial de la Subcuenca Rio Molinoyaco

Tabla 4. Procedimiento Cálculo Precipitación

| PROCEDIMIENTO | | OBSERVACIONES |
|-----------------------------|---|---|
| IDENTIFICACION DATOS | Precipitación.shp | Georeferenciaciones de las estaciones con su respectivo valor de precipitación anual serie 1990 – 2008 |
| METODO DE PREDICCION | Arc MAP Geostatistical Analyst / Geostatistical Wizard / Input Data/ Atributte/ Goestatistical methods selection / Inverse Distance Weighting/ Next | |
| BUSQUEDA DE PUNTOS PROXIMOS | Searching Neighborhood / Sector Type and Smooth factor / Elipse Angle / next | Se selecciona la division y ángulo del elipse, en la que se van a distribuir las estaciones vecinas, buscando |

¹ IDEAM. Metodología para el Calculo del Índice de Escasez de Agua Superficial. BOGOTA, D.C. 2004. p 10

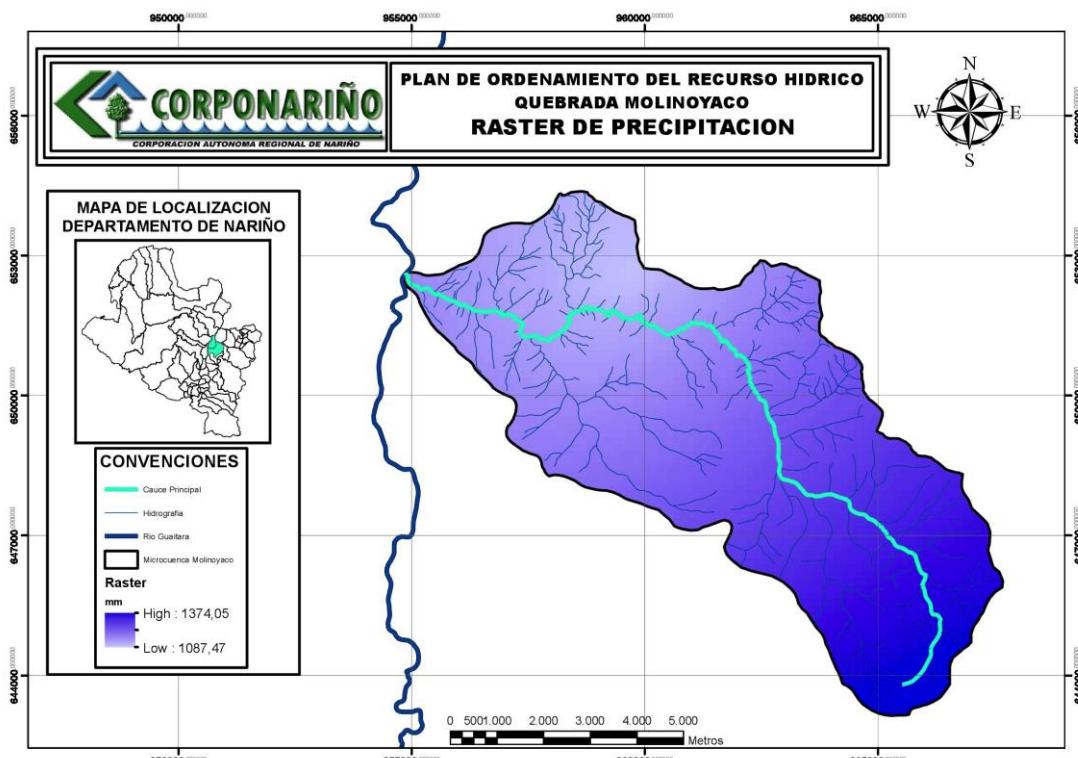
² CORPONARIÑO. Índice de Escasez de Agua Superficial Cuenca Rio Juanambú y Rio Pasto 2010.

| | | |
|---------------------|--|---|
| | | agrupar en lo posible tres estaciones por cuadrante |
| MAPA INTERPOLADO | Cross Validation – Finish Data export to raster / Cell size / output raster | El mapa interpolado fue exportado a un modelo raster (ESRI Grid) con un tamaño en eje X y Y de 30 m |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Como resultado se obtuvieron unos Mapas Temáticos, los cuales se describen a continuación:

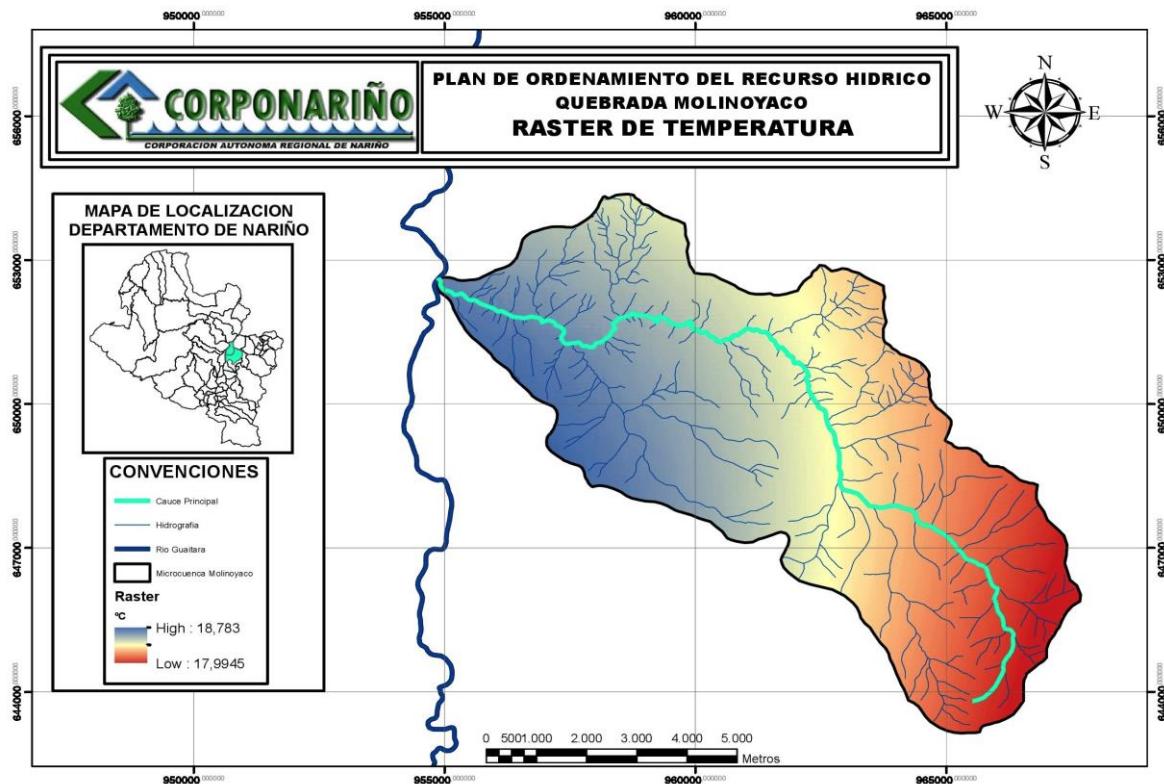
Figura 9. Mapa Precipitación Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Para la obtención del mapa de isotermas, se utilizó la información media de temperatura de las estaciones hidrometeorológicas presentes en el área de estudio, para después, a partir de la utilización de la extensión "spatial analyst" del software arcgis generar las superficies y las isolíneas de temperatura.

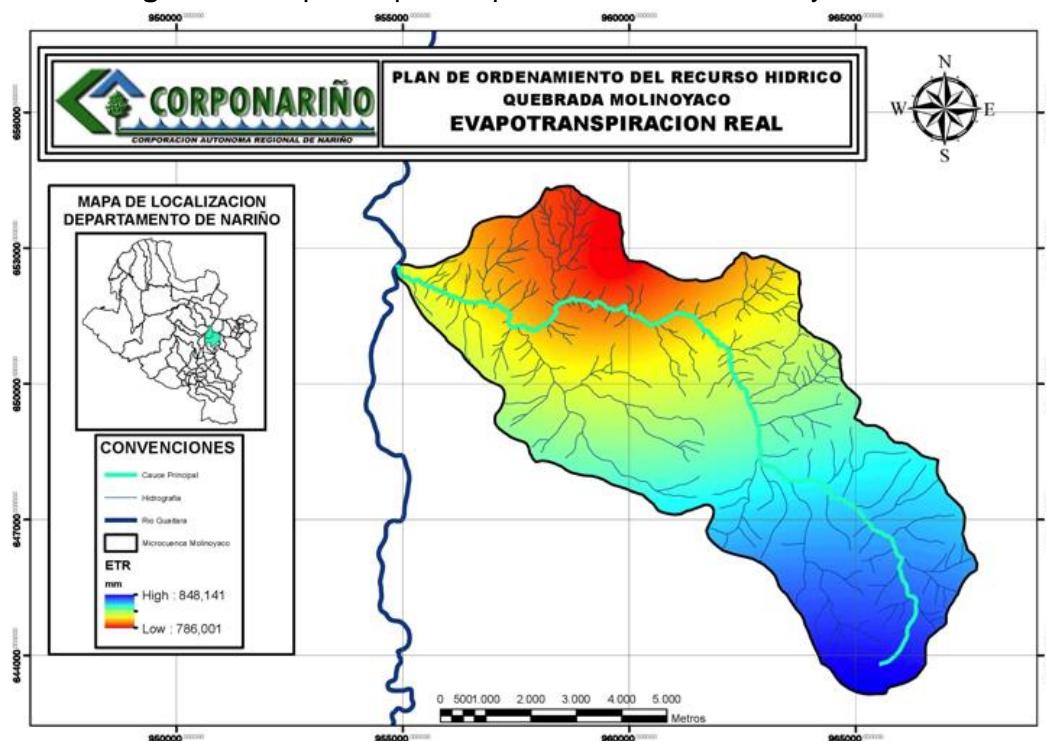
Figura 10. Mapa Isotermas Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Para el cálculo de la evapotranspiración es necesario tener en cuenta los mapas de precipitación y temperatura en formato raster obtenidos en los pasos anteriores, con el fin de llevar a cabo un análisis espacial y álgebra de mapas, en formatos raster de 30 metros por pixel. Para ello es necesario trabajar con el software ArcGIS – ArcToolbox, herramienta *Spatial Analyst Tools*.

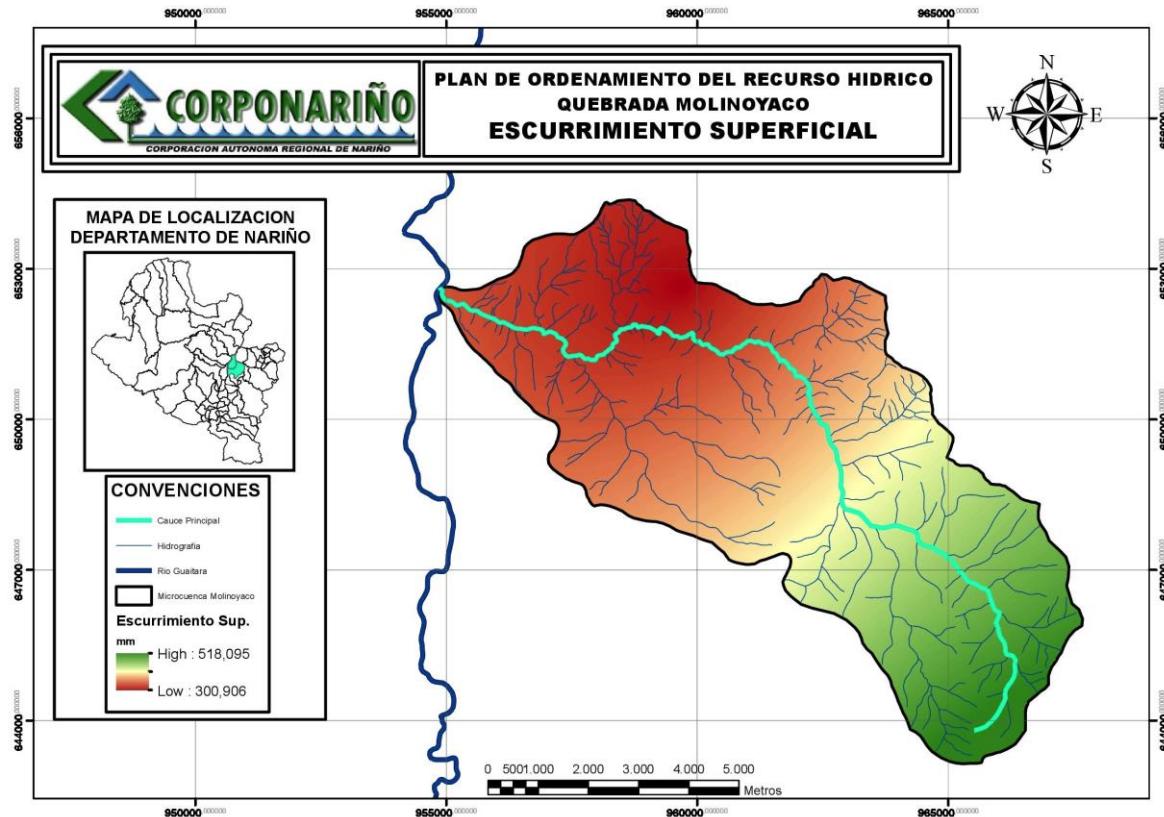
Figura 11. Mapa Evapotranspiración Real Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Para la obtención del valor de escurrimiento superficial total en lámina de agua fue necesario operar los mapas de precipitación y evapotranspiración real, utilizando técnicas de álgebra de mapas en Arcgis con rasters de resolución 30x30 metros.

Figura 12. Mapa Escurrimiento Superficial Total Rio Molinoyaco



Con la delimitación de las microcuenca se procede a calcular la oferta hídrica total y neta para cada una de las microcuenca delimitadas, para este proceso se utilizó el Raster medio Anual de Escurrimiento superficial total de la microcuenca y con la ayuda de las herramientas de ARCGIS se realizó un extrac Mask para cortar cada área de la microcuenca delimitada con el escurrimiento medio anual , dando como resultado el escurrimiento para cada microcuenca delimitada; partiendo de estos dos datos se calculó el cauda y las oferta hídrica total y neta para cada una de las microcuenca.

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta, se transformó el valor de lámina de agua resultado del mapa de escurrimiento superficial total a caudal expresado en (millones de m³/año) usando la siguiente fórmula, propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM.

OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

Volumen total de agua que fluye por la fuente abastecedora después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales,

alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar³

Para el cálculo de la oferta hídrica neta de la microcuenca quebrada Molinoyaco se tuvo en cuenta las once microcuencas que la conforman.

Tabla 5. Área Microcuencas Molinoyaco

| NOMBRE | AREA (Km2) |
|--|--------------|
| MICROCUENCA 1 | 2,97 |
| MICROCUENCA 2 | 0,71 |
| MICROCUENCA 3 | 0,73 |
| MICROCUENCA Q. ARAYANES | 1,57 |
| MICROCUENCA Q. CASCAJAL | 12,44 |
| MICROCUENCA Q. LA PLATA | 1,87 |
| MICROCUENCA Q. LLANO LARGO | 1,56 |
| MICROCUENCA Q. PEÑOL VIEJO | 2,63 |
| MICROCUENCA Q. PISIANGA | 1,84 |
| MICROCUENCA Q. SAN ANTONIO | 1,95 |
| MICROCUENCA Q. TROJAYACO | 5,91 |
| CORRIENTE DIRECTA | 28,77 |
| AREA TOTAL MICROCUENCA MOLINOYACO | 62,96 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Para la aplicación de la fórmula de oferta hídrica neta primero se transformó el valor de lámina de agua resultado del mapa de escurrimiento superficial total a caudal expresado en (millones de m³ /año), usándola fórmula propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ideam.

$$Y = (Q * t) / (A * 10000) \longrightarrow Q = Y(A * 10000) / t$$

Dónde:

Y: Escorrentía superficial

Q: Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (m³/s)

T: cantidad de segundos en el periodo de agregación (s) 31536000 seg.

A: Área de la microcuenca Km².

Al aplicar la fórmula para la microcuenca Molinoyaco que posee un área de 62,96Km² y a sus respectivas microcuencas, encontramos los siguientes resultados:

³ Índice de Escases Para Aguas Superficiales. Cuenca del Rio Guaitara 2009. pág. 25.

Tabla 6. Valores Caudal Modal Por Año (Q) Millones M³/Año

| MICROCUENUCA | Area De la Microcuenca (Km2) | Escurrimiento superficial (Y) | t= cantidad de segundos año | valor constante 10 ³ | millones de segundos año | OFERTA HÍDRICA TOTAL | Q millones m ³ /año |
|---|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| MICROCUENUCA 1 | 2,97 | 352,52 | 31536000 | 1000 | 31,536 | 0,0332 | 1,04762385 |
| MICROCUENUCA 2 | 0,71 | 368,48 | | | | 0,0084 | 0,263421598 |
| MICROCUENUCA 3 | 0,73 | 378,38 | | | | 0,0088 | 0,276523994 |
| MICROCUENUCA Q. ARAYANES | 1,57 | 388,62 | | | | 0,0193 | 0,609553836 |
| MICROCUENUCA Q. CASCAJAL | 12,44 | 406,27 | | | | 0,1603 | 5,054613228 |
| MICROCUENUCA Q. LA PLATA | 1,87 | 399,42 | | | | 0,0237 | 0,747843563 |
| MICROCUENUCA Q. LLANO LARGO | 1,56 | 477,61 | | | | 0,0236 | 0,745153917 |
| MICROCUENUCA Q. PEÑOL VIEJO | 2,63 | 311,65 | | | | 0,0260 | 0,819765165 |
| MICROCUENUCA Q. PISIANGA | 1,84 | 319,72 | | | | 0,0187 | 0,588662396 |
| MICROCUENUCA Q. SAN ANTONIO | 1,95 | 406,27 | | | | 0,0252 | 0,793545422 |
| MICROCUENUCA Q. TROJAYACO | 5,91 | 459,70 | | | | 0,0861 | 2,715287116 |
| AREA TOTAL MICROCUENUCA MOLINOYACO | 62,96 | 382,17 | | | | 0,7630 | 24,0614232 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Finalmente para el cálculo de oferta hídrica neta se aplica los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles (25%), valores tomados del documento de índice de escases de aguas superficiales cuenca Rio Guitara (2009), y la aplicación metodológica propuesta por el IDEAM, sobre la oferta hídrica superficial total empleando la siguiente ecuación:

$$OH_N = OH_T - (OH_T * (R_{FF} + R_{RE}))$$

Dónde: OH_N = Oferta hídrica neta (millones m³/s)

OH_T = Oferta hídrica total (millones m³/s)

R_{FF} = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)

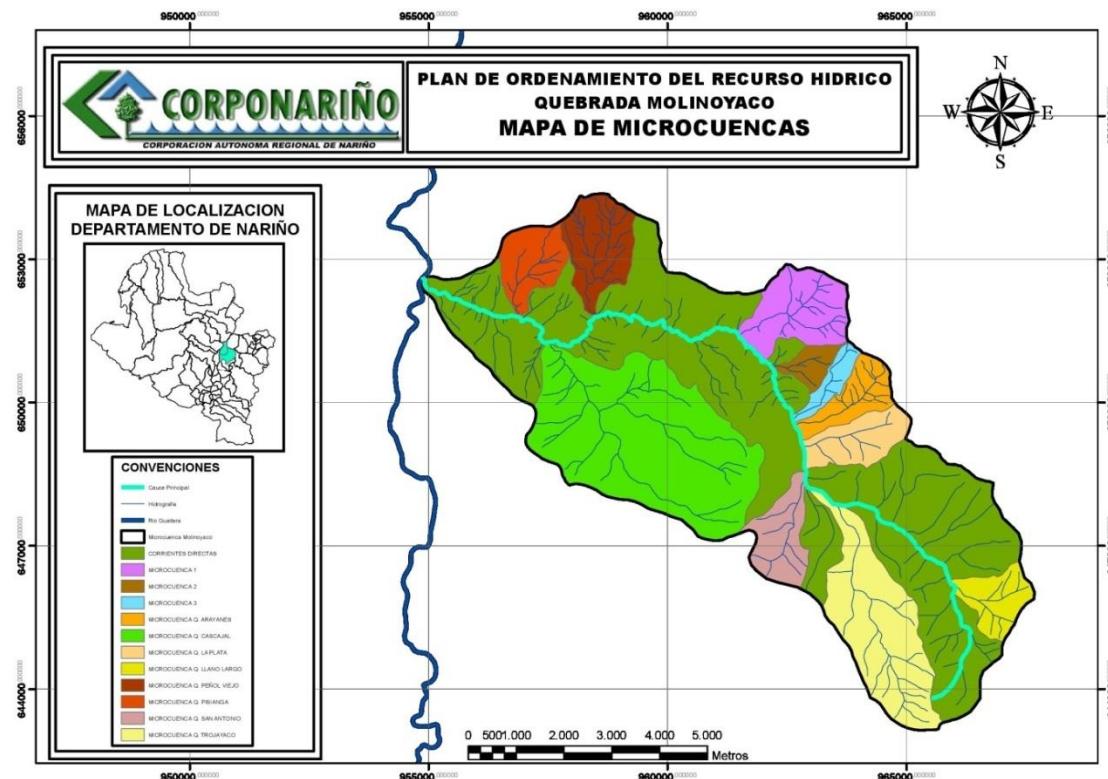
R_{RE} = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

Tabla 7. Valores Oferta Hídrica Neta (Millones m³/s)

| MICROCUENUCA | RFF | RRE | OHT | OHN = OHT - (OHT*(RF F+RRE)) |
|---|-----|-----|----------------|---------------------------------------|
| MICROCUENUCA 1 | 25% | 25% | 1,0476 | 0,52 |
| MICROCUENUCA 2 | | | 0,2634 | 0,13 |
| MICROCUENUCA 3 | | | 0,2765 | 0,14 |
| MICROCUENUCA Q. ARAYANES | | | 0,6096 | 0,30 |
| MICROCUENUCA Q. CASCAJAL | | | 5,0546 | 2,53 |
| MICROCUENUCA Q. LA PLATA | | | 0,7478 | 0,37 |
| MICROCUENUCA Q. LLANO LARGO | | | 0,7452 | 0,37 |
| MICROCUENUCA Q. PEÑOL VIEJO | | | 0,8198 | 0,41 |
| MICROCUENUCA Q. PISIANGA | | | 0,5887 | 0,29 |
| MICROCUENUCA Q. SAN ANTONIO | | | 0,7935 | 0,40 |
| MICROCUENUCA Q. TROJAYACO | | | 2,7153 | 1,36 |
| AREA TOTAL MICROCUENUCA MOLINOYACO | | | 24,0614 | 12,03 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 13. Mapa de Microcuenca Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Por lo tanto se estima que la oferta hídrica neta o disponible para su utilización en la microcuenca río Molinoyaco es: **12,03 millones de metros cúbicos al año.**

DEMANDA HIDRICA

Para la estimación de la demanda hídrica se tiene en cuenta el volumen de agua utilizada para el desarrollo de actividades socioeconómicas medidas en millones de metros cúbicos en un espacio y tiempo determinado y corresponde a una sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) que se presentan en la microcuenca Molinoyaco.(Ver anexo 8)

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Dónde:

DT = Demanda total de agua

DUD = Demanda de agua para uso doméstico

DUI = Demanda de agua para uso industrial

DUS = Demanda de agua para el sector servicios

DUA = Demanda para uso agrícola

DUP = Demanda para uso pecuario

Para el caso de la Microcuenca Molinoyaco la Demanda de agua para uso industrial no aplica ya que no encontramos ninguna variable que nos permita hacer el análisis, es decir, dentro de la microcuenca no se encuentran actividades industriales.

Demanda de Agua Por uso Doméstico: la información para la demanda de uso doméstico para la microcuenca Molinoyaco fue obtenida por la base de datos realizada por el equipo técnico para la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico, obtenida de la base de datos existente en la corporación.

Como primer paso se procedió a revisar y georeferenciar los datos y ver su posición geográfica respecto a la microcuenca Molinoyaco. Se procede a depurar esta información teniendo en cuenta su posición geográfica y se eligen los puntos dentro de la microcuenca para así tener en claro los usos dentro de la microcuenca.

Para el cálculo de la demanda por uso doméstico se tiene en cuenta la sumatoria de los caudales para la zona urbana y rural de la microcuenca, además se tiene en cuenta el número de habitantes del municipio de El Tambo y de El Peñol proyectados para el 2013 según el censo de población realizado por el Dane en el 2005.

Para el cálculo de la demanda por uso doméstico se tiene en cuenta os siguientes ítems:

Tabla 8. Ítems Para El Cálculo De La De Manda Por Uso Domestico

| ITEMS |
|---|
| Poblacion Proyectada |
| Nivel De Complejidad |
| Dotacion Neta (l/hab/dia) |
| Perdidas |
| Perdidas Tecnicas |
| Dotacion Neta Corregida (m3/hab/dia) |
| Dotacion Bruta (m3/hab/dia) |
| Demand de Agua Uso Domestico (m3/año) |
| Demand de Agua Uso Domestico Total (millones m3/año) |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Para el cálculo de la población proyectada por municipio se utiliza los valores de población urbana total, ya que dentro de la microcuenca se encuentra en su totalidad el área urbana del

municipio del El Tambo y de El Peñol. La población rural se proyecta en base al área rural q cubre el municipio dentro de la microcuenca.

Tabla 9. Población Proyectada Por Municipio Microcuenca Molinoyaco

| Municipio | Area Del Municipio (Km2) | Poblacion Urbana | Poblacion Rural | Poblacion Total | Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2) | Poblacion Dentro de la Microcuenca | Area Urbana en la Microcuenca (Km2) | Area Rural en la Microcuenca (Km2) | Proyeccion de Poblacion Area rural |
|-----------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| El Peñol | 121,34 | 1025 | 5556 | 6581 | 12,01 | 651 | 0,034 | 11,97 | 649 |
| El Tambo | 248,34 | 5297 | 7341 | 12638 | 50,95 | 2593 | 0,21 | 50,74 | 2582 |

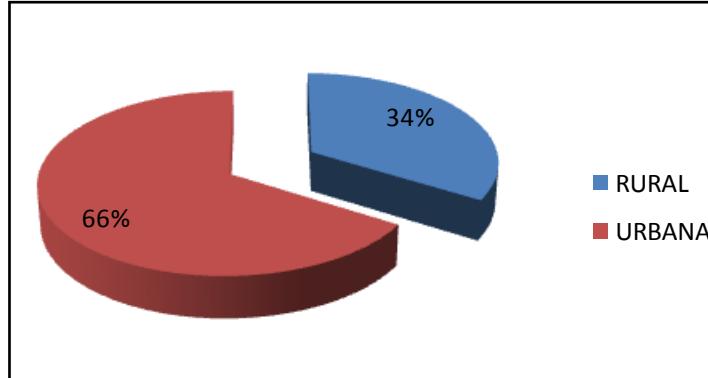
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 10. Población Proyectada Por Zona Microcuenca Molinoyaco

| MICROCUENCA | ZONA | Nº DE HABITANTES |
|-------------|--------|------------------|
| MOLINOYACO | RURAL | 3231 |
| MOLINOYACO | URBANA | 6322 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 14. Población Proyectada Microcuenca Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Podemos observar que dentro de la Microcuenca Molinoyaco hay un porcentaje más alto de población Urbana, ya que dentro de la microcuenca se encuentra el casco urbano de El Tambo y de El Peñol.

Para determinar el nivel de complejidad según la población proyectada hasta el año 2013, en el área urbana y rural de la microcuenca Molinoyaco se utilizan los niveles de complejidad del sistema establecidos por las RAS 2000.

Tabla 11. Asignación Del Nivel De Complejidad

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

Fuente: RAS 2000, Capítulo A.3

La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y se determina según la **Resolución 2320 De 2009**.

Tabla 12. Dotación Neta Según El Nivel De Complejidad Del Sistema

| Nivel de complejidad del sistema | Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frio o Templado (L/hab.día) | Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Cálido (L/hab.día) |
|----------------------------------|---|--|
| Bajo | 90 | 100 |
| Medio | 115 | 125 |
| Medio alto | 125 | 135 |
| Alto | 140 | 150 |

Fuente: **Resolución 2320 De 2009**

Las pérdidas se establecen según la RAS 2000, la cual explica lo siguiente:

Pérdidas en la aducción (agua cruda): Debe establecerse un nivel de pérdidas en la aducción antes de llegar a la planta de tratamiento. El nivel de pérdidas en la aducción debe ser inferior al 5%, **Necesidades de la planta de tratamiento** Debe considerarse entre 3% y 5% del caudal medio diario para atender las necesidades de lavado de la planta de tratamiento y **Pérdidas en la conducción (agua tratada):** Debe establecerse el nivel de pérdidas en la conducción expresa después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución. Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 5%.⁴

⁴MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, ras 2000, Bogotá: 2000. Capítulo B.2.5, p.35, 36.

Para el caso de la microcuenca Molinoyaco el porcentaje de pérdidas se calcula sumando el porcentaje de pérdidas establecidas en la ras 2000 para un total de 15%.

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio. Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la planta potabilizadora, incluidos los consumos operaciones en la red. Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del nivel de complejidad del sistema.⁵

Tabla 13. Porcentajes Máximos Admisibles De Pérdidas Técnicas

| Nivel de complejidad del sistema | Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta |
|----------------------------------|--|
| Bajo | 40 % |
| Medio | 30 % |
| Medio alto | 25 % |
| Alto | 20 % |

Fuente: **RAS 2000, Capítulo B.2.5.4**

Para el cálculo de la dotación neta corregida se tiene en cuenta el valor establecido anteriormente para la dotación neta. El valor de la **dotación neta** expresado en **litro/habitante/día** se trasforma a **metros³/habitante/día**, esta operación se hace dividiendo el valor entre **1000** para así obtener como resultado el valor de la **dotación neta corregida** en **metros³/habitante/día**.

Para el cálculo de la dotación bruta tendremos en cuenta la **RESOLUCION 2320 DE 2009⁶** la cual dice lo siguiente:

Dotación Bruta: Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurrán en el sistema de acueducto.

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto, indistintamente del nivel de complejidad, se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = d_{neta} / (1 - \%p)$$

⁵ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, ras 2000, Bogotá: 2000.Capítulo B.2.5, p. 36.

⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. **Resolución 2320 De 2009.**Bogota: Ministro De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. 2009, p.1.

Dónde:

D bruta: dotación bruta

dneta: dotación neta

%p: pérdidas técnicas máximas admisibles

Finalmente para el cálculo de Demanda de Agua Uso Doméstico (DUD) se realiza la siguiente operación:

$$\text{DUD} = \text{Dotación Bruta (m}^3/\text{hab/día)} * \text{Población Proyectada}$$

Para que el resultado de la anterior operación sea anual se multiplica por **365**.

Tabla 14: Demanda De Uso Doméstico Microcuenca Molinoyaco, Municipio De El Tambo

| ITEMS | URBANO | RURAL |
|--|--------------------|-------------|
| Poblacion Proyectada (El Tambo) | 5297 | 2582 |
| Nivel De Complejidad | MEDIO | MEDIO |
| Dotacion Neta (l/hab/dia) | 115 | 115 |
| Perdidas | 15% | 15% |
| Perdidas Tecnicas | 30% | 30% |
| Dotacion Neta Corregida (m ³ /hab/dia) | 0,115 | 0,115 |
| Dotacion Bruta (m ³ /hab/dia) | 0,2090909 | 0,2090909 |
| Demandada Agua Uso Domestico (m ³ /año) | 404257,41 | 197053,55 |
| Demandada Agua Uso Domestico Total (millones m ³ /año) | 0,4042574 | 0,1970535 |
| TOTAL (m³/año) | 601310,9545 | |
| TOTAL (millones m³/año) | 0,601310955 | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 15. Demanda De Uso Doméstico Microcuenca Molinoyaco, Municipio De El Peñol

| ITEMS | URBANO | RURAL |
|--|-----------------|------------|
| Poblacion Proyectada (El Peñol) | 1025 | 649 |
| Nivel De Complejidad | BAJO | BAJO |
| Dotacion Neta (l/hab/dia) | 90 | 90 |
| Perdidas | 15% | 15% |
| Perdidas Tecnicas | 40% | 40% |
| Dotacion Neta Corregida (m3/hab/dia) | 0,09 | 0,09 |
| Dotacion Bruta (m3/hab/dia) | 0,2 | 0,2 |
| Demandada de Agua Uso Domestico (m3/año) | 74825 | 47377 |
| Demandada de Agua Uso Domestico Total (millones m3/año) | 0,074825 | 0,047377 |
| TOTAL (m3/año) | 122202 | |
| TOTAL (millones m3/año) | 0,122202 | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Finalmente la demanda de agua para uso doméstico en la microcuenca Molinoyaco es: **0,724 millones de m3/año**.

Tabla 16. Demanda De Uso Doméstico Microcuenca Molinoyaco Por Municipio

| MUNICIPIO | MICROCUENUCA | ZONA | Nº DE HABITANTES | DUD m3/año | DUD millones m3/año |
|------------------|--------------|--------|------------------|-------------------|---------------------|
| EL TAMBO | MOLINOYACO | RURAL | 2582 | 197053,545 | 0,197 |
| EL TAMBO | MOLINOYACO | URBANA | 5297 | 404257,409 | 0,404 |
| EL PEÑOL | MOLINOYACO | RURAL | 649 | 74825 | 0,075 |
| EL PEÑOL | MOLINOYACO | URBANA | 1025 | 47377 | 0,047 |
| DUD TOTAL | | | | 723512,955 | 0,724 |

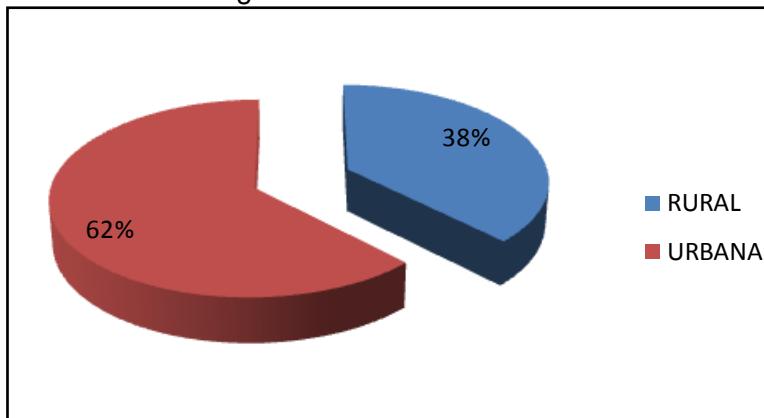
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 17. Demanda De Uso Doméstico Microcuenca Molinoyaco

| MICROCUENUCA | ZONA | Nº DE HABITANTES | DUD m3/año | DUD millones m3/año |
|------------------|--------|------------------|------------|---------------------|
| MOLINOYACO | RURAL | 3231 | 271878,545 | 0,272 |
| MOLINOYACO | URBANA | 6322 | 451634,409 | 0,452 |
| DUD TOTAL | | | | 723512,955 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 15. Demanda De Agua Para Uso Doméstico Microcuenca Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Se puede observar que la mayor demanda de agua para uso doméstico dentro de la Microcuenca Molinoyaco se encuentra en el área urbana, debido a su gran población.

DEMANDA DE AGUA PARA USO PECUARIO

La demanda de agua para uso pecuario se determina a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, ovinos, aves, porcinos y equinos, los cuales fueron identificados en la base de datos del último censo agropecuario realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en el 2012, por un factor de consumo aproximado respecto a la temperatura media del municipio. Ver anexo 5.

En el estudio se considera las zonas de vida y los pisos térmicos de acuerdo a las características climatológicas adoptando un rango de temperatura (Cálido 22° a 31°, Templado o medio 16° a 20°, Frio 12° a 18° y paramo 6° a 12°).⁷

Tabla 18. Consumo Neto Teórico De Agua En Bebederos (L/Animal*Día)

| ESPECIE | PISO TERMICO | | |
|----------|--------------|-------|--------|
| | FRIO | MEDIO | CALIDO |
| BOVINOS | 25 | 30 | 35 |
| EQUINOS | 20 | 25 | 30 |
| OVINOS | 15 | 20 | 25 |
| PORCINOS | 10 | 13 | 15 |

Fuente:⁸

⁷ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR, HIDROPLAN LTDA.

Concepto Estudio Módulos De Consumo., p. 4.

⁸ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR, HIDROPLAN LTDA.

Concepto Estudio Módulos De Consumo., p. 9.

Teniendo como base la anterior tabla la cual presenta valores de consumo de agua por animal en **Litros * Día**, se generan los valores a utilizar para el cálculo de consumo de agua por animal en **m³/año**, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 19. Factor De Consumo Por Tipo De Animal (m³/año)

| ESPECIE | PISO TERMICO | | |
|----------|--------------|-------|--------|
| | FRIO | MEDIO | CALIDO |
| BOVINOS | 9,125 | 10,95 | 12,775 |
| EQUINOS | 7,3 | 9,125 | 10,95 |
| OVINOS | 5,475 | 7,3 | 9,125 |
| PORCINOS | 3,65 | 4,745 | 5,475 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Considerando que la información pecuaria se encuentra por municipio y no por unidad hídrica como una cuenca, subcuenca o microcuenca, es necesario saber el porcentaje que cubre la cuenca dentro del área total del municipio para que posteriormente con este porcentaje se afecte el número total de animales del municipio dando como resultado en número de animales en la microcuenca.

Sector Bovino: El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Molinoyaco (18°C), para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16° a 20°). El factor de consumo para bovinos será de 10,95 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector bovino, estimado en la Microcuenca Molinoyaco es de **0,01190 millones de m³/año**.

Tabla 20. Consumo De Agua – Bovinos Microcuenca Molinoyaco

| Municipio | Area Del Municipio (Km ²) | Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km ²) | Area Cuenca (Km ²) | Nombre | % Area Municipio en Microcuenca | % Area Microcuenca en El Municipio | Total Bovinos Municipio | Total Bovinos Microcuenca Molinoyaco | Temp. Municipio | Consumo m ³ /animal-año | Consumo Agua Bovinos (m ³ /año) |
|-----------|---------------------------------------|---|--------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| El Peñol | 121,34 | 12,01 | 62,96 | Rio Molinoyaco | 19,07 | 9,90 | 1893 | 187 | 18 | 10,95 | 2052,11 |
| El Tambo | 248,34 | 50,95 | | Rio Molinoyaco | 80,93 | 20,52 | 4383 | 899 | | | 9848,34 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 11900,44 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Sector Porcino: El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Molinoyaco (18°C), para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16° a 20°). El factor de consumo para porcinos será de 4,74 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector porcino, estimado en la Microcuenca Molinoyaco es de **0,0482 millones de m³/año**.

Tabla 21. Consumo De Agua – Porcinos Microcuenca Molinoyaco

| Municipio | Area Del Municipio (Km2) | Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km2) | Area Cuenca (Km2) | Nombre | % Area Municipio en Microcuenca | % Area Microcuenca en El Municipio | Total Porcinos Municipio | Total Porcinos Microcuenca Molinoyaco | Temp. Municipio | Consumo m3/animal-año | Consumo Agua Porcinos (m3/año) |
|-----------|--------------------------|--|-------------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|
| El Peñol | 121,34 | 12,01 | | Rio Molinoyaco | 19,07 | 9,90 | 649 | 64 | | 4,74 | 304,55 |
| El Tambo | 248,34 | 50,95 | 62,96 | Rio Molinoyaco | 80,93 | 20,52 | 4646 | 953 | 18 | | 4518,92 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 4823,47 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Sector Equino: El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Molinoyaco (18°C), para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16° a 20°). El factor de consumo para el sector equino será de 9,13 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector equino, estimado en la Microcuenca Molinoyaco es de **0,0000512 millones de m3/año**.

Tabla 22. Consumo De Agua – Equinos Microcuenca Molinoyaco

| Municipio | Area Del Municipio (Km2) | Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km2) | Area Cuenca (Km2) | Nombre | % Area Municipio en Microcuenca | % Area Microcuenca en El Municipio | Total Equinos Municipio | Total Equinos Microcuenca Molinoyaco | Temp. Municipio | Consumo m3/animal-año | Consumo Agua Equinos (m3/año) |
|-----------|--------------------------|--|-------------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| El Peñol | 121,34 | 12,01 | | Rio Molinoyaco | 19,07 | 9,90 | 140 | 14 | | 9,13 | 126,54 |
| El Tambo | 248,34 | 50,95 | 62,96 | Rio Molinoyaco | 80,93 | 20,52 | 206 | 42 | 18 | | 385,94 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 512,48 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Sector Ovino: El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la Microcuenca Molinoyaco (18°C), para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16° a 20°). El factor de consumo para el sector equino será de 7,3 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector equino, estimado en la Microcuenca Molinoyaco es de **0,00000749 millones de m3/año**.

Tabla 23. Consumo De Agua – Ovinos Microcuenca Molinoyaco

| Municipio | Area Del Municipio (Km2) | Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km2) | Area Cuenca (Km2) | Nombre | % Area Municipio en Microcuenca | % Area Microcuenca en El Municipio | Total ovinos Municipio | Total Ovinos Microcuenca Molinoyaco | Temp. Municipio | Consumo m3/animal-año | Consumo Agua ovinos (m3/año) |
|-----------|--------------------------|--|-------------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|
| El Peñol | 121,34 | 12,01 | | Rio Molinoyaco | 19,07 | 9,90 | 0 | 0 | | 7,3 | 0 |
| El Tambo | 248,34 | 50,95 | 62,96 | Rio Molinoyaco | 80,93 | 20,52 | 5 | 1 | 18 | | 7,49 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 7,49 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Sector Avícola: El consumo de agua para este sector se estimó teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 24. Factor De Consumo - Sector Avícola (m³/año)

| ESPECIE | TEMPERATURA | CONSUMO (m ³ /animal*año) |
|----------------|-------------|---|
| AVES POSTURA | - | 0,16 |
| AVES ENGORDE | - | 0,16 |
| AVES TRASPATIO | - | 0,16 |

Fuente: Módulos de consumo CAR, septiembre 2005

El factor de consumo para el sector avícola será de 0,16 m³/animal-año.

El consumo de agua para el sector avícola, estimado en la Microcuenca Molinoyaco es de **0,0004268 millones de m³/año**.

Tabla 25. Consumo De Agua – Avícola Microcuenca Molinoyaco

| Municipio | Area Del Municipio (Km ²) | Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km ²) | Area Cuenca (Km ²) | Nombre | % Area Municipio en Microcuenca | % Area Microcuenca en El Municipio | Total Aves Municipio | Total Aves Microcuenca Molinoyaco | Temp. Municipio | Consumo m ³ /animal-año | Consumo Agua Aves (m ³ /año) |
|-----------|---------------------------------------|---|--------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|---|
| El Peñol | 121,34 | 12,01 | 62,96 | Rio Molinoyaco | 19,07 | 9,90 | No Info | | 18 | 0,16 | |
| El Tambo | 248,34 | 50,95 | | Rio Molinoyaco | 80,93 | 20,52 | 13000 | 2668 | | | 426,82 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 426,816 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

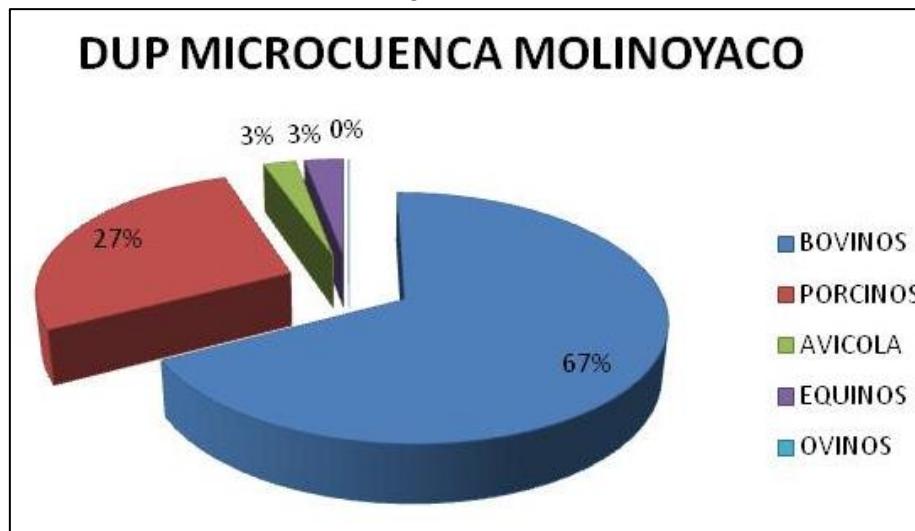
Finalmente la demanda de agua para uso pecuario en la Microcuenca Molinoyaco es: **0,0176707 millones de m³/año**.

Tabla 26. Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Molinoyaco

| ANIMAL | TOTAL DUP (m ³ /animal-año) | TOTAL DUP (millones de m ³ /animal-año) |
|--------------|--|--|
| BOVINOS | 11900,44 | 0,011900445 |
| PORCINOS | 4823,47 | 0,004823472 |
| AVICOLA | 426,816 | 0,000426816 |
| EQUINOS | 512,48 | 0,000512478 |
| OVINOS | 7,49 | 0,00000749 |
| TOTAL | 17670,70 | 0,017670701 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 16. Distribución Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

El mayor consumo de agua del sector pecuario se encuentra en el sector bovino con el 67%, seguido del sector porcino con el 27%, el sector avícola, a pesar de poseer una población bastante significativa, no presenta demanda de agua considerable 3%, igual porcentaje de equinos el cual no sobrepasa el 3% y en el sector ovino debido a su poca población tiene 0% de consumo.

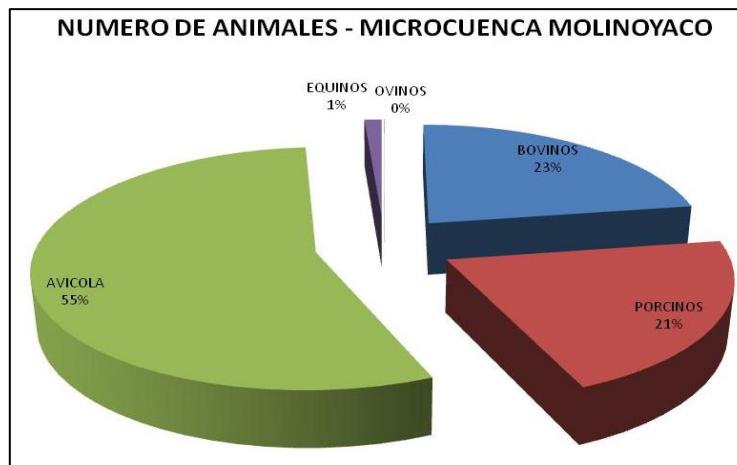
En la siguiente tabla podemos ver la distribución de los animales por municipio dentro de la Microcuenca Molinoyaco y su consumo de agua.

Tabla 27. Consumo De Agua Por Municipio, Microcuenca Molinoyaco

| MUNICIPIO | NUMERO DE ANIMALES POR SECTOR | | | | | TOTAL DUP (m3/animal-año) | TOTAL DUP (millones de m3/animal-año) |
|-----------|-------------------------------|----------|---------|---------|--------|------------------------------|---|
| | BOVINOS | PORCINOS | AVICOLA | EQUINOS | OVINOS | | |
| EL PENOL | 187 | 64 | 0 | 14 | 0 | 2483,20 | 0,002483198 |
| EL TAMBO | 899 | 953 | 2668 | 42 | 1 | 15187,50 | 0,015187502 |
| TOTAL | 1087 | 1018 | 2668 | 56 | 1 | 17670,70 | 0,017670701 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 17. Distribución De Animales En La Microcuenca Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Podemos observar que la mayor cantidad de animales presentes dentro de la Microcuenca Molinoyaco son las aves con el 55%, seguido de los bovino con un 23% y los equinos con un 21% y en muy bajo porcentaje están los equinos y los ovinos.

DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA

Para la estimación de la demanda de agua por uso agrícola se toma como referencia para el estudio el mapa de usos de suelo y cobertura de la cuenca del Guáitara, realizado en el estudio de índice de escasez para aguas superficiales cuenca del río Guáitara, el cual posteriormente se afectó con la sectorización de la microcuenca Molinoyaco para así obtener el mapa áreas cultivadas de la microcuenca Molinoyaco. Ver anexo 5.

En general en la cuenca se presentan Unidades Agrologicas Familiares (UAF), entendidas como la explotación agropecuaria de un predio rural que depende directa y principalmente de la fuerza de trabajo del grupo familiar dicha actividad agrícola provee la demanda local de alimentos, teniendo como característica la creciente ampliación de la frontera agrícola hacia áreas de páramos y subpáramos.⁹

La cobertura de uso en especial la de cultivos se establece por áreas con asociación de diferentes productos agrícolas, por lo cual y con el objeto de estimar la demanda de agua para uso agrícola se asignó por cada cultivo un coeficiente de consumo (Kc), este coeficiente fue tomado del estudio de índice de escasez para aguas superficiales cuenca del río Guáitara, del cual solo se tomara el promedio ya calculado del coeficiente para cada tipo de cultivo encontrado en la Microcuenca Molinoyaco.

⁹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO. Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la cuenca Superior Binacional Carchi - Guáitara Sector Colombiano. Ipiales: La Corporación, 2006. p 68.

Tabla 28. Coeficiente De Consumo De Agua Por Tipo De Cultivo (Kc) Cuenca Del Río Guáitara

| TIPO DE COBERTURA | ÁREA (Ha) | ÁREA (%) | KC-1 | KC-2 | KC-3 | KC-4 | KC-PROM |
|---|-------------------|-------------|------|------|------|------|---------|
| CAFÉ, CAÑA, FIQUE | 2.703,00 | 2% | 0,90 | 0,78 | 0,80 | - | 0,83 |
| CAFÉ, CAÑA, PLÁTANO | 16.076,67 | 14% | 0,90 | 0,78 | 0,90 | - | 0,86 |
| CULTIVOS DE CAÑA | 1.495,85 | 1% | 0,78 | - | - | - | 0,78 |
| CULTIVOS DE COCA | 23,53 | 0% | - | - | - | - | - |
| CULTIVOS DE PAPA | 9.867,20 | 8% | 0,78 | - | - | - | 0,78 |
| FIQUE, CAÑA | 709,87 | 1% | 0,80 | 0,78 | - | - | 0,79 |
| MOSAICO DE PASTO Y CULTIVOS DE FRIJOL, MAÍZ, YUCA | 3.753,09 | 3% | 0,80 | 0,76 | 0,72 | - | 0,76 |
| MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS DE FIQUE, CAÑA, TOMATE Y NARANJA | 3.481,34 | 3% | 0,80 | 0,78 | 0,81 | 0,70 | 0,77 |
| MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS: PAPA, MAÍZ, HORTALIZAS | 67.734,08 | 57% | 0,78 | 0,76 | 0,77 | - | 0,77 |
| PAPA, MAÍZ, FRIJOL | 1.889,12 | 2% | 0,78 | 0,76 | 0,80 | - | 0,78 |
| PASTOS MANEJADOS | 10.669,26 | 9% | 1,00 | - | - | - | 1,00 |
| TOTAL CULTIVADA CUENCA RÍO GUAITARA | 118.403,01 | 100% | | | | | |

Fuente: índice de escasez para aguas superficiales cuenca del río Guáitara

Posteriormente se asigna el coeficiente de consumo (Kc) a cada cobertura encontrada en la Microcuenca Molinoyaco, con este coeficiente y multiplicándolo con la evapotranspiración potencial media (1272,18mm), se calculó el uso consuntivo de cada cultivo (ETP*Kc) su diferencia con el valor de la precipitación media (1193,23), define, si el uso consuntivo es mayor a la precipitación, la necesidad de cantidades adicionales de agua a aplicarse por medio de riego con el propósito de satisfacer los requerimientos para el desarrollo de los cultivos.

Tabla 29. Uso Consuntivo Para Cultivo

| COBERTURA | Kc | Uso Consuntivo |
|---|----------------|----------------|
| CAFE, CAÑA, PLATANO | 0,86 | 1094,0748 |
| MOSAICO DE PASTO Y CULTIVOS DE FRIJOL, MAIZ, YUCA | 0,76 | 966,8568 |
| CAÑA | 0,78 | 992,3004 |
| COCA | - | - |
| PASTOS | 1 | No Aplica |
| PRECIPITACION | 1193,23 | |
| EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL | 1272,18 | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Podemos ver que en la Microcuenca Molinoyaco se presentan 5 ítems de uso y cobertura de suelo de los cuales 4 son cultivos, por lo tanto el uso consuntivo no aplica para pastos, 3 de estos cultivos tienen coeficiente de consumo (Kc) asignado y no necesitan de cantidades adicionales de agua para el completo desarrollo del cultivo, en el caso del cultivo de coca no se encontró información sobre el coeficiente de consumo.

Para el cálculo de la demanda de uso agrícola se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

$$DUA = [P - (ETP * kc)] * ha$$

Teniendo en cuenta que los valores de precipitación, evapotranspiración y hectáreas cultivadas poseen diferentes unidades de medida se toma la decisión de convertir todas la unidades de medida a metros, es decir, en el caso de los valores de precipitación y evapotranspiración se convertirá de milímetros (**mm**) a metros (**m**) y en el caso de las hectáreas cultivadas se procede a calcular los valores en metros cuadrados (**m²**) para así obtener el resultado en metros cúbicos (**m³**).

Tabla 30. Estimación Demanda De Agua Para Uso Agrícola Microcuenca Molinoyaco

| COBERTURA | Area (km2) | Area (m2) | Kc | DUA (m3) | DUA (millones m3) | IUA (millones m3/año) |
|---|------------|-------------|------|--------------|-------------------|-----------------------|
| CAFE, CAÑA, PLATANO | 1,71 | 1705201,39 | 0,86 | 169079,5845 | 0,169079585 | 0,000463232 |
| MOSAICO DE PASTO Y CULTIVOS DE FRIJOL, MAIZ, YUCA | 1,23 | 1225687,57 | 0,76 | 277462,8168 | 0,277462817 | 0,000760172 |
| CAÑA | 2,52 | 2519867,65 | 0,78 | 506315,999 | 0,506315999 | 0,001387167 |
| COCA | 0,02 | 23926,31 | - | - | - | - |
| PASTOS | 43,51 | 43507021,75 | 1 | -3434879,367 | -3,434879367 | -0,009410628 |
| PRECIPITACION | 1193,23 | | | -2482020,967 | -2,482020967 | -0,006800057 |
| EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL | 1272,18 | | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

La sumatoria de estas DUA por cultivo en la Microcuenca Molinoyaco constituye en la demanda de agua para uso agrícola anual.

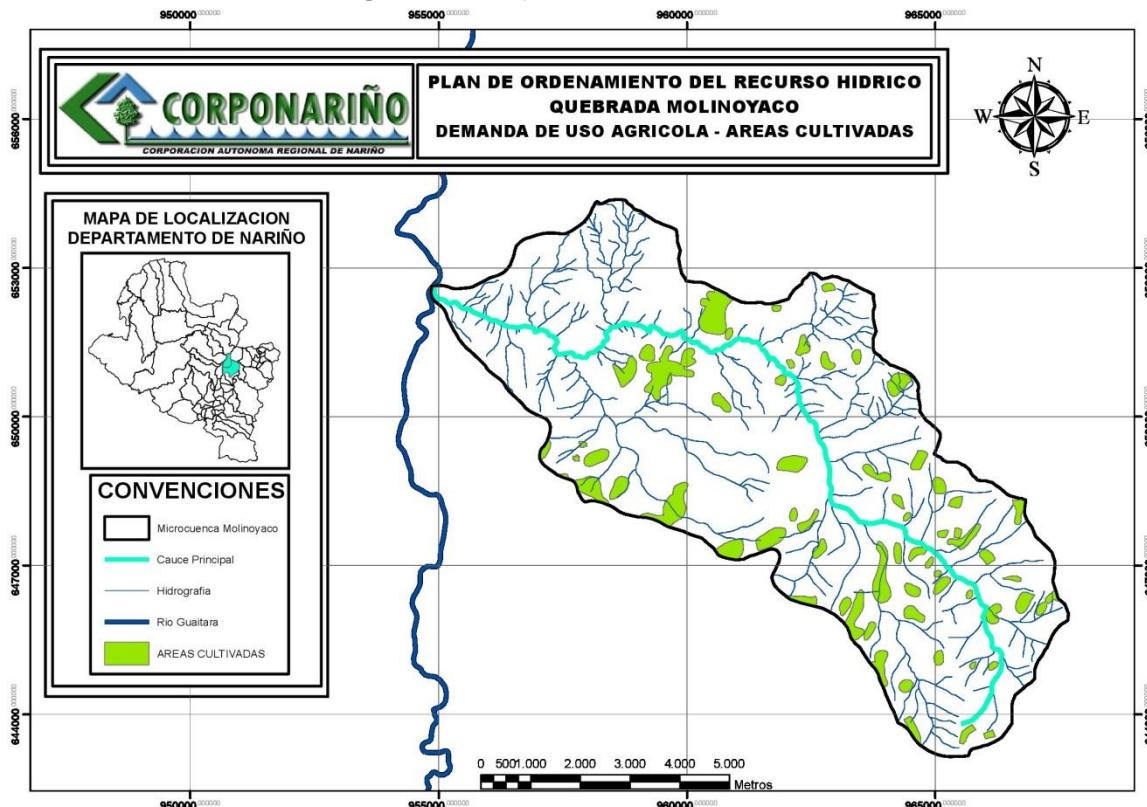
Podemos ver que el resultado de la DUA es negativo, esto quiere decir que hay un déficit de agua para estos cultivos debido a la extensa área de pastos para ganado, por lo tanto se implementan distritos de riego para suplir las necesidades de agua para los cultivos.

Cabe anotar que el cálculo de la demanda de agua con las variables adoptadas supone condiciones ideales, es decir, la no existencia de ningún tipo de limitación en el proceso desarrollo de los cultivos tales como: estrés hídrico o salino, densidad del cultivo, plagas y enfermedades, presencia de malezas o baja fertilidad.¹⁰

Finalmente la demanda de agua para uso agrícola estimada Microcuenca Molinoyaco es: **-0,006800057 millones de m³/año**.

¹⁰ CORPONARIÑO. Índice de escasez para aguas superficiales cuenca río Guaitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009.p.302

Figura 18. Mapa De Áreas Cultivadas



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

DEMANDA DE AGUA PARA USO DE SERVICIOS

Para la estimación de la demanda de agua para el sector de servicios se utilizó la base de datos proporcionada por el equipo técnico para la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico, igualmente se utilizó la base de datos de la secretaría de educación departamental.

La información obtenida es del municipio de El Tambo, se tomaron como puntos principales para la obtención de información los siguientes:

- Establecimiento: Tipo de establecimiento
- Cantidad: Número de establecimientos en el municipio
- N°. Empleados: Número de empleados dentro de cada establecimiento
- Descripción: Descripción tomada según el factor de consumo

Tabla 31. Establecimientos Del Sector De Servicios Municipio Del El Tambo

| Establecimiento | Cantidad | Nº Empleados | Descripcion |
|----------------------|----------|---------------|--------------------------|
| ALCALDIA | 1 | 30 | Oficina |
| ESTACION POLICIA | 1 | 10 | Institucion 1 |
| HOSPITAL | 1 | 30 | Institucion 2 |
| ESTACION DE SERVICIO | 2 | - | Bombas de gasolina |
| ASADERO POLLO | 1 | - | Restaurantes hasta 50 m2 |
| RESTAURANTE | 2 | - | Restaurantes hasta 50 m2 |
| Establecimiento | Cantidad | Nº Habitacion | Descripcion |
| HOTELES | 2 | 8 | Hoteles |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Para depurar la información obtenida por la secretaria de educación departamental se procedió a georeferenciar los diferentes centros educativos en el municipio de El Tambo, posteriormente se escogen los centros educativos que están dentro de la sectorización de la Microcuenca Molinoyaco y se le asigna su descripción.

Tabla 32. Centros Educativos Microcuenca Molinoyaco

| MUNICIPIO | NOMBRE SEDE | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD | Nº Estudiantes | DESCRIPCION |
|-----------|--|----------|------------|---------|----------------|-------------|
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO BELLO HORIZONTE | 1,407417 | -77,385447 | 2263,14 | 30 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO CHAGRAURCO | 1,441222 | -77,462389 | 1129,59 | 36 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO DE SANTA LUCIA | 1,413528 | -77,381167 | 2465,83 | 16 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO LAS PALMAS | 1,423694 | -77,403250 | 2219,25 | 22 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO MEJICO | 1,416800 | -77,383200 | 2450,90 | 18 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO TROJAYACO | 1,409667 | -77,403194 | 2169,26 | 30 | Escuela |
| EL TAMBO | ESCUELA LA INMACULADA | 1,421944 | -77,395806 | 2395,73 | 293 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO GRANADILLO | 1,428694 | -77,430361 | 1901,34 | 8 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO TANGUANA | 1,405444 | -77,412667 | 2217,42 | 66 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO CASCAJAL BAJO | 1,435250 | -77,439861 | 1520,95 | 37 | Escuela |
| EL TAMBO | INSTITUCION EDUCATIVA SAGRADO CORAZON DEJESUS | 1,421500 | -77,396194 | 2241,19 | 531 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO PLAN VERDE | 1,452861 | -77,415833 | 2222,91 | 10 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO CASCAJAL ALTO | 1,422778 | -77,431556 | 1929,99 | 9 | Escuela |
| EL TAMBO | INSTITUCION EDUCATIVA AGROPECUARIOJESUS NAZARENO | 1,418264 | -77,393889 | 2241,19 | 738 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO LA CAFELINA | 1,448917 | -77,437806 | 1583,13 | 27 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO POTRERILLO | 1,434222 | -77,428944 | 1811,73 | 37 | Escuela |
| EL TAMBO | CENTRO EDUCATIVO SAN PABLO ALTO | 1,415694 | -77,422889 | 2321,97 | 22 | Escuela |

Fuente: Secretaría de educación departamental

Tabla 33. Factores De Consumo Retomados Por López Cualla,2000

| Factores de consumo retomados por López Cualla, 2000 | | |
|---|----------------|-------------------------------|
| Descripcion | Consumo | Unidad |
| Escuelas | 45 | L/dia por alumno |
| Oficina | 80 | L/dia por empleado y por 10m2 |
| Instituciones | 300 | Lt/día por persona |
| Hoteles | 200 | Lt/día por habitacion |

Fuente:¹¹

Tabla 34 Factores De Consumo

| Factores de consumo | | |
|----------------------------|----------------|-----------------|
| Descripcion | Consumo | Unidad |
| Restaurantes hasta 50 m2 | 40 | Lt/día |
| Bombas de gasolina | 800 | L/dia por bomba |

Fuente:¹²

Se calcula el consumo de agua para servicios según los factores de consumo.

Tabla 35.. Consumo De Agua Para Establecimientos

| Descripcion | Cantidad | Nº Empleados | CONSUMO | UNIDAD | CONSUMO L/DIA | CONSUMO m3/DIA | CONSUMO m3/AÑO | CONSUMO millones m3/AÑO |
|--------------------------|----------|---------------|---------|-------------------------------|---------------|----------------|------------------|-------------------------|
| Oficina | 1 | 30 | 80 | L/dia por empleado y por 10m2 | 2400 | 2,4 | 876 | 0,000876 |
| Institucion 1 | 1 | 10 | 300 | Lt/día por persona | 3000 | 3 | 1095 | 0,001095 |
| Institucion 2 | 1 | 30 | 300 | Lt/día por persona | 9000 | 9 | 3285 | 0,003285 |
| Bombas de gasolina | 2 | - | 800 | L/día por bomba | 800 | 0,8 | 292 | 0,000292 |
| Restaurantes hasta 50 m2 | 3 | - | 40 | Lt/día | 40 | 0,04 | 14,6 | 0,0000146 |
| Descripcion | Cantidad | Nº Habitacion | Consumo | Unidad | CONSUMO L/DIA | CONSUMO m3/DIA | CONSUMO m3/AÑO | CONSUMO millones m3/AÑO |
| Hoteles | 2 | 8 | 200 | Lt/día por habitacion | 1600 | 1,6 | 584 | 0,000584 |
| | | | | | TOTAL | 6146,6 | 0,0061466 | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

¹¹ LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados.

Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición, 2006. p 57.

¹² DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DEL AGUA, (En Línea). <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>> (citado el 5 de diciembre del 2013).

Tabla 36. Consumo De Agua Para Centros Educativos

| NOMBRE SEDE | Nº Estudiantes | DESCRIPCION | CONSUMO | UNIDAD | CONSUMO L/DIA | CONSUMO m3/DIA | CONSUMO m3/año | CONSUMO millones m3/año |
|---|----------------|-------------|---------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------------|
| CENTRO EDUCATIVO BELLO HORIZONTE | 30 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 1350 | 1,35 | 492,75 | 0,00049275 |
| CENTRO EDUCATIVO CHAGRAURCO | 36 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 1620 | 1,62 | 591,3 | 0,0005913 |
| CENTRO EDUCATIVO DE SANTA LUCIA | 16 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 720 | 0,72 | 262,8 | 0,0002628 |
| CENTRO EDUCATIVO LAS PALMAS | 22 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 990 | 0,99 | 361,35 | 0,00036135 |
| CENTRO EDUCATIVO MEJICO | 18 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 810 | 0,81 | 295,65 | 0,00029565 |
| CENTRO EDUCATIVO TROJAYACO | 30 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 1350 | 1,35 | 492,75 | 0,00049275 |
| ESCUELA LA INMACULADA | 293 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 13185 | 13,185 | 4812,525 | 0,04812525 |
| CENTRO EDUCATIVO GRANADILLO | 8 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 360 | 0,36 | 131,4 | 0,0001314 |
| CENTRO EDUCATIVO TANGUANA | 66 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 2970 | 2,97 | 1084,05 | 0,00108405 |
| CENTRO EDUCATIVO CASCALAJ BALO | 37 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 1665 | 1,665 | 607,725 | 0,000607725 |
| INSTITUCION EDUCATIVA SAGRADO CORAZON DE JESUS | 531 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 23895 | 23,895 | 8721,675 | 0,008721675 |
| CENTRO EDUCATIVO PLAN VERDE | 10 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 450 | 0,45 | 164,25 | 0,00016425 |
| CENTRO EDUCATIVO CASCALAJ ALTO | 9 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 405 | 0,405 | 147,825 | 0,000147825 |
| INSTITUCION EDUCATIVA AGROPECUARIO JESUS NAZARENO | 738 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 33210 | 33,21 | 12121,65 | 0,01212165 |
| CENTRO EDUCATIVO LA CAFELINA | 27 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 1215 | 1,215 | 443,475 | 0,000443475 |
| CENTRO EDUCATIVO POTRERILLO | 37 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 1665 | 1,665 | 607,725 | 0,000607725 |
| CENTRO EDUCATIVO SAN PABLO ALTO | 22 | Escuela | 45 | L/dia por alumno | 990 | 0,99 | 361,35 | 0,00036135 |
| TOTAL | | | | | 31700,25 | | 0,03170025 | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 37. Consumo De Agua Para El Sector De Servicios Microcuenca Molinoyaco

| MICROCUENUCA | MUNICIPIO | CONSUMO DE AGUA SERVICIOS m3/año | CONSUMO DE AGUA SERVICIOS millones m3/año |
|--------------|-----------|----------------------------------|---|
| MOLINOYACO | EL TAMBO | 37846,85 | 0,03784685 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

La demanda de agua para el sector servicios estimada en la Microcuenca Molinoyaco es: **0,03784685 de millones de m³-año**

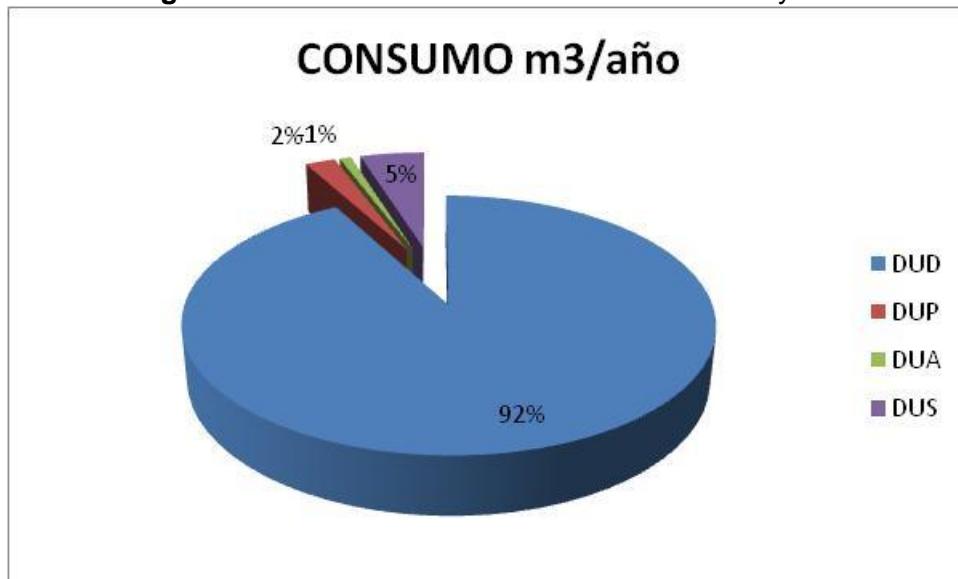
Finalmente la demanda hídrica total para la Microcuenca Molinoyaco es: **0,772717493 millones de metros cúbicos al año**

Tabla 38. Demanda Hídrica Microcuenca Molinoyaco

| SECTOR | CONSUMO m3/año |
|--------------|--------------------|
| DUD | 0,724 |
| DUP | 0,0176707 |
| DUA | -0,006800057 |
| DUS | 0,03784685 |
| TOTAL | 0,772717493 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 19. Demanda Hídrica Microcuenca Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

La mayor demanda hídrica en la Microcuenca Molinoyaco la presenta el sector doméstico debido a que dentro de la microcuenca se encuentra el área urbana del Municipio de El Tambo y del Municipio de El Peñol, seguido de la demanda para el sector de servicios debido a la gran cantidad de instituciones educativas dentro de la microcuenca y por ultimo tenemos la demanda para uso pecuario y la demanda para uso agrícola.

ÍNDICE DE ESCASEZ MICROCUENCA MOLINOYACO

Relación porcentual entre la demanda potencial de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por régimen de estiaje y fuentes frágiles. (IDEAM, 2008)

El índice de escasez se interpreta según las siguientes categorías:



Tabla 39. Categorías Del Índice De Escasez

| CATEGORIA | % DE LA OFERTA HIDRICA UTILIZADA | INTERPRETACIÓN |
|-----------|----------------------------------|--|
| ALTO | > 40 % | Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico. Se requiere fuertes inversiones económicas para mejorar la eficiencia en la utilización del agua en los sectores productivos y en los sistemas de abastecimiento de agua potable. |
| MEDIO | 20 – 40 % | Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los sistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesita inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos. |
| MODERADO | 10 – 20 % | Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador de desarrollo. Se debe implementar en un mejor sistema de monitoreo y seguimiento del agua y desarrollar proyecciones del recurso hídrica a corto y largo plazo. |
| BAJO | < 10 % | No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico en términos de cantidad |

Fuente: Metodología Índice de Escasez IDEAM, 2004.

Para el cálculo del índice de escasez para la microcuenca Molinoyaco se realiza la siguiente fórmula:

$$I_e = \frac{D}{O_n} \times 100\%$$

Donde:

I_e = Índice de escasez (%)

D = Demanda potencial de agua (Mm^3)

O_n = Oferta hídrica superficial neta (Mm^3)

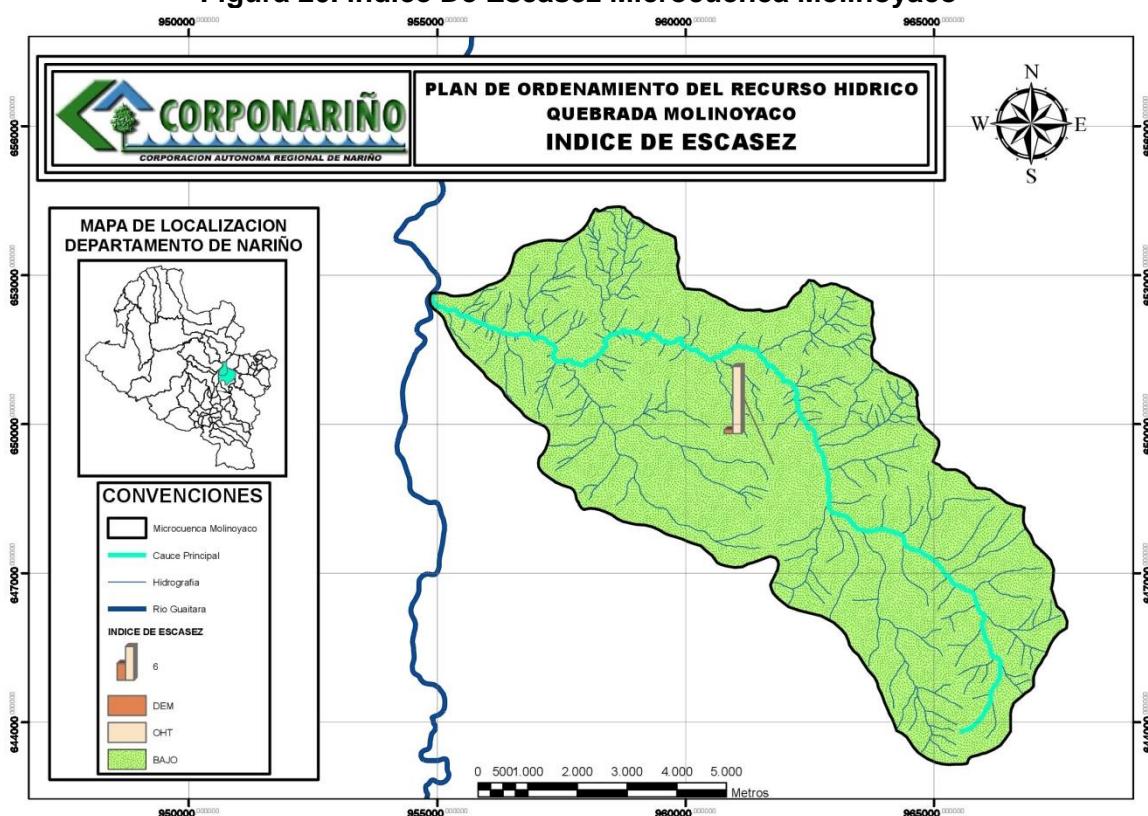
Finalmente relacionando la demanda hídrica total y la oferta hídrica neta superficial el resultado del índice de escasez para la Microcuenca Molinoyaco es del **6%** y se encuentra dentro de la categoría bajo la cual nos indica que no se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico en términos de cantidad.

Tabla 40. Índice De Escasez

| MICROCUENUCA | DEMANDA HIDRICA | OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL NETA | ÍNDICE DE ESCASEZ % |
|--------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|
| MOLINOYACO | 0,772717493 | 12,03 | 6 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 20. Índice De Escasez Microcuenca Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

6.6 PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA

El Perfil de Modelación o Topología consiste en un diagrama diseñado en Excel, el cual permite visualizar la ubicación y distribución de los usuarios de calidad y cantidad identificados a lo largo de todo el trayecto del cauce principal de la fuente hídrica objeto de ordenamiento, desde su nacimiento hasta su desembocadura.

Es una herramienta técnica utilizada como insumo para el desarrollo y aplicación de modelos de simulación de calidad del agua, para identificar cuáles son los usos actuales que se le está dando a la corriente superficial y para proponer escenarios prospectivos.

La Topología está compuesta o estructurada por los siguientes elementos:

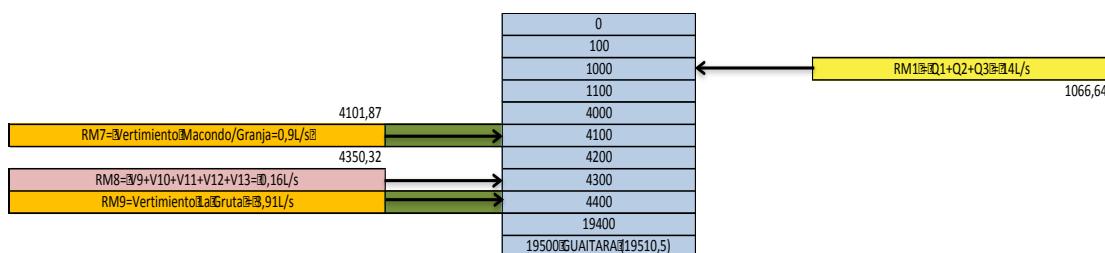
- Título y Leyenda: El título identifica el nombre de la fuente hídrica superficial objeto de ordenamiento y la Leyenda ubicada a un costado del esquema principal, relaciona con colores cada uno de los elementos que conforman el Perfil de Modelación.

Figura 21. Topología – Título y Leyenda

| | |
|----------------------|--|
| QUEBRADA LIMPIA | |
| VERTIMIENTOS | |
| QUEBRADA CONTAMINADA | |
| CAPTACIONES | |
| PUNTOS MUESTREO | |
| PUNTOS AFORO | |

- Tramo o Fuente Principal: Corresponde a la representación del Cauce Principal de la corriente objeto de ordenamiento desde su nacimiento hasta su desembocadura. El Cauce esta segmentado con celdas; cada celda equivale en distancia a 100 metros o 0,1 kilómetros. La distancia se presenta de manera acumulativa desde el punto o celda cero, correspondiente a la desembocadura del tramo, hasta el punto máximo de distancia correspondiente al inicio o nacimiento del Tramo.

Figura 1. Topología – Tramo Principal



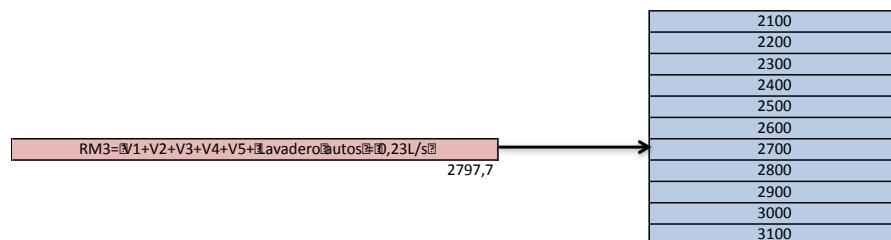
- Entradas: Relaciona los aportes entradas de agua al Tramo o Cauce Principal. Dependiendo de su origen, estas pueden ser relevantes o incidentes solamente en la cantidad de la corriente superficial objeto de ordenamiento o también en su calidad.

Cada entrada contiene un código que relaciona la ficha del Censo de Usuarios, el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante georeferenciación en campo.

Las entradas se subdividen en:

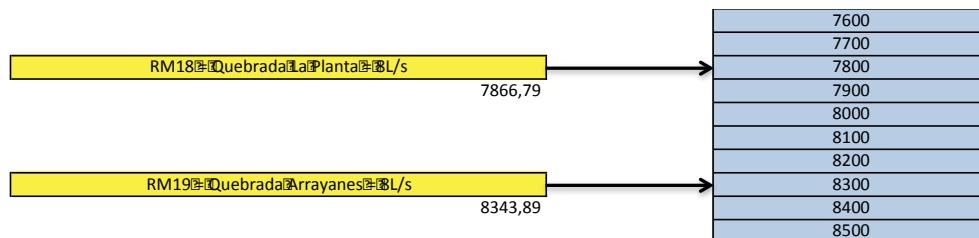
- Descargas: que corresponden a aportes directos de usuarios generadores de vertimientos que efectúan la disposición final de aguas residuales directamente sobre el cauce principal.

Figura 23. Topología – Entradas Descargas



- Afluentes Naturales: que corresponden a desembocaduras de arroyos, quebradas, escurrimientos superficiales y acequias naturales cuya calidad fisicoquímica y bacteriológica depende de si recibe o no vertimientos antes de su confluencia con el Cauce Principal.

Figura 24. Topología – Entradas Afluentes Naturales

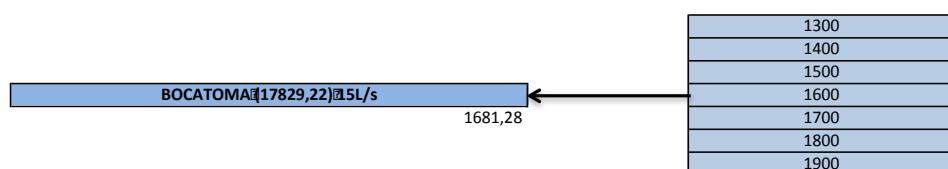


- Salidas: Corresponde a las captaciones, derivaciones o extracciones de agua del Tramo o Cauce Principal.

Estas captaciones pueden ser para consumo humano, uso agrícola, pecuario, entre otros, efectuados por los habitantes del área de influencia de la corriente hídrica.

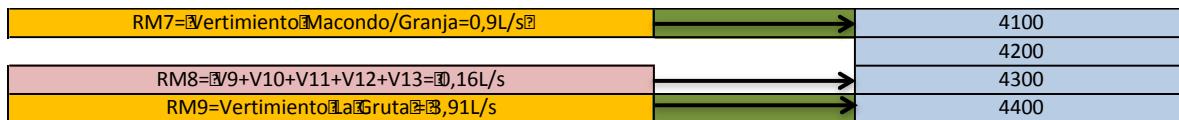
Cada salida contiene un código que relaciona la ficha del Censo de Usuarios, el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante georeferenciación en campo.

Figura 25. Topología – Salidas



- Puntos de Muestreo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron toma de muestra. Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas.

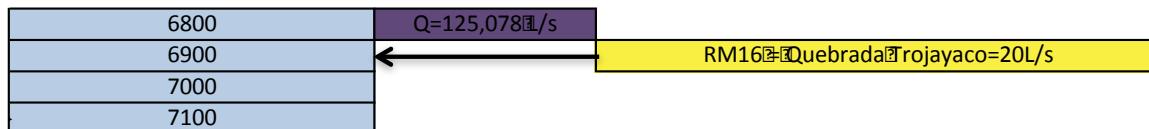
Figura 26. Topología – Puntos de Muestreo



- Puntos de Aforo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron mediciones de caudal.

Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas y salidas.

Figura 27. Topología – Puntos de Aforo



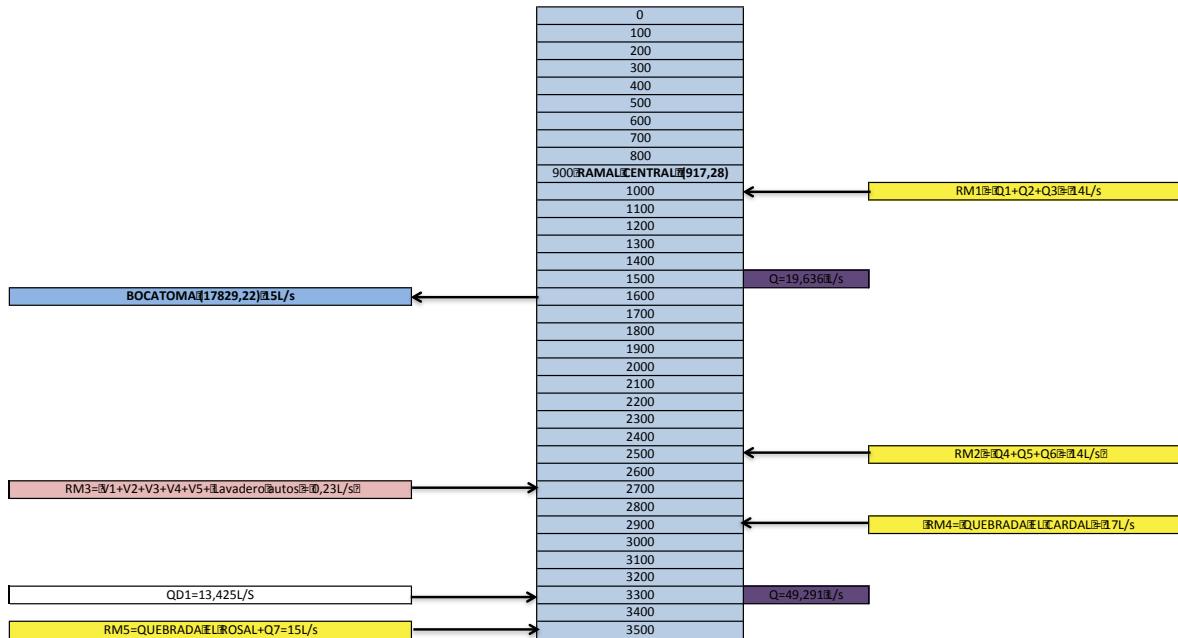
6.6.1. PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA DEL RIO MOLINOYACO.

La Topología diseñada y presentada a continuación incluye y esquematiza de manera detallada cada una de las entradas y salidas identificadas en campo.

Como el esquema es muy extenso, para presentarlo se ha segmentado en varias imágenes las cuales están acompañadas de la respectiva descripción y explicación. La Topología resume de manera esquemática los usuarios de calidad y cantidad identificados en campo, los cuales fueron detallados uno a uno en el presente documento.

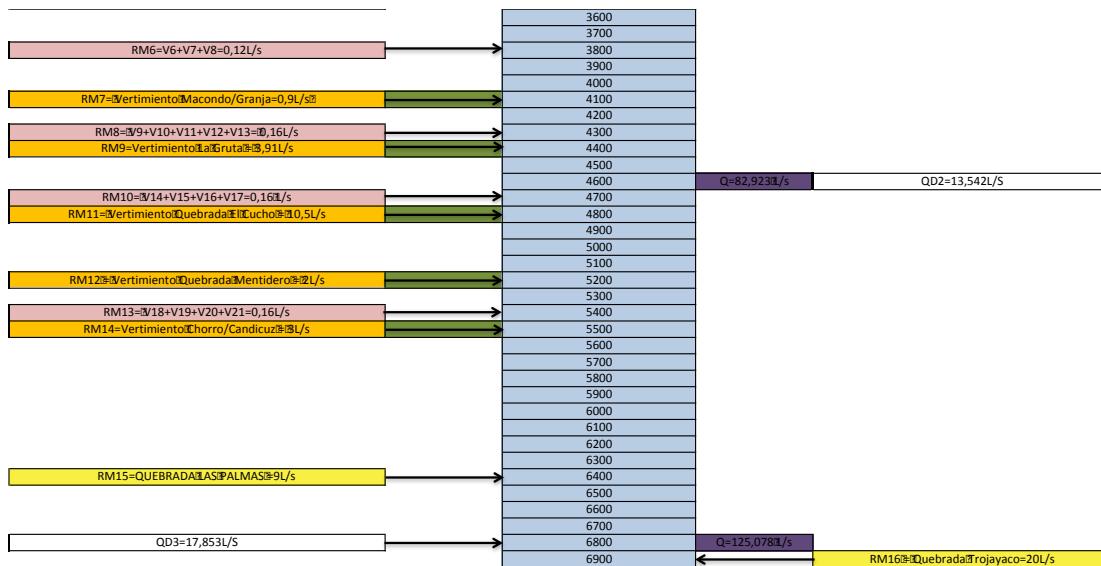
- **Segmento I:** Incluye el Cauce Principal desde su nacimiento 0m hasta la union con la quebrada el Rosal 3500m

Figura 28. Topología Detallada Rio Molinoyaco Segmento I



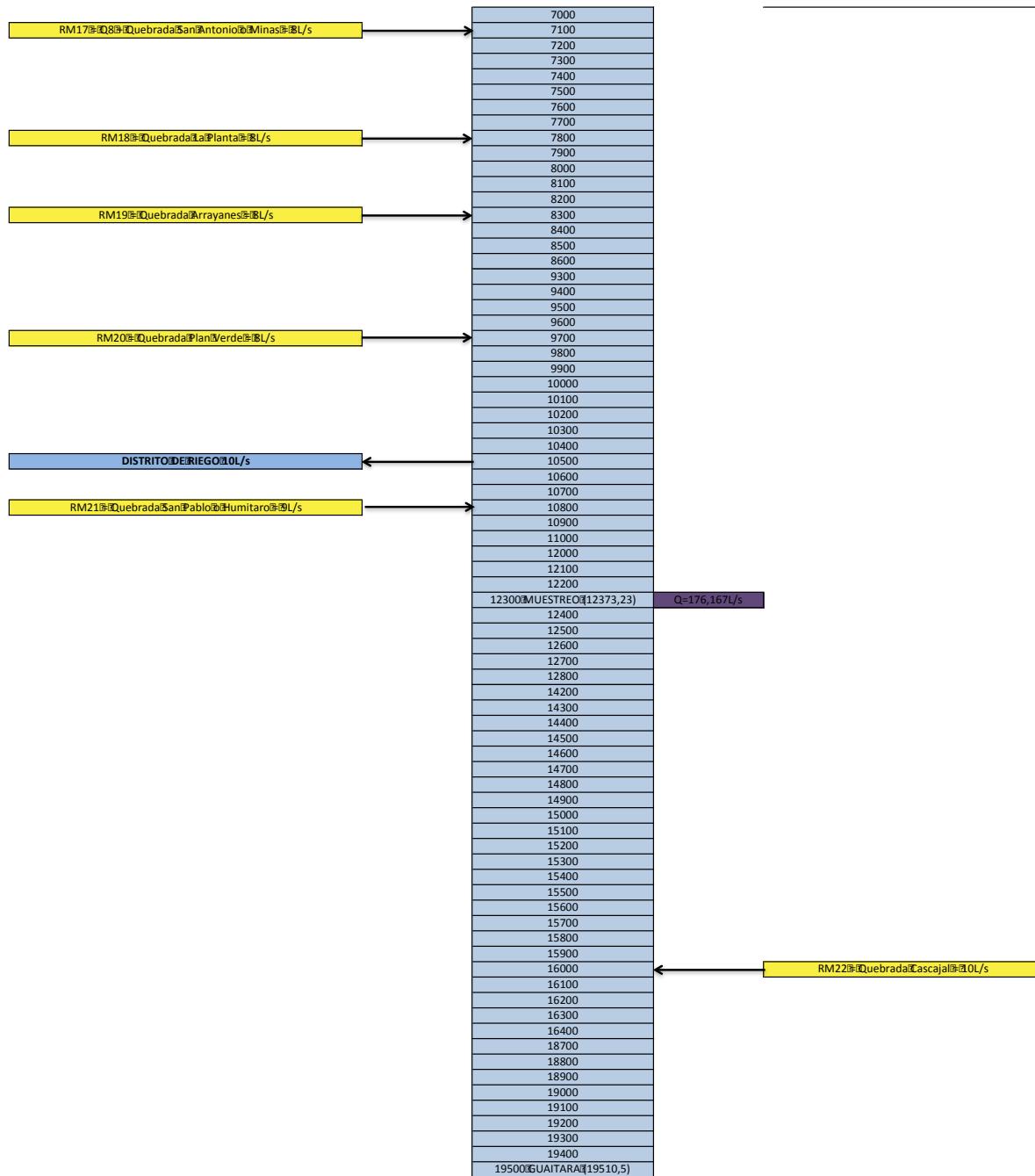
Segmento II: Incluye el Cauce Principal despues de la union con la Quebrada el Rosal 3600m hasta la union con la Quebrada Trojayaco 6900m.

Figura 29. Topología Detallada Rio Molinoyaco Segmento II



Segmento III: Incluye el Cauce Principal despues de la union con la Quebrada Trojayaco 7000m hasta la desembocadura en el Rio Guaitara 19500m.

Figura 30. Topología Detallada Rio Molinoyaco Segmento III



6.7 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES

6.7.1 METODOLOGÍA

La determinación de la línea base de cargas contaminantes se encaminó a la obtención y procesamiento de información que permitió establecer un diagnóstico de la calidad del agua del Río Molinoyaco en todo su recorrido, desde su nacimiento en el Cerro El Copete hasta su desembocadura al río Guitara.

La información obtenida fue utilizada para evaluar el comportamiento de la corriente superficial a través de Perfiles e Índices de Calidad, además sirvió de insumo para la aplicación y calibración del modelo de simulación mediante el cual se estableció un escenario actual de la fuente hídrica objeto de ordenamiento con respecto a su capacidad de asimilación de sustancias biodegradables o acumulativas.

La obtención de los datos se logró por medio de la realización de dos campañas de muestreo y aforo llevadas a cabo la primera el día 9 de julio de 2013 correspondiente a una temporada de transición de invierno a verano y la segunda el día 17 de septiembre de 2013 correspondiente a una temporada de transición de verano a invierno. Por cada jornada se tomaron once (11) muestras y aforos.

En cumplimiento de lo estipulado por la Normatividad Ambiental vigente, el análisis y reporte de resultados analíticos fue llevado a cabo por un Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Para ello CORPONARIÑO firmó un convenio interadministrativo con la Universidad de Nariño cuyo Laboratorio Especializado en Aguas está acreditado para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspensos, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda química de Oxígeno mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011 expedida por el IDEAM.

- Las actividades llevadas a cabo para la toma de muestras y aforo de caudales se describe a continuación:

Tabla 41: Metodología para Tomas de Muestras en Campo

| ACTIVIDAD | LOGISTICA/EQUIPOS | FOTOGRAFIAS |
|---|--|---|
| 1. Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo | Vehículos, Equipo de Profesionales |  |
| 2. Etiquetado de los recipientes de muestreo. | Recipientes, Etiquetas, Cinta Pegante. |  |

| | | |
|--|---|--|
| 3. Toma de muestras | Recipientes etiquetados, balde, guantes, botas. |  |
| 4. Fijación de Muestras | Reactivos Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico, Sulfato Manganoso y Azida, guantes, tapabocas, goteros. |  |
| 5. Almacenamiento, Refrigeración, sellado de muestras y diligenciamiento de cadenas de custodia. | Neveras, hielo o pilas de refrigeración, sellos, formatos de cadena de custodia, cinta pegante. |  |

| | | |
|---|--|--|
| 6. Transporte y entrega de muestras al laboratorio. | Neveras con cada una de las muestras. Instalaciones, equipos, reactivos y personal del Laboratorio UDENAR y CORPONARIÑO. |  |
|---|--|--|

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 42. Metodología para Aforo

| ACTIVIDAD | LOGISTICA/EQUIPOS | FOTOGRAFIAS |
|---|------------------------------------|--|
| 1. Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo | Vehículos, Equipo de Profesionales |  |
| 2. Adecuación del segmento en donde se efectuará la medición. | Cinta métrica, estacas. |  |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>3. Aforo con molinete sobre la sección adecuada. Registro de datos.</p> | <p>Molinete o Micromolinete, guantes, botas o fontanero. Formato de aforo.</p> |  | |
|--|--|--|--|

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

- Los criterios tenidos en cuenta para la selección del número de muestras y puntos de ubicación, se describen a continuación:

Descripción De Criterio De Selección

TECNICO:

- ✓ Condiciones de calidad naturales o iniciales en el área de nacimiento del cauce principal.
- ✓ Puntos sobre el cauce principal en donde pueda existir una alteración o cambio en su calidad por descargas puntuales.
- ✓ Puntos sobre el cauce principal en donde se hayan identificado usos actuales o potenciales del recurso hídrico.
- ✓ Entradas como descargas o afluentes naturales que puedan alterar la calidad del Cauce Principal
- ✓ Selección mínimo de cinco puntos sobre el Cauce Principal como insumo para el Modelo de Simulación.

FACILIDAD DE ACCESO

- ✓ Puntos a los cuales se pueda acceder por vías carreteables o caminos.
- ✓ Puntos que por su acceso no retrasen o demoren la jornada, considerando que las muestras deben ser entregadas en unos tiempos estipulados por el Laboratorio.
- ✓ Puntos cuyo acceso no represente un riesgo o peligro para la persona o personas que tomaran la muestra.



NUMERO O DISPONIBILIDAD DE MUESTRAS

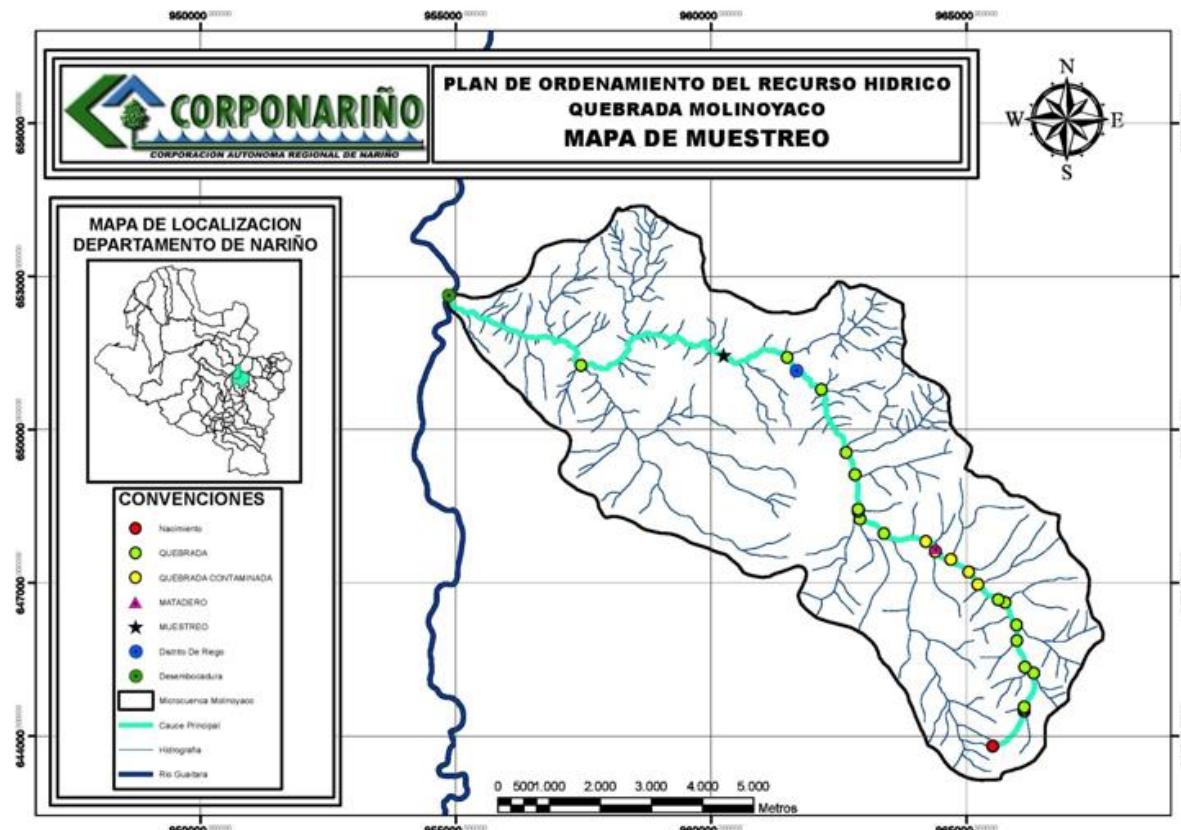
- ✓ Cantidad de muestras destinadas al Ordenamiento del Rio Molinoyaco, según el Convenio Institucional establecido y firmado entre CORPONARIÑO y la Universidad de Nariño (Laboratorio de Aguas).

OTROS

- ✓ Puntos o estaciones establecidas anteriormente por la Autoridad Ambiental para la red de monitoreo de calidad de corrientes superficiales.

Teniendo en cuenta los criterios de selección descritos anteriormente, los puntos escogidos para la realización de las dos jornadas de muestreo y aforo de caudal sobre las entradas y cauce principal del Rio Molinoyaco, son los siguientes:

Figura 31 . Mapa de Puntos de Muestreo Sobre Afluentes y Cauce Principal del Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 43. Estaciones de Muestreo Rio Molinoyaco

| NOMBRE DE LA CORRIENTE | ESTACIÓN MONITOREO | NOMBRE | REGISTRO FOTOGRAFICO |
|------------------------|---|-------------------------------------|--|
| RIO MOLINOVACO | <p>ES_RM – 1</p> <p>N 0966340 W 0645120 H 2.311msnm</p> | <p><i>ANTES DE LA BOCHATOMA</i></p> |   <p>Primera estación de muestreo Antes de la Bocatoma, este punto se toma como el inicio del Rio Molinoyaco. Se determinó realizar este punto de muestreo dado que en esta zona no existe ningún tipo de afectación antrópica, además representa las condiciones naturales en la que encontramos el Rio Molinoyaco.</p> |

| | | | | |
|------------------------------|--|-------------------------------|---|--|
| <p>RIO MOLINOYACO</p> | <p>ES_RM – 2 N 0965879 W 0646488 H 2.241msnm</p> | <p>BELLO HORIZONTE</p> |   | <p>Segunda estación de muestreo Bello Horizonte, este se toma sobre el Rio Molinoyaco. En este punto se comienzan a presentan vertimientos de viviendas, razón por la cual se realizo el muestreo.</p> |
|------------------------------|--|-------------------------------|---|--|

| | | | |
|---|--|---------|--|
| RIO MOLINOYACO | ES_RM – 3 N 0965378 W 0647037 H 2.208msnm | MACONDO |  |
| Tercera estación de muestreo Macondo, este punto se toma en la descarga del colector. Se determinó realizar un punto de muestreo debido a que este colector realiza vertimientos de aguas residuales sobre el Rio Molinoyaco. | | | |

| | | | |
|---|--|--------------|---|
| <h2>RIO MOLINOYACO</h2> | ES_RM - 4 N 0965327 W 0647260 H 2.207msnm | GRUTA |   |
| Cuarta estación de muestreo Gruta, este punto se toma en el colector. Se determinó realizar un punto de muestreo debido a que este colector realiza vertimientos de aguas residuales sobre el Rio Molinoyaco. | | | |

| | | | |
|---|--|---------------------|---|
| RIO MOLINOYACO | ES_RM – 5 N 0965327 W 0647260 H 2.207msnm | CASCO URBANO |   |
| Quinta estación de muestreo Casco Urbano, este se toma sobre el Rio Molinoyaco. En este punto se realizan vertimientos de aguas residuales del Municipio del Tambo, razón por la cual se realizo el muestreo. | | | |

| | | | |
|------------------------------|--|------------------------|--|
| <p>RIO MOLINOYACO</p> | <p>ES_RM – 6 N 0964736 W 0647486 H 2.181msnm</p> | <p><i>EL CUCHO</i></p> |  |
| | | | <p>Sexta estación de muestreo El Cucho, este punto se toma sobre la descarga de la Quebrada El Cucho sobre el Rio Molinoyaco. En esta zona se realizan vertimientos de aguas residuales del Municipio del Tambo, razón por la cual se realizó el muestreo.</p> |

| | | | |
|-----------------------|--|------------------------|---|
| RIO MOLINOYACO | ES_RM – 7 N 0965433 W 0640506 H 2.299msnm | <i>INICIO EL CUCHO</i> |  |
| | | | Séptima estación de muestreo Inicio El Cucho, este punto se toma sobre la Quebrada El Cucho. En este punto la Quebrada El Cucho está limpia aun no ha recibido las descargas de los vertimientos de aguas residuales, razón por la cual se realizo el muestreo. |
| RIO MOLINOYACO | ES_RM – 8 N 0964469 W 0647506 H 2.183msnm | <i>MATADERO</i> |  |
| | | | Octava estación de muestreo Matadero, este punto se toma sobre la quebrada. Se determinó realizar muestreo en este punto debido a que se realiza vertimientos de aguas residuales las cuales llegan al Rio Molinoyaco. |

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| <h2>RIO MOLINOYACO</h2> | <p>ES_RM – 9 N 0964304 W 0647856 H 2.198msnm</p> | <p>CANDICUZ</p> |  |
| <p>Novena estación de muestreo Candicuz, este punto se toma sobre la quebrada. Se determinó realizar muestreo en este punto debido a que se realiza vertimientos de aguas residuales las cuales llegan al Rio Molinoyaco.</p> | | | |

| | | | |
|---|---|------------------|---|
| <h2>RIO MOLINOYACO</h2> | ES_RM - 10 N 0962933 W 0640301 H 2.142msnm | TROJAYACO |   |
| <p>Decima estación de muestreo Trojayaco, este se toma sobre el Rio Molinoyaco. Este punto va después de que el Rio ha recibido toda la descarga de vertimientos de aguas residuales del Municipio del Tambo, razón por la cual se realizo el muestreo.</p> | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| <h2>RIO MOLINOYACO</h2> | <p>ES_RM - 11</p> <p>N 0960336 W 0651465 H 1.425msnm</p> | <p>CAFELINA</p> |   |
| <p>Onceava estación de muestreo Cafelina, este punto se toma sobre el Rio Molinoyaco. Este se realiza para determinar la calidad del agua, donde se espera que mejore dado que sufre una oxigenación después de la caída que sufre en el punto la Chorrera y por la presencia de piedras en el cauce principal.</p> | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

6.7.2 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL:

- **MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL:** en los siguientes cuadros se enumeran los resultados de los muestreos y aforos de caudal efectuados sobre el Cauce Principal del Rio



Molinoyaco, correspondientes a las dos jornadas llevadas a cabo los días 9 de julio y 17 de septiembre de 2013. Los Reportes de Resultados Analíticos del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño, se pueden observar en el **Anexo 3**.

Tabla 44. Resultados de muestreo sobre Rio Molinoyaco para las jornadas de 09 de julio y 17 de Septiembre de 2013

| RIO MOLINOVACO | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|------------|---|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| PUNTO DE MUESTREO | UNIDAD DE MEDIDA | MUESTREO I | DISTANCIA AL NACIMIENTO PUNTO I (1681,28) | NACIMIENTO-PUNTO I (830599) | NACIMIENTO-PUNTO II (4350) | NACIMIENTO-PUNTO III (4446,63) | NACIMIENTO-PUNTO IV (5000) | NACIMIENTO-PUNTO V (5300) | NACIMIENTO-PUNTO VI (5600) | NACIMIENTO-PUNTO VII (6971,37) | NACIMIENTO-PUNTO VIII (12373,23) |
| COLOR PARENTE | UPC | M3 | <8 | 22,2 | | 39,8 | | | | 26,9 | 12,2 |
| | | M2 | <8 | 13,9 | 16,3 | 53,4 | 55,1 | 71,6 | 79,8 | 38,1 | <8 |
| TURBIEDAD | NTU | M3 | 0,9 | 4 | | 6,3 | | | | 4,3 | 2,5 |
| | | M2 | 1 | 2,55 | 2,1 | 11 | 12,5 | 15,8 | 18,8 | 6,7 | 0,7 |
| CONDUTIVIDAD | us/cm | M3 | 112 | 101 | | 148 | | | | 184 | 252 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS | lmg/L | M3 | 119 | 109 | 117 | 166 | 204 | 232 | 277 | 266 | 352 |
| | | M2 | <10 | <10 | | 64 | | | | 15 | <10 |
| SOLIDOS SEDIMENTABLES | lmg/L | M3 | ND | ND | | 0,5 | | | | 0,2 | ND |
| | | M2 | ND | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 2 | ND | ND |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS/VOLATILES | lmg/L | M3 | <10 | <10 | | 24 | | | | <10 | <10 |
| | | M2 | 4,4 | 4 | 4,4 | 17 | 18 | 13 | 32 | 7 | 2,4 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS | lmg/L | M3 | <10 | <10 | | 40 | | | | <10 | <10 |
| ACLIDEZ | mg/lCaCO ₃ /L | M3 | 5,58 | 7,02 | | 12,6 | | | | 12,6 | 3,6 |
| | | M2 | 0 | 1,2 | <LD | 8 | 4,8 | 3,2 | 36 | 2 | 0 |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/lCaCO ₃ /L | M3 | 61,2 | 44,8 | | 59,2 | | | | 74,8 | 94,8 |
| | | M2 | 49,6 | 41,6 | 44,8 | 54,8 | 69,2 | 74,4 | 81,6 | 84 | 106 |
| DUREZA TOTAL | mg/lCaCO ₃ /L | M3 | 142 | 86 | | 146 | | | | 164 | 150 |
| | | M2 | 52 | 50 | 60 | 59 | 77 | 94 | 80 | 84 | 151 |
| CLORUROS | mg/lCl/L | M3 | 0,97 | 1,94 | | 3,89 | | | | 5,34 | 4,86 |
| | | M2 | ND | 0,97 | 0,97 | 3,89 | 5,83 | 6,26 | 10,7 | 11,17 | 7,7 |
| FOSFATOS | mg/P-0,47/L | M3 | <0,1 | <0,1 | | 0,68 | | | | 1,02 | 0,37 |
| | | M2 | 0,38 | 0,2 | 0,25 | 0,38 | 0,6 | 2,15 | 3,96 | 0,5 | 0,47 |
| NITRITOS | mg/N-NO ₂ /L | M3 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,05 | <0,05 |
| | | M2 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,2 | <0,2 | 0,03 | 1,55 |
| NITRATOS | mg/N-NO ₃ /L | M3 | 0,08 | 0,25 | | <0,2 | | | | 1,55 | 1,44 |
| | | M2 | 0,2 | 0,04 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <10 | 20,1 |
| SULFATOS | mg/SO ₄ /L | M3 | <10 | <10 | | 11 | | | | 10 | 24,7 |
| | | M2 | <10 | <10 | <10 | <10 | 11,3 | 12,9 | 14,6 | <0,5 | <0,5 |
| SAAM/DETERGENTES | mg/LAS/L | M3 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1,63 | 1,86 | 1,9 | 2,49 | 0,87 | <0,5 |
| | | M2 | <0,1 | <0,1 | | 1,17 | | | | 1,1 | 0,27 |
| FOSFORO TOTAL | mg/P-PO ₄ /L | M3 | 0,38 | 0,2 | 0,25 | 1,09 | 1,24 | 2,69 | 3,96 | 2,12 | 0,47 |
| | | M2 | <1 | <1 | | 1,34 | | | | 3,53 | <1 |
| NITROGENO INTK | mg/N/L | M3 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,48 | 2,8 | 4,96 | 5,99 | 7,03 | 1,12 |
| | | M2 | <5 | <5 | | 7,97 | | | | 5 | <5 |
| GRASAS Y ACEITES | mg/P-PO ₄ /L | M3 | <5 | <5 | <5 | 9,51 | 7,85 | 5,22 | 8,21 | <5 | <5 |
| | | M2 | 11,00 | 40,000 | 16000 | 1650000 | 170000 | 1000000 | 3300000 | 40000 | 6500 |
| COLIFORMES TOTALES | UFC/100mL | M3 | 5800 | 1000000 | | 5400000 | | | | 50000 | 60000 |
| | | M2 | 11,00 | 40000 | 16000 | 1650000 | 170000 | 1000000 | 3300000 | 40000 | 1500 |
| ECHERICHIA COLI | UFC/100mL | M3 | 300 | 10000 | | 1200000 | | | | 1000 | 1500 |
| | | M2 | 400 | 10000 | 2500 | 100000 | 140000 | 700000 | 2700000 | 2000 | 1000 |
| AMONIO | mg/N-NH ₃ /L | M3 | <1 | <1 | | 4 | | | | 1,68 | <1 |
| | | M2 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | <1 | 1,46 | 1,9 | 3,36 | 4,82 | 1,12 |
| OXIGENO DISUELTO | mg/D ₂ /L | M3 | 6,86 | 6,24 | | 4 | | | | 5,5 | 7,77 |
| | | M2 | 4,48 | 5,83 | 5,23 | 3,84 | 1,05 | 0,8 | 0,55 | 2,89 | 7,67 |
| DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO | mg/D ₂ /L | M3 | <3,8 | <3,8 | | 21,3 | | | | 20,64 | <3,8 |
| | | M2 | 3,8 | 7,58 | 3,8 | 46,88 | 34,61 | 34,21 | 43,69 | 3,8 | 3,8 |
| DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO | mg/D ₂ /L | M3 | <20 | <20 | | 104,07 | | | | 29,88 | <20 |
| | | M2 | 20 | 25,47 | 20 | 97,96 | 90,12 | 95,02 | 123,91 | 50,94 | 20 |
| SOLIDOS TOTALES | mg/L | M3 | 90 | 90 | | 158 | | | | 138 | 200 |
| | | M2 | 66 | 128 | 116 | 158 | 150 | 189 | 218 | 159 | 228 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | mg/L | M3 | <12 | <12 | | 62 | | | | 13,3 | <12 |
| | | M2 | 12 | 54 | 29,3 | 50 | 24 | 46 | 38 | 14,8 | 12 |
| SOLIDOS DISOLUCIONES | mg/L | M3 | 90 | 86 | | 126 | | | | 144,7 | 196 |
| | | M2 | 74 | 74 | 86,7 | 108 | 126 | 143 | 180 | 135,2 | 216 |
| CAUDAL | L/S | M3 | 19,636 | 49,291 | | 82,923 | | | | 125,078 | 176,167 |
| pH | pH | M2 | 12,156 | 24,908 | 32,098 | 54,775 | 48,972 | 67,767 | | 7 | |
| | | M1 | 7 | 7 | | 7 | | | | 7 | 7 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

6.7.3 PERFILES DE CALIDAD:

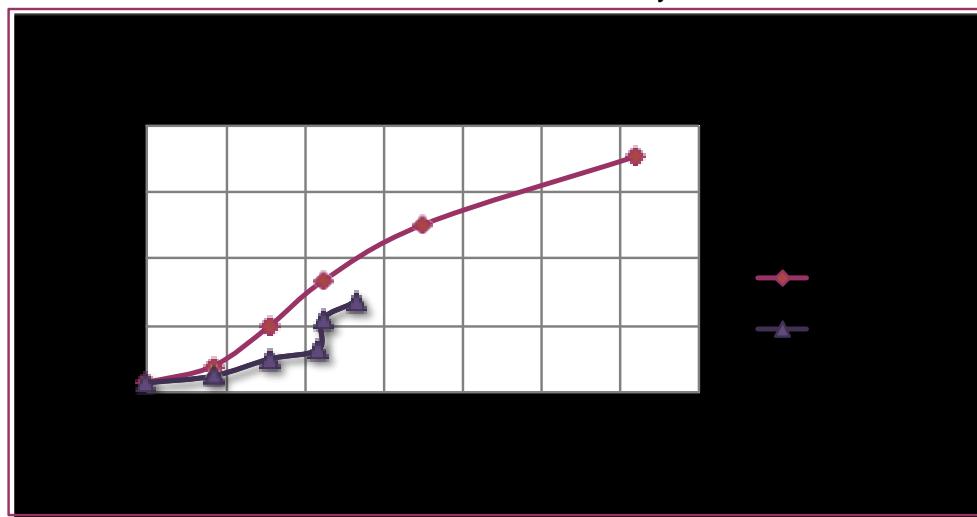
Los perfiles permiten evaluar de manera gráfica el comportamiento de la calidad y cantidad del agua del cauce principal del Rio Molinoyaco.

Las gráficas muestran el patrón de cada parámetro en cada una de las estaciones o puntos de muestreo ubicados a lo largo del cauce principal del Rio Molinoyaco, desde su nacimiento en el punto X=0Km hasta su desembocadura en el punto aproximado X= 19,5Km, permitiendo comparar, en la misma gráfica, el comportamiento de la calidad para las dos jornadas de muestreo llevadas a cabo en campo los días 9 de julio y 17 de septiembre de 2013.

A continuación se muestra el análisis de los parámetros más importantes medidos sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco.

CAUDAL (Q): corresponde a la cantidad de agua en litros por segundo contenida a lo largo del cauce principal del Rio Molinoyaco, durante las dos jornadas de muestreo.

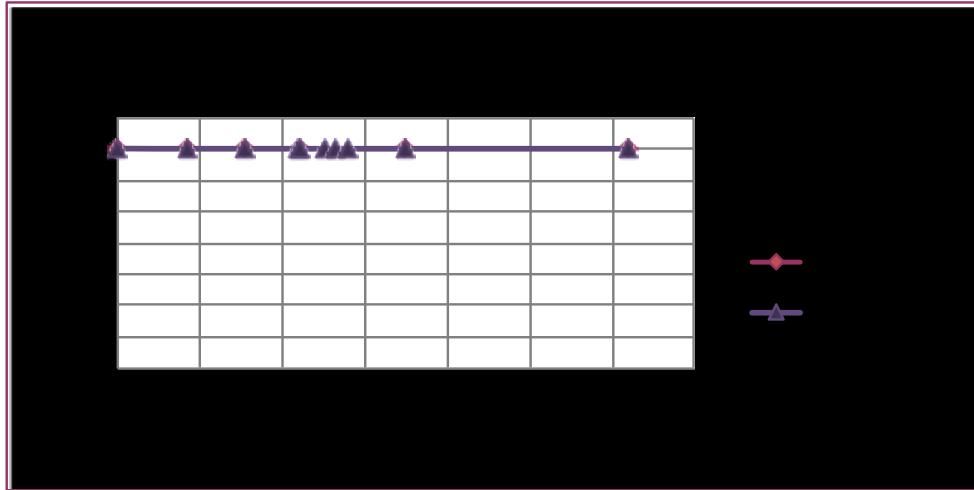
Grafica 3. Caudal Rio Molinoyaco



De acuerdo con la gráfica se puede evidenciar que para las dos jornadas de muestreo la tendencia tiende a presentar un incremento del caudal a lo largo del cauce, lo cual influye en la capacidad de asimilación y de autodepuración del Rio. Con base en el trabajo de campo realizado este incremento corresponde al aporte de aguas de las Quebradas Naturales, Quebrada Contaminadas y vertimientos a lo largo del Rio Molinoyaco. La diferencia de caudal en los dos muestreos se debe a la época en la cual se aforo.

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH): Medida convencional de la acidez o basicidad de soluciones.

Grafica 4. Potencial de Hidrogeno Rio Molinoyaco



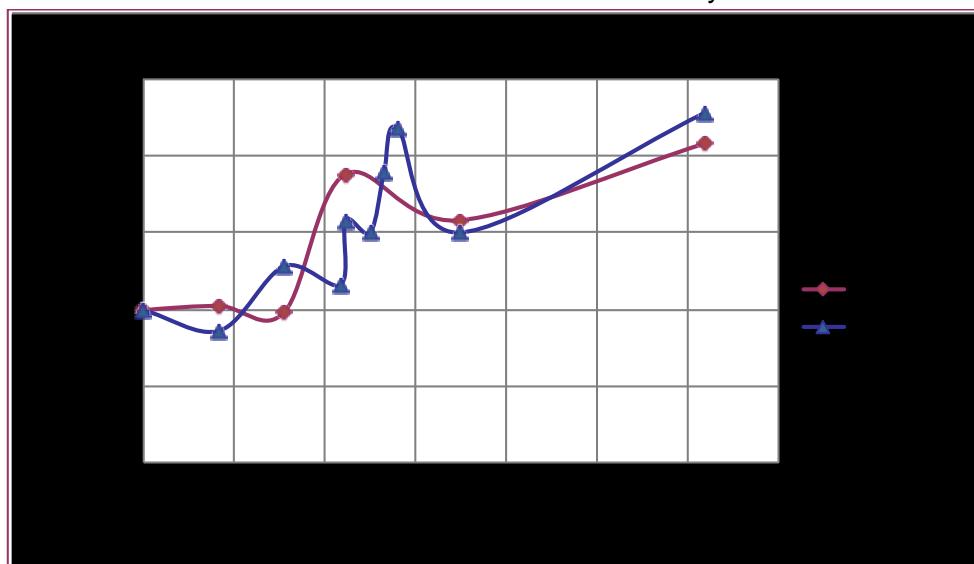
puntuales sobre su el cauce Principal. La diferencia entre los resultados de los muestrados se debe a la época en la que fue realizado..

SÓLIDOS TOTALES (ST)–SOLIDOS DISUELTO (SD)–SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS) Los sólidos totales están definidos analíticamente como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C.

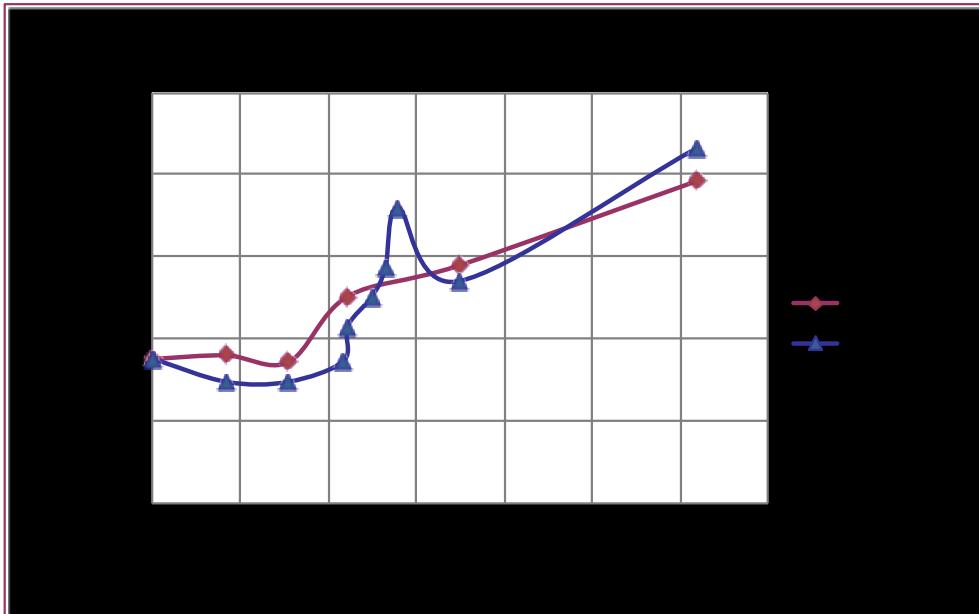
Los Sólidos Disueltos, son todas las sustancias que se encuentran disueltas en el agua, no se pueden determinar de una forma directa, sino que su cantidad se calcula numéricamente restando a los sólidos totales los sólidos en suspensión.

Los sólidos suspendidos son aquellos que se encuentran en el agua sin estar disueltos en ella, pueden ser sedimentables o no.

Grafica 6. Solidos Totales Rio Molinoyaco



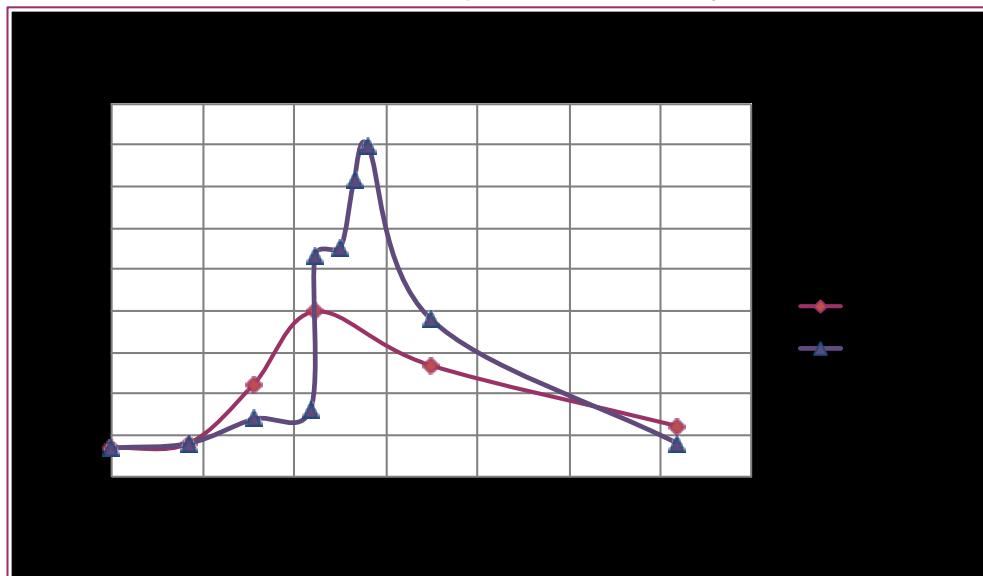
Grafica 7. Solidos Disueltos Totales



más alta, es decir hay presencia de partículas las cuales son de tamaño pequeño, lo cual es lógico debido al arrastre a lo largo del cauce de partículas orgánicas e inorgánicas. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado.

COLOR APARENTE: Color se debe a la presencia de iones metálicos naturales, de plancton, restos vegetales, residuos industriales. El color aparente es debido en parte a material en suspensión.

Grafica 9. Color Aparente Rio Molinoyaco

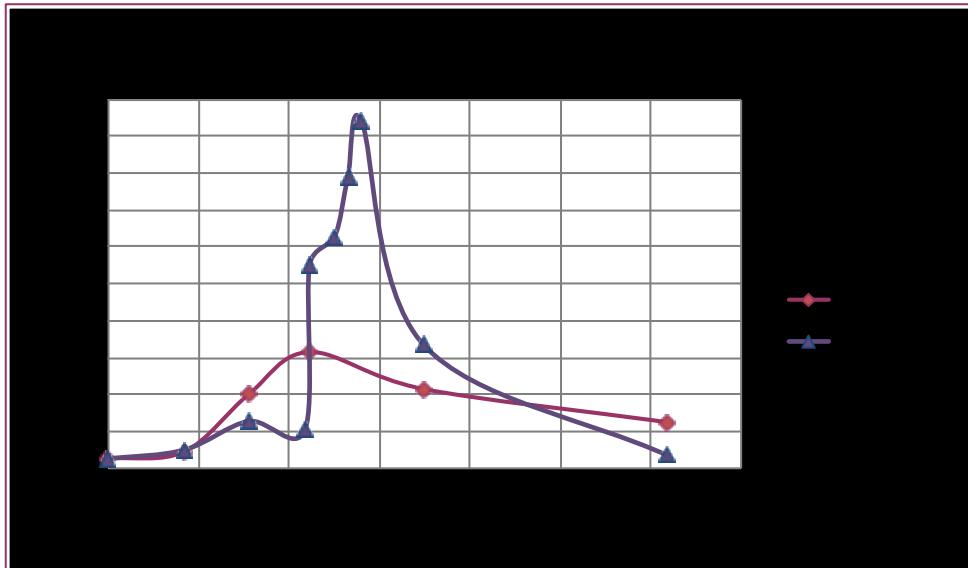


Como podemos observar en la gráfica el color aumenta hasta llegar a un máximo, lo cual se debe principalmente a la disolución de materiales vegetales y materia orgánica en proceso de descomposición, en los puntos finales el color disminuye hasta llegar aproximadamente al valor inicial, lo cual se debe principalmente al aporte de agua de Quebradas naturales. Es importante aclarar que los valores de color para el muestreo 2 son mas altos debido a que fue tomada en verano la muestra.

TURBIEDAD: Es producida por materias en suspensión como arcilla, materia orgánica e inorgánica, plancton etc. La turbiedad es la expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.



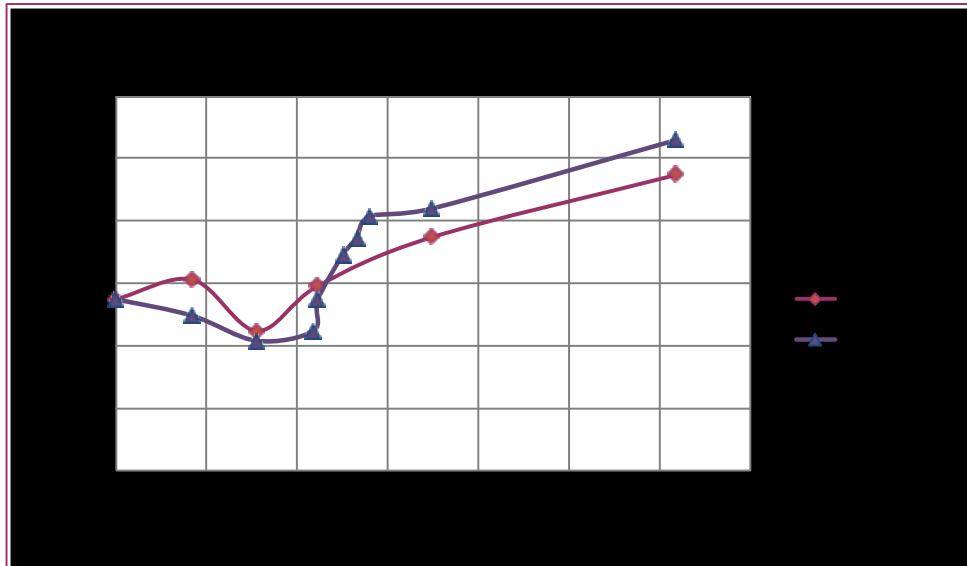
Grafica 10. Turbiedad Rio Molinoyaco



De acuerdo con la gráfica, el agua presenta una turbiedad alta en todos los puntos a excepción del punto de inicio, lo cual nos indica la presencia de partículas en suspensión que impiden el paso de la luz. Es decir en esta agua puede haber presencia de óxidos de hierro, Zinc, Coloides y/o Sólidos suspendidos, debido principalmente a las descargas de vertimientos. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado. Para el muestreo 2 que fue realizado en época de verano la dilución es menor por lo tanto la turbiedad es más alta.

ALCALINIDAD: Es la capacidad que tiene el agua de neutralizar un ácido.

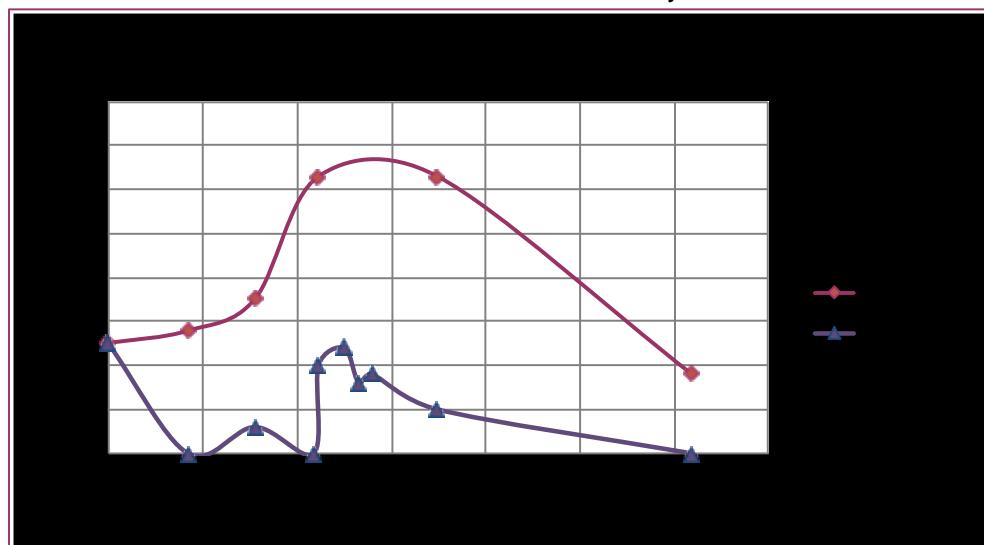
Grafica 11. Alcalinidad Rio Molinoyaco



Como se observa en la gráfica todos los puntos a excepción del punto Bello Horizonte presentan una alcalinidad alta, es decir que hay presencia de hidróxidos, bicarbonatos y/o carbonatos en solución, debido principalmente a las descargas de vertimientos. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado.

ACIDEZ: Es la capacidad del agua para neutralizar una base.

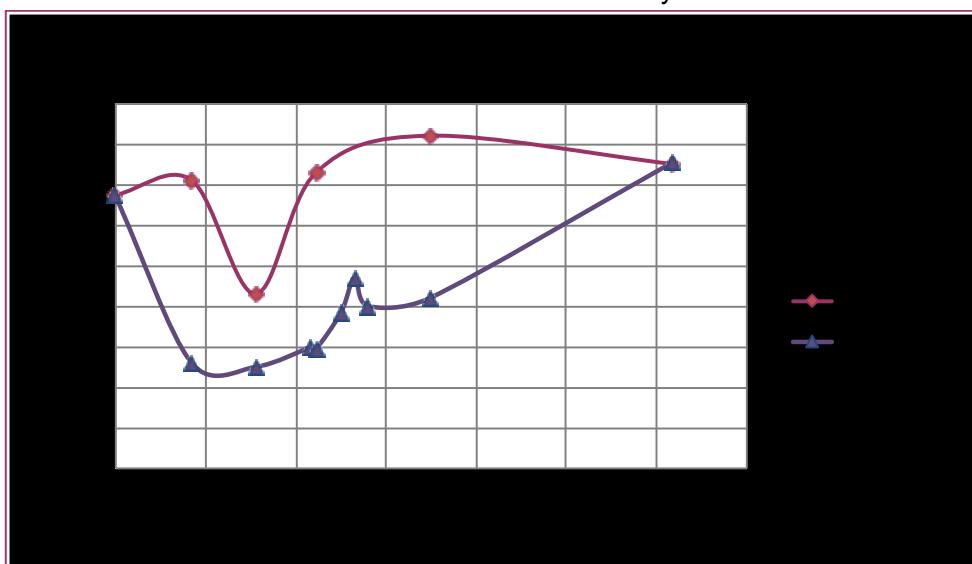
Grafica 12. Acidez Rio Molinoyaco



Como se observa en la grafica se evidencia incrementos en los valores de la acidez principalmente en los puntos donde se presentan descargas de aguas residuales lo cual nos indica presencia de iones H^+ libres, ácidos minerales provenientes de ácidos fuertes como sulfúrico, nítrico, clorhídrico, etc. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado..

DUREZA: Concentración de cationes metálicos multivalentes en solución principalmente Calcio y Magnesio.

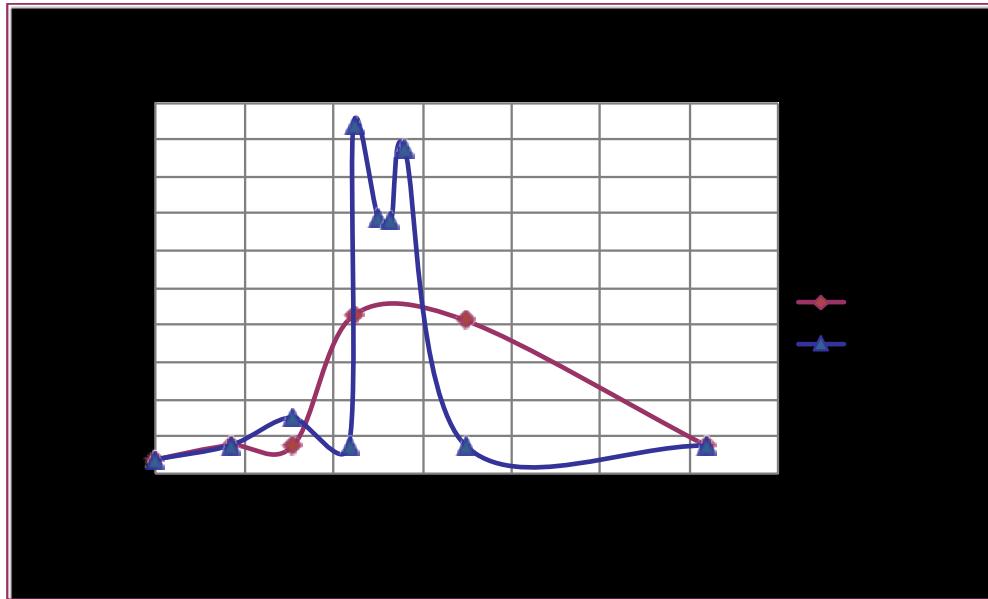
Grafica 13. Dureza Rio Molinoyaco



Se evidencia presencia de dureza a lo largo del cauce, lo cual nos indica que hay contenido de minerales, en particular sales de magnesio y calcio, debido a las descargas de vertimientos. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Cantidad de oxígeno requerida para la descomposición de la materia orgánica biológicamente degradable.

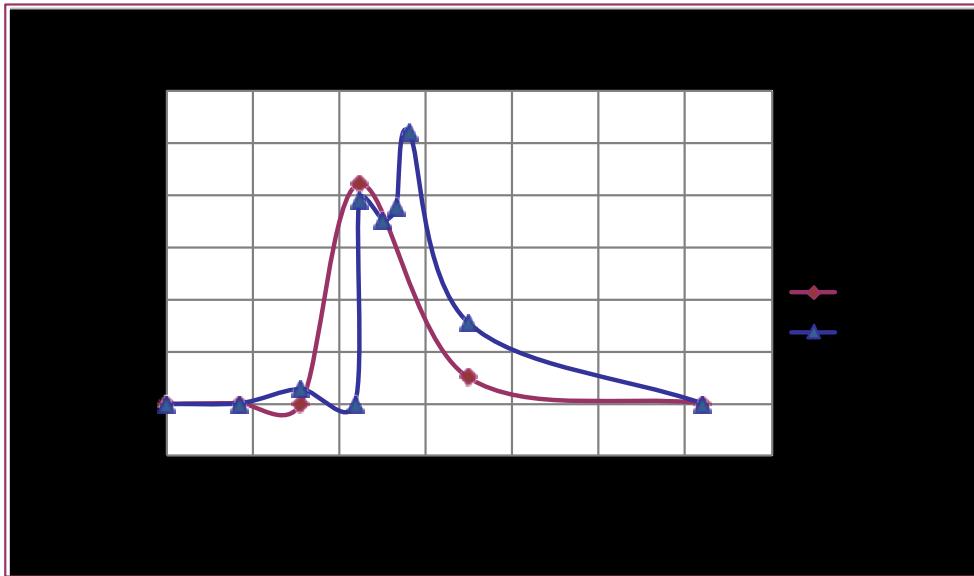
Grafica 14. DBO Rio Molinoyaco



Como se observa en la gráfica la DBO al inicio es baja lo que nos evidencia que en estos puntos hay un bajo contenido de materia orgánica biodegradable, en los puntos del Casco Urbano y Trojayaco la Demanda Biológica de Oxígeno aumenta debido al aporte de vertimientos y de Quebradas contaminadas que ocasionan que la materia orgánica biodegradable en estos puntos aumenten, finalmente en la parte baja del Rio Molinoyaco la DBO vuelve a sus condiciones iniciales debido al aporte de aguas de Quebradas Naturales al cauce principal. Para el muestreo 2 la carga de DBO es mayor dado a que el caudal es bajo debido a la época en la cual fue tomada la muestra.

Demand Química de Oxígeno (DQO): Mide el oxígeno equivalente necesario para oxidar químicamente las sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en un agua.

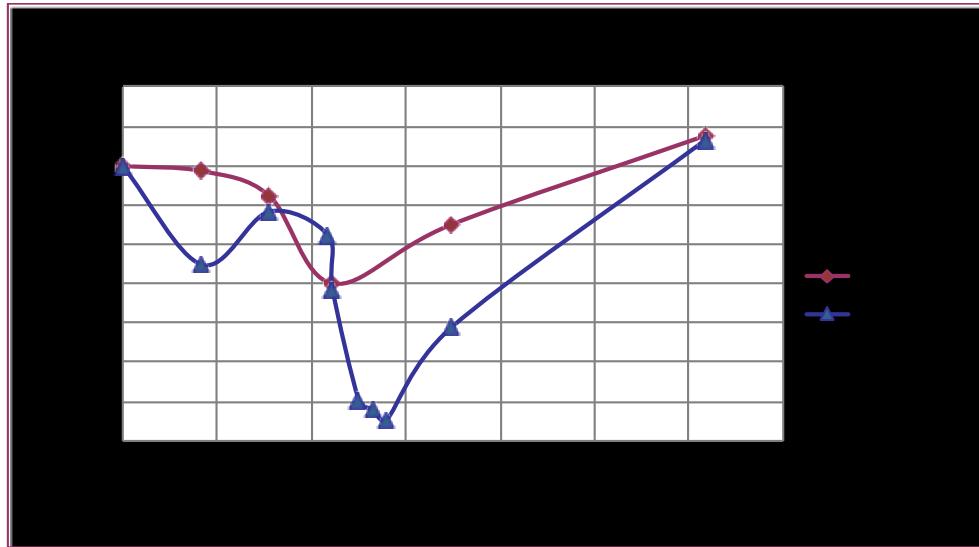
Grafica 15. DQO Rio Molinoyaco



De acuerdo con la gráfica, podemos concluir que al inicio del Rio Molinoyaco el agua presenta una Demanda Química de Oxígeno baja lo cual nos indica que el contenido de materia orgánica e inorgánica es baja, la DQO mas alta se presenta en el punto del Casco Urbano debido al vertimiento de aguas residuales y de Quebradas contaminadas lo cual ocasiona que el contenido de materia orgánica e inorgánica aumente es decir hay presencia de contaminantes biodegradables y no biodegradables, al final del Rio la DQO baja debido al aporte de Quebradas Naturales al cauce.

OXIGENO DISUELTO (OD): Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido.

Grafica 16. OD Rio Molinoyaco



Como se puede observar en el gráfico en el inicio del Rio la cantidad de oxígeno disuelto es alta por lo tanto podemos decir que la contaminación es baja, los puntos que presenta la concentración más baja de OD son el Casco Urbano y Trojayaco por lo que podemos concluir la posible presencia de materia orgánica e inorgánica sin descomponer, lo cual hace que se presente una posible contaminación en estos puntos, al final del cauce debido a la pendiente por la cual atraviesa el Rio, a la presencia de piedras durante el cauce y al aporte de aguas de las diferentes Quebradas Naturales la cantidad de Oxígeno disuelto se incrementa nuevamente, razón por la cual en la parte baja del Rio Molinoyaco la contaminación es baja. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado.

AMONIO: Se generan principalmente como el resultado de excreciones o desechos de origen animal. Las aguas superficiales bien aireadas por lo general contienen concentraciones bajas de amonio.

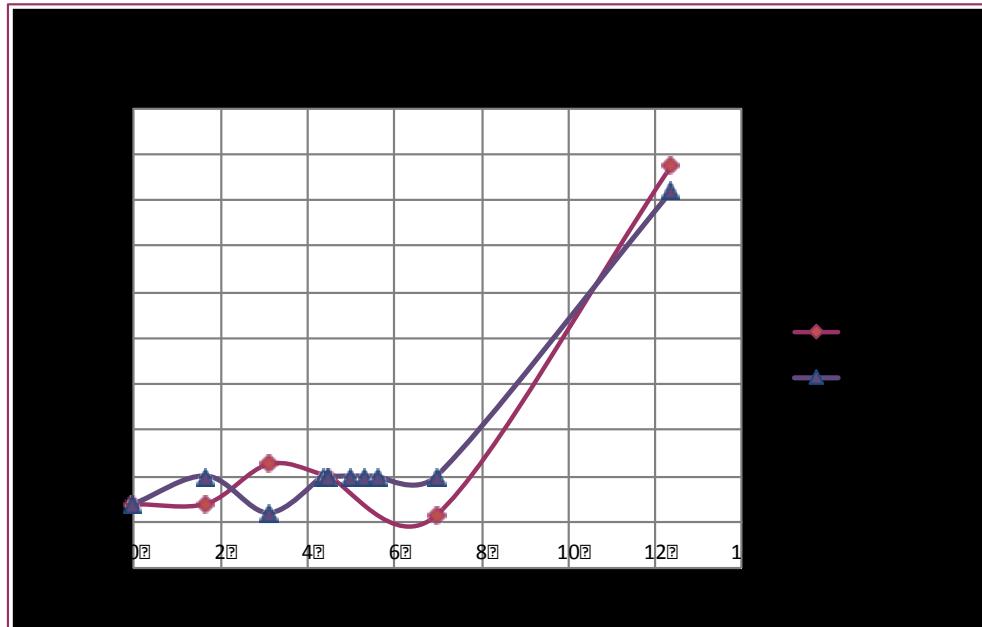
NITRITO Y NITRATOS: Se encuentran en la naturaleza y se forman por la descomposición de compuestos nitrogenados. Los niveles de nitratos en aguas superficiales son generalmente bajos.



Grafica 17. Amonio Rio Molinoyaco



Grafica 19. Nitratos Rio Molinoyaco

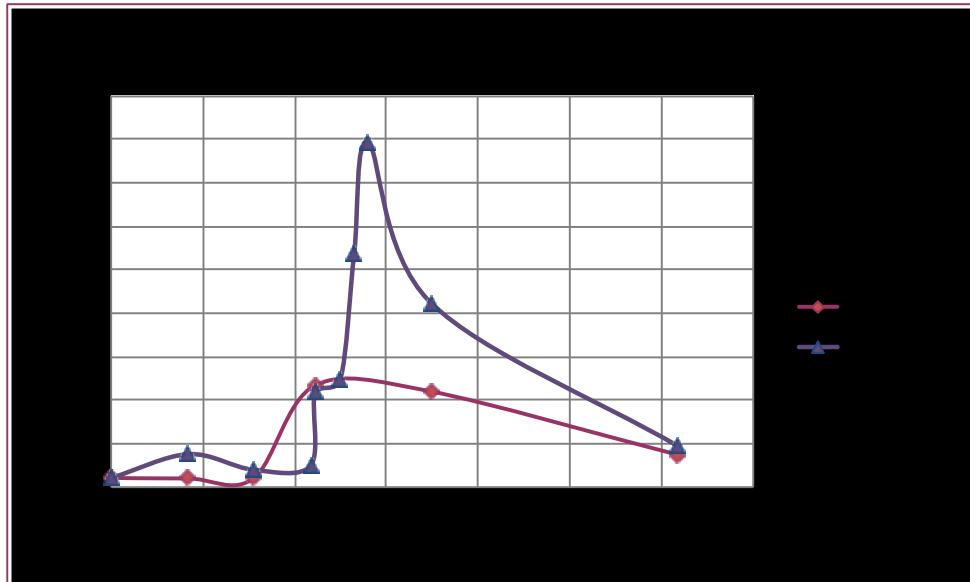


La concentración de amonio, nitritos y nitratos a lo largo de cauce presenta fluctuaciones a lo largo de todo el Rio, lo cual nos evidencia claramente el ciclo del nitrógeno, es decir que se está presentando oxidación del amoníaco (NH_3) a nitritos (NO_2) y luego de nitritos a nitratos (NO_3), por lo cual concluimos que hay ausencia de toxicidad y de eutrofización y en general un bajo grado de contaminación de Nitrógeno en el cauce del Rio. En el punto Trojayaco se presenta el valor más alto de amonio y nitritos y el más bajo de nitratos, lo cual se debe a la presencia de microorganismos del entorno descomponen materiales orgánicos, como plantas, estiércol de animales y aguas residuales. En general todas las concentraciones cumplen con los límites establecidos en la legislación legal vigente. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado.

FOSFORO: El fósforo es un elemento químico, el cual se encuentra de forma natural en la tierra y está ampliamente distribuido en combinación con otros elementos y minerales.



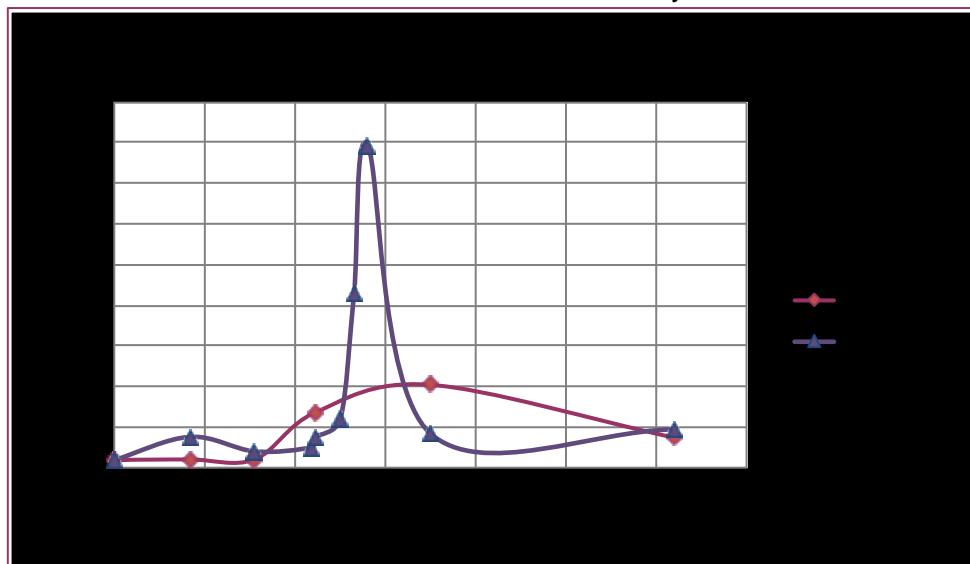
Grafica 20. Fosforo Total Rio Molinoyaco



De acuerdo con el grafico, en la mayor parte del cauce la presencia de fosforo es baja a excepción del Casco urbano donde se presenta la mas alta de concentración de fosforo, este incremento se debe al vertimiento de aguas residuales. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado.

FOSFATO: El fosfato es un compuesto natural, esencialmente sales que contienen fósforo y otros minerales.

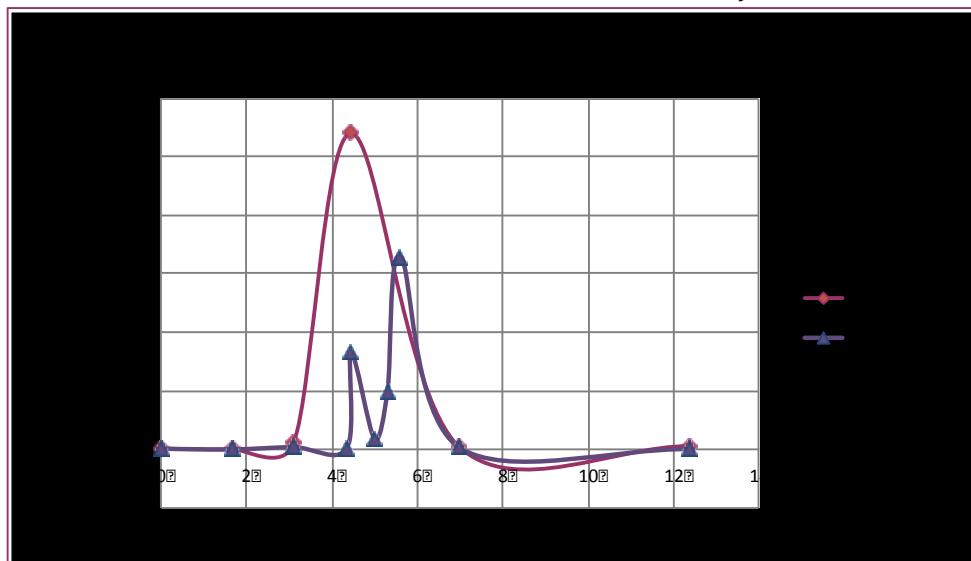
Grafica 21. Fosfatos Rio Molinoyaco



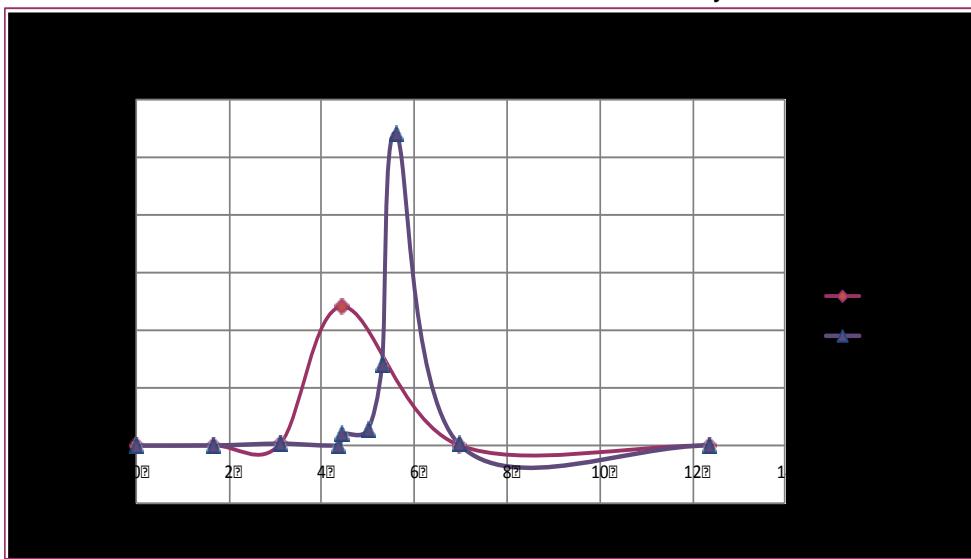
La concentración de fosfatos a lo largo del cauce es relativamente baja, a excepción en los puntos del Casco Urbano y Trojayaco donde se incrementa, debido al uso de fertilizantes para la agricultura, los cuales están incidiendo en la calidad del agua de este tramo del Río. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la época en la que fue realizado.

COLIFORMES TOTALES Y ESCHERICHIA COLI: Especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas de importancia relevante como indicadores de contaminación del agua.

Grafica 22. Coliformes Totales Rio Molinoyaco



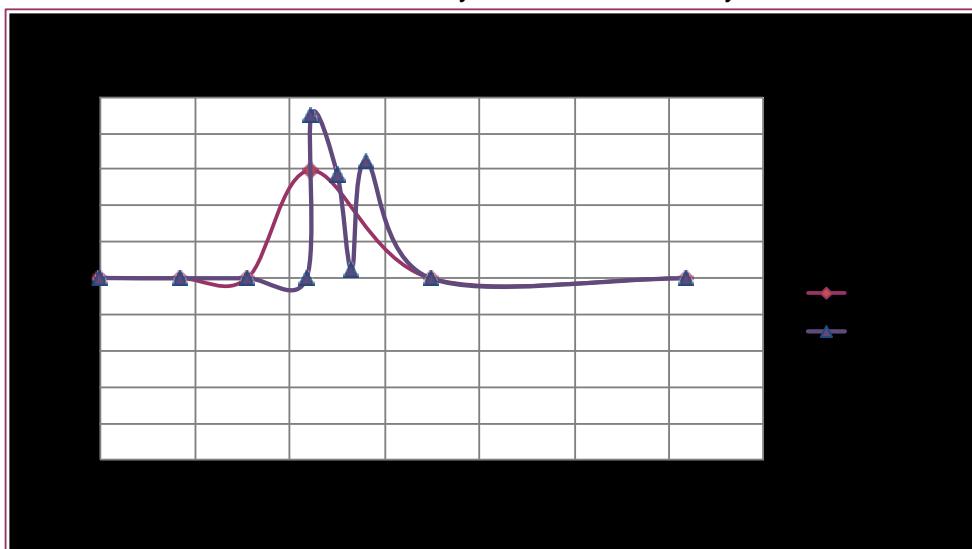
Grafica 23. Echerichia Coli Rio Molinoyaco



En las graficas podemos observar que el punto mas alto para estos parámetros se presenta en el Casco Urbano debido al vertimiento de aguas residuales domesticas, se presenta una alta concentración de echericia coli lo cual nos indica la presencia de contaminación debido a materia fecal.

GRASAS Y ACEITES: Son compuestos orgnaicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, asi como los hidrocarburos del petróleo. Las sustancias grasas se clasifican en grasa y aceites, teniendo en cuenta su origne el cual puede ser animal o vegetal.

Grafica 24. Grasas y Aceites Rio Molinoyaco

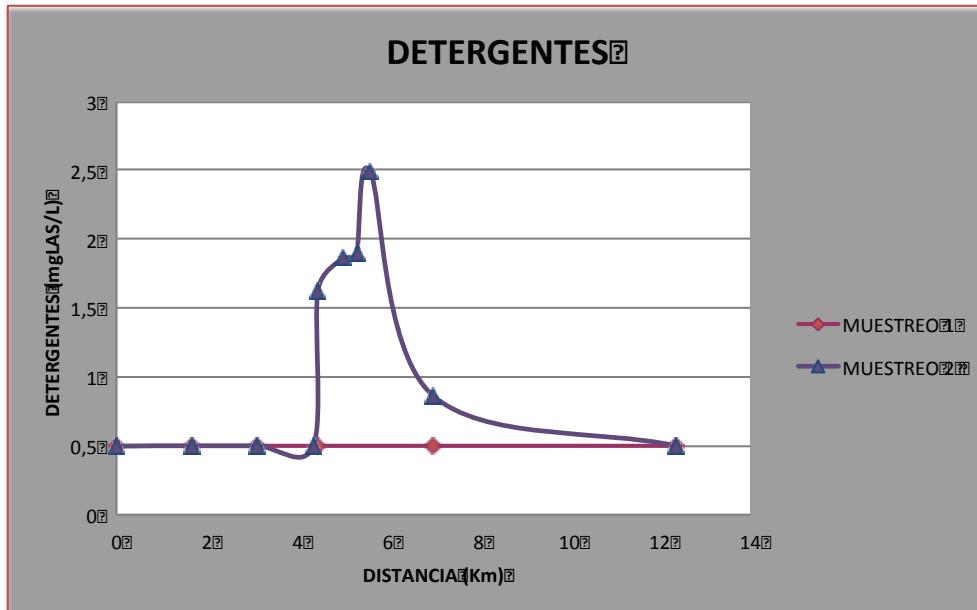


Como se observa en la grafica en la parte alta del Rio Molinoyaco la presencia de grasas y aceites es baja, en la parte del casco urbano se evidencia un incremento debido a los vertimientos de aguas residuales. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado.

DETERGENTES; Tensoactivos, es decir, sustancias que incluyen por medio de la tensión superficial, estos detergentes se encuentran presentes en las aguas limpias y residuales principalmente debido a la descarga de residuso acuosos de lavado doméstico e indutrial de ropa y otras operaciones de limpieza.



Grafica 25. Detergentes Rio Molinoyaco



En las graficas podemos evidenciar que para el muestreo 1 debido a que hay un mayor caudal debido a la época en la que se realizo el muestreo la cantidad de detergentes es baja, para el muestreo 2 que fue realizado en verano cuando el caudal es menor se evidencia la presencia de detergentes en el casco urbano debido a los vertimientos de aguas provenientes de lavado de ropa.

Consideraciones Generales del Perfil de Calidad de Rio Molinoyaco:

La contaminación presentada sobre el cauce del Rio Molinoyaco es principalmente de tipo u origen orgánico.

La mayor alteración o deterioro de la calidad del agua del Rio, se presenta en la parte media, la cual es ocasionada principalmente por descargas de vertimientos de aguas residuales puntuales de viviendas aledañas al cauce principal y del casco urbano del municipio del Tambo. En este tramo debido a los vertimientos no permiten que el agua se restaure por lo cual esta no es apta para uso agrícola y de servicios de acuerdo con los usos estipulados por la Normatividad vigente.

La zona alta y baja del Rio no presenta alteraciones mayores en su calidad fisicoquímica y bacteriológica.

6.7.4 INDICE DE CALIDAD ICA

Utilizado para evaluar la calidad del agua de una fuente hídrica por medio de la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que indican mediante un rango numérico que va de cero (0) a cien(100), si el agua es de pésima o excelente calidad para la satisfacción de los distintos usos incluyendo el desarrollo biológico y buen desempeño de los ecosistemas dependientes del cuerpo hídrico.

Este índice a pesar de haber sido desarrollado en 1970 para las condiciones propias de una región o país, es ampliamente utilizado a nivel mundial, siendo validado y adaptado por diferentes autores a condiciones específicas de los ríos o fuentes hídricas.

La metodología utilizada para el cálculo del ICA fue el de la Fundación Nacional de los Estados Unidos NSF, la cual tiene en cuenta la interrelación de nueve (9) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales son:

- pH (en unidades de pH)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Fosfatos (en mg PO₄/L)
- Nitratos (en N-NO₃/L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO₅ en mg/ L)
- Coliformes Fecales (en UFC/100ml)
- Turiedad (en NTU)
- Temperatura (en °C)

Para evaluar y determinar las condiciones de calidad del agua de una Corriente Hídrica en distintos tramos o estaciones de muestreo, el ICA se clasifica en los siguientes rangos:

Tabla 45. Clasificación Calidad De Agua Según El ICA

| ICA | | |
|-----------|------------------|---------|
| VALOR | CALIDAD DEL AGUA | COLOR |
| 91 -- 100 | EXCELENTE | Azul |
| 71 -- 90 | BUENA | Verde |
| 51 -- 70 | REGULAR | Ambar |
| 26 -- 50 | MALA | Naranja |
| 0 -- 25 | PESIMA | Rojo |

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además establece condiciones óptimas para la satisfacción de los usos demandados.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas, además de condicionar algunos usos.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Limita los usos

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: pH, Solidos Disueltos, Fosfatos, Nitratos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Coliformes Fecales, Turbiedad, Temperatura. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 45. Pesos Relativos Por Cada Parámetro ICA

| Parámetro | Peso Relativo (W) |
|--------------------|-------------------|
| Coliformes fecales | 0,15 |
| pH | 0,12 |
| DBO ₅ | 0,1 |
| Nitratos | 0,1 |
| Fosfatos | 0,1 |
| Temperatura | 0,1 |
| Turbidez | 0,08 |
| Solidos DT | 0,08 |
| Oxígeno Disuelto | 0,17 |

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICAa) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:



$$ICAa = \sum_{i=1}^9 (Subi * Wi) \quad (1)$$

$$ICAa = \prod_{i=1}^9 (Subi^{Wi}) \quad (2)$$

Donde:

- Wi : Pesos relativos asignados a cada parámetro ($Subi$), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- $Subi$: Subíndice del parámetro i.

El cálculo de los “ICA” se realizó mediante técnicas multiplicativas, que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa (Ecuación 2).

Para determinar el valor del “ICA” es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los Subíndices ($Subi$) a partir del análisis de las gráficas diseñadas en la metodología NSF con sus respectivas adaptaciones. Los valores se elevan por sus respectivos Pesos Relativos asignados (Wi) y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el “ICA”.

El ICA del Rio Molinoyaco, se calculó para cada una de las cinco (5) estaciones o puntos de muestreo sobre el cauce principal del Rio, eligiendo como escenario más representativo, la jornada del 09 de julio de 2013, que como se pudo constatar en el Perfil de Calidad, presenta el escenario de deterioro y alteración del recurso hídrico más crítico.

A continuación se presentan los ICAS calculados para cada estación o punto de muestreo sobre el Cauce Principal del Río Molinoyaco, con su respectiva tabla de cálculo y análisis de resultados:



✓ **Punto de Muestreo ES_RM1 ANTES BOCHATOMA**

Tabla 46. ICA Punto de Muestreo ES_RM1 ANTES BOCHATOMA

| ES_RM – 1 ANTES BOCHATOMA | | | | |
|---------------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|
| Parámetro | Peso Relativo (W) | RESULTADO LAB | Subíndice (I) | ICA |
| coliformes fecales | 0,15 | 300 | 34 | 1,70 |
| pH | 0,12 | 7 | 90 | 1,72 |
| DBO ₅ | 0,1 | 3,8 | 65,08 | 1,52 |
| Nitratos | 0,1 | 0,08 | 99,6 | 1,58 |
| Fosfatos | 0,1 | 0,1 | 94 | 1,58 |
| Temperatura | 0,1 | 15 | 66,2 | 1,52 |
| Turbidez | 0,08 | 0,9 | 96,11 | 1,44 |
| Sólidos DT | 0,08 | 90 | 85,6 | 1,43 |
| Oxígeno Disuelto | 0,17 | 6,86 | 93,61 | 2,16 |
| TOTAL | 1 | | ICA | 74,67 |

La calidad de agua en este punto es **BUENA**, debido a que hay presencia de coliformes fecales en el agua, las cuales pueden ser de origen humano o animal. Los demás parámetros están dentro de los límites permisibles los cual nos indica que no están causando alteración a la calidad del agua.

✓ **Punto de Muestreo ES_RM2 BELLO HORIZONTE**

Tabla 47. ICA Punto de Muestreo ES_RM2 BELLO HORIZONTE

| ES_RM – 2 BELLO HORIZONTE | | | | |
|---------------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|
| Parámetro | Peso Relativo (W) | RESULTADO LAB | Subíndice (I) | ICA |
| coliformes fecales | 0,15 | 10000 | 10 | 1,41 |
| pH | 0,12 | 7 | 90 | 1,72 |
| DBO ₅ | 0,1 | 3,8 | 65,08 | 1,52 |
| Nitratos | 0,1 | 0,25 | 98,75 | 1,58 |
| Fosfatos | 0,1 | 0,1 | 94 | 1,58 |
| Temperatura | 0,1 | 15 | 66,2 | 1,52 |
| Turbidez | 0,08 | 4 | 89,6 | 1,43 |
| Sólidos DT | 0,08 | 86 | 85,84 | 1,43 |
| Oxígeno Disuelto | 0,17 | 6,24 | 89,16 | 2,15 |
| TOTAL | 1 | | ICA | 61,25 |

La calidad del agua es **REGULAR**, en este punto se comienzan a presentar vertimientos puntuales de viviendas razón por la cual las coliformes fecales aumentan, ocasionando así una alteración en la calidad del agua del Rio.

✓ **Punto de Muestreo ES_RM5 CASCO URBANO**

Tabla 48. ICA Punto de Muestreo ES_RM5 CASCO URBANO

| ES_RM – 5 CASCO URBANO | | | | |
|------------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|
| Parámetro | Peso Relativo (W) | RESULTADO LAB | Subíndice (I) | ICA |
| coliformes fecales | 0,15 | 1200000 | 3 | 1,18 |
| pH | 0,12 | 7 | 90 | 1,72 |
| DBO ₅ | 0,1 | 21,3 | 10,96 | 1,27 |
| Nitratos | 0,1 | 0,2 | 99 | 1,58 |
| Fosfatos | 0,1 | 0,58 | 59,2 | 1,50 |
| Temperatura | 0,1 | 15 | 66,2 | 1,52 |
| Turbidez | 0,08 | 6,3 | 84,77 | 1,43 |
| Sólidos DT | 0,08 | 126 | 81,36 | 1,42 |
| Oxígeno Disuelto | 0,17 | 4 | 47,49 | 1,93 |
| TOTAL | 1 | | ICA | 36,40 |

La calidad del agua es **MALA**, en este punto se presenta una variación significativa en las concentraciones de todos los parámetros que se tienen en cuenta para el cálculo del ICA influyendo además en la disminución de los Subíndices. Esto se debe principalmente, a las descargas puntuales de vertimientos de aguas residuales continuos de viviendas ubicadas a la orilla del río y de los vertimientos provenientes del casco urbano del municipio de El Tambo que caen al Río alterando así la calidad del agua.

✓ **Punto de Muestreo ES_RM10 TROJAYACO**

Tabla 49. ICA Punto de Muestreo ES_RM10 TROJAYACO

| ES_RM – 10 TROJAYACO | | | | |
|----------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|
| Parámetro | Peso Relativo (W) | RESULTADO LAB | Subíndice (I) | ICA |
| coliformes fecales | 0,15 | 1000 | 22 | 1,59 |
| pH | 0,12 | 7 | 90 | 1,72 |
| DBO ₅ | 0,1 | 20,64 | 11,488 | 1,28 |
| Nitratos | 0,1 | 0.03 | 99,85 | 1,58 |
| Fosfatos | 0,1 | 1.02 | 39,74 | 1,45 |
| Temperatura | 0,1 | 15 | 66,2 | 1,52 |
| Turbidez | 0,08 | 4,3 | 88,97 | 1,43 |
| Sólidos DT | 0,08 | 144,7 | 78,742 | 1,42 |
| Oxígeno Disuelto | 0,17 | 5,5 | 75,415 | 2,09 |
| TOTAL | 1 | | ICA | 51,36 |

La calidad del agua vuelve a ser **REGULAR**, disminuye la concentración de coliformes fecales y comienza a aumentar el oxígeno disuelto, lo cual se debe principalmente a la ausencia de vertimientos puntuales continuos de aguas residuales, lo cual nos está demostrando un proceso de asimilación y autodepuración del Río.

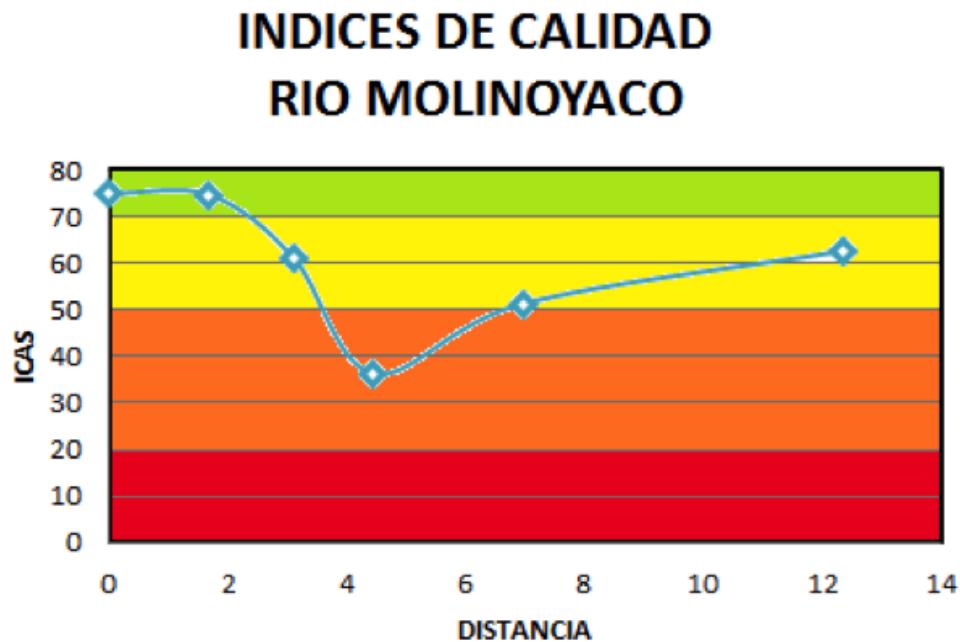
✓ **Punto de Muestreo ES_RM11 CAFELINA**

Tabla 50. ICA Punto de Muestreo ES_RM11 CAFELINA

| ES_RM – 11 CAFELINA | | | | |
|---------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|
| Parámetro | Peso Relativo (W) | RESULTADO LAB | Subíndice (I) | ICA |
| coliformes fecales | 0,15 | 1500 | 14 | 1,49 |
| pH | 0,12 | 7 | 90 | 1,72 |
| DBO ₅ | 0,1 | 3,8 | 65,08 | 1,52 |
| Nitratos | 0,1 | 1,55 | 92,25 | 1,57 |
| Fosfatos | 0,1 | 0,37 | 77,8 | 1,55 |
| Temperatura | 0,1 | 15 | 66,2 | 1,52 |
| Turbidez | 0,08 | 2,5 | 92,75 | 1,44 |
| Sólidos DT | 0,08 | 196 | 72,48 | 1,41 |
| Oxigeno Disuelto | 0,17 | 7,77 | 94,25 | 2,17 |
| TOTAL | 1 | | ICA | 62,70 |

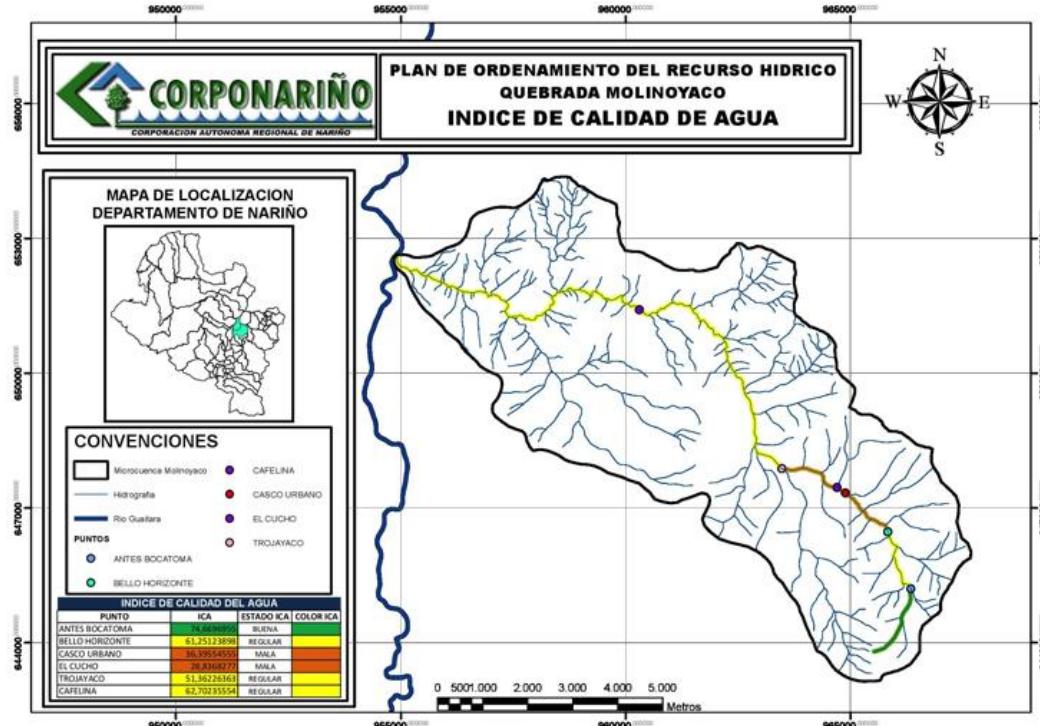
La calidad del agua se mantiene en **REGULAR**, es decir que hay un óptimo proceso de asimilación y autodepuración del Rio, debido principalmente a la ausencia de vertimientos puntuales continuos sobre la corriente, a la oxigenación debida a la presencia de piedras en el cauce y al aporte de caudal por parte de afluentes naturales en buenas condiciones al Rio.

Grafica 26. Perfil de Calidad Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 32. Mapa de Indice de Calidad de Agua Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

6.7.5 EVALUACION CALIDAD ENTRADAS MONITOREADAS

Corresponde a la presentación de resultados, calculo de Cargas Contaminantes y Análisis de calidad de los afluentes naturales y descargas monitoreadas y caracterizadas en las jornadas de muestreo efectuadas en el año 2013.

- **RESULTADOS JORNADAS DE MUESTREO:** en la Tabla 44. se muestran los resultados de los muestreos al cauce principal del Río Molinoyaco, correspondientes a las dos jornadas llevadas a cabo los días 09 de julio y 17 de septiembre de 2013. Los Reportes de Resultados Analíticos del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño y CORPONARIÑO se pueden observar en el **Anexo XX**.
- **CALCULO DE CARGAS:** teniendo en cuenta las concentraciones determinadas mediante análisis de laboratorio y la medición de caudal para cada una de las entradas priorizadas y muestreadas en campo, se calcularon las cargas de aporte en Kilogramo/día y Tonelada/año aplicando el método de cálculo estipulado en la Normatividad Ambiental vigente.

La determinación de cargas se efectuó como insumo para la aplicación del modelo de simulación de calidad QUAL2K y para el cálculo y evaluación de la Tasa Retributiva a cobrar

para cada usuario de vertimientos del cauce principal del Rio Molinoyaco. Las Tablas de cargas para cada uno de los escenarios se pueden observar en **Anexo XX**

6.7.6 EVALUACION CALIDAD DE ENTRADAS ESTIMADAS

Corresponde a la estimación de caudal y calidad de las entradas al Cauce Principal del Rio Molinoyaco que no fueron caracterizados en las jornadas de muestreo llevadas a cabo los días 09 de julio y 17 de septiembre de 2013.

Para la estimación, se tuvieron en cuenta datos e información secundaria principalmente del PSMV del municipio de El Tambo, Permisos de Vertimientos y demás documentación relacionada con la Subcuenca del Rio Molinoyaco, así como criterios técnicos aportados por el Profesional que recorrió y levantó en campo el diagnostico de la Corriente Superficial. La información se encuentra en **Anexo XX** con toda la información de cargas levantada para el río.

6.8 MODELO DE SIMULACION DE CALIDA DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RIO MOLINOYACO

La preservación de los sistemas hídricos y de la calidad de sus aguas es una constante preocupación para los investigadores que buscan mitigar las consecuencias de la acción humana sobre el medio ambiente. La multiplicidad de usos de los recursos hídricos, asociada a una característica de recurso natural renovable y también finito, define un escenario que refleja una gran complejidad de relaciones para su preservación.

La política nacional de conservación de los recursos naturales establecida en Colombia es una importante herramienta legal para la gestión en la conservación de los cursos de agua y como apoyo a este propósito surgen los modelos matemáticos o programas computacionales, los cuales son utilizados como soporte en la decisión entre alternativas de gestión o uso, o como agentes facilitadores en este proceso.

Los modelos matemáticos son técnicas que permiten representar alternativas propuestas y simular condiciones reales que podrían ocurrir dentro de una franja de incertezas, inherente al conocimiento técnico-científico. Estos modelos se proponen explicar las causas y efectos de los procesos en el medio ambiente, diferenciar las fuentes antrópicas de las fuentes naturales de contaminantes, evaluar la eficiencia de los programas de gestión ambiental, determinar un tiempo o una distancia de recuperación de un cuerpo de agua con el objeto de implementar un programa de reducción de contaminantes, entre otras.

Un modelo matemático de calidad de agua debe ser visto como una herramienta valiosa para evaluar las alternativas propuestas por los planificadores y cuestionadas por la población. La evaluación de la calidad de agua en sistemas complejos, involucra el conocimiento de todos los procesos y ecosistemas de los cuales dependen, lo cual es fundamental para que los resultados de los modelos sean representativos y puedan ser evaluados de forma adecuada.

6.8.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE AGUA

Es claro que la selección del modelo es sólo un paso de todo el proceso de modelación de corrientes hídricas superficiales, dicho paso es extenso y complejo, pero en general lo que se busca es que el modelo escogido sea capaz de representar las condiciones reales referidas a la calidad de agua del río en estudio.

Para el desarrollo de este proyecto el modelo seleccionado fue el “River and Stream Water Quality Model- Qual2Kw” versión 5.1, desarrollado por la división de investigación en ecosistemas de La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos EPA y Tufts university, selección que fue realizada considerando aspectos como:

- Definición del Problema a Estudiar.
- Características Generales del modelo de simulación: tipos de procesos, tipos de métodos de solución, tipo de cuerpo de agua, dimensión, Estado, tipo de transporte y tipo de cuenca, principalmente.
- Capacidad Técnica y Económica del equipo desarrollador: Entrenamiento necesario, manuales de usuario disponibles, facilidad de modificación del código fuente, antecedentes de aplicación en regiones similares y costo, entre otros.

En definitiva el modelo debe estar en la capacidad de:

- Simular los parámetros básicos de calidad de agua como oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, ciclo del nitrógeno y del fósforo, principalmente, además de tener en cuenta la reducción de la concentración de contaminantes por el efecto de entradas de flujo al cauce principal.
- Ser flexible, es decir, poder adaptarse a las condiciones de diferentes corrientes, puesto que sería algo no viable económica y técnicamente utilizar un modelo de simulación diferente para cada corriente.
- Tener antecedentes de aplicabilidad, o sea que haya sido implementado con éxito en otras regiones con características similares.
- Ser simple en su ejecución y preciso en sus resultados, un modelo con entrada de datos o procesos más complejos, necesariamente no es más preciso.
- Tener Viabilidad Económica. No se justifica hacer una gran inversión cuando los resultados finales no ofrecen una sustancial mejora en la precisión de los resultados.

- Ser congruente con la información de entrada disponible y tener la capacidad de aprovechar la información actual e histórica de tipo climatológica, hidrológica y de calidad de aguas¹³.

6.8.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO

Dentro de las principales características del modelo Qual2K se encuentran:

- Modelación unidimensional (en dirección del flujo de la corriente).
- El cauce o canal es considerado vertical y horizontalmente bien mezclado.
- Qual2Kw Funciona bajo condiciones hidráulicas en estado estacionario y el flujo es simulado bajo condiciones estacionarias no uniformes.
- Qual2Kw simula sistemas hídricos de tipo dendrítico, es decir; aquellos donde la simulación se extiende no solo a la corriente principal, sino también a corrientes tributarias.
- El modelo simula los siguientes parámetros: Conductividad, Sólidos Suspendidos Inorgánicos, Oxígeno Disuelto, DBO rápida, DBO lenta, Nitrógeno Orgánico Disuelto, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fósforo Orgánico Disuelto, Fósforo Inorgánico, Fitoplancton (algas en el seno de la corriente), Detritus(Materia Orgánica Particulada), Patógenos, Alcalinidad, Carbono Orgánico Total, Algas de fondo, pH, Temperatura y Caudal.
- El modelo acepta entradas puntuales y no puntuales de cargas contaminantes y caudales.
- El programa ha sido desarrollado en ambiente Windows mediante, los cálculos de tipo numérico son programados en Fortran 90. Para la interfase gráfica se utiliza Excel y todas las operaciones con el usuario se efectúa bajo Microsoft Office macro language: Visual Basic For Applications.
- La corriente es representada como una sucesión de pequeños tramos o segmentos llamados elementos computacionales, a través de los cuales se efectúan los correspondientes balances de masa, flujo y calor, que finalmente se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente. Dichos elementos computacionales pueden ser de tamaños distintos.

¹³ LOZANO G., ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto "Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío". CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

- Qual2Kw utiliza dos formas para representar el carbono orgánico, siendo éstas: DBO rápida (o materia orgánica degradable rápidamente) y DBO lenta (o materia orgánica degradable lentamente).
- Qual2Kw simula condiciones de anoxia reduciendo a cero las tasas de oxidación. Bajo estas condiciones la denitrificación es modelada como una reacción de primer orden lo cual llega a ser un proceso importante.
- Tiene en cuenta las interacciones entre los sedimentos y el agua. De esta forma el flujo de oxígeno disuelto y nutrientes entre ambas fases es simulado como una función de factores tales como: la velocidad de sedimentación de las partículas orgánicas, las reacciones dentro de los sedimentos y la concentración de componentes en el agua.
- El modelo simula explícitamente la influencia de las algas de fondo.
- La extinción de la luz en la corriente es simulada como una función de la concentración de algas, detritus y material inorgánico.
- El pH del río es calculado con base en la cantidad de alcalinidad y de carbono inorgánico total disponible a través de la corriente.
- La remoción de patógenos es determinado como una función de la temperatura, la luz y la sedimentación¹⁴

6.8.3 Abstracciones Conceptuales Del Modelo

A continuación se describen los principales elementos conceptuales referidos a la representación de corrientes y a los procesos desarrollados en ellas.

- Configuración de Corrientes y Segmentación

Una corriente hídrica superficial mediante el modelo de calidad de aguas Qual2k es representada por una serie de tramos sucesivos denominados elementos computacionales, los cuales se caracterizan por comportarse como reactores completamente mezclados que están unidos unos a otros por medio de fenómenos asociados al transporte de solutos.

La unión de dichos elementos computacionales considerando similitud hidráulica entre ellos dan origen a la conformación de tramos, los cuales son segmentos de un orden de magnitud mayor al de los elementos computacionales y los cuales tiene como función diferenciar ciertos sectores de la corriente con el fin de identificar las diferencias que puede haber en cada uno de ellos, tal como se muestra en la figura 1.

¹⁴ CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

- Balance De Flujo

El modelo Qual2Kw trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo. El modelo conceptual de dicho balance es representado mediante la figura 2.

El tiempo de viaje por su parte es determinado con base en la sumatoria de los tiempos de residencia del flujo en cada uno de los elementos computacionales definidos a lo largo de la corriente, lo cual es representado mediante las siguientes ecuaciones:

$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \quad t_{t,j} = \sum_{k=1}^j \tau_k$$

Donde,

ζ_k =Tiempo de Residencia de cada elemento; V_k =Volumen de Cada Elemento (m^3); Q_k =Caudal en cada elemento (m^3/s); $t_{t,j}$ = Tiempo de Viaje de la Corriente (d).

Figura 33. Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales.

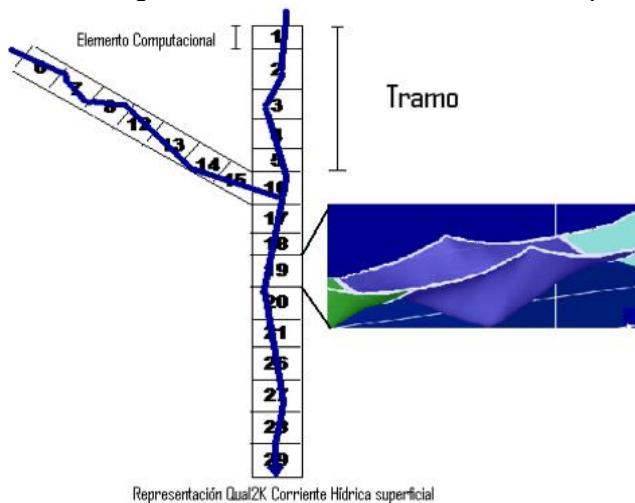
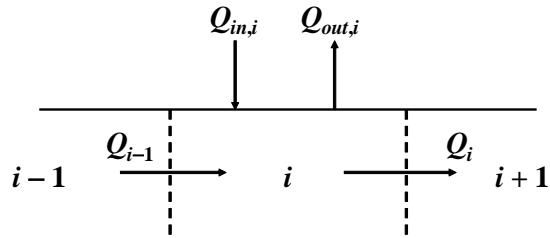


Figura 34. Esquema de Balance de Flujo



En donde,

$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{out,i}$$

Q_i : Caudal de Salida del Elemento computacional; Q_{i-1} : Caudal de Entrada del Elemento Computacional; $Q_{in,i}$: Entrada de Caudal neto lateral por fuentes puntuales y difusas; $Q_{out,i}$: Salida de Caudal neto lateral por Fuentes puntuales y difusas

- Características Hidráulicas

Las características hidráulicas del sistema están asociadas a como el Qual2K una vez realizado el balance de flujo hace para calcular el tirante y la velocidad en los elementos computacionales. Este modelo tiene tres formas posibles entre las cuales se encuentran: Vertederos, Curvas de relación y las ecuaciones de Manning, siendo estas dos últimas las utilizadas en el río Pasto para su definición. Utilizándose la primera de ellas para los cauces irregulares y la segunda para los tramos canalizados tal como la quebrada Miraflores dentro de la zona urbana. Las principales ecuaciones que rigen este comportamiento hidráulico son:

Curvas de Relación

$$U = aQ^b$$

$$H = \alpha Q^\beta$$

Donde a , b , α y β son constantes empíricas, H es la profundidad media de la corriente y U la velocidad media de la misma.

Ecuaciones de Manning

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$A_c = [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H]H$$

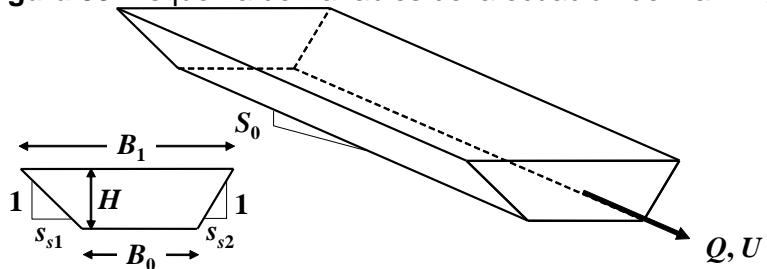
$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

En donde,

Q: Caudal; Ac: Área Transversal; P: Perímetro Mojado; So: Pendiente Longitudinal, B1: Ancho Superficial; H: Tirante; Ss: Pendiente de talud

Tal como se muestra en la figura 35.

Figura 35. Esquema de Variables de la ecuación de Manning.



Con respecto a la dispersión longitudinal entre elementos el modelo da la posibilidad de ingresar valores estimados previamente, en caso de que no sean incorporados dichos valores el Qual2Kw asume o lo calcula con base en la siguiente expresión:

$$E_{p,i} = 0.011 \frac{U_i^2 B_i^2}{H_i U_i^*}$$

La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

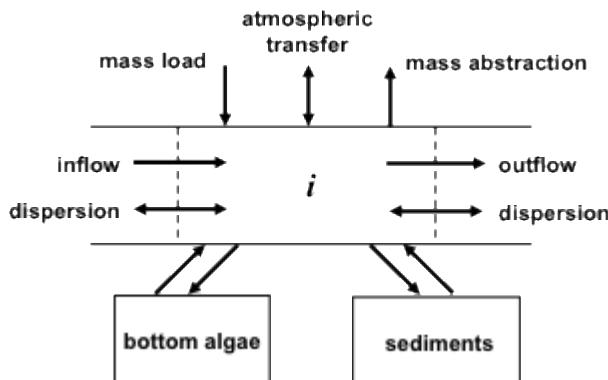
$E_{p,i}$ = Dispersión Longitudinal entre elementos; U_i = Velocidad (m/s); B_i = Ancho superficial (m); H_i = Tirante medio (m); U_i^* = Velocidad de Corte (m/s).

- Balance de Masa

El balance de Masa planteado por el Qual2K trabaja con la unidad fundamental denominada “elemento computacional”, el modelo considera la siguiente ecuación general de balance para cada constituyente, el cual involucra los fenómenos de transporte (difusión, advección, dispersión), consumo o generación de constituyentes por reacciones químicas o bioquímicas y la generación o pérdida de nutrientes por fuentes externas o internas (descargas puntuales, captaciones y sedimentación, entre otros.). El modelo conceptual planteado se refleja mediante la figura 36.



Figura 36. Esquema de Balance de Masa.



Siendo,

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial(A_x D_L \partial C / \partial x)}{\partial x} d_x - \frac{\partial(A_x u C)}{\partial x} d_x + \frac{(A_x d_x) dC}{dt} + Si$$

En donde,

M: masa; x: distancia; t: tiempo; C: concentración; Ax: área transversal; DL: coeficiente de dispersión; u: velocidad media; Si: fuentes o sumideros.

Considerando que la Masa es igual a la concentración por el volumen y que el modelo asume que la corriente posee un flujo en estado estacionario, entonces la ecuación (10) se convierte en:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial(A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial(A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

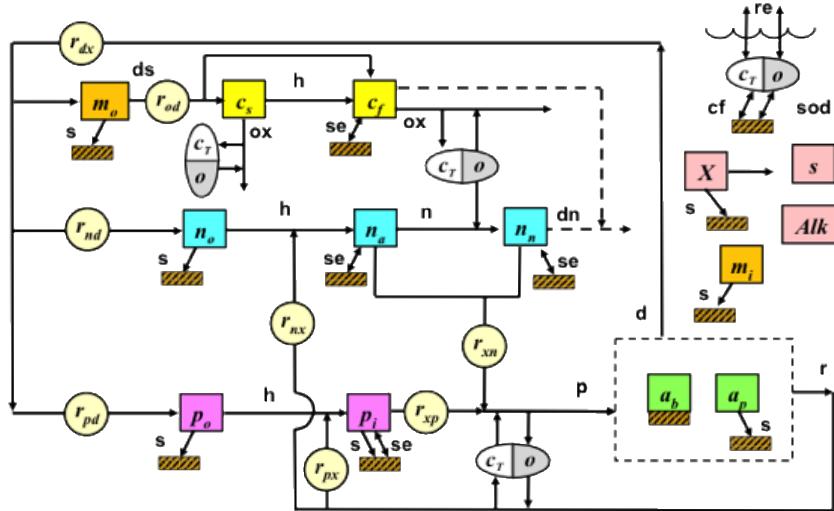
En donde,

El término de la izquierda representa el cambio de la concentración a través de la corriente y los términos de la derecha representan la dispersión, advección, la variación de la concentración por reacciones bioquímicas y el aporte o pérdida por fuentes o sumideros respectivamente.

La variabilidad de la concentración por reacciones bioquímicas y la entrada y salida de los diferentes constituyentes son representados mediante la figura 37, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente¹⁵.

¹⁵ CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

Figura 37. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos



En donde, entre los procesos cinéticos se encuentran:

ds: disolución; h: Hidrólisis; ox: Oxidación; n: Nitrificación; dn: Denitrificación; p: Fotosíntesis; d: Muerte; r: Respiración, Excreción. Entre los procesos de transferencia de masa se consideran: re: Reaireación; s: Sedimentación, SOD: Demanda de Oxígeno por Sedimentos; se: Intercambio de sedimentos; cf: Flujo de Carbono Inorgánico de los sedimentos

6.8.4 ENTRADAS DEL MODELO

La simulación del río Pasto exige la incorporación de información confiable al modelo, con el fin de que las diferentes salidas se aproximen con lo que se requiera representar.

Entre las principales entradas contempladas en el software, se encuentran: Condiciones aguas arriba del tramo o los tramos a simular, características físicas e hidráulicas de la corriente, constantes de reacción físicas y químicas, y datos correspondientes al aporte y abstracción de diferentes fuentes sobre la corriente principal, entre las cuales se contemplan las descargas tanto puntuales como difusas sobre dicha corriente.

Condiciones aguas arriba del tramo a simular.

Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua del río en el punto inicial de los tramos en consideración, tal como se muestra en la figura 38.



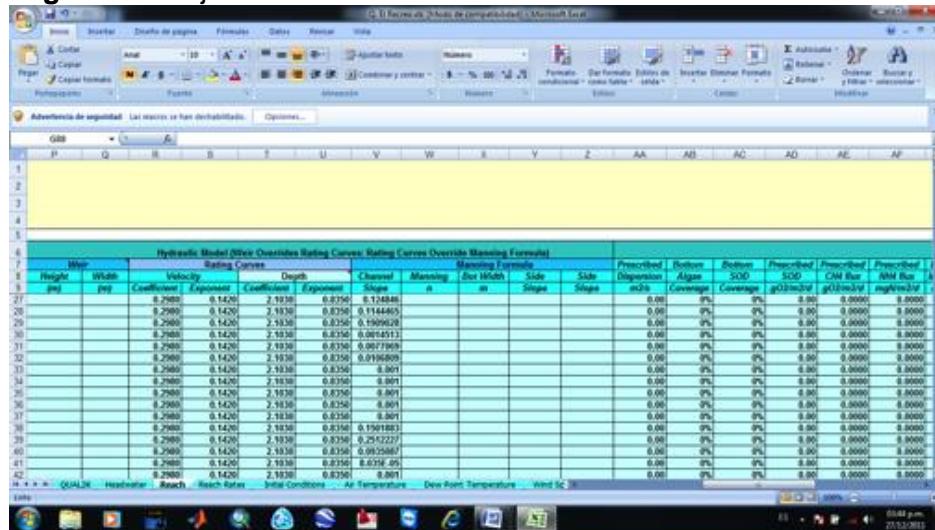
Figura 38. Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales.

Características físicas e hidráulicas de la corriente.

Dentro de este ítem se contempla la incorporación de información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales, caracterización hidráulica de cada elemento utilizando las curvas de relación “velocidad media Vs. Caudal” y “Profundidad media Vs. Caudal o las relaciones de Manning dependiendo el caso, tal como se muestra en la figura 39 y figura 40.

Figura 39. Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales.

Figura 40. Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente.



Constantes de reacción físicas y químicas

Como datos de entrada al modelo se incluye los valores correspondientes a las tasas de degradación o aparición de diferentes componentes, producto de las diferentes reacciones dadas en el proceso, lo cual es representado por medio de diferentes coeficientes tales como: reaireación, oxidación e hidrólisis de la materia orgánica, hidrólisis de Nitrógeno orgánico, oxidación de nitrógeno amoniacal, denitrificación, hidrólisis de Fósforo Orgánico, disolución de Detritus y decaimiento de patógenos principalmente, tal como se muestra en la figura 41.

Aporte y abstracción de fuentes.

Los diferentes aportes o abstracciones sobre la corriente a simular pueden ser puntuales o difusos. En los aportes y abstracciones puntuales se especifica principalmente el sitio exacto donde esto ocurre y las características físico-químicas de dichas entradas o salidas, tales como: bocatomas, quebradas o descoles de alcantarillado, entre otras.

Por otra parte las descargas o abstracciones difusas son las aportadas o abstraídas a lo largo de la corriente sin tener en cuenta un punto específico, esto puede ocurrir por que la entrada o salida se da naturalmente de esta forma o porque existe un gran cantidad de pequeñas descargas que no pueden caracterizarse una a una, siendo necesario representarlas como una fuente difusa a lo largo de un tramo en el río. Para este tipo de descargas como dato de entrada debe especificarse la longitud en la cual ocurre y las características físico-químicas de las mismas, tal como se muestra en las figura 42 y la figura 43.

Figura 41. Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas



6.8.5 SALIDAS DEL MODELO

Una vez incorporada la información de entrada al modelo y realizado su respectivo procesamiento, el software reporta un registro de resultados, el cual se encuentra en forma gráfica y numérica. Para fines de visualización y comprensión de los fenómenos se utiliza con mayor frecuencia los reportes gráficos, los cuales especifican la concentración de los diferentes variables a lo largo de la corriente en cuestión.

Figura 42.Hoja de cálculo Descargas Puntuales

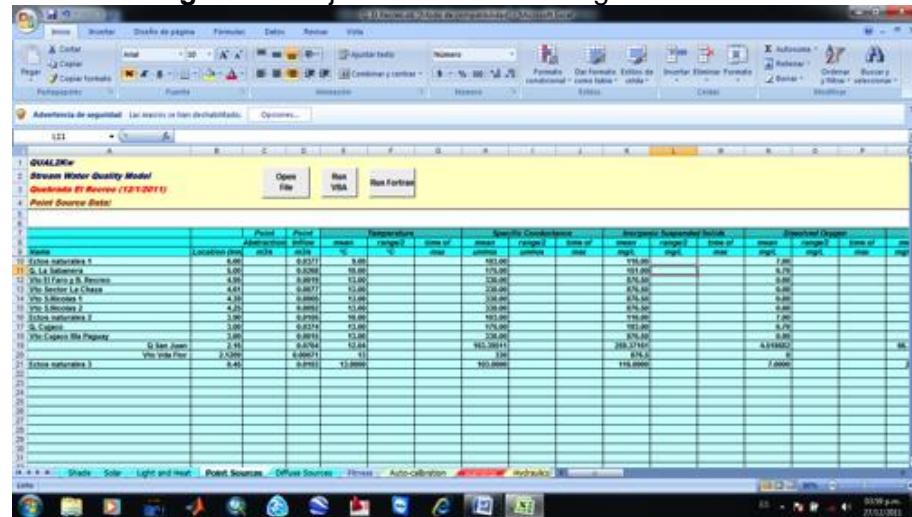
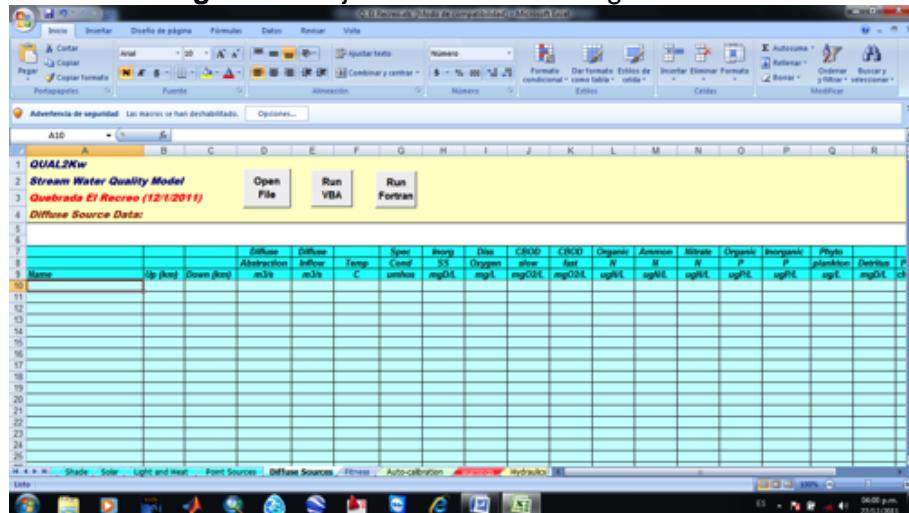


Figura 43.Hoja de cálculo Descargas Difusas



6.8.6 SIMULACION DE CALIDAD DE AGUA RIO MOLINOYACO

Topología

La configuración de una topología de modelación es fundamental para el proceso, puesto que ello permite de una forma simplificada representar las principales características de la corriente. En este esquema se presentará la conformación de la corriente, características de los elementos computacionales y los puntos de entrada y salida de flujo y contaminantes.

Las actividades previas a la configuración de las corrientes fueron:

- Identificación de sub-cuencas de aporte (corriente principal y tributario).
- Localización planimétrica y altimétrica de Afluentes (ríos y quebradas).
- Localización planimétrica y altimétrica de descargas de aguas residuales.
- Localización de salidas de flujo en la corriente principal y tributario.
- Representatividad de los afluentes y descargas.
- Definición de los tramos a modelar según su representatividad.
- Definición del tamaño y el número de los elementos computacionales.

Características hidráulicas de la corriente

Cuando una corriente superficial es afectada por el ingreso de un afluente que tiene una concentración determinada de un contaminante, esta concentración empieza a dispersarse en la corriente, siguiendo un modelo que depende de las características de los fenómenos de advección y dispersión que manifiesten los sistemas de mezcla completa como los ríos, estuarios, embalses y zonas costeras.

El estudio de la distribución de un contaminante, aguas abajo de una descarga, se denomina estudio o prueba de trazadores y puede ser usado para determinar características claves en

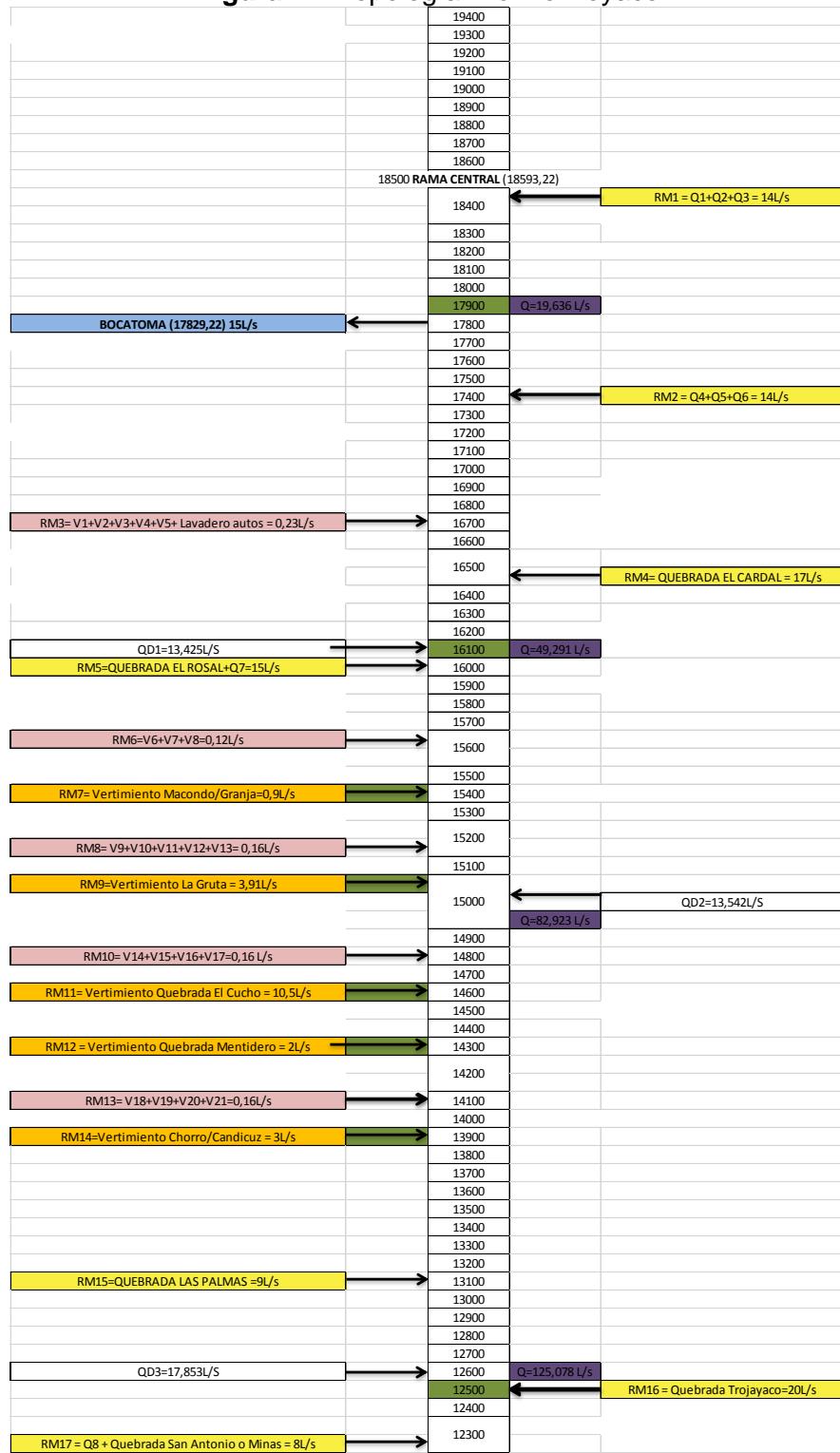
una corriente tales como la velocidad, el coeficiente de dispersión y la velocidad de decaimiento del contaminante. En este proyecto, el estudio empezó con la inyección instantánea de una sustancia química, que se denomina trazador, en un punto determinado de la corriente. A continuación, se hacen mediciones periódicas de la concentración del trazador en dos puntos aguas abajo del punto de inyección. Esta concentración manifestó cambios los cuales determinan la variación en la dispersión del contaminante.

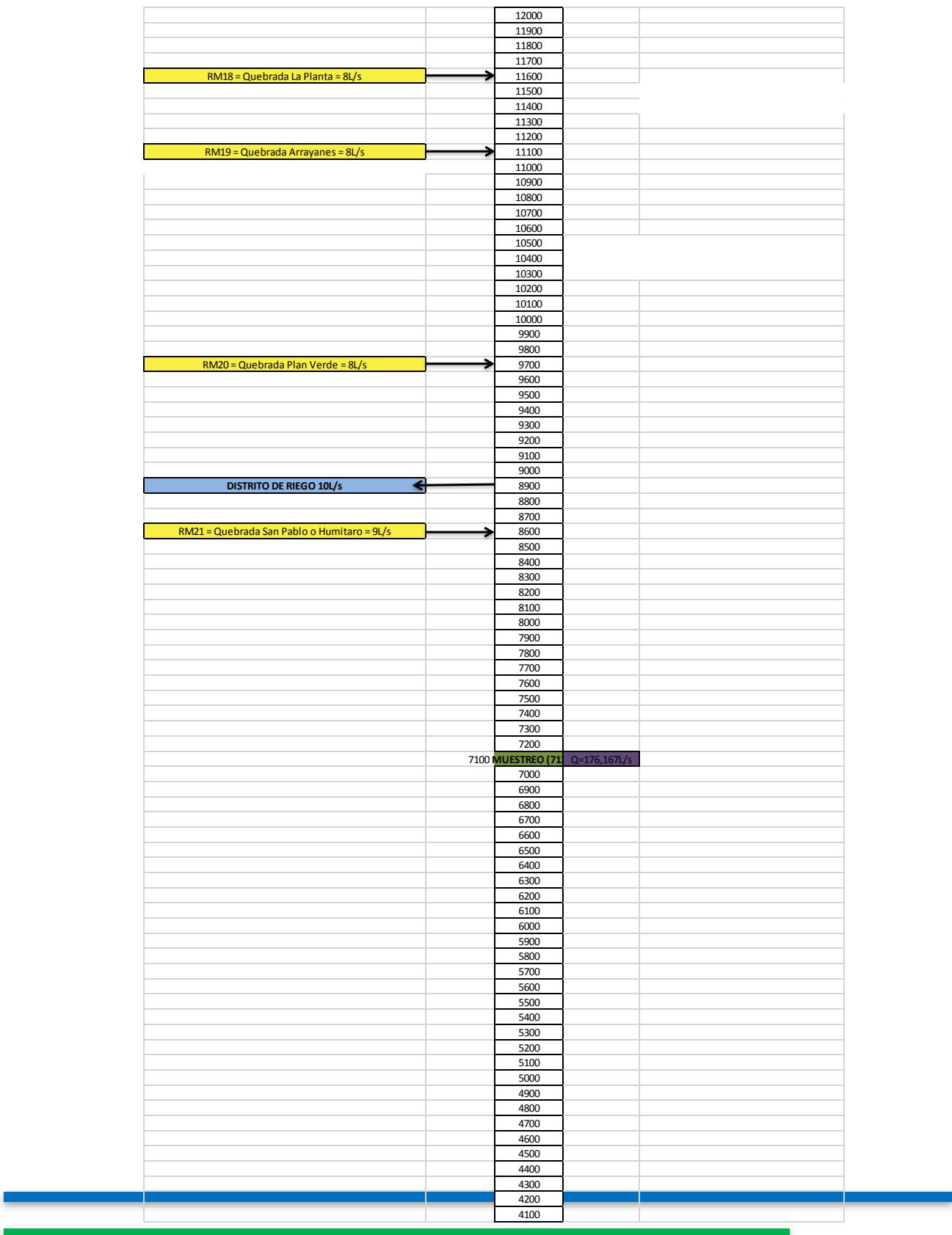
Para la buena realización de la prueba se aseguró que el trazador seleccionado sea conservativo, es decir que no reaccione con otro componente de la corriente y que su concentración pueda ser medida de manera fácil y confiable. Además fue importante seleccionar puntos de medición que garanticen una longitud mínima para lograr mezcla completa y que no existan efluentes ni afluentes entre los puntos de medición y el punto de inyección en lo posible¹⁶

¹⁶ KILPATRICK F.A.,WILSON JR. (1982). Measurement of Time Of Travel In Streams By Dye Tracing. USGS, Denver, United State.



Figura 44. Topología Río Molinoyaco





| | |
|------|----------------------------------|
| 3800 | |
| 3700 | |
| 3600 | |
| 3500 | |
| 3400 | RM22 = Quebrada Cascajal = 10L/s |
| 3300 | |
| 3200 | |
| 3100 | |
| 3000 | |
| 2900 | |
| 2800 | |
| 2700 | |
| 2600 | |
| 2500 | |
| 2400 | |
| 2300 | |
| 2200 | |
| 2100 | |
| 2000 | |
| 1900 | |
| 1800 | |
| 1700 | |
| 1600 | |
| 1500 | |
| 1400 | |
| 1300 | |
| 1200 | |
| 1100 | |
| 1000 | |
| 900 | |
| 800 | |
| 700 | |
| 600 | |
| 500 | |
| 400 | |
| 300 | |
| 200 | |
| 100 | |

Los datos de concentración de contaminante tomados en los dos puntos de medición se usaron para determinar concentración media, masa de contaminante, tiempo de viaje, varianza temporal, coeficiente de dispersión y velocidad de la corriente.

Para efectos del proyecto, es importante conocer la velocidad con que se desplaza la corriente de agua superficial para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas¹⁷:

$$U = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

¹⁷ CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2005). QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

Donde:

U = velocidad de la corriente

x = distancia a cada punto de medición

\bar{t} = tiempo de viaje en cada punto

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (C_i t_i + C_{i+1} t_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{\sum_{i=0}^{n-1} (C_i + C_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}$$

Donde:

C = concentración del trazador

t = tiempo de medición de C

La prueba de trazadores se realizó sobre la corriente principal, el criterio para la selección de sitios es la representatividad de los diferentes tramos de la corriente, basándose en la similitud de cauces y pendiente principalmente.

El trazador seleccionado fue Cloruro de Sodio, por sus propiedades conservativas, bajo costo y facilidad de medición a través de la conductividad, para lo cual inicialmente se estableció una curva de relación de conductividad vs concentración de sal, con el fin de inferir correctamente la una de la otra. En este análisis se determinó que la relación lineal responde a la siguiente ecuación lineal:

$$\text{Concentración de sal (mg/l)} = \text{Conductividad}(\mu\text{s/cm}) \times 0.5345$$

– Velocidad de la corriente

En las siguientes figuras se presenta el análisis para la determinación de la velocidad de la corriente, las velocidades resultantes se presentan en tabla



Figura 45. Resultado prueba de trazadores parte alta Bello Hotizonte Río Molinoyaco

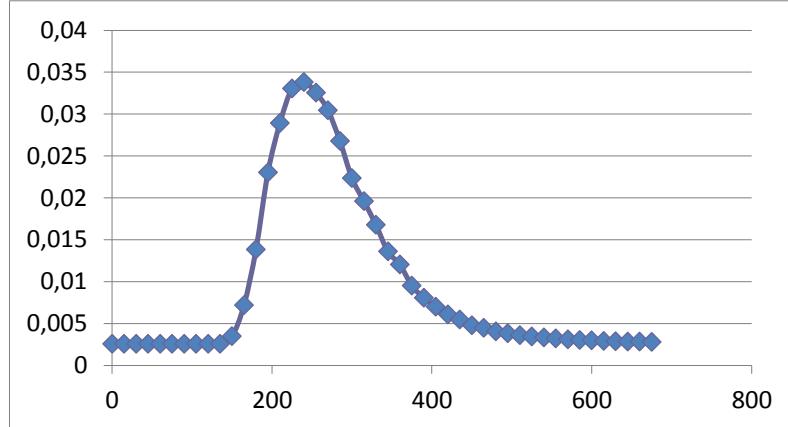


Figura 46. Resultado prueba de trazadores Cafelina baja Río Molinoyaco

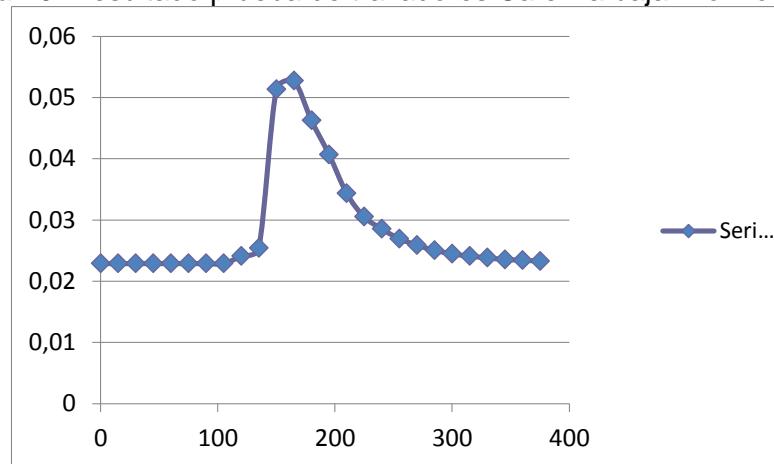


Tabla 51. Velocidades de la corriente en diferentes tramos del Río Molinoyaco

| Sitio | Velocidad (m/s) |
|------------|-----------------|
| Parte Alta | 0.27 |
| Parte Baja | 0.53 |

– Relaciones hidráulicas en los elementos computacionales

Como anteriormente se mencionó, el modelo unidimensional Qual2kw representa una corriente hídrica superficial como una serie de elementos computacionales, los cuales transfieren información relacionada con el flujo en forma consecutiva, lo cual es descrito por variables tales como la velocidad y el tirante, entre otros.

Para efectos de la implementación del modelo de calidad de agua en la corriente, las características o relaciones hidráulicas que definen dicho comportamiento son las curvas de relación, ya que el análisis a través de la corriente se lo hace sobre secciones irregulares y por medio de la selección de sitios representativos para posteriormente extrapolar estas condiciones a lo largo de todo el río.

Dentro de las curvas de relación los parámetros a estimar corresponden a los coeficientes y exponentes de las relaciones profundidad media Vs. Caudal y de velocidad media Vs. Caudal, tal como se muestra en la ecuación 4 y ecuación 5 del presente informe. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 52. Coeficientes Hidráulicos Río Molinoyaco

| Sitio | H-Q | | V-Q | |
|------------|--------|---------|-------|--------|
| | A | β | a | B |
| Parte Alta | 0.1805 | 0.2694 | 2.083 | 0.6177 |
| Parte Baja | 0.2380 | 0.4231 | 1.986 | 0.772 |

Calidad de agua de Afluentes

A continuación se presentan la información concerniente a la calidad de agua de los principales afluentes o tributarios de la corriente objeto de la simulación.

Tabla 53. Calidad de agua afluentes del río Molinoyaco

| Afluentes | Caudal | Temp | pH | Conduct. | S. Totales | S. Disueltos | S. Suspend. | S. Suspend. Volátiles | Alcal Total | Nitratos | P Total | NTK | OD | DBO | DQO | Coli Total | E- Coli |
|-----------------------|--------|------|------|----------|------------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|-----------|
| | LPS | °C | unid | us/cm | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg CaCO ₃ /l | mg N-NO ₃ /l | mg PO ₄ /l | mg N/l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | UFC/100ml | UFC/100ml |
| MACONDÓ | 5 | | | 166 | 204 | 137.5 | 66.5 | 23.8 | 82.8 | 0.2 | 0.1 | 1.01 | | 31.08 | 54.16 | 1100000 | 540000 |
| GRUTA | 5 | | | 464 | 672 | 294.5 | 377.5 | 275 | 145 | 0.2 | 14.6 | 30 | | 223.38 | 565.85 | 12150000 | 8100000 |
| EL CUCHO | 5 | | | 181 | 254 | 157 | 97 | 42 | 72.8 | 0.2 | 2 | 1.68 | 3.32 | 36.84 | 89.65 | 1250000 | 405000 |
| INICIO QUEBRADA CUCHO | 5 | | | 184 | 150 | 134 | 16 | 10 | 74.8 | 0.03 | 1.15 | 3.53 | | 4.13 | 20 | 50000 | 1000 |
| MATADERO | 5 | | | 160 | 40 | 16 | 24 | 12 | 66.8 | 0.31 | 0.51 | 1.46 | | 31.31 | | 900000 | 670000 |
| CANDICUZ | 5 | | | 310 | 314 | 138 | 176 | 28.6 | 114 | 0.2 | 2.53 | 3.7 | | 39.21 | 104.07 | 10900000 | 4050000 |

Calidad de agua de puntos sobre río (Datos de Calibración)

Para la calibración del modelo se utilizó información de calidad de agua de diferentes puntos distribuidos a lo largo de la corriente, ver la siguiente tabla.

Tabla 54. Calidad de agua en diferentes puntos del río Molinoyaco

| Sobre rio | Caudal | Temp | pH | Conduct. | S. Totales | S. Disueltos | S. Suspend. | S. Suspend. Volátiles | Alcal Total | Nitratos | P Total | NTK | OD | DBO | DQO | Coli Total | E- Coli |
|------------------|---------|------|------|----------|------------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|-----------|
| | LPS | °C | unid | us/cm | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg CaCO ₃ /l | mg N-NO ₃ /l | mg PO ₄ /l | mg N/l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | UFC/100ml | UFC/100ml |
| ANTES BOCATOMA | 19.636 | 15 | 7 | 112 | 102 | 90 | 12 | 10 | 61.2 | 0.08 | 0.1 | 1 | 6.86 | 3.8 | 20 | 5800 | 300 |
| BELLO HORIZONTE | 49.291 | 15 | 7 | 101 | 98 | 86 | 12 | 10 | 44.8 | 0.25 | 0.1 | 1 | 6.24 | 3.8 | 20 | 100000 | 10000 |
| CASCO URBANO | 82.923 | 15 | 7 | 148 | 188 | 126 | 62 | 24 | 59.2 | 0.2 | 1.17 | 1.34 | 4 | 21.3 | 104.07 | 5400000 | 1200000 |
| TROJAYACO | 125.078 | 15 | 7 | 184 | 158 | 144.7 | 13.3 | 10 | 74.8 | 0.03 | 1.1 | 3.53 | 5.5 | 20.64 | 29.88 | 50000 | 1000 |
| CAFELINA | 176.167 | 15 | 7 | 252 | 208 | 196 | 12 | 10 | 94.8 | 1.55 | 0.37 | 1 | 7.77 | 3.8 | 20 | 60000 | 1500 |

Constantes de Reacción

Los valores de las constantes de reacción fueron determinados mediante el proceso de ensayo y Error. En general el procedimiento consistió en hallar primero el valor de las constantes de reaireación y de degradación Carbonácea mediante comparación de las curvas establecidas por el modelo y los valores establecidos con los puntos de calibración. Posteriormente se determinó el valor de las constantes relacionadas con los diferentes estados del nitrógeno, lo cual involucra el paso del Nitrógeno Orgánico a Nitrógeno Amoniacal, este a su vez a Nitritos y Nitratos, entre otras. Los valores encontrados fueron:

Reaireación: 50-100 d-1
 Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 1 d-1
 Constante de Oxidación de la DBO lenta: 1 d-1
 Constante de Oxidación de la DBO rápida: 3 d-1
 Constante de Hidrolisis de Nitrógeno Orgánico a NH₃: 0.4 d-1
 Constante de Nitrificación: 1 d-1
 Constante de Denitrificación: 1 d-1
 Constante de Hidrolisis de Fósforo Orgánico: 1 d-1
 Constante de Disolución de Detritus: 1 d-1
 Constante de Decaimiento de patógenos: 1 d-1

Resultados de Calibración

A continuación en las siguientes figuras se presentan los principales resultados del proceso de calibración del modelo. Las variables presentadas son: Caudal (m³/s), pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y coliformes totales.

Figura 47. Resultado de Calibración de Caudal río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

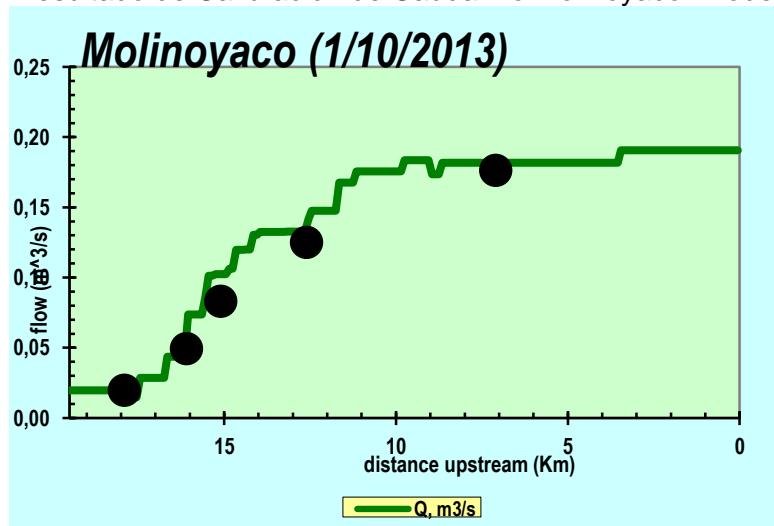


Figura 48. Resultado de Calibración de pH río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

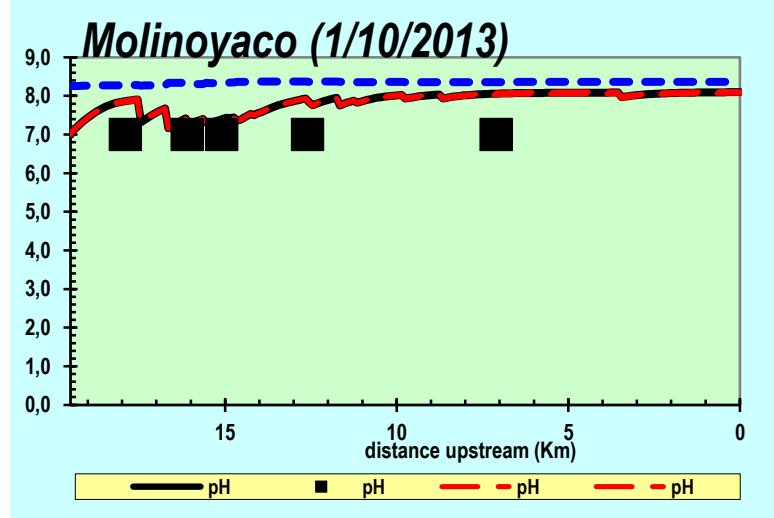


Figura 49. Resultado de Calibración de Temperatura río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

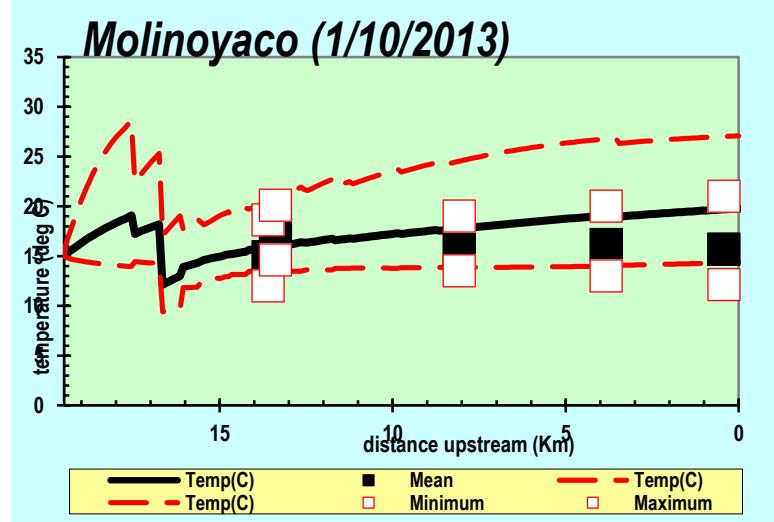


Figura 50. Resultado de Calibración de Conductividad río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

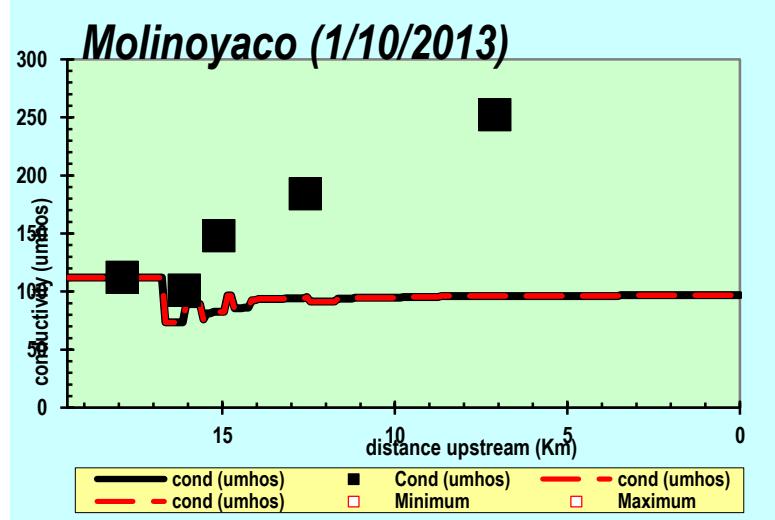


Figura 51. Resultado de Calibración de SST río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

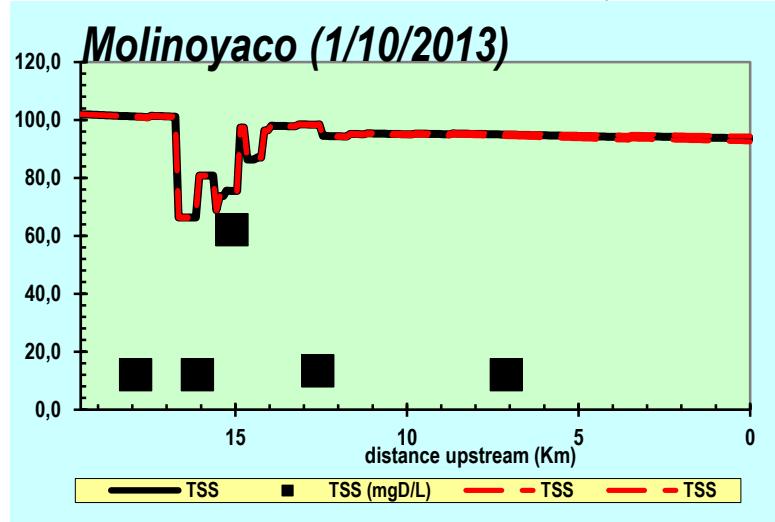


Figura 52. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto río Molinoyaco- modelo Qual2w

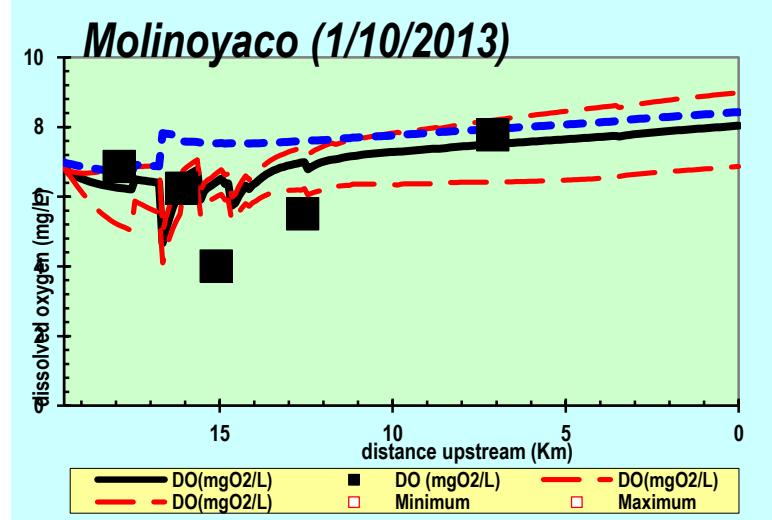


Figura 53. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

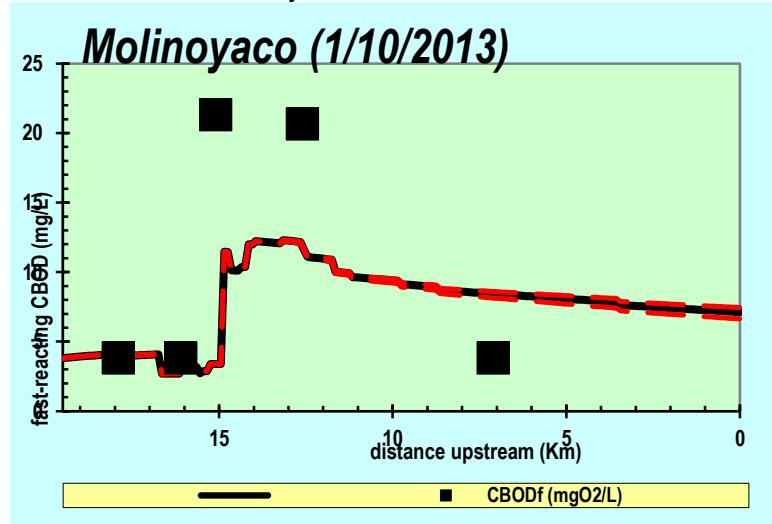


Figura 54. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

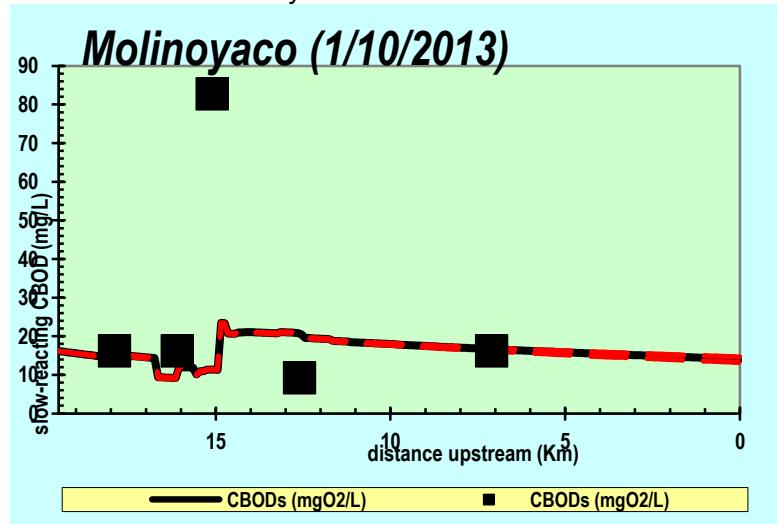


Figura 55. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico río Molinoyaco- modelo Qual2kw

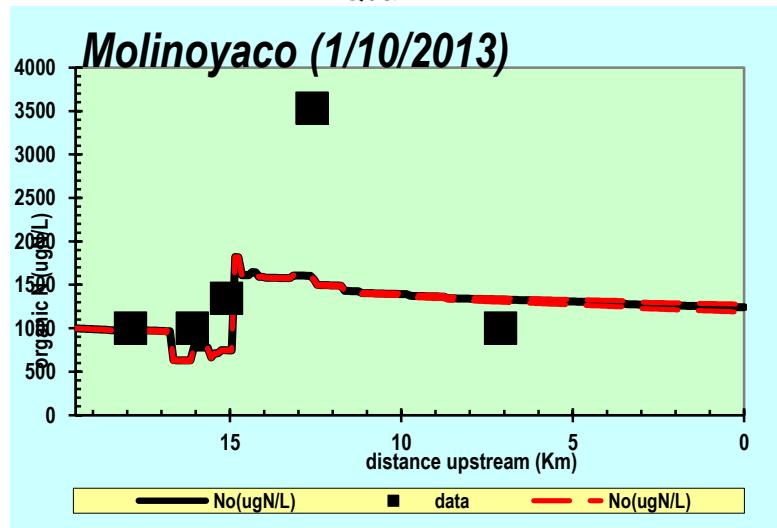


Figura 56. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

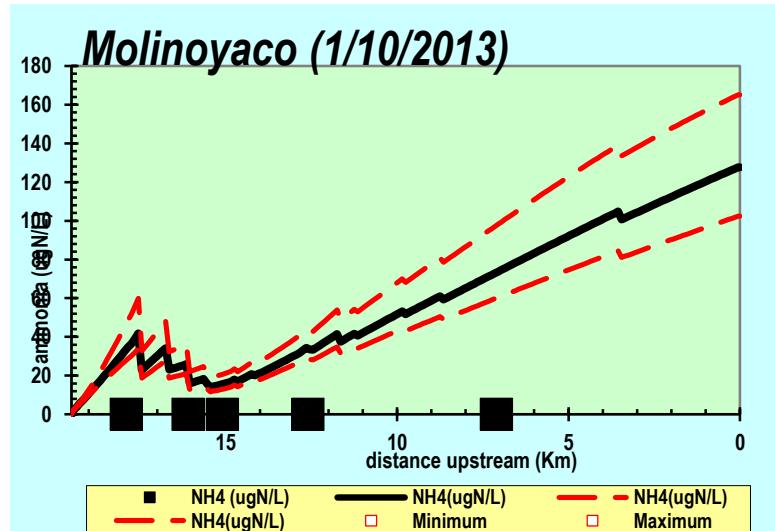


Figura 57. Resultado de Calibración de Nitratos río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

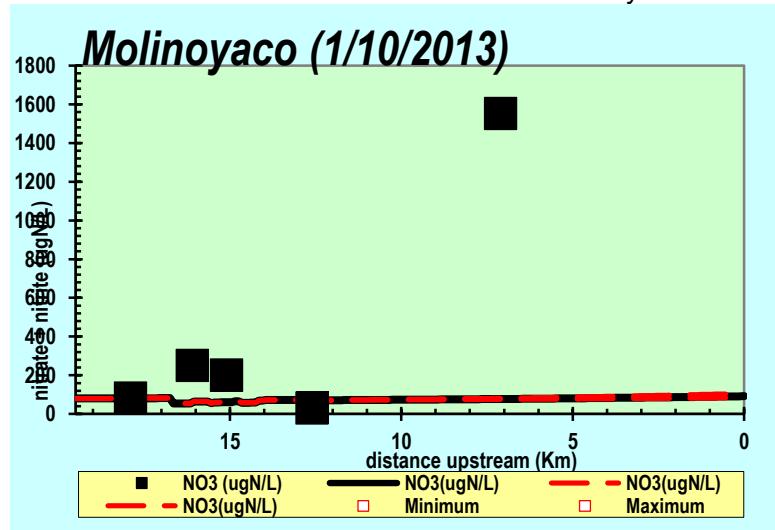


Figura 58. Resultado de Calibración de Fósforo Total río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

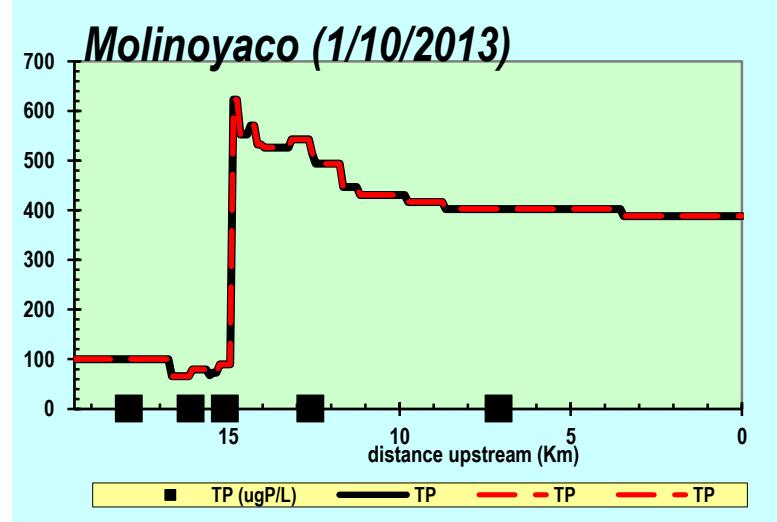
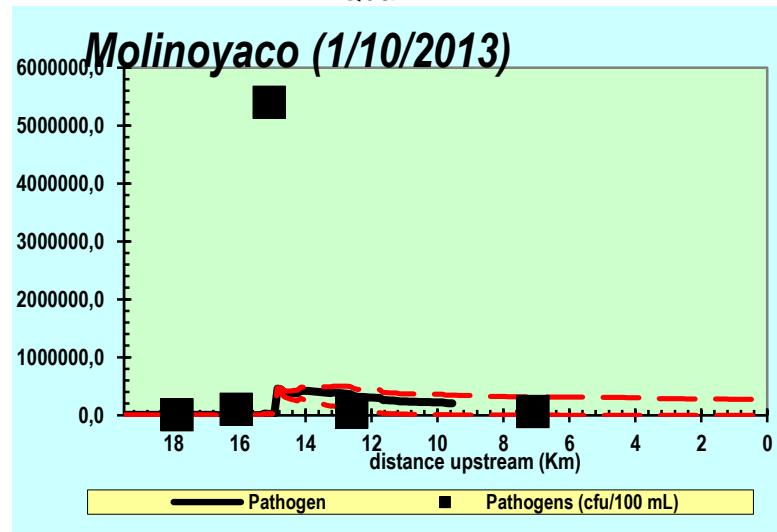


Figura 59. Resultado de Calibración de Coliformes Totales río Molinoyaco- modelo Qual2kw.



7. PROSPECTIVA



Con base en el Diagnóstico que permitió establecer la situación actual de calidad y cantidad del Cauce Principal del Rio Molinoyaco está enfocada desde aspectos socioeconómicos, técnicos y ambientales, la Prospectiva la cual está encaminada a la generación de escenarios factibles que accedan a recuperar las condiciones de calidad adecuadas e idóneas de la corriente superficial tanto para los usos actuales y potenciales demandados por la comunidad así como para la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.

La generación de escenarios prospectivos (Ideal y Factible) consiste en la división o fragmentación del Cauce principal de la corriente hídrica objeto de ordenamiento en tramos que se definen de acuerdo a los usos actuales y potenciales determinados en la etapa diagnostica, los cuales están regidos por unos criterios de calidad del recurso hídrico estipulados por la Normatividad Ambiental Vigente de carácter Nacional. Una vez definidos los tramos, se corre el modelo de calidad simulando unas condiciones de tratamiento y remoción de cargas contaminantes sobre las entradas o descargas de aguas residuales, hasta niveles o porcentajes óptimos que permitan establecer y mantener la calidad del agua del cauce principales del Rio Molinoyaco, para la satisfacción de los usos identificados y determinados.

El número de escenarios prospectivos a determinar, depende entonces de la cantidad de veces que se corre el modelo de simulación con diferentes porcentajes de remoción de cargas contaminantes o eliminación de puntos de descarga, hasta obtener las condiciones de calidad acordes con los criterios definidos para cada tramo. El escenario escogido es proyectado a un horizonte de desarrollo de diez años, con metas periódicas de calidad a ser cumplidas en los años 2016, 2018 y 2023 siendo el último año proyectado, el que reúne la materialización de todas las obras y actividades relacionadas con el tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento, razón por la cual los Objetivos de Calidad de los cauces principales de los ríos Buesaquito e Ijagui se plantearon para comenzar a regir a partir de dicha fecha.

Aparte del escenario o escenarios prospectivos generados, se presenta también un escenario tendencial definido a partir de la situación actual de calidad y cantidad del Rio Molinoyaco, proyectado a un horizonte de diez (10) años demostrando el aumento gradual de la contaminación y afectación de la calidad de su Cauce Principal, al cual se podría llegar en caso de no implementarse y aplicarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

7.1. ANALISIS SOCIAL

7.1.1 DESARROLLO DE TALLERES DE PROSPECTIVA

PROBLEMAS

- Aguas negras
- Contaminación insumos químicos
- Quemas a orillas de los ríos
- Quema de los bosques
- Deforestación

- Utilizan lavado de cabuya

Como problema prioritario, se encuentran las aguas de alcantarillado que salen directamente al río Molinoyaco, produciendo gran preocupación para las autoridades y la comunidad en general, por la contaminación que se genera.

ESCENARIOS

TENDENCIAL: Realizar unas campañas de educación para concientizar a las personas en la importancia del recurso hídrico, sin obtener un cambio en la quebrada de descontaminación.

FACTIBLE: La solución es realizar una planta de tratamiento para las aguas negras del casco urbano que son expulsadas directamente a la quebrada y así mejorar la calidad del agua, para bebederos para animales y realizar riegos a los cultivos.

IDEAL:

FUTURO POSITIVO: Que el recorrido de la quebrada este protegido por arboles y que corra mas caudal sin contaminación para bebederos de los animales y para riego, y que los proyectos que se realicen estén vigilados y controlados por las autoridades.

FUTURO NEGATIVO: Que se incrementen los habitantes y la contaminación se aumente siendo un foco de enfermedades para los habitantes de la zona.

Las comunidades conocen de la importancia del plan de ordenamiento que se efectuara en el río Molinoyaco por lo cual es importante conocer los compromisos se deben tener por cada uno de los actores, comunidad, instituciones, gobernantes etc.:

COMUNIDAD: realizar todo lo programado para la descontaminación del río en capacitaciones para mejorar sus conocimientos y aplicarlos para no ser agentes contaminadores.

INSTITUCIONES: las instituciones educativas en cuanto a la formación de los niños y jóvenes para la recuperación, protección del medio ambiente, las organizaciones existentes en tener una visión en cuanto al medio ambiente sano a pesar de ser diferentes sus líneas de trabajo

GOBERNANTES: buscar los recursos para realizar los cambios que se deben tener en cuenta para la descontaminación, aplicar las sanciones cuando se viole la protección del recurso agua.

PLAN DE ORDENAMIENTO: debe ser la norma que se debe seguir en adelante ya que se busca es mejorar su calidad y cantidad de el agua en el río Molinoyacu para beneficio de toda la comunidad que requiere su uso para diferentes actividades y también se obtenga prioridad para proyectos que se realicen ante instituciones que le compete el tema de ambiente

7.1.2 PRODUCTO DE PROSPECTIVA.

ANALISIS SOCIAL

Para desarrollar la fase de prospectiva en el proceso del Plan de Ordenamiento, se realizó con un enfoque participativo con personas expertas de la situación problema, ya que conoce la realidad y utilizando como instrumentos el mapa parlante, donde se reconoce el antes, hoy y futuro, realizando un énfasis principal en el hoy, identificando su principal contaminación, para encontrar los escenarios pertinentes a futuro.

Necesidades de la comunidad:

- Agua potable en buena calidad y cantidad
- Construcción del alcantarillado
- Agua para el uso de agricultura y ganadería
- Reforestación para protección de los nacimientos de agua y ronda hídrica
- Generar conciencia del cuidado del agua
- Gestión y mayor participación de las autoridades civiles, ambientales y policiales para el cuidado de los recursos naturales
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales para viviendas
- Mayor control en las licencias y permisos ambientales
- Medidas de sanción a industrias y personas que contaminen el agua.

Intereses de la comunidad:

- Descontaminación desde el sitio de nacimiento del río
- Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico
- Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Que las instituciones educativas le asigne una materia para protección del medio ambiente
- los proyectos que se desarrolle no afecten la comunidad que no se encuentra vinculada.

Actores Involucrados:

- Autoridades Gubernamentales
- CORPONARIÑO
- Institución Educativa Municipal
- Juntas de acción Comunales

- Juntas de Acueducto

Acciones por parte de los actores involucrados:

Alcaldía Municipal:

- Planificación e implementación del Sistema de alcantarillado
- Inversión para la recuperación del recurso hídrico
- Construcción de acueductos para las veredas que no tiene agua
- Inversión en sistemas de tratamiento, pozos sépticos.

Autoridad Ambiental CORPONARIÑO:

- Implementar el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Molinoyaco
- Contribuir al desarrollo sostenible de la región
- Adelantar gestiones para la descontaminación del río y mejoramiento del medio ambiente

Institución educativa Municipal:

- Elaborar y ejecutar el proyecto de educación ambiental PRAE, enfocado a la recuperación del río.
- Fomentar la educación ambiental a la comunidad educativa.

Comunidad:

- Organización de la Comunidad en cada sector para el cuidado y mantenimiento del río.
- Participación comunitaria.
- Gestión para el desarrollo de actividades de educación ambiental ante la secretaría de ambiente, CORPONARIÑO, Policía Ambiental, otros organismos
- Lograr mejor calidad de vida, mayores ingresos con menos impacto a la naturaleza.
- Efectuar campañas de limpieza de las corrientes existentes.
- Concientizar a través de líderes a la comunidad para que le den un buen uso al agua.

7.1.3 ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

Teniendo en cuenta la continuación de la situación actual, con el transcurrir de los años o la implementación de instrumentos de administración y control del recurso hídrico para la recuperación y mantenimiento de la calidad óptima del cauce principal del río Molinoyaco, los Escenarios de Calidad se dividen en Tendencial, Ideal y Factible.

Escenario Tendencial de Calidad

Corresponde a una proyección del escenario de calidad actual - 2014 del cauce principal del río Molinoyaco, considerando un aumento poblacional calculado para el año 2024.

En este escenario hay concentración de descargas domésticas y de alcantarillado que realizan los habitantes afectando la calidad del agua aumentando la contaminación a medida que los años pasan ya que se incrementa la población

Escenario Ideal de Calidad

Está encaminado a simular las condiciones de calidad óptimas que deben presentarse en cada uno de los tramos del cauce principal del río Molinoyaco, con el fin de cumplir con los criterios de calidad adoptados para cada uno de los usos del recurso hídrico definidos.

Escenario Factible de Calidad

El Escenario Ideal propuesto para el mejoramiento de la calidad del agua del cauce principal del Río Molinoyaco está basado en la remoción de cargas contaminantes de aguas residuales vertidas que para su consecución o cumplimiento se requiere de la implementación, optimización y estabilización de sistemas o plantas de tratamiento que alcancen los porcentajes o niveles de remoción planteados.

Por lo tanto el Escenario Factible consiste en la simulación de condiciones de mejoramiento gradual de la calidad del agua proyectada a ejecutarse a tres, cinco y diez años, permitiendo así en el último año proyectado, alcanzar el Escenario Ideal propuesto.

7.2 CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO

7.2.1 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RIO MOLINOYACO.

De acuerdo a lo descrito y sustentado en la etapa de diagnóstico y teniendo en cuenta el análisis social de las comunidades que habitan dentro del área de influencia, los usos actuales y potenciales definidos y priorizados para el Cauce Principal del Río Molinoyaco se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 55. Usos Actuales y Potenciales Del Cauce Principal del Río Molinoyaco

| TRAMO | Uso actual | Uso potencial | DISTANCIAS | |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------|
| I | Preservación de Flora y Fauna | Preservación de Flora y Fauna | Punto inicial: Nacimiento Río Molinoyaco | Desde: 0Km |
| | | | Punto Final: Antes Bocatoma | Hasta: 1,5 Km |

| | | | | |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| II | Consumo Humano y Domestico | Consumo Humano y Domestico | Punto inicial: Antes Bocatoma | Desde: 1,6 Km |
| | | | Punto Final: Unión Q5 cauce principal | Hasta: 2,6 Km |
| III | Estético paisajístico | Agrícola | Punto inicial: Unión Q5 cauce principal | Desde: 2,7Km |
| | | | Punto Final: Quebrada Trojayaco | Hasta: 6,9 Km |
| IV | Agrícola | Agrícola | Punto inicial: Trojayaco | Desde: 7Km |
| | | | Punto Final: Desembocadura | Hasta: 19,5Km |

De acuerdo a la definición de los criterios de calidad sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco, algunos de los usos definidos pueden ser omitidos en la determinación de los tramos, debido a la priorización en calidad que presente uno con respecto a los demás (Uso Preponderante).

7.2.2 CRITERIOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS PARA LOS USOS ASIGNADOS.

Los criterios de calidad acorde con lo estipulado en el artículo 19 del Decreto 3930 de 2010 se entienden como el conjunto de parámetros con sus respectivos valores que son utilizados para la asignación de usos al recurso y como base de decisión para el Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Actualmente se encuentran vigentes los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984, hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expida y defina los nuevos criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Considerando que algunos de los parámetros fisicoquímicos de gran importancia para la definición de la calidad del agua para la satisfacción de los usos designados, actualmente no son contemplados por la Normatividad Ambiental Vigente, se ha diseñado para el presente Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Rio Molinoyaco una tabla basada en criterios de calidad obtenidos algunos de la Norma Nacional y otros adaptados de Normas Ambientales de aplicación Internacional, utilizando fundamentos técnicos encaminados a la escogencia de valores adecuados y restrictivos.

Tabla 56. Criterios de Calidad para usos Actuales y Potenciales Rio Molinoyaco

| USOS | CRITERIOS DE CALIDAD |
|------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Aguas Libres de sustancias que imparten olor o sabor a tejidos de organismos acuáticos y Libres de turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética. • pH entre 6,5 y 8,5 • OD \geq 6,0 mg/L. Siempre |

| | |
|--|---|
| Preservación de Flora y Fauna en Aguas Frías | <ul style="list-style-type: none"> • DBO5 ≤ 3,0 mg/L • SST < 5 mg/l. • Amonio (NH3) ≤ 1,0 mg/L • Nitratos NO3 ≤ 5,0 • Nitrógeno total ≤ 1,0 mg/L • Fosfatos (PO4) ≤ 0,1 mg/L • Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 100 microorg. /100 ml. • Temperatura: 5 grados por encima o por debajo. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 artículo 45 |
| Consumo Humano y Domestico (Requiere Únicamente Desinfección) | <ul style="list-style-type: none"> • Aguas libres de películas de grasas y aceites, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana. • pH entre 6,5 y 8,5 • Turbiedad < 10 UJT • OD > 6 mg/L • DBO5 < 3mg/L • SST < 5 mg/l. • Nitratos < 10 mg/l. • Nitritos < 10 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 200 microorg. /100 ml. • Amoniaco < 1,0 mg/l. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 artículo 39 |
| Pecuario | <ul style="list-style-type: none"> • pH entre 5 y 9 • OD > 3 mg/L • DBO5 < 15 mg/L • Nitratos + Nitritos < 100 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 artículo 41 |
| Agrícola (Riego) | <ul style="list-style-type: none"> • Criterios restrictivos aplicados a riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara y a hortalizas de tallo corto. • Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes. • pH entre 4,5 y 9 • OD > 6 mg/L • DBO5 < 3mg/L • SST < 5 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 artículo 40 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana. • Ausencia de grasas y aceites que formen película visible. |

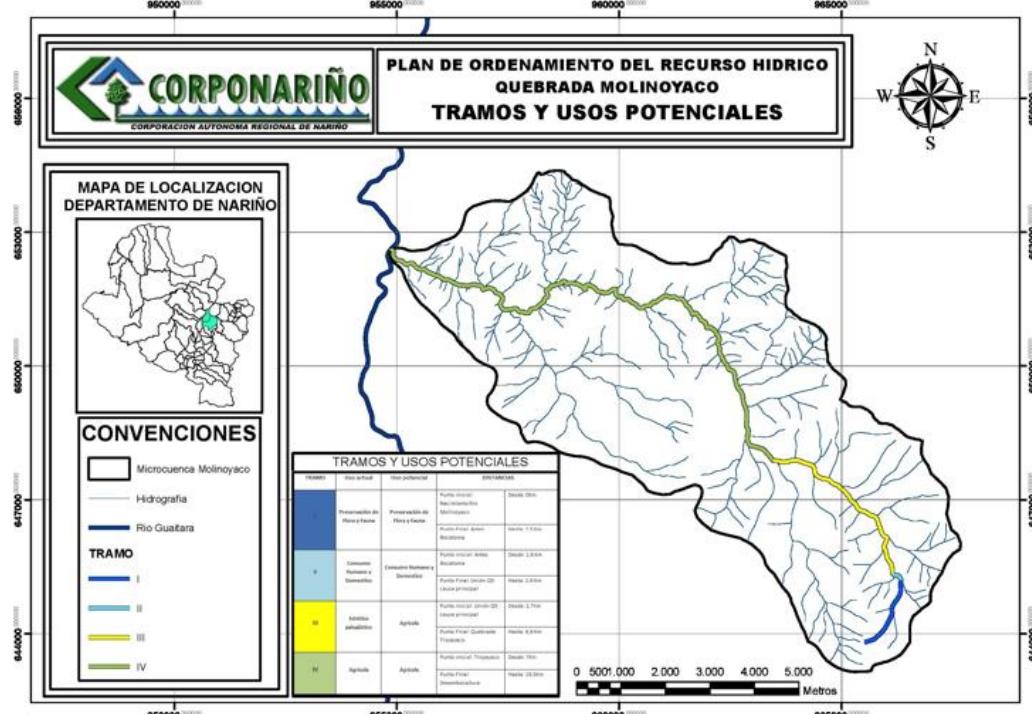
| | |
|------------------------------|---|
| Estético Paisajístico | <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de sustancias que produzcan olor. • pH entre 5 y 9 • OD > 70% de saturación • DBO5 < 10 mg/L • SST < 15 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 2000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 |
|------------------------------|---|

Fuente: Decreto 1594 – Guía MAVDT – Norma Chllena y Ecuatoriana-

7.3 DEFINICIÓN DE TRAMOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

Considerando los múltiples usos del recurso hídrico asignados, el cauce principal del Río Molinoyaco, se ha dividido en seis (6) tramos de calidad organizados desde el nacimiento en el Cerro el Copete hasta su desembocadura al río Guaitara.

Figura 60. Mapa de Tramos de Usos Potenciales Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 57. Definición De Tramos En La Corriente Principal Del Rio Molinoyaco

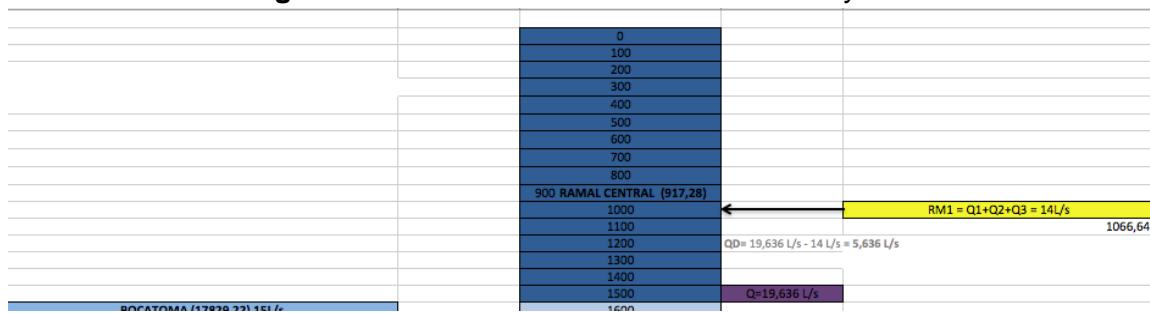
| TRAMO | USO POTENCIAL | DISTANCIAS | |
|-------|--------------------------------------|--|---------------|
| I | Preservación de Flora y Fauna | Punto inicial: Nacimiento Rio Molinoyaco | Desde: 0Km |
| | | Punto Final: Antes Bocatoma | Hasta: 1,5 Km |
| II | Consumo Humano y Doméstico | Punto inicial: Antes Bocatoma | Desde: 1,6 Km |
| | | Punto Final: Unión Q5 cauce principal | Hasta: 2,6 Km |
| III | Agrícola | Punto inicial: Unión Q5 cauce principal | Desde: 2,7Km |
| | | Punto Final: Quebrada Trojayaco | Hasta: 6,9 Km |
| IV | Agrícola | Punto inicial: Trojayaco | Desde: 7Km |
| | | Punto Final: Desembocadura | Hasta: 19,5Km |

A continuacion se describe cada uno de los tramos definidos para el Rio Molinoyaco

Tabla 58. Tramo I. Preservacion De Flora Y Fauna

| TRAMO | USOS | DISTANCIAS | |
|-------|--------------------------------------|--|--------------------|
| I | Preservación de Flora y Fauna | Punto inicial: Nacimiento Rio Molinoyaco | Desde el punto 0Km |
| | | Punto Final: Antes Bocatoma | Hasta los 1,5Km |

Figura 61. Tramo Uso Preservación de Flora y Fauna

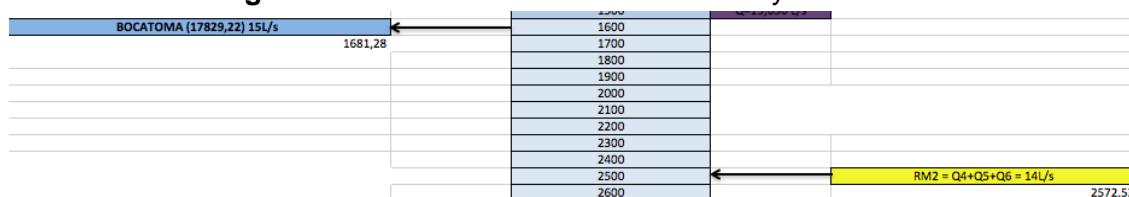


El Tramo I corresponde al nacimiento del Rio Molinoyaco hasta el punto Antes de la Bocatoma, por lo tanto el uso es destinado para este tramo es Preservación de Flora y Fauna lo cual tiene como objetivo principal mantener y preservar la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres existentes.

Tabla 59. Tramo II. Consumo Humano Y Domestico

| TRAMO | USOS | DISTANCIAS | |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------|
| II | Consumo Humano y Domestico | Punto inicial: Antes Bocatoma | Desde 1,6 Km |
| | | Punto Final: RM2 | Hasta 2,6 Km |

Figura 62. Tramo Uso Consumo Humano y Domestico

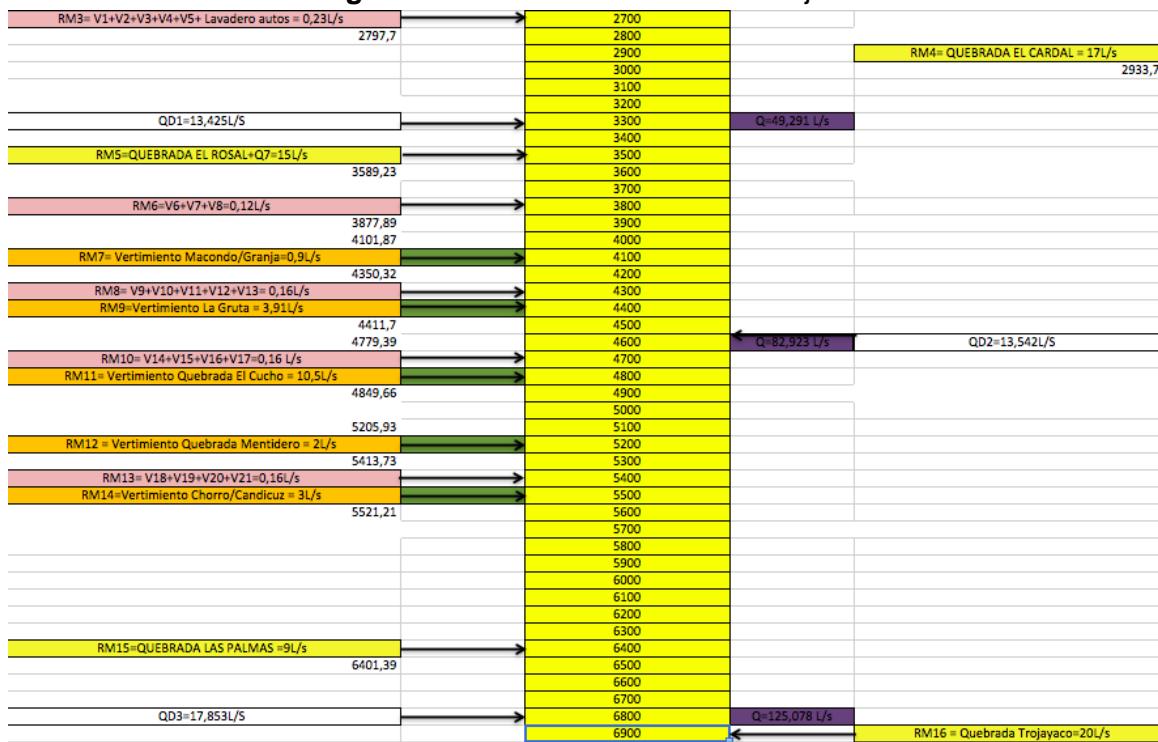


El tramo II se definió para consumo humano y domestico debido a que en este tramo se presentan condiciones de calidad buenas lo cual permite que se utilice el recurso hídrico en actividades de aprovechamiento de consumo humano, además en este tramo se encuentra la bocatoma municipal. Para garantizar la calidad del agua en este tramo deben adoptarse medidas de mitigación encaminadas a la eliminación o control de la calidad de los vertimientos difusos.

Tabla 60. Tramo III. Estetico Paisajistico

| TRAMO | USOS | DISTANCIAS | |
|-------|------------------------------|---|--------------|
| III | Estético Paisajístico | Punto inicial: Unión Q5 cauce principal | Desde: 2,7Km |
| | | Punto Final: Quebrada Trojayaco | Hasta: 6,9Km |

Figura 63. Tramo Uso Estetico Paisajistico

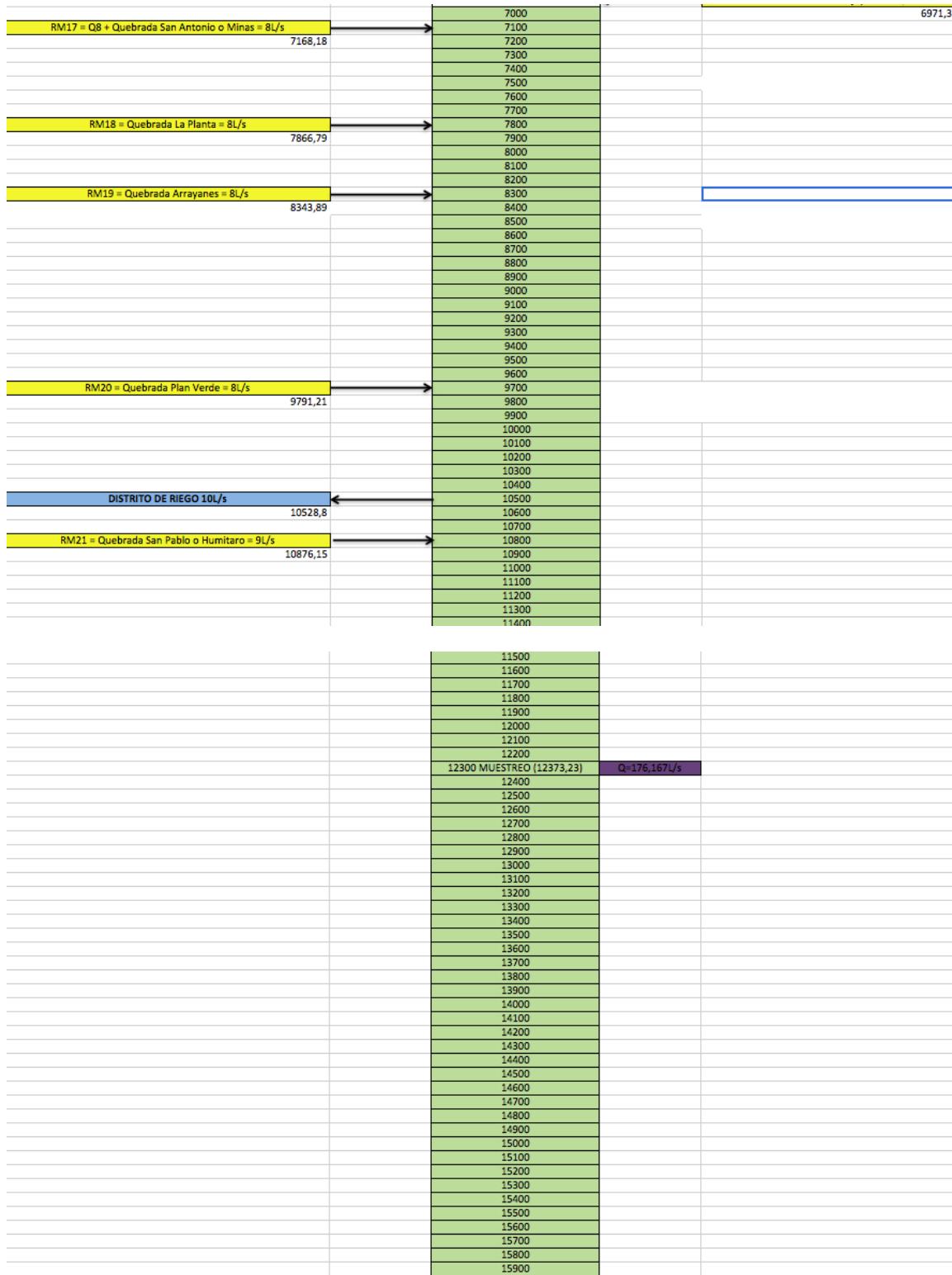


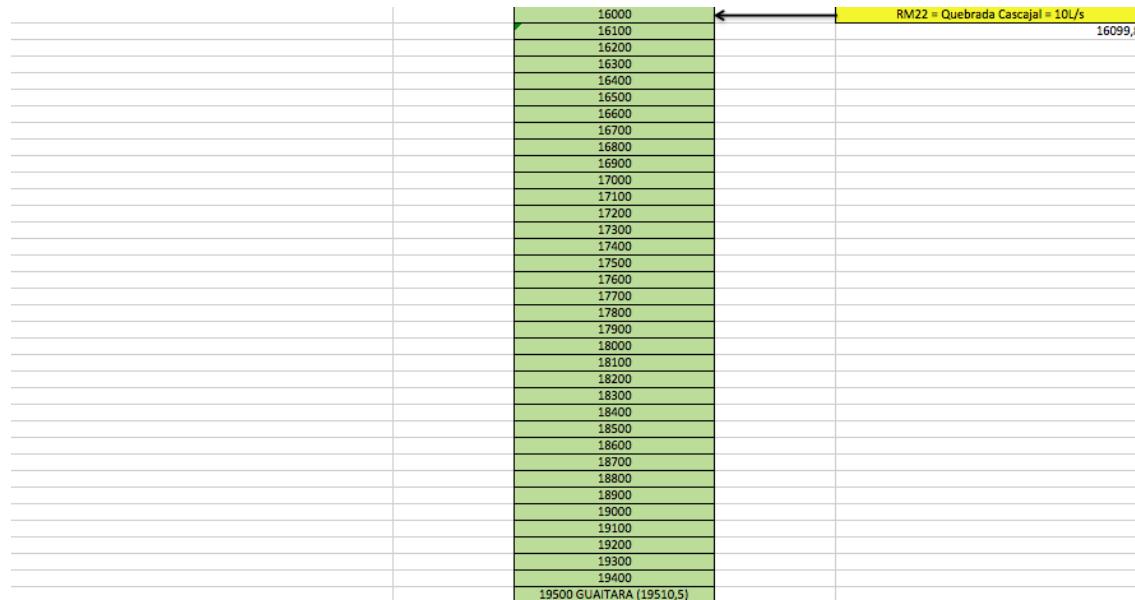
El Tramo III se destino para uso Estético Paisajístico el cual no contempla un contacto directo del agua con el ser humano.

Tabla 61. Tramo IV. Agricola

| TRAMO | USOS | DISTANCIAS | |
|-------|----------|----------------|---------------|
| IV | Agrícola | Punto inicial: | Desde: 7 Km |
| | | Punto Final: | Hasta: 19,5Km |

Figura 64. Tramo Uso Agricola





El Tramo IV, es destinado para Uso Agrícola de acuerdo con las condiciones de calidad del Rio.

7.4 ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

Teniendo en cuenta la continuación de la situación actual con el transcurrir de los años o la implementación de instrumentos de administración y control del recurso hídrico para la recuperación y mantenimiento de la calidad óptima del cauce principal del Rio Molinoyaco, los Escenarios de Calidad se dividen en Tendencial, Ideal y Factible.

7.4.1 ESCENARIO TENDENCIAL DE CALIDAD

Corresponde a una proyección del escenario de calidad actual 2013 del cauce principal del Rio Molinoyaco, considerando un aumento poblacional calculado para el año 2023.

EL escenario fue modelado para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO y Oxígeno Disuelto – OD, simulando un crecimiento poblacional a diez (10) años, considerando que la mayor cantidad de vertimientos que recibe la fuente superficial son de origen doméstico.

Para el cálculo de la población se utilizo el Método Exponencial, con una tasa de crecimiento poblacional del 2%.

$$P_{\text{Futura}} = P_{\text{actual}} * (1+r)^n$$



Donde:

P_{Futura} : Población futura o proyectada

P_{Actual} : Población al inicio del período

r : Tasa media anual de crecimiento poblacional

n : Tiempo o año final

Con base en la información de cargas contaminantes recopiladas para el escenario actual, se ha proyectado un escenario tendencial a 10 años en cuyas entradas no se tiene en cuenta ningún tipo de medidas enfocadas a la disminución de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce del Rio Molinoyaco.

Por lo tanto, las cargas contaminantes se ven afectadas por el incremento del caudal a lo largo del tiempo debido al crecimiento poblacional. Por lo cual la calidad del río disminuirá, aumentando así el impacto ambiental. Además el incremento de contaminación del agua ocasionará problemas con la comunidad cercana al cauce principal del Río.

Grafica 27. Comportamiento DBO₅ – Escenario Tendencial



Grafica 28. Comportamiento OD – Escenario Tendencial

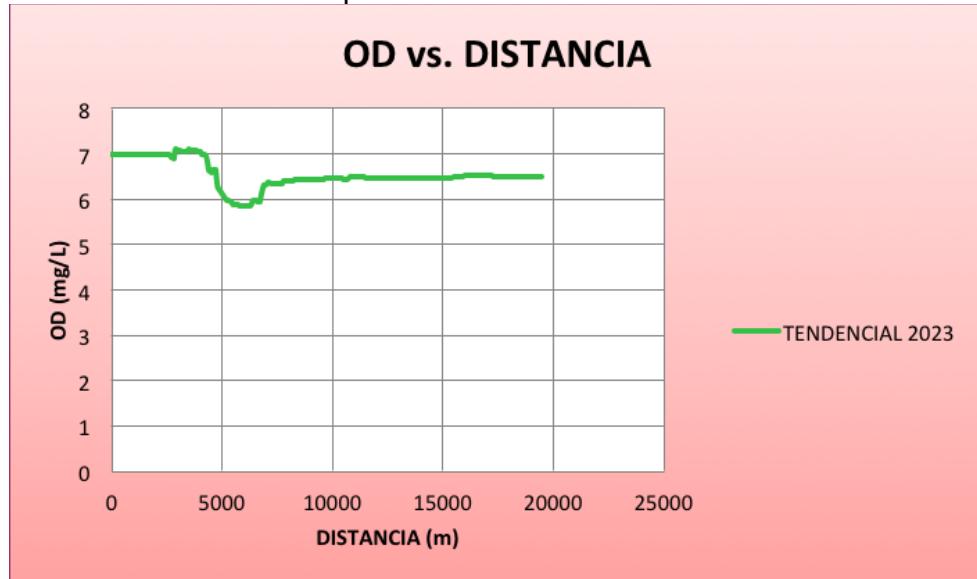


Tabla 62. Tabla de Cargas – Escenario Tendencial

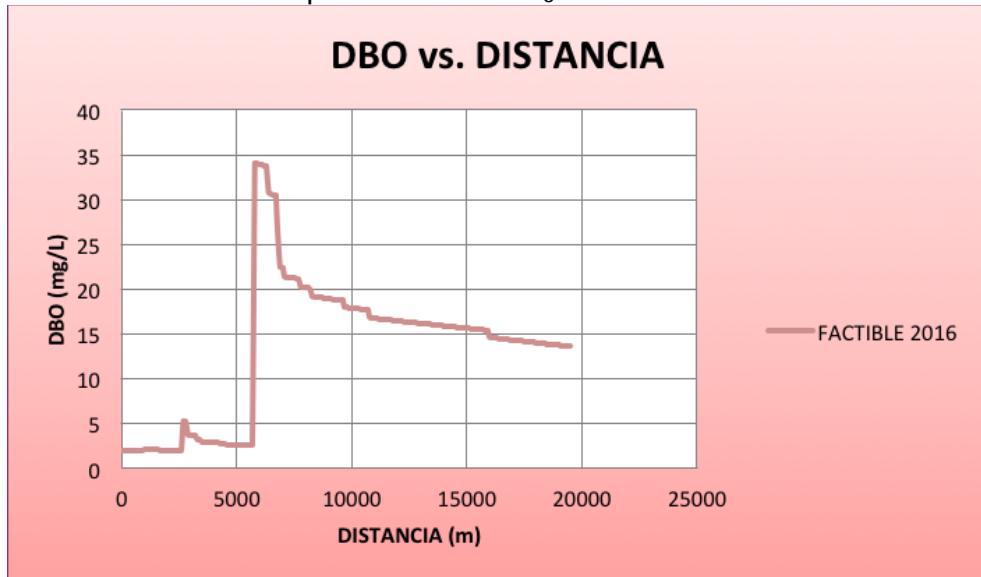
| TOPOLOGIA | COD.º TOPOLOGIA | POBLACION 2023 (Hab) | DOTACION (L/Hab/Dia) | CAUDAL 2023 (L/s) | >[] (SS) Teorica RAS | >[] (DBOS) Teorica RAS | >[] GYA (mg/L) | SS 2013 (Kg/dia) | DBOS 2013 (Kg/dia) | GYA 2013 (Kg/dia) |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------------|----------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Q1,Q2,Q3 | RM1 | | | 14,00 | 5 | 2 | 1 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 |
| Q4,Q5,Q6 | RM2 | | | 14,00 | 5 | 2 | 1 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero Autos | RM3 | 183 | 135 | 0,29 | 250 | 250 | 50 | 6,1712 | 6,1712 | 1,2342 |
| V6,V7,V8 | RM6 | 91 | 135 | 0,14 | 250 | 250 | 50 | 3,0856 | 3,0856 | 0,6171 |
| QUEBRADA EL CARDAL | RM4 | | | 17,00 | 5 | 2 | 1 | 7,3440 | 0,8640 | 0,1728 |
| QUEBRADA EL ROSAL, Q7 | RM5 | | | 15,00 | 5 | 2 | 1 | 6,4800 | 0,8640 | 0,1728 |
| VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA | RM7 | 351 | | 0,90 | 66,5 | 31,08 | 5 | 5,1710 | 2,4168 | 0,3888 |
| V9,V10,V11,V12,V13 | RM8 | 122 | 135 | 0,19 | 250 | 250 | 50 | 4,1141 | 4,1141 | 0,8228 |
| VERTIMIENTO GRUTA | RM9 | 3047 | 135 | 4,76 | 250 | 250 | 50 | 102,8527 | 102,8527 | 20,5705 |
| V14,V15,V16,17 | RM10 | 122 | 135 | 0,19 | 250 | 250 | 50 | 4,1141 | 4,1141 | 0,8228 |
| VERTIMIENTO EL CUCHO | RM11 | 2731 | 135 | 10,5 | 97 | 36,84 | 10,7 | 87,9984 | 33,4212 | 9,7070 |
| VERTIMIENTO MENTIDERO | RM12 | 1170 | 135 | 2,00 | 24 | 31,31 | 5 | 4,1472 | 5,4104 | 0,8640 |
| V18,V19,V20,V21 | RM13 | 122 | 135 | 0,19 | 250 | 250 | 50 | 4,1141 | 4,1141 | 0,8228 |
| VERTIMIENTO EL ANDICUZ | RM14 | 780 | 135 | 3,00 | 40 | 39,21 | 8,59 | 10,3680 | 10,1632 | 2,2265 |
| QUEBRADA LAS PALMAS | RM15 | | | 9,00 | 5 | 2 | 1 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 |
| QUEBRADA EL ROJAYACO | RM16 | | | 20,00 | 5 | 2 | 1 | 8,6400 | 3,4560 | 1,7280 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO, Q8 | RM17 | | | 8,00 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | RM18 | | | 8,00 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA ARRAYANES | RM19 | | | 8,00 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | RM20 | | | 8,00 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA SAN PABLO | RM21 | | | 9,00 | 5 | 2 | 1 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 |
| QUEBRADA CASCAJAL | RM22 | | | 10,00 | 5 | 2 | 1 | 4,3200 | 1,7280 | 0,8640 |

7.4.2 ESCENARIOS FACTIBLES A 3 AÑOS

Teniendo en cuenta las cargas contaminantes actuales, se realiza la proyección a un escenario factible de 3 años, cuyo objetivo principal es unificación de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco, adicionalmente se tiene en cuenta el incremento de la población a tres años lo cual hace que el caudal aumente.

Con el fin de unificar las cargas contaminantes, planteamos en este escenario la construcción de un interceptor el cual nos permitirá la unión de los vertimientos de aguas residuales a un solo punto de descarga logrando así disminuir los focos de contaminación a uno solo, el cual se descargara después del casco urbano.

Grafica 29. Comportamiento DBO₅ – Escenario Factible 3 años



Grafica 30. Comportamiento OD – Escenario Factible 3 años

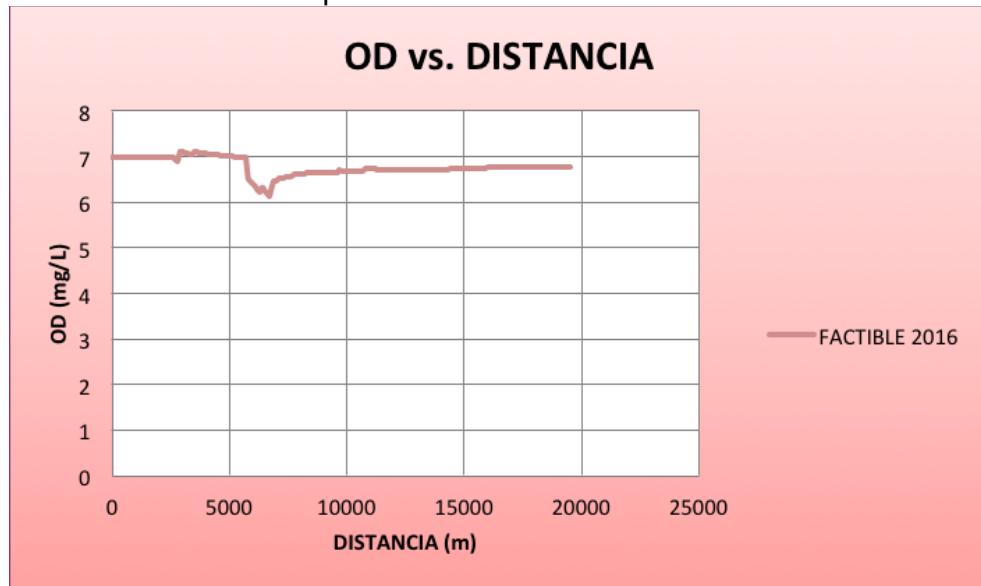


Tabla 63. Tabla de Cargas – Escenario Factible 3 años

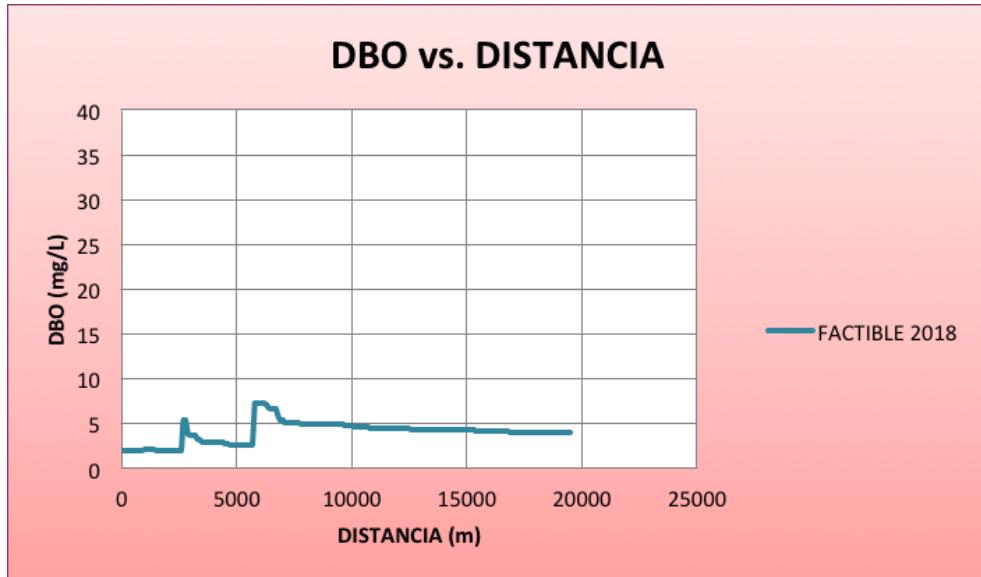
| TOPOLOGIA | COD. TOPOLOGIA | POBLACION 2016 (Hab) | DOTACION (L/Hab/Dia) | CAUDAL 2016 (L/s) | II (SS) (mg/L) Teorica RAS | II (DBO5) (mg/L) Teorica RAS | II GYA (mg/L) | SS 2016 (Kg/dia) | DBO5 2016 (Kg/dia) | GYA 2013 (Kg/dia) |
|----------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Q1,Q2,Q3 | RM1 | | | 14 | 5 | 2 | 1 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 |
| Q4,Q5,Q6 | RM2 | | | 14 | 5 | 2 | 1 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero Botos(A) | RM3 | 159 | 135 | 0,25 | 250 | 250 | 50 | 5,3663 | 5,3663 | 1,0733 |
| QUEBRADA EL CARDAL | RM4 | | | 17 | 5 | 2 | 1 | 7,3440 | 2,9376 | 1,4688 |
| QUEBRADA EL ROSAL(D7) | RM5 | | | 15 | 5 | 2 | 1 | 6,4800 | 2,5920 | 1,2960 |
| V6,V7,V8(B) | RM6 | 80 | 135 | 0,13 | 250 | 250 | 50 | #REF! | #REF! | #REF! |
| VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA(1)E | RM7 | 306 | 135 | 0,48 | 250 | 250 | 50 | 10,3275 | 10,3275 | 2,0655 |
| V9,V10,V11,V12,V13(C) | RM8 | 106 | 135 | 0,17 | 250 | 250 | 50 | 3,5775 | 3,5775 | 0,7155 |
| VERTIMIENTO GRUTA(D) | RM9 | 2500 | 135 | 3,91 | 250 | 250 | 50 | 84,3750 | 84,3750 | 16,8750 |
| V14,V15,V16,17(E) | RM10 | 106 | 135 | 0,17 | 250 | 250 | 50 | 3,5775 | 3,5775 | 0,7155 |
| VERTIMIENTO EL LUCHO(13) | RM11 | 2377 | 135 | 3,71 | 250 | 250 | 50 | 80,2238 | 80,2238 | 16,0448 |
| VERTIMIENTO MENTIDEROS(14) | RM12 | 1019 | 135 | 1,59 | 250 | 250 | 50 | 34,3913 | 34,3913 | 6,8783 |
| V18,V19,V20,V21(F) | RM13 | 106 | 135 | 0,17 | 250 | 250 | 50 | 3,5775 | 3,5775 | 0,7155 |
| VERTIMIENTO CANDICUZI(5) | RM14 | 679 | 135 | 1,06 | 250 | 250 | 50 | 22,9163 | 22,9163 | 4,5833 |
| INTERCEPTOR(I) | | 7279 | 135 | 11,37 | 250 | 250 | 50 | 245,6663 | 245,6663 | 49,1333 |
| QUEBRADA LAS PALMAS | RM15 | | | 9 | 5 | 2 | 1 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 |
| QUEBRADA TROYACO | RM16 | | | 20 | 5 | 2 | 1 | 8,6400 | 3,4560 | 1,7280 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO(Q8) | RM17 | | | 8 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | RM18 | | | 8 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA ARRAYANES | RM19 | | | 8 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLATA VERDE | RM20 | | | 8 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA SAN PABLO | RM21 | | | 9 | 5 | 2 | 1 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 |
| QUEBRADA CASAJAL | RM22 | | | 10 | 5 | 2 | 1 | 4,3200 | 1,7280 | 0,8640 |

7.4.3 ESCENARIO FACTIBLE A 5 AÑOS

Teniendo en cuenta las cargas contaminantes actuales, se realiza la proyección a un escenario factible de 5 años, cuyo objetivo principal es la disminución de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco, adicionalmente se tiene en cuenta el incremento de la población a cinco años lo cual hace que el caudal y las cargas aumenten.

Se proyecta la construcción de un sistema de tratamiento en la descarga del interceptor, con el fin de disminuir las concentraciones de contaminantes en las aguas vertidas en un 85%. Como consecuencia de este sistema de tratamiento se observara una mejora en la calidad del agua debido a la remoción de las cargas contaminantes, lo cual permitirá que se puedan dar diferentes usos a esta agua.

Grafica 31. Comportamiento DBO₅ – Escenario Factible 5 años



Grafica 32. Comportamiento OD – Escenario Factible 5 años

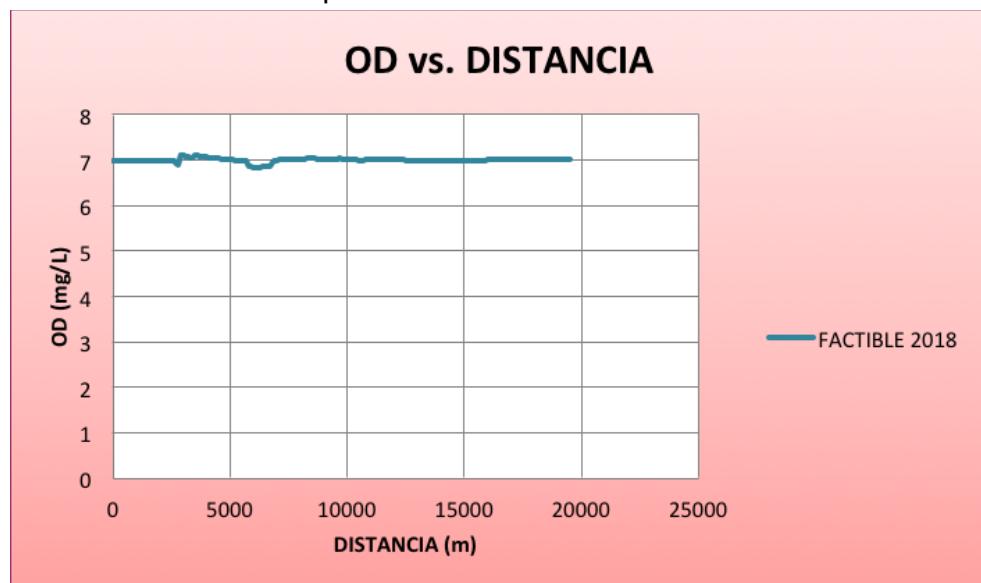


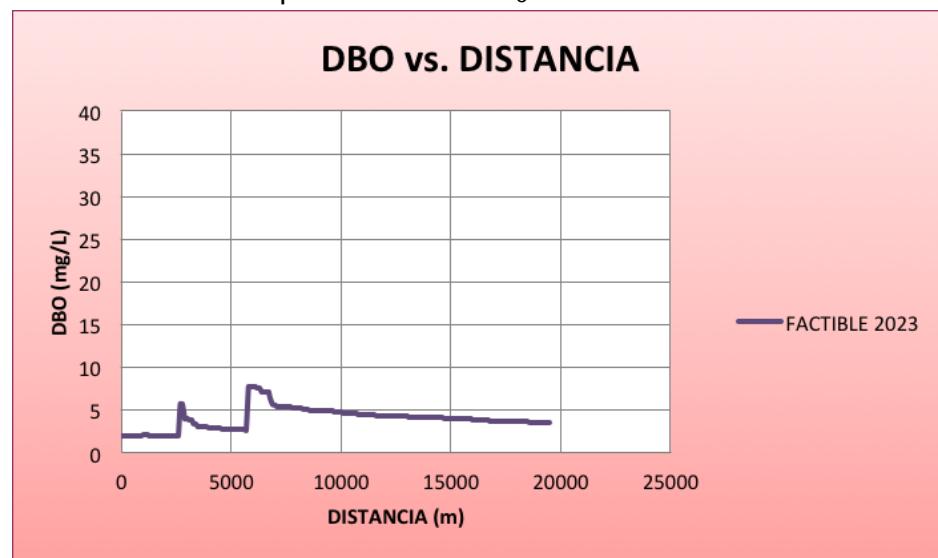
Tabla 64. Tabla de Cargas – Escenario Factible 5 años

| TOPOLOGIA | COD. TOPOLOGIA | POBLACION 2018 (Hab) | DOTACION (L/Hab/Dia) | CAUDAL 2018 (L/s) | Σ (SS) (mg/L) Teorica RAS | Σ (DBO5) (mg/L) Teorica RAS | Σ GYA (mg/L) | SS 2013 (Kg/dia) | DBO5 2013 (Kg/dia) | GYA 2013 (Kg/dia) |
|-------------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Q1,Q2,Q3 | RM1 | | | 12 | 5 | 2 | 1 | 5,1840 | 0,8640 | 0,1728 |
| Q4,Q5,Q6 | RM2 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 0,8640 | 0,1728 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero Autos [A] | RM3 | 166 | 135 | 0,26 | 250 | 250 | 50 | 5,5894 | 5,5894 | 1,1179 |
| QUEBRADA EL CARDAL | RM4 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 1,2096 | 0,6048 |
| QUEBRADA EL ROSAL [D7] | RM5 | | | 13 | 5 | 2 | 1 | 5,6160 | 2,2464 | 1,1232 |
| V6,V7,V8 [B] | RM6 | 83 | 135 | 0,13 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 0,4192 | 0,4192 | 0,0838 |
| VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA [11] [C] | RM7 | 318 | 135 | 0,50 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 1,6097 | 1,6097 | 0,3219 |
| V9,V10,V11,V12,V13 [C] | RM8 | 110 | 135 | 0,17 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 0,5589 | 0,5589 | 0,1118 |
| VERTIMIENTO GRUTA [D] | RM9 | 2760 | 135 | 4,31 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 13,9735 | 13,9735 | 2,7947 |
| V14,V15,V16,17 [E] | RM10 | 110 | 135 | 0,17 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 0,5589 | 0,5589 | 0,1118 |
| VERTIMIENTO EL CUCHO [3] | RM11 | 2473 | 135 | 3,86 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 12,5203 | 12,5203 | 2,5041 |
| VERTIMIENTO MENTIDEROS [4] | RM12 | 1060 | 135 | 1,66 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 5,3658 | 5,3658 | 1,0732 |
| V18,V19,V20,V21 [F] | RM13 | 110 | 135 | 0,17 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 0,5589 | 0,5589 | 0,1118 |
| VERTIMIENTO CANDICUZ [5] | RM14 | 707 | 135 | 1,10 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 3,5792 | 3,5792 | 0,7158 |
| PLANTA TRATAMIENTO | | 7732 | 135 | 12,08 | 37,5 | 37,5 | 7,5 | 39,1446 | 39,1446 | 7,8289 |
| QUEBRADA LAS PALMAS | RM15 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 1,2096 | 0,6048 |
| QUEBRADA TROYACO | RM16 | | | 9 | 5 | 2 | 1 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO [D8] | RM17 | | | 8 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | RM18 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |
| QUEBRADA ARRAYANES | RM19 | | | 6 | 5 | 2 | 1 | 2,5920 | 1,0368 | 0,5184 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | RM20 | | | 4 | 5 | 2 | 1 | 1,7280 | 0,6912 | 0,3456 |
| QUEBRADA SAN PABLO | RM21 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |
| QUEBRADA CASCAJAL | RM22 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |

7.4.4 ESCENARIO FACTIBLE A 10 AÑOS

Teniendo en cuenta las cargas contaminantes actuales, se realiza la proyección a un escenario factible de 10 años, cuyo objetivo principal es la disminución de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco, adicionalmente se tiene en cuenta el incremento de la población a diez años lo cual hace que el caudal aumente, el porcentaje de remoción seguirá siendo del 85% cumpliendo así con los porcentajes de remoción establecidos para aguas residuales en la normatividad colombiana.

Grafica 33. Comportamiento DBO₅ – Escenario Factible 10 años



Grafica 34. Comportamiento OD – Escenario Factible 10 años

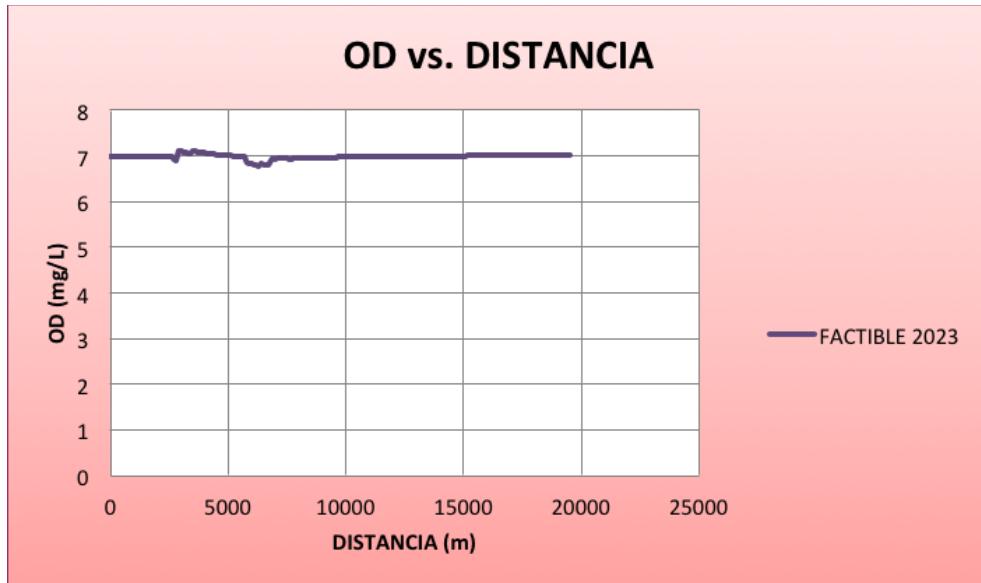


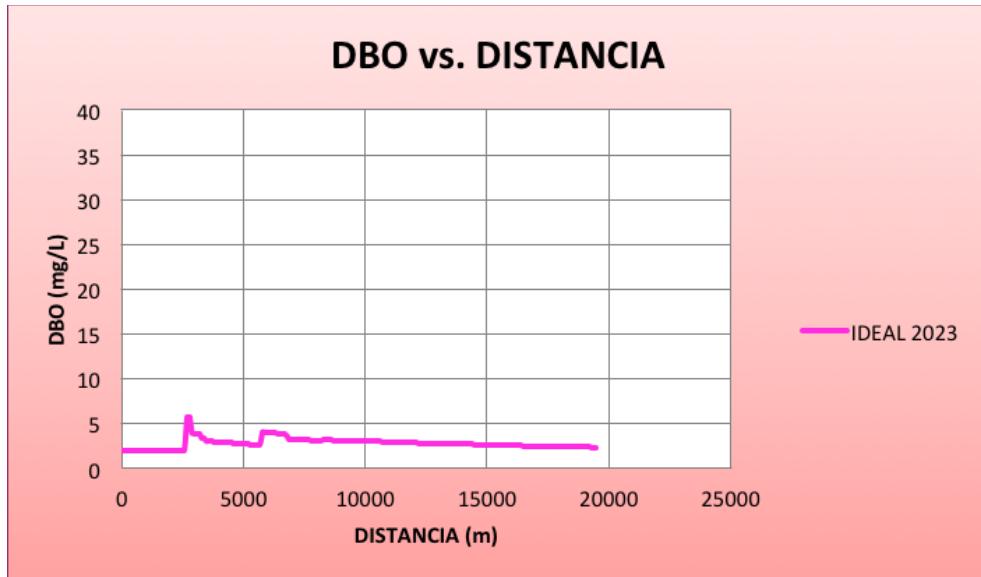
Tabla 65. Tabla de Cargas – Escenario Factible 10 años

| TOPOLOGIA | COD. TOPOLOGIA | POBLACION 2023 (Hab) | DOTACION (L/Hab/Dia) | CAUDAL 2023 (L/s) | Ι (SS) (mg/L) Teorica RAS | Ι (DBOS) (mg/L) Teorica RAS | Ι GYA (mg/L) | SS 2013 (Kg/dia) | DBOS 2013 (Kg/dia) | GYA 2013 (Kg/dia) |
|----------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Q1,Q2,Q3 | RM1 | | | 12 | 5 | 2 | 1 | 5,1840 | 0,8640 | 0,1728 |
| Q4,Q5,Q6 | RM2 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 0,8640 | 0,1728 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero Autos | RM3 | 183 | 135 | 0,29 | 250 | 250 | 50 | 6,1763 | 6,1763 | 1,2353 |
| V6,V7,V8 | RM6 | 91 | 135 | 0,14 | 250 | 250 | 50 | 3,0713 | 3,0713 | 0,6143 |
| QUEBRADA LICARDAL | RM4 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 1,2096 | 0,6048 |
| QUEBRADA EL ROSAL | RM5 | | | 13 | 5 | 2 | 1 | 5,6160 | 2,2464 | 1,1232 |
| VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA (1) | RM7 | 351 | 135 | 0,55 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,5923 | 0,5923 | 0,1185 |
| V9,V10,V11,V12,V13 | RM8 | 122 | 135 | 0,19 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,2059 | 0,2059 | 0,0412 |
| VERTIMIENTO GRUTA (2) | RM9 | 3047 | 135 | 4,76 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 5,1418 | 5,1418 | 1,0284 |
| V14,V15,V16,17 | RM10 | 122 | 135 | 0,19 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,2059 | 0,2059 | 0,0412 |
| VERTIMIENTO ECUCHO (3) | RM11 | 2731 | 135 | 4,27 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 4,6086 | 4,6086 | 0,9217 |
| VERTIMIENTO MENTIDERO (4) | RM12 | 1170 | 135 | 1,83 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 1,9744 | 1,9744 | 0,3949 |
| V18,V19,V20,V21 | RM13 | 122 | 135 | 0,19 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,2059 | 0,2059 | 0,0412 |
| VERTIMIENTO CANDICUZ (5) | RM14 | 780 | 135 | 1,22 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 1,3163 | 1,3163 | 0,2633 |
| PLANTA DE TRATAMIENTO OPTIMIZADA | | 8445 | 135 | 13,2 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 14,2509 | 14,2509 | 2,8502 |
| QUEBRADA LAS PALMAS | RM15 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 1,2096 | 0,6048 |
| QUEBRADA TROJAYACO | RM16 | | | 9 | 5 | 2 | 1 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO | RM17 | | | 8 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | RM18 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |
| QUEBRADA ARRAYANES | RM19 | | | 6 | 5 | 2 | 1 | 2,5920 | 1,0368 | 0,5184 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | RM20 | | | 4 | 5 | 2 | 1 | 1,7280 | 0,6912 | 0,3456 |
| QUEBRADA SAN PABLO | RM21 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |
| QUEBRADA CASCAJAL | RM22 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |

7.4.5 ESCENARIO IDEAL

El escenario ideal nos presenta las condiciones en la cual estaría el Rio Molinoyaco en el año 2023 si se realizaran todas técnicas necesarias para lograr la disminución de las cargas contaminantes logrando así un porcentaje de remoción de un 95%, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.

Grafica 35. Comportamiento DBO₅ – Escenario Ideal



Grafica 36. Comportamiento OD – Escenario Ideal

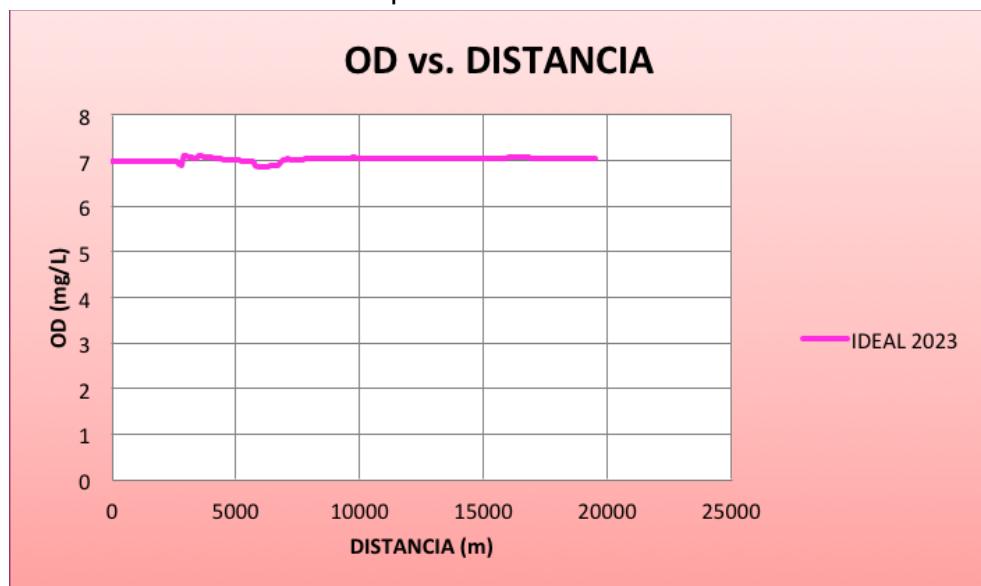


Tabla 66. Tabla de Cargas – Escenario Ideal

| TOPOLOGIA | COD. TOPOLOGIA | POBLACION 2023 (Hab) | DOTACION (L/Hab/Dia) | CAUDAL 2023 (L/s) | >[] (SS) (mg/L) Teorica RAS | >[] (DBO5) (mg/L) Teorica RAS | [] GYA (mg/L) | SS 2013 (Kg/dia) | DBO5 2013 (Kg/dia) | GYA 2013 (Kg/dia) |
|----------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Q1,Q2,Q3 | RM1 | | | 12 | 5 | 2 | 1 | 5,1840 | 0,8640 | 0,1728 |
| Q4,Q5,Q6 | RM2 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 0,8640 | 0,1728 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero Autos | RM3 | 183 | 135 | 0,29 | 250 | 250 | 50 | 6,1763 | 6,1763 | 1,2353 |
| QUEBRADA EL CARDAL | RM4 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 1,2096 | 0,6048 |
| QUEBRADA EL ROSAL | RM5 | | | 13 | 5 | 2 | 1 | 5,6160 | 2,2464 | 1,1232 |
| V6,V7,V8 | RM6 | 91 | 135 | 0,14 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,1536 | 0,1536 | 0,0307 |
| VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA [1] | RM7 | 351 | 135 | 0,55 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,5923 | 0,5923 | 0,1185 |
| V9,V10,V11,V12,V13 | RM8 | 122 | 135 | 0,19 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,2059 | 0,2059 | 0,0412 |
| VERTIMIENTO GRUTA [2] | RM9 | 3047 | 135 | 4,76 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 5,1418 | 5,1418 | 1,0284 |
| V14,V15,V16,17 | RM10 | 122 | 135 | 0,19 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,2059 | 0,2059 | 0,0412 |
| VERTIMIENTO EL CUCHO [3] | RM11 | 2731 | 135 | 4,27 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 4,6086 | 4,6086 | 0,9217 |
| VERTIMIENTO MENTIDEROS [4] | RM12 | 1170 | 135 | 1,83 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 1,9744 | 1,9744 | 0,3949 |
| V18,V19,V20,V21 | RM13 | 122 | 135 | 0,19 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,2059 | 0,2059 | 0,0412 |
| VERTIMIENTO CANDICUZI [5] | RM14 | 780 | 135 | 1,22 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 1,3163 | 1,3163 | 0,2633 |
| PLANTA DE TRATAMIENTO OPTIMIZADA | 8536 | 135 | 13,3 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 14,4045 | 14,4045 | 2,8809 | |
| QUEBRADA LAS PALMAS | RM15 | | | 7 | 5 | 2 | 1 | 3,0240 | 1,2096 | 0,6048 |
| QUEBRADA TROJAYACO | RM16 | | | 9 | 5 | 2 | 1 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO | RM17 | | | 8 | 5 | 2 | 1 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | RM18 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |
| QUEBRADA MARRAYANES | RM19 | | | 6 | 5 | 2 | 1 | 2,5920 | 1,0368 | 0,5184 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | RM20 | | | 4 | 5 | 2 | 1 | 1,7280 | 0,6912 | 0,3456 |
| QUEBRADA SAN PABLO | RM21 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |
| QUEBRADA CASCAJAL | RM22 | | | 5 | 5 | 2 | 1 | 2,1600 | 0,8640 | 0,4320 |

8. FORMULACION



El Plan de Ordenamiento del Recurso, es el instrumento de planificación básico para la administración del recurso hídrico, en él se articulan los procesos y productos desarrollados en las fases anteriores y se formulan los programas y proyectos necesarios para alcanzar el escenario propuesto en el tiempo establecido.

Al respecto es importante mencionar el PORH - Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico es el resultado de la evolución y articulación a la normatividad vigente del instrumento propuesto en el decreto 3930 de 2010, cuyo fin es la destinación de las aguas en forma genérica para los diferentes usos a partir de criterios de calidad, y que articuló lo establecido en los decretos 2811 de 1 974 y 1541 de 1978 para el aprovechamiento y uso del recurso hídrico.

Partiendo del PORH se propone la formulación de un Plan de Ordenamiento que permita alcanzar en una escala de tiempo, el escenario construido de manera conjunta entre la Autoridad Ambiental y la Comunidad, articulado en su desarrollo los conceptos de cantidad y calidad, en el marco de los desarrollos normativos vigentes.

Durante esta fase y con base en las hipótesis generadas en el ejercicio de prospectiva se formula y consolida el PORH. En este punto, el equipo de trabajo debe formular los objetivos, metas, estrategias, programas y proyectos, así como, la plataforma organizativa, administrativa y financiera necesaria para la implementación del PORH.

8.1 PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD

El establecimiento de Objetivos de Calidad es un tema ligado a la planeación, administración, control y vigilancia de los recursos hídricos, cuyo marco reglamentario ha sido definido en el decreto 1594 de 1984 y Decreto 3930 de 2010. Dicho marco se complementa con los alcances del decreto 3100 de 2003 y 3440 de 2004 y determina entonces que para la gestión eficaz de la calidad del recurso hídrico, se requiere realizar por lo menos las siguientes tareas:

- Estudiar y proponer el PORH incluyendo los objetivos a largo plazo de calidad del recurso
- Estudiar y proponer las metas de reducción de cargas contaminantes para los distintos tramos del recurso de tal forma que correspondan con los Objetivos de Calidad del mismo que se definan a largo plazo. Esta tarea se vuelve más rigurosa y necesaria a raíz de la promulgación del decreto 3100 de 2003, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, el cual reglamenta las tasas retributivas por vertimientos líquidos.
- Estudiar y proponer normas regionales y locales de vertimiento aplicables a tramos específicos del recurso, las cuales contribuyan al logro de los objetivos y al cumplimiento de los criterios de calidad preestablecidos para cada tramo.
- Estudiar y proponer el plan de control de vertimientos
- Estudiar y proponer el plan de monitoreo de la calidad del recurso hídrico
- Proponer el plan de uso de los recursos recaudados por las tasas retributivas

Los objetivos de calidad se propusieron sobre la evaluación de los escenarios de calidad que presentó el modelo implementado, los cuales contienen una serie de compromisos de descontaminación y metas de descontaminación por parte de los usuarios, que involucra a la vez el tratamiento de las aguas residuales hasta un nivel tal que permita la recuperación de la calidad y la satisfacción de los usos definidos por tramos sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco de ordenamiento.

En la siguiente tabla se presentan los Objetivos de Calidad propuestos para el Cauce Principal del Rio Molinoyaco.

Tabla 67. Objetivos de Calidad Rio Molinoyaco

| RIO MOLINOYACO- OBJETIVOS DE CALIDAD A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------|---------------------|---|---------------------------|---------------------------|--|
| MUNICIPIO | CORRIENTE SUPERFICIAL | TRAMO | USO ACTUAL | USO POTENCIAL PREPONDERANTE | PARÁMETRO | VALOR MEDIDO | CRITERIO DE CALIDAD | ESCENARIO DE CALIDAD 2016 | ESCENARIO DE CALIDAD 2018 | ESCENARIO DE CALIDAD 2023 | NOTA DE SUSTENTACION |
| EL TAMBO RIO MOLINOYACO | I. Nacimiento Rio Molinoyaco - Antes Bocatoma | Preservación Flora y Fauna | Preservación Flora y Fauna | Preservación Flora y Fauna | DB05 (mg O2/l) | 2 | ≤ 3 | 2 | 2 | 2 | MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE |
| | | | | | SST (mg/l) | 5 | ≤ 5 | | | | |
| | | | | | OD (mg O2/l) | 6,86 | > 6 | 7 | 7 | 7 | |
| | | | | | pH (pH) | 7 | 6,5 - 8,5 | | | | |
| | | | | | Coliformes Totales (NPM/100 ml) | 5800 UFC | 1000 | | | | |
| | II. Antes Bocatoma - Union Q5 cauce principal | Consumo Humano y Doméstico | Consumo Humano y Doméstico | Consumo Humano y Doméstico | Coliforme E-Coli (NPM/100 ml) | 300 UFC | 100 | | | | MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE |
| | | | | | Olores Ofensivos | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Sustancias Flotantes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Películas de Grasas y Aceites | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Sustancias de Interés Sanitario | | | Cumplimiento Decreto 3930/10 artículo 11 o Norma que lo sustituya o modifique | | | |
| | III. Union Q5 cauce principal - Quebrada Trojyaco | Estético paisajístico | Agrícola | Agrícola | DB05 (mg O2/l) | 21,3 | < 10 | 22,48 | 5,35 | 5,64 | MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE |
| | | | | | SST (mg/l) | 62 | ≤ 15 | | | | |
| | | | | | OD (mg O2/l) | 4 | > 5 | 6,47 | 7 | 6,94 | |
| | | | | | pH (pH) | 7 | 5,0 - 9,0 | | | | |
| | | | | | Coliformes Totales (NPM/100 ml) | 5400000 UFC | 5000 | | | | |
| | IV. Quebrada Trojyaco - Desembocadura | Agrícola | Agrícola | Agrícola | Coliforme E-Coli (NPM/100 ml) | 12000000 UFC | <2000 | | | | MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE |
| | | | | | Olores Ofensivos | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Sustancias Flotantes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Películas de Grasas y Aceites | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Sustancias de Interés Sanitario | | | Cumplimiento Decreto 3930/10 artículo 18 o Norma que lo sustituya o modifique | | | |
| | | | | | DB05 (mg O2/l) | 8,97 | < 5 | 15,32 | 4,38 | 4,29 | RECUPERACIÓN GRADUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE |
| | | | | | SST (mg/l) | 13,3 | ≤ 5 | | | | |
| | | | | | OD (mg O2/l) | 6,5 | > 6 | 6,05 | 6,08 | 6,5 | |
| | | | | | pH (pH) | 7,18 | 6,5 - 8,5 | | | | |
| | | | | | Coliformes Totales (NPM/100 ml) | 60000 UFC | 5000 | | | | |
| | | | | | Coliforme E-Coli (NPM/100 ml) | 1500 UFC | 2000 | | | | |
| | | | | | Olores Ofensivos | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Sustancias Flotantes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Películas de Grasas y Aceites | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | |
| | | | | | Sustancias de Interés Sanitario | | | Cumplimiento Decreto 3930/10 artículo 13 o Norma que lo sustituya o modifique | | | |

Como se describió en la fase Prospectiva, la recuperación y descontaminación del cauce principal del Rio Molinoyaco se encamina a la satisfacción de los usos potenciales preponderantes, por lo tanto es necesario la implementación de Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales al igual que la eliminación de puntos de vertimiento puntuales, los cuales requieren de recursos económicos, humanos y tiempos perentorios y graduales para la elaboración de los proyectos, diseños y ejecución de obras. Por lo tanto considerando que los Objetivos de Calidad están basados en los criterios normativos de calidad establecidos para cada uso preponderante, su cumplimiento y entrada en vigencia se definieron para el año 2023, tiempo para el cual se tiene proyectado el cumplimiento gradual de los escenarios de calidad establecidos.

En el tramo III y IV los escenarios de calidad 2016, 2018 y 2023 establecen unos valores para DBO y OD acordes con las obras de descontaminación proyectadas para cada periodo, volviéndose cada vez más restrictivos hasta llegar al Objetivo de Calidad, para el caso de los tramos I y II, los valores en cada escenario de calidad no difieren entre si y son muy similares al objetivo de calidad establecido, debido a que las condiciones necesarias para implementar los usos preponderantes de preservación y consumo humano son similares.

8.2 NECESIDADES DE CONSTRUCCION DE INTERCEPTOR E IMPLEMENTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO

Para el cumplimiento y materialización del Escenario Factible, es necesario implementar un interceptor que recolecte los vertimientos de aguas residuales en un solo punto con el objetivo de minimizar los focos de contaminación sobre el cauce principal del Rio, en el punto donde se encuentra el interceptor se implementara un Sistema o Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que permitan remover los porcentajes de cargas contaminantes anteriormente justificados, en las descargas que salen del interceptor con el fin de evitar la alteración de la calidad del agua del Rio Molinoyaco que además de alguna manera alterara los criterios estipulados para la satisfacción de los usos potenciales preponderantes definidos.

Tabla 68. Necesidades de construcción de interceptor e implementación de la infraestructura de tratamiento para las descargas sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco.

| Entrada o Descarga | Necesidad o Requerimiento. | Periodo de Implementación |
|--|--|---------------------------|
| Unificación de Vertimientos de descargas de aguas residuales del casco urbano. | Construcción de interceptor para unificar el foco de contaminación | Antes del 2016 |

| | | |
|---|--|----------------|
| Entrada de Intercepto de aguas residuales del casco urbano. | Construcción PTAR con 85% de remoción. | Antes del 2018 |
|---|--|----------------|

8.3 CARGAS CONTAMINANTES A VERTER EN EL ESCENARIO FACTIBLE

Para el cumplimiento del Escenario Factible proyectado a 3, 5 y 10 años, las cargas contaminantes a verter para cada una de las entradas ó descargas al cauce principal del río Molinoyaco, teniendo en cuenta las necesidades de construcción de un interceptor y de implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se presentan a continuación

Tabla 69. Cargas en Kg/día a verter al cauce principal del río Molinoyaco en el año 2016

| TOPOLOGIA | CAUDAL 2016 (L/s) | SS 2016 (Kg/día) | DBOS 2016 (Kg/día) | GVA 2013 (Kg/día) | ACIDEZ CARGA Kg/día | ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/día | DUREZA TOTALCARGA Kg/día | CLORUROS CARGA Kg/día | FOSFATOS CARGA Kg/día | NITRITOS CARGA Kg/día | NITRATOS CARGA Kg/día | SULFATOS CARGA Kg/día | SAM - DETERGENTES CARGA Kg/día | FOSFORO TOTAL CARGA Kg/día | NITROGENO NTK CARGA Kg/día |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Q1,Q2,Q3 | 14 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 | 0,4821 | 29,5053 | 750,8506 | 11,9007 | 0,0084 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0691 | 0,4320 | 0,0043 | 0,0086 |
| Q4,Q5,Q6 | 14 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 | 0,4821 | 29,5053 | 750,8506 | 11,9007 | 0,0084 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0691 | 0,4320 | 0,0043 | 0,0086 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero autos (A) | 0,25 | 5,3663 | 5,3663 | 1,0733 | 1,8245 | 2,1465 | 2,3612 | 1,0733 | 0,0777 | 0,0015 | 0,0043 | 1,2836 | 0,1159 | 0,3220 | 0,7513 |
| QUEBRADA EL CARDAL | 17 | 7,3440 | 2,9376 | 1,4688 | 11,3685 | 121,6166 | 211,5072 | 29,9635 | 0,1469 | 0,0588 | 0,2938 | 14,6880 | 0,7344 | 0,1469 | 1,4835 |
| QUEBRADA EL ROSAL Q7 | 15 | 6,4800 | 2,5920 | 1,2960 | 7,2317 | 79,3152 | 184,0120 | 1,2571 | 0,1296 | 0,0648 | 0,1037 | 12,9600 | 0,6480 | 0,1296 | 1,2960 |
| V6,V7,V8 (B) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MACONDO/GRANJA (1) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V9,V10,V11,V12, V13 (C) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO GRUTA (D) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V14,V15,V16,17 (E) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO EL CUCHO (H) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MENTIDEIRO (4) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V18,V19, V20, V21 (F) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO CANOCUZ (S) | | | | | | | | | | | | | | | |
| INTERCEPTOR | 11,47 | 245,6663 | 245,6663 | 49,1333 | 83,5265 | 98,2665 | 106,0913 | 49,1333 | 3,5577 | 0,0688 | 0,1965 | 58,7634 | 5,8064 | 14,7800 | 34,3933 |
| QUEBRADA LAS PALMAS | 9 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 | 4,3390 | 47,5893 | 110,4192 | 0,7543 | 0,0778 | 0,0389 | 0,0622 | 7,7760 | 0,3888 | 0,0778 | 0,7776 |
| QUEBRADA TROYAYACO | 20 | 8,6400 | 3,4560 | 1,7280 | 9,6412 | 105,7536 | 245,3760 | 1,6762 | 0,1728 | 0,0864 | 0,1382 | 17,2800 | 0,8640 | 0,1728 | 1,7280 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO, QB | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA ARRAYANES | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA SAN PABLO | 9 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 | 4,3390 | 47,5893 | 110,4192 | 0,7543 | 0,0778 | 0,0389 | 0,0622 | 7,7760 | 0,3888 | 0,0778 | 0,7776 |
| QUEBRADA CASCAJAL | 10 | 4,3200 | 1,7280 | 0,8640 | 4,8211 | 52,8768 | 122,6880 | 0,8381 | 0,0864 | 0,0432 | 0,0691 | 8,6400 | 0,4320 | 0,0864 | 0,8640 |

Tabla 70. Cargas en Kg/día a verter al cauce principal del río Molinoyaco en el año 2018

| TOPOLOGIA | CAUDAL 2018 (L/s) | SS 2013 (Kg/día) | DBOS 2013 (Kg/día) | GVA 2013 (Kg/día) | ACIDEZ CARGA Kg/día | ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/día | DUREZA TOTALCARGA Kg/día | CLORUROS CARGA Kg/día | FOSFATOS CARGA Kg/día | NITRITOS CARGA Kg/día | NITRATOS CARGA Kg/día | SULFATOS CARGA Kg/día | SAM - DETERGENTES CARGA Kg/día | FOSFORO TOTAL CARGA Kg/día | NITROGENO NTK CARGA Kg/día |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Q1,Q2,Q3 | 14 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 | 0,4821 | 29,5053 | 750,8506 | 11,9007 | 0,0084 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0691 | 0,4320 | 0,0043 | 0,0086 |
| Q4,Q5,Q6 | 14 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 | 0,4821 | 29,5053 | 750,8506 | 11,9007 | 0,0084 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0691 | 0,4320 | 0,0043 | 0,0086 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero autos (A) | 0,26 | 5,5894 | 5,5894 | 1,1179 | 1,9004 | 2,2358 | 2,4593 | 1,1179 | 0,0809 | 0,0016 | 0,0045 | 1,3370 | 0,1207 | 0,3354 | 0,7825 |
| QUEBRADA EL CARDAL | 17 | 7,3440 | 2,9376 | 1,4688 | 11,3685 | 121,6166 | 211,5072 | 29,9635 | 0,1469 | 0,0588 | 0,2938 | 14,6880 | 0,7344 | 0,1469 | 1,4835 |
| QUEBRADA EL ROSAL Q7 | 15 | 6,4800 | 2,5920 | 1,2960 | 7,2317 | 79,3152 | 184,0120 | 1,2571 | 0,1296 | 0,0648 | 0,1037 | 12,9600 | 0,6480 | 0,1296 | 1,2960 |
| V6,V7,V8 (B) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MACONDO/GRANJA (1) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V9,V10,V11,V12, V13 (C) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO GRUTA (D) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V14,V15,V16,17 (E) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO EL CUCHO (H) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MENTIDEIRO (4) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V18,V19, V20, V21 (F) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO CANOCUZ (S) | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANTA TRATAMIENTO | 12,08 | 39,1446 | 39,1446 | 7,8289 | 13,3092 | 15,6578 | 17,2236 | 7,8289 | 1,5115 | 0,0297 | 0,0835 | 9,3634 | 0,8455 | 6,2631 | 14,6140 |
| QUEBRADA LAS PALMAS | 9 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 | 4,3390 | 47,5893 | 110,4192 | 0,7543 | 0,0778 | 0,0189 | 0,0622 | 7,7760 | 0,3888 | 0,0778 | 0,7776 |
| QUEBRADA TROYAYACO | 20 | 8,6400 | 3,4560 | 1,7280 | 9,6412 | 105,7536 | 245,3760 | 1,6762 | 0,1728 | 0,0864 | 0,1382 | 17,2800 | 0,8640 | 0,1728 | 1,7280 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO, QB | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA ARRAYANES | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA SAN PABLO | 9 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 | 4,3390 | 47,5893 | 110,4192 | 0,7543 | 0,0778 | 0,0189 | 0,0622 | 7,7760 | 0,3888 | 0,0778 | 0,7776 |
| QUEBRADA CASCAJAL | 10 | 4,3200 | 1,7280 | 0,8640 | 4,8211 | 52,8768 | 122,6880 | 0,8381 | 0,0864 | 0,0432 | 0,0691 | 8,6400 | 0,4320 | 0,0864 | 0,8640 |

Tabla 71. Cargas en Kg/día a verter al cauce principal del río Molinoyaco en el año 2023

| TOPOLOGIA | CAUDAL 2023 (L/s) | SS 2013 (Kg/día) | DBO5 2013 (Kg/día) | GVA 2013 (Kg/ día) | ACIDEZ CARGA Kg/día | ALCALINIDAD TOTAL CARGA Kg/día | DUREZA CARGA Kg/día | CLODROS CARGA Kg/día | FOSFATOS CARGA Kg/día | NITRITOS CARGA Kg/día | NITRATOS CARGA Kg/día | SULFATOS CARGA Kg/día | RAS - DETERGENTES CARGA Kg/día | FCOFORO TOTAL CARGA Kg/día | NITROGENO NITRO CARGA Kg/día |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Q1,Q2,Q3 | 14 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 | 0,4821 | 29,5053 | 750,8506 | 11,9007 | 0,0084 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0691 | 0,6120 | 0,0043 | 0,0086 |
| Q4,Q5,Q6 | 14 | 6,0480 | 0,8640 | 0,1728 | 0,4821 | 29,5053 | 750,8506 | 11,9007 | 0,0084 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0691 | 0,6120 | 0,0043 | 0,0086 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero autos | 0,29 | 6,1763 | 1,2353 | 2,0999 | 2,4709 | 2,7176 | 1,2553 | 0,0894 | 0,0017 | 0,0049 | 1,4774 | 0,1334 | 0,3706 | 0,8647 | |
| QUEBRADA EL CARDAL | 17 | 7,9440 | 2,9376 | 1,4688 | 11,3685 | 121,6166 | 211,5072 | 29,9635 | 0,1469 | 0,0586 | 0,2938 | 14,6880 | 0,7344 | 0,1469 | 1,4835 |
| QUEBRADA EL ROSAL, Q7 | 15 | 6,4800 | 2,5920 | 1,2960 | 7,2317 | 79,3152 | 184,0320 | 1,2571 | 0,1296 | 0,0648 | 0,1037 | 12,9600 | 0,6480 | 0,1296 | 1,2960 |
| V6,V7,V8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MACONDO/GRANJA (1) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V9,V10,V11,V12,V13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO GRUTA (2) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V14,V15,V16,17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO EL CUCHO (3) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MENTIDEROS (4) | | | | | | | | | | | | | | | |
| V18,V19, V20, V21 (F) | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO CANDICUZ (5) | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANTA TRATAMIENTO OPTIMIZADA | 13,3 | 43,2135 | 43,2135 | 8,6427 | 14,6926 | 17,2854 | 19,0139 | 8,6427 | 1,6686 | 0,0323 | 0,0922 | 10,3367 | 0,9334 | 6,9142 | 16,1330 |
| QUEBRADA LAS PALMAS | 9 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 | 4,3390 | 47,5891 | 110,4192 | 0,7543 | 0,0778 | 0,0389 | 0,0622 | 7,7760 | 0,3888 | 0,0778 | 0,7776 |
| QUEBRADA TROIAYACO | 20 | 8,6400 | 3,4560 | 1,7280 | 9,6422 | 105,7536 | 245,3760 | 1,6762 | 0,1728 | 0,0864 | 0,1382 | 17,2800 | 0,8640 | 0,1728 | 1,7280 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO, Q8 | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA LA PLANTA | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA ARRAYANES | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | 8 | 3,4560 | 1,3824 | 0,6912 | 3,8569 | 42,3014 | 98,1504 | 0,6705 | 0,0691 | 0,0346 | 0,0553 | 6,9120 | 0,3456 | 0,0691 | 0,6912 |
| QUEBRADA SAN PABLO | 9 | 3,8880 | 1,5552 | 0,7776 | 4,3390 | 47,5891 | 110,4192 | 0,7543 | 0,0778 | 0,0389 | 0,0622 | 7,7760 | 0,3888 | 0,0778 | 0,7776 |
| QUEBRADA CASCAJAL | 10 | 4,3200 | 1,7280 | 0,8640 | 4,8211 | 52,8768 | 122,6880 | 0,8381 | 0,0864 | 0,0432 | 0,0691 | 8,6400 | 0,4320 | 0,0864 | 0,8640 |

8.4 PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS

La reglamentación de vertimientos, se realizó teniendo en cuenta los escenarios factibles a 3, 5 y 10 años en cuanto a cargas contaminantes y concentraciones para DBO5 y SST, de cada una de las entradas identificadas en el río Molinoyaco.

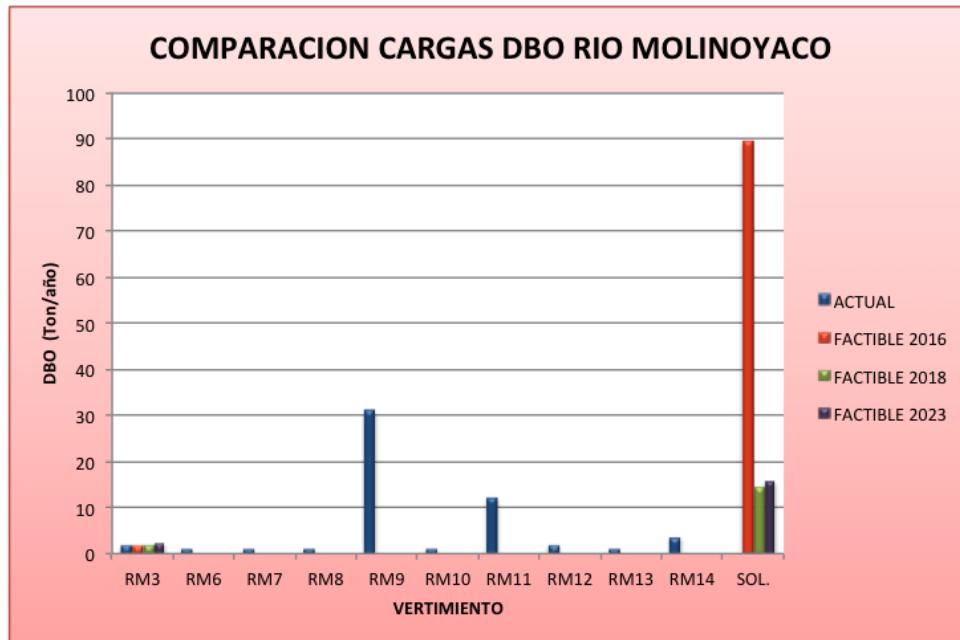
Para usuarios nuevos, la cantidad de carga y concentración máxima a verter deberá someterse a la legislación vigente para vertimientos y a los objetivos de calidad establecidos en este Ordenamiento.

A continuación se presentan las concentraciones máximas a 3, 5 y 10 años que pueden ser vertidas a los diferentes tramos para los afluentes identificados:

Tabla 72. Concentraciones para DBO y SST a verter al río Molinoyaco

| TOPOLOGIA | 2013 | | | 2016 | | | 2018 | | | 2023 | | |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | CAUDAL 2013 (L/s) | II (SS) (mg/L) Teorica RAS | II (DBO5) (mg/L) Teorica RAS | CAUDAL 2016 (L/s) | II (SS) (mg/L) Teorica RAS | II (DBO5) (mg/L) Teorica RAS | CAUDAL 2018 (L/s) | II (SS) (mg/L) Teorica RAS | II (DBO5) (mg/L) Teorica RAS | CAUDAL 2023 (L/s) | II (SS) (mg/L) Teorica RAS | II (DBO5) (mg/L) Teorica RAS |
| Q1,Q2,Q3 | 14,00 | 5 | 2 | 14 | 5 | 2 | 14 | 5 | 2 | 14 | 5 | 2 |
| Q4,Q5,Q6 | 14,00 | 5 | 2 | 14 | 5 | 2 | 14 | 5 | 2 | 14 | 5 | 2 |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero autos (A) | 0,25 | 250 | 250 | 0,25 | 250 | 250 | 0,72 | 250 | 250 | 0,72 | 250 | 250 |
| QUEBRADA EL CARDAL | 0,00 | 250 | 250 | 17 | 5 | 2 | 17 | 5 | 2 | 17 | 5 | 2 |
| QUEBRADA EL ROSAL, Q7 | 17,00 | 5 | 2 | 15 | 5 | 2 | 15 | 5 | 2 | 15 | 5 | 2 |
| V6,V7,V8 (B) | 15,00 | 5 | 2 | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MACONDO/GRANJA (1) | 0,90 | 66,5 | 31,08 | | | | | | | | | |
| V9,V10,V11,V12, V13 (C) | 0,00 | 250 | 250 | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO GRUTA (D) | 0,00 | 250 | 250 | | | | | | | | | |
| V14,V15,V16,17 (E) | 0,00 | 250 | 250 | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO EL CUCHO (3) | 10,5 | 97 | 36,84 | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO MENTIDEROS (4) | 2,00 | 24 | 31,31 | | | | | | | | | |
| V18,V19, V20, V21 (F) | 0,00 | 250 | 250 | | | | | | | | | |
| VERTIMENTO CANDICUZ (5) | 3,00 | 40 | 39,21 | | | | | | | | | |
| INTERCEPTOR Y PITAR | | 11,37 | 250 | 250 | 12,08 | 37,5 | 37,5 | 13,3 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | |
| QUEBRADA LAS PALMAS | 9,00 | 5 | 2 | 9 | 5 | 2 | 9 | 5 | 2 | 9 | 5 | 2 |
| QUEBRADA TROIAYACO | 20,00 | 5 | 2 | 20 | 5 | 2 | 20 | 5 | 2 | 20 | 5 | 2 |
| QUEBRADA SAN ANTONIO, Q8 | 8,00 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 |
| QUEBRADA LA PLANTA | 8,00 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 |
| QUEBRADA ARRAYANES | 8,00 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 |
| QUEBRADA PLAN VERDE | 8,00 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 5 | 2 |
| QUEBRADA SAN PABLO | 9,00 | 5 | 2 | 9 | 5 | 2 | 9 | 5 | 2 | 9 | 5 | 2 |
| QUEBRADA CASCAJAL | 10,00 | 5 | 2 | 10 | 5 | 2 | 10 | 5 | 2 | 10 | 5 | 2 |

Grafica 36. Reglamentacion de Vertimientos Domesticos DBO – Rio Molinoyaco



8.5 VINCULACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACIÓN

El instrumento de control y seguimiento que se ha vinculado en la Formulación del Plan de Ordenamiento del río Molinoyaco es el PSMV del municipio de El Tambo.

Tabla 73. Proyectos PSMV – El Tambo

| PROGRAMA 5. Ampliacion De Cobertura Y Separacion De Alcantarillado | | PLAZO EJECUCION |
|---|---|------------------------|
| Proyecto 1. | Canalizar los vertimientos sanitarios que indiscriminadamente se depositan sobre la Quebrada El Cucho | 4 Años |
| Proyecto 2. | Reposición y separación de alcantarillado combinado en sanitario y pluvial Zona 1,2,3,4. | 3 Años |
| Proyecto 3. | Reposición y separación de alcantarillado combinado en sanitario y pluvial Zona 5,6,7 | 2 Años |
| Proyecto 4. | Reposición y separación de alcantarillado combinado en sanitario y pluvial Zona 5. | 1 Año |
| PROGRAMA 6. Reducción De Vertimientos Puntuales Y Construccion De Planta De Tratamiento Para El Casco Urbano Del Municipio De El Tambo | | |
| Proyecto 1. | Construcción de un emisario final que unifique los vertimientos puntuales existentes y los conduzca hacia | 1 Año |

| | | |
|-------------|---|--------|
| | la planta de tratamiento | |
| Proyecto 2. | Construcción planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano del municipio de El Tambo | 2 Años |

8.6 METAS DE REDUCCION

Con el fin de minimizar el impacto ambiental causado por los vertimientos realizados sobre la fuente hídrica del río Molinoyaco de la jurisdicción del Municipio de El Tambo del departamento de Nariño, de incentivar la construcción de un interceptor y de una planta de tratamiento antes de realizar descargas y así apuntar al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por CORPONARIÑO, se ve la necesidad de establecer Metas de Reducción de Cargas Contaminantes para los quinquenios 2015 – 2019 y 2020 – 2024, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la normatividad ambiental Decreto 3100 de 2003, 3440 de 2004 y Resolución 1433 de 2004.

Las cargas a reducir expresadas en Kg/año, corresponden a la diferencia de los valores de cargas contaminantes establecidas en la reglamentación de vertimientos para cada escenario factible (2016, 2018 y 2023). La meta de descontaminación podrá cumplirse o llevarse a cabo siempre y cuando se solvete la necesidad de construcción de un interceptor y de la planta de tratamiento evitando así la contaminación sobre el cauce principal del Rio Molinoyaco.

A continuación se presentan las tablas y graficas de metas de descontaminación para vertimientos domésticos, para los cuales los valores de DBO y SST son iguales.

Tabla 78. Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Primer Quinquenio 2015 - 2019

| USUARIO | METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINTENIO 2015 - 2019 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|
| | 2015 | | | | 2016 | | | | 2017 | | | | 2018 | | | |
| | Carga Contaminante Actual 2013 | Carga Contaminante Proyectada 2015 | Carga Meta a Verter | Propuesta de Reducción | Carga Contaminante Proyectada 2016 | Carga Meta a Verter | Propuesta de Reducción | Carga Contaminante Proyectada 2017 | Carga Meta a Verter | Propuesta de Reducción | Carga Contaminante Proyectada 2018 | Carga Meta a Verter | Propuesta de Reducción | Carga Contaminante Proyectada 2019 | Carga Meta a Verter | Propuesta de Reducción |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero autos | 2737,5 | 2820,40938 | 2820,241 | 0 | 2862,544552 | 2862,545 | 0 | 2905,48272 | 2905,483 | 0 | 2949,064961 | 2949,065 | 0 | 2993,300935 | 2993,301 | 0 |
| V6,V7,V8 | 1368,75 | 1410,120469 | 1410,12 | 0 | 1431,272276 | 1431,272 | 1452,74136 | 1452,741 | 1474,53248 | 1474,532 | 1496,650468 | 1496,650 | 1496,65 | | | |
| VERTIMIENTO MACONDO/GRANIA | 13650 | 3760,32125 | 3760,321 | 0 | 3816,726 | 3873,97696 | 3873,977 | 3932,08614 | 3932,087 | 3991,067913 | 3991,067 | 3991,068 | | | | |
| V9,V10,V11,V12,V13 | 1825 | 1880,160625 | 1880,161 | 0 | 1908,363034 | 1908,363 | 1936,98848 | 1936,988 | 1966,043307 | 1966,043 | 1995,53957 | 1995,53957 | 1995,53957 | | | |
| VERTIMENTO GRUTA | 36500 | 37603,2125 | 37603,21 | 0 | 38167,26069 | 38167,26 | 38739,7696 | 38739,77 | 39320,86614 | 39320,867 | 39910,67913 | 39910,67913 | 39910,68 | | | |
| V14,V15,V16,17 | 1825 | 1880,160625 | 1880,161 | 0 | 1908,363034 | 1908,363 | 1936,98848 | 1936,988 | 1966,043307 | 1966,043 | 1995,53957 | 1995,53957 | 1995,53957 | | | |
| VERTIMENTO EL CUCHO | 36500 | 37603,2125 | 37603,21 | 0 | 38167,26069 | 38167,26 | 38739,7696 | 38739,77 | 39320,86614 | 39320,867 | 39910,67913 | 39910,67913 | 39910,68 | | | |
| VERTIMENTO MENTIDERO | 16425 | 16921,44563 | 16921,45 | 0 | 17175,26731 | 17175,27 | 17432,86312 | 17432,86 | 17694,58813 | 17694,589 | 17959,80731 | 17959,807 | 17959,81 | | | |
| V18,V19, V20, V21 | 1825 | 1880,160625 | 1880,161 | 0 | 1908,363034 | 1908,363 | 1936,98848 | 1936,988 | 1966,043307 | 1966,043 | 1995,53957 | 1995,53957 | 1995,53957 | | | |
| VERTIMENTO CANDICUE | 10950 | 11280,96375 | 11280,96 | 0 | 11450,18 | 11450,18 | 11621,93084 | 11621,93 | 11796,25984 | 11796,26 | 11973,20374 | 11973,20374 | 11973,2 | | | |
| SOLUCION | | | | | 115933,0543 | 115933,1 | 0 | 137672,0562 | 117672,1 | 0 | 119437,1309 | 119437,1309 | 101321,6 | 121228,6879 | 18184,3 | 103044,4 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

En la Grafica 37, se observa la relación de las metas de reducción de carga contaminante de DBO y SST en el primer quinquenio para el río Molinoyaco.

Grafica 37. Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Primer Quinquenio 2015 – 2019



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Para el segundo quinquenio 2020 – 2024, las metas de reducción en cuanto a carga contaminante de DBO para el río Molinoyaco son:

Tabla 79. Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Primer Quinquenio 2015 - 2019

| USUARIO | METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - SEGUNDO QUINQUENIO 2020 - 2023 | | | | | | | | | | | | 2024 | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|------------|----|------------|
| | 2020 | | | 2021 | | | 2022 | | | 2023 | | | 2024 | | | CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año) | | | | |
| | Carga Contaminante Proyectada 2020 | Carga Meta a Verter | REMOCION (%) | Propuesta de Reducción | Carga Contaminante Proyectada 2021 | Carga Meta a Verter | REMOCION (%) | Propuesta de Reducción | Carga Contaminante Proyectada 2022 | Carga Meta a Verter | REMOCION (%) | Propuesta de Reducción | Carga Contaminante Proyectada 2023 | Carga Meta a Verter | REMOCION (%) | Propuesta de Reducción | CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año) | | | |
| V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero autos | 3038,200449 | 3038,2 | 0% | 0 | 3083,773454 | 3083,773 | 0% | 0 | 3130,030058 | 3130,03 | 0% | 0 | 3176,980509 | 3176,981 | 0% | 0 | 3224,635216 | 3224,635 | 0% | 0 |
| V6,V7,V8 | 1519,160225 | 1519,1 | 0% | 1519,1 | 1541,886728 | 1541,886 | 0% | 1541,886 | 1565,015029 | 1565,015 | 0% | 1565,015 | 1588,490354 | 1588,490 | 0% | 1588,49 | 1612,317608 | 1612,318 | 0% | 1612,318 |
| VERTIMENTO MACONDIGO/GRANJA | 4050,9193932 | 4050,934 | 0% | 4050,934 | 4131,607941 | 4131,607 | 0% | 4131,607 | 4111,698 | 4111,698 | 0% | 4111,698 | 4173,373431 | 4173,373 | 0% | 4173,373 | 4235,974011 | 4235,974 | 0% | 4235,974 |
| V9,V10,V11,V12,V13 | 2025,466966 | 2025,467 | 0% | 2025,467 | 2055,848971 | 2055,849 | 0% | 2055,849 | 2086,686705 | 2086,686 | 0% | 2086,686 | 2117,987006 | 2117,987 | 0% | 2117,987 | 2149,756111 | 2149,757 | 0% | 2149,757 |
| V14,V15,V16,V17 | 4050,9193932 | 4050,934 | 0% | 4050,934 | 4131,607941 | 4131,607 | 0% | 4131,607 | 4111,698 | 4111,698 | 0% | 4111,698 | 4173,373431 | 4173,373 | 0% | 4173,373 | 4235,974011 | 4235,974 | 0% | 4235,974 |
| VIA V15,V16,57 | 2021,466966 | 2021,467 | 0% | 2021,467 | 2055,848971 | 2055,849 | 0% | 2055,849 | 2086,686705 | 2086,686 | 0% | 2086,686 | 2117,987006 | 2117,987 | 0% | 2117,987 | 2149,756111 | 2149,757 | 0% | 2149,757 |
| VERTIMENTO EL CUCHO | 4050,9193932 | 4050,934 | 0% | 4050,934 | 4131,607941 | 4131,607 | 0% | 4131,607 | 4111,698 | 4111,698 | 0% | 4111,698 | 4173,373431 | 4173,373 | 0% | 4173,373 | 4235,974011 | 4235,974 | 0% | 4235,974 |
| VERTIMENTO MENTOERO | 18229,20269 | 18229,2 | 0% | 18229,2 | 18502,64073 | 18502,64 | 0% | 18502,64 | 18780,18035 | 18780,180 | 0% | 18780,180 | 19061,88305 | 19061,88 | 0% | 19061,88 | 19347,81113 | 19347,81 | 0% | 19347,81 |
| V18,V19,V20,V21 | 2025,466966 | 2025,467 | 0% | 2025,467 | 2055,848971 | 2055,849 | 0% | 2055,849 | 2086,686705 | 2086,686 | 0% | 2086,686 | 2117,987006 | 2117,987 | 0% | 2117,987 | 2149,756111 | 2149,757 | 0% | 2149,757 |
| VERTIMENTO CANCUCU | 12152,30118 | 12152,3 | 0% | 12152,3 | 12335,06982 | 12335,069 | 0% | 12335,069 | 12520,12023 | 12520,12 | 0% | 12520,12 | 12707,92209 | 12707,92 | 0% | 12707,92 | 12996,54036 | 12996,54 | 0% | 12996,54 |
| SOLUCION | 123047,3382 | 123047,3382 | 0% | 123047,3382 | 124893,4825 | 124893,482 | 0% | 124893,482 | 126796,21793 | 126796,217 | 0% | 126796,217 | 128667,77306 | 128667,773 | 0% | 128667,773 | 130597,79983 | 130597,799 | 0% | 130597,799 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

En la Grafica 38, se observa la relación de las metas de reducción de carga contaminante de DBO y SST en el segundo quinquenio para el río Molinoyaco.

Grafica 38. Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Segundo Quinquenio
2020 - 2024



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.7 Tasa Retributiva

La Tasa Retributiva es el precio que cobra el Estado por permitir la utilización de los cuerpos de agua como receptor de vertimientos puntuales, además es un instrumento económico que promueve la Producción Más Limpia como alternativa más productiva y menos costosa para reducir los vertimientos, está reglamentado por los Decretos 901 de 1997, 3100 de 2003 y 3440 de 2004.

El objetivo del cobro de Tasa Retributiva es principalmente Incentivar al usuario a la implementación de producción más limpia y la Construcción y/o optimización de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Además de los beneficios que obtiene el río por la disminución de contaminantes, el usuario presenta beneficios económicos por la disminución en el valor del pago por tasa retributiva, a continuación se presentan los cálculos para los vertimientos domésticos e industriales, teniendo en cuenta las remociones en carga propuestas en el presente documento.

8.7.1 ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MÍNIMA.

Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2024 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kilogramo/año vertidas acorde con el Escenario Tendencial modelado.

El escenario de cobro se presentaría en el caso de que no se implementara el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Rio Molinoyaco y continúen efectuándose las descargas en las mismas condiciones evidenciadas en el escenario actual considerando el aumento gradual de la contaminación debido al crecimiento poblacional de la zona.

El valor total de la Tasa Retributiva con Tarifa Mínima para el cauce principal del Rio Molinoyaco en el año 2024 sería de: DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MILLONES TRECIENTOS SESENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS (\$253.366.444.oo).

Tabla 80. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario con cobro de Tarifa Mínima.

| USUARIO | PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HIDRICO - RIO MOLINOYACO | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|-----------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|
| | PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINTENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA | | | | | | | | | |
| | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | |
| | DBOS | SST | DBOS | SST | DBOS | SST | DBOS | SST | DBOS | SST |
| U1-V2-V3 VALLES Llanedoso-Autón | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 |
| UR-VT-VB | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 |
| VERTIMIENTO MACONDO-CORANJA | 3.760 | \$ 3.780 | 3.810 | \$ 3.830 | 3.840 | \$ 3.870 | 3.870 | \$ 3.900 | 3.900 | \$ 3.930 |
| VERTIMIENTO VITICULTURA | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VERTIMIENTO GRIEGA | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 |
| VIA-VS-VT-VT | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VERTIMIENTO EL CUCHU | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 |
| VERTIMIENTO MACHALI | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VERTIMIENTO MACHALI | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VIA-VS-VB-VB-VB | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VERTIMENTO CANDICUZ | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 |
| TOTAL | | \$ 20.809.308,8 | | \$ 21.544.056,07 | | \$ 22.529.324,32 | | \$ 23.549.180,31 | | \$ 24.619.406,92 |
| | \$112.449.248 | | | | | | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 81. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario con cobro de Tarifa Mínima.

| USUARIO | PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HIDRICO - RIO MOLINOYACO | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|
| | PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINTENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA | | | | | | | | | |
| | 2020 | | 2021 | | 2022 | | 2023 | | 2024 | |
| | DBOS | SST | DBOS | SST | DBOS | SST | DBOS | SST | DBOS | SST |
| U1-V2-V3 VALLES Llanedoso-Autón | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 |
| UR-VT-VB | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 | 1.410 | \$ 1.420 |
| VERTIMIENTO MACONDO-CORANJA | 3.760 | \$ 3.780 | 3.810 | \$ 3.830 | 3.840 | \$ 3.870 | 3.870 | \$ 3.900 | 3.900 | \$ 3.930 |
| VERTIMENTO VITICULTURA | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VERTIMENTO GRIEGA | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 |
| VIA-VS-VT-VT | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VERTIMIENTO EL CUCHU | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 | 37.603 | \$ 37.603 |
| VERTIMIENTO MACHALI | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VIA-VS-VB-VB-VB | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 | 1.880 | \$ 1.880 |
| VERTIMENTO CANDICUZ | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 | 11.281 | \$ 11.281 |
| TOTAL | | \$ 20.862.244,99 | | \$ 21.628.635,85 | | \$ 22.647.199,35 | | \$ 23.647.180,93 | | \$ 24.660.422,92 |
| | \$148.517.196 | | | | | | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.7.2 ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE DESCONTAMINACIÓN.

Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2024 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kilogramo/año vertidas sin cumplir con los valores reglamentados en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

El escenario de cobro se presentaría en el caso que este en aplicación el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Rio Molinoyaco y que los usuarios estén incumpliendo con la Reglamentación de Vertimientos y Metas de Descontaminación ahí aprobadas.

Considerando la aplicación de un factor regional por el incumplimiento anual de las Metas de Descontaminación, el valor total de la Tasa Retributiva para el cauce principal del Rio

Molinoyaco en el año 2024 seria de: QUINIENTOS SESENTA Y OCHO MILLONES NOVENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS (\$568.099.599.00).

Tabla 82. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario sin cumplimiento de metas

| USUARIO | PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINTENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | |
| | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua SST | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA |
| V1/V2/V3/V4/V5 Lavadero autos | 1.420 | \$ 7.820 | 1.420 | \$ 7.110 | 1.420 | \$ 5.645,65 | 1.420 | \$ 4.547,20 | 1.420 | \$ 3.621,50 |
| V6/V7/V8 | 1.410 | \$ 2.485.305,5 | 1.410 | \$ 2.228 | 1.410 | \$ 1.726.518,13 | 1.410 | \$ 1.419,53 | 1.410 | \$ 1.096.460,40 |
| VERTIMENTO MACONDORGRANJA | 3.760 | \$ 3.760 | 1.662.148,1 | \$ 2616.726,07 | 3.816.726,07 | \$ 1.625.381,68 | 3.816.726,07 | \$ 387,919,68 | 3.816.726,07 | \$ 1.685.227,73 |
| VERTIMENTO GRUTA | 37.863 | \$ 37.863 | 31.040.487,3 | \$ 31.040.487,3 | 16.905.330,03 | \$ 16.905.330,03 | 16.905.330,03 | \$ 16.905.330,03 | 16.905.330,03 | \$ 15.837.777,53 |
| V14/V15/V16/V17 | 1.880 | \$ 1.880 | 3.317.047,1 | \$ 1908.363,03 | 1908.363,03 | \$ 1.822.680,84 | 1908.363,03 | \$ 1906.988,48 | 1906.988,48 | \$ 908.413,73 |
| VERTIMENTO EL CUCHU | 37.603 | \$ 37.603 | 6.621.487,3 | \$ 6.621.487,3 | 5.818,967 | \$ 16.253.891,75 | 5.818,967 | \$ 16.992.552,75 | 5.818,967 | \$ 16.893.277,53 |
| VERTIMENTO MINTERCERO | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 |
| V18/V19/V20_V21 | 1.261 | \$ 1.261 | 3.031.024,1 | \$ 1908.363,03 | 1908.363,03 | \$ 1.822.680,84 | 1908.363,03 | \$ 1906.988,48 | 1906.988,48 | \$ 908.413,73 |
| VERTIMENTO CANDICÚ | 11.261 | \$ 11.261 | 1.986.444,4 | \$ 11450.1782 | 11450.1782 | \$ 4.876.145,03 | 11450.1782 | \$ 5.097.765,82 | 11450.1782 | \$ 5.329.459,27 |
| TOTAL | | | | | | \$ 20.609.360,6 | | \$ 52.899.326,36 | | \$ 57.293.139,97 |
| | | | | | | | | | | \$ 71.806.213,18 |
| | | | | | | 5231.188,03 | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 83. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario sin cumplimiento de metas

| USUARIO | PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINTENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| | 2020 | | 2021 | | 2022 | | 2023 | | 2024 | |
| | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua SST | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA | CARGA Agua DBO | VALOR TASA RETIRUTIVA |
| V1/V2/V3/V4/V5 Lavadero autos | 16.519,10 | \$ 16.519,10 | 5.128.114,52 | \$ 1541.89 | 5.645,65 | \$ 1.761.207,33 | 1565.02 | \$ 1.965,02 | 1.793,64 | \$ 1.588,49 |
| VERTIMENTO VIT | 40.961 | \$ 40.961 | 1.096.305,5 | \$ 1.096.305,5 | 40.961 | \$ 3.031.024,1 | 40.961 | \$ 3.031.024,1 | 40.961 | \$ 3.031.024,1 |
| VERTIMENTO MACONDORGRANJA | 2025,47 | \$ 2025,47 | 19.010.810,37 | \$ 2055,85 | 2055,85 | \$ 1.014.943,11 | 2086,69 | \$ 2086,69 | 2117,99 | \$ 11029,98 |
| VERTIMENTO GRUTA | 40509,34 | \$ 40509,34 | 9.194.163,87 | \$ 9.116,98 | 9.116,98 | \$ 26.298.862,14 | 41733,73 | \$ 41733,73 | 5.21.291.446,47 | \$ 42359,74 |
| V14/V15/V16/V17 | 2025,47 | \$ 2025,47 | 19.010.810,37 | \$ 2055,85 | 2055,85 | \$ 1.014.943,11 | 2086,69 | \$ 2086,69 | 2117,99 | \$ 11029,98 |
| VERTIMENTO EL CUCHU | 40509,34 | \$ 40509,34 | 9.194.163,87 | \$ 9.116,98 | 9.116,98 | \$ 26.298.862,14 | 41733,73 | \$ 41733,73 | 5.21.291.446,47 | \$ 42359,74 |
| VERTIMENTO MINTERCERO | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 | 16.520 | \$ 16.520 |
| V18/V19/V20_V21 | 2025,47 | \$ 2025,47 | 1.986.444,4 | \$ 970.819,37 | 2055,85 | \$ 1.014.943,11 | 2086,69 | \$ 2086,69 | 2117,99 | \$ 11029,98 |
| VERTIMENTO CANDICÚ | 12152,80 | \$ 12152,80 | 5.824.919,20 | \$ 12353,09 | 12353,09 | \$ 8.089.658,64 | 12520,12 | \$ 12520,12 | 12707,92 | \$ 12886,54 |
| TOTAL | | | \$ 60.433.505,97 | | | \$ 83.182.209,40 | | | \$ 66.051.453,63 | |
| | | | | | | | | | | \$ 69.033.900,85 |
| | | | | | | | | | | \$ 72.102.294,10 |
| | | | | | | 5339.911,969 | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.7.3 ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE DESCONTAMINACIÓN.

Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2024 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kilogramo/año vertidas cumpliendo con los valores reglamentados en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

El escenario de cobro se presentaría en el caso que este en aplicación el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Rio Molinoyaco y que los usuarios estén cumpliendo con la Reglamentación de Vertimientos y Metas de Descontaminación ahí aprobadas, debido a la materialización de los proyectos de construcción del interceptor y de la planta de tratamiento.

El valor total de la Tasa Retributiva con Cumplimiento de Metas de Descontaminación para el cauce principal de la quebrada Miraflores en el año 2021 seria de: NOVENTA Y SEIS MILLONES NOVECIENTOS DIECINUEVE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS (\$96.919.258,00).

Por lo tanto desde el punto de vista económico, la aplicación y cumplimiento del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Rio Molinoyaco reduce notablemente el valor de la Tasa Retributiva a pagar por parte de cada uno de los usuarios de vertimientos identificados.

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO RIO MOLINOYACO 2013

Tabla 84. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019 Escenario con cumplimiento de metas

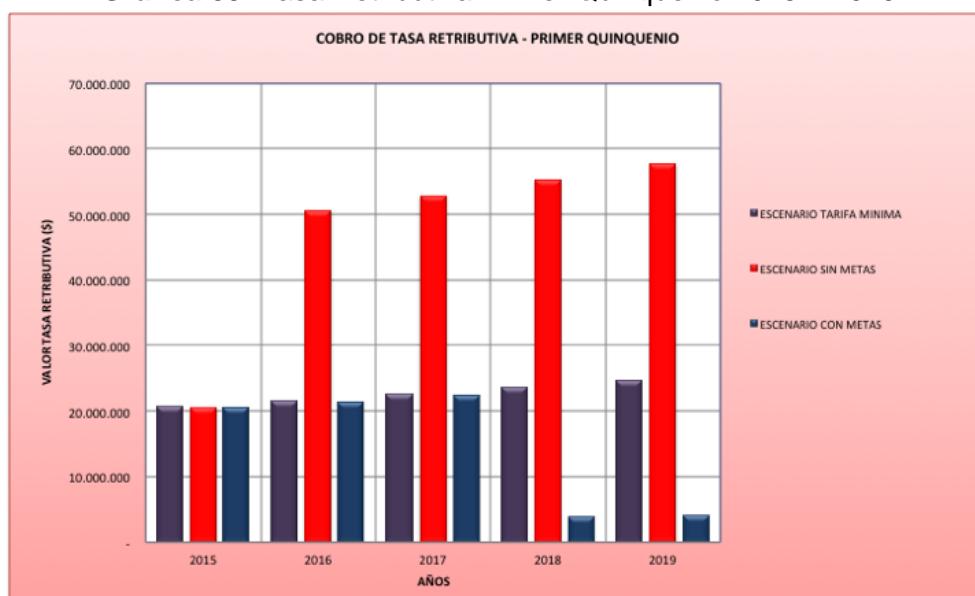
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 85. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024 Escenario con cumplimiento de metas

| USUARIO | PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINCENERO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS | | | | | | | | 2024 | |
|------------------------------|---|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|------------------------|---------------|------------------------|-----------------|
| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | CARGA kg/aflo | VALOR TASA RETRIBUTIVA | CARGA kg/aflo | VALOR TASA RETRIBUTIVA | |
| C1312.V3.V4-V5 Levadizo auto | 3038,20 | 3038,20 | \$ 620.201,42 | 3083,77 | 3083,77 | \$ 648.309,58 | \$ 130.03 | \$ 67.755,82 | 3.177 | 75866,57 |
| CEV7.V8 | | | | | | | | | | \$ 324,64 |
| CERTIMENTO MACDONALDGRANJA | | | | | | | | | | \$ 324,64 |
| CPT1.V12.V13 | | | | | | | | | | \$ 740.816,57 |
| CPT14.V15.V16,17 | | | | | | | | | | |
| CERTIMENTO CUCHO | | | | | | | | | | |
| CERTIMENTO MENTERO | | | | | | | | | | |
| V18.V19_V20,_V21 | | | | | | | | | | |
| CERTIMENTO CANDICUZ | | | | | | | | | | |
| SOLUCION | 18457,07 | 18457,07 | \$ 3.767.723,83 | 18733,92 | 18733,92 | \$ 3.808.966,67 | 19014,83 | 19014,83 | \$ 4.117.599,71 | 19300,16 |
| TOTAL | | | \$ 6.367.925,00 | | | \$ 4.687.356,25 | | | \$ 4.795.651,59 | \$ 5.013.823,04 |
| | | | | | | \$34.326,657 | | | | \$ 241.701,13 |

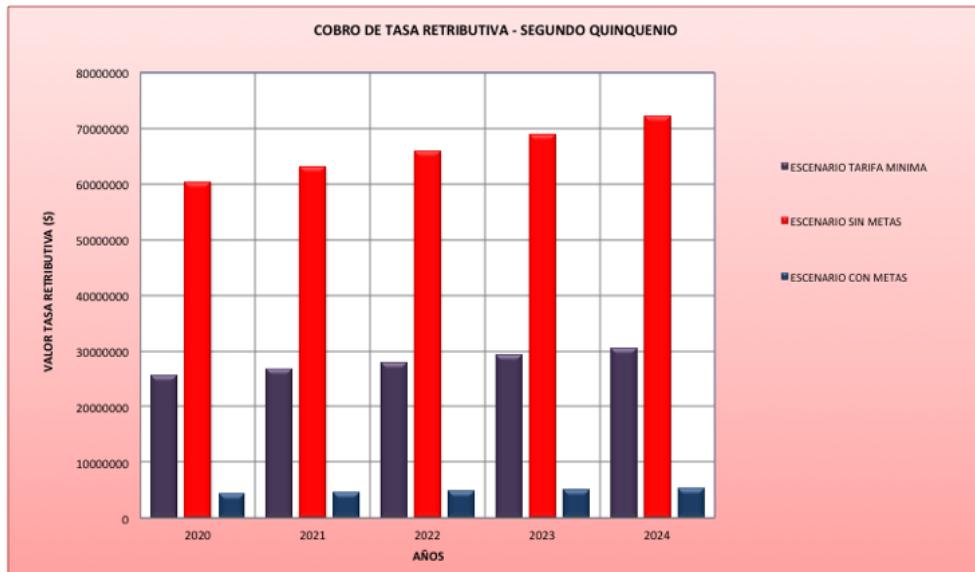
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Grafica 39. Tasa Retributiva Primer Quinquenio 2015 – 2019



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Grafica 40. Tasa Retributiva Segundo Quinquenio 2020 – 2024



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.8 PROGRAMAS Y PROYECTOS

Gracias a la necesidad de generar proyectos que mitiguen los posibles riesgos asociados a la cantidad y calidad del recurso, es necesario, definir líneas de acción encaminadas a la preservación del río Molinoyaco.

Teniendo en cuenta los riesgos identificados, a continuación se presenta las líneas de acción para la generación de los proyectos:

Descontaminación y Recuperación de la Calidad del río Molinoyaco: agrupa proyectos encaminados a la construcción de un interceptor y de una Planta de Tratamiento, esto permitirá recuperar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del río, además cumplir con los Objetivos de Calidad trazados para la satisfacción de los usos definidos.

Protección y Conservación de la Calidad y Cantidad del río Molinoyaco: agrupa proyectos dirigidos al mantenimiento de la calidad del agua en los tramos del río que cumplen con los criterios de calidad para la satisfacción de los usos definidos. Incluye también los proyectos encaminados a la protección y restauración de la red hidráulica.

Fortalecimiento Institucional: Se encamina a alcanzar la sostenibilidad técnica, financiera y operativa de las empresas de servicios públicos, que permita la participación de la misma como actor importante en la ejecución del PORH del río Molinoyaco.

Gestión Integral del Riesgo: agrupa las acciones que deben tenerse en cuenta para la mitigación de los riesgos asociados a cantidad y calidad del recurso hídrico, identificados en la etapa de Diagnóstico.

Seguimiento y Monitoreo al Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Molinoyaco: agrupa las acciones de control y monitoreo que deben efectuarse por parte de los actores involucrados para verificar el cumplimiento de los compromisos de descontaminación y de reducción de cargas contaminantes.

8.8.1 FUENTES DE FINANCIACIÓN

Las fuentes de financiación contempladas para la materialización de los programas y proyectos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Río Molinoyaco, son las siguientes:

- ✓ **Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO:** los recursos a destinar, provendrán del Plan de Manejo y Ordenación de las Cuencas Hidrográficas del recaudo de la Tasa Retributiva de los usuarios de vertimientos de la Subcuenca Río Molinoyaco.
- ✓ **Alcaldías Municipales- MUNICIPIOS:** Dependiendo del área de jurisdicción Municipal, los recursos a destinar provendrán del Sistema General de Participaciones en los campos de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- ✓ **Gobernación de Nariño - DEPARTAMENTO:** la Gobernación del Departamento podría destinar recursos por medio del presupuesto destinado a proyectos Municipales dirigidos por las Secretarías Departamentales según el campo de acción.
- ✓ **NACIÓN:** los recursos a portar por parte del estado pueden provenir principalmente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible resaltando la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN en lo que respecta a los proyectos formulados en el Santuario de Flora y Fauna Galeras.
- ✓ **Usuarios de Vertimientos y Concesiones de Aguas:** cada usuario, sea de Permiso de Vertimientos o Concesión de Aguas deberá efectuar e invertir los recursos necesarios para cumplir con los requerimientos de la Autoridad Ambiental enfocados al cumplimiento de la Normatividad Ambiental vigente.

8.8.2 DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Este programa contempla la construcción de un interceptor y de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para el casco urbano del municipio de El Tambo.

FICHA 49. Ficha del Proyecto – Construcción Interceptor El Tambo

| PROGRAMA 1 |
|--|
| DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO |
| PROYECTO No. 1 |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción de un interceptor que unifique los vertimientos de aguas residuales existentes en el casco urbano de el municipio de El Tambo. |
| DIAGNOSTICO: Las descargas de aguas residuales puntuales y del sistema de alcantarillado del casco municipal de El Tambo han ocasionado el deterioro a la calidad del agua del Río Molinoyaco. |
| JUSTIFICACION: Disminuir los focos de contaminación existentes en el casco urbano. |
| DESCRIPCION DEL PROYECTO: Se construirá un interceptor que unifique los vertimientos de aguas residuales. |
| OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Instalación de tubería sanitaria que permita la conducción de los vertimientos de aguas residuales hacia un interceptor, el cual se construirá, con el fin de unificar los vertimientos existentes en la parte Media del Rio Molinoyaco. |
| TIEMPO DE EJECUCION: 3 años. |
| RECURSOS NECESARIOS |
| ECONÓMICOS: \$ 480.000.000 |
| RESPONSABLES: Alcaldía de El Tambo, Empresas de Servicios Públicos de El Tambo, Sistema General de Planeación, Secretaría de Infraestructura Departamental. |
| FUENTES DE FINANCIACION: Corponariño, Gobernación de Nariño. |
| BENEFICIOS: Disminución de los focos de contaminación del Rio Molinoyaco. |
| INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Puntos de vertimientos eliminados/ Puntos vertimientos iniciales)*100. |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 85. Fuentes de Financiación

| PROGRAMA | AÑO DE EJECUCION | PROYECTO | FUENTES DE FINANCIACION | | | |
|---|------------------|---|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| | | | COSTO TOTAL (Pesos) | FUENTES DE FINANCIACION | % DE PARTICIPACION | COSTO DE PARTICIPACION (Pesos) |
| DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO | 2016 | Construcción de un interceptor que unifique los vertimientos de aguas residuales existentes en el casco urbano de el municipio de El Tambo. | \$480.000.000,00 | CORPONARIÑO | 10 | \$48.000.000,00 |
| | | | | SGP | 30 | \$144.000.000,00 |
| | | | | GOBERNACION | 25 | \$120.000.000,00 |
| | | | | NACION | 35 | \$168.000.000,00 |
| | | | | TOTAL | 100 | \$480.000.000,00 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

A continuación se indica el cuadro de donde se sacaron los valores para determinar el Costo total de la PTAR para el municipio de El Tambo proyectando la población inicial a 25 años y definiendo el sistema de tratamiento óptimo definido según el PSMV del municipio y la información levantada en campo por el equipo técnico de la subdirección de Conocimiento y Evaluación Ambiental de la Corporación Autónoma Regional.

Tabla 86. Costos directos de inversión para sistemas de tratamiento de aguas residuales

| PROCESO | (\$/HAB) | | (US \$ /HAB) | |
|----------------------|----------|---------|--------------|--------|
| | MÍNIMO | MÁXIMO | MÍNIMO | MÁXIMO |
| Preliminar | 4,400 | 17,600 | 2 | 8 |
| Primario | 44,000 | 66,000 | 20 | 30 |
| Lagunas | 22,000 | 66,000 | 10 | 30 |
| Filtros percoladores | 66,000 | 132,000 | 30 | 60 |
| Lodos activados | 88,000 | 264,000 | 40 | 120 |
| UASB | 44,000 | 88,000 | 20 | 40 |

Fuente.Gestión para el Manejo Tratamiento y Disposición final de las Aguas Residuales,
Ministerio de Medio Ambiente 2002

FICHA 50. Ficha del Proyecto – Construcción PTAR El Tambo

| PROGRAMA 1 | |
|---|--|
| DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO | |
| PROYECTO No. 2 | |
| <p>NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales para el casco urbano del municipio de El Tambo.</p> | |
| <p>DIAGNOSTICO: Las descargas de aguas residuales puntuales y del sistema de alcantarillado del casco municipal de El Tambo han ocasionado el deterioro a la calidad del agua del Río Molinoyaco.</p> | |
| <p>JUSTIFICACION: Cumplir con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidas por la autoridad ambiental.</p> | |
| <p>DESCRIPCION DEL PROYECTO: Se diseñara y construirá una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes del interceptor construido para las aguas residuales domesticas del casco urbano del municipio de El Tambo.</p> | |
| <p>OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Estudios y diseños, compra de predios, inicio PTAR y seguimiento y monitoreo para cada actividad.</p> | |
| <p>TIEMPO DE EJECUCION: 5 años.</p> | |
| RECURSOS NECESARIOS | |
| <p>ECONÓMICOS: \$ 1.500.000.000</p> | |
| <p>RESPONSABLES: Alcaldía de El Tambo, Empresas de Servicios Públicos de El Tambo, Secretaria de Planeación Departamental, Secretaria de Infraestructura Departamental.</p> | |
| <p>FUENTES DE FINANCIACION: Corponariño, Gobernación de Nariño, SGP.</p> | |
| <p>BENEFICIOS: Disminución cargas contaminantes de contaminación del Rio Molinoyaco y recuperación de la calidad del cuerpo hidrico para avanzar en elos cumplimientos de los objetivos de calidad.</p> | |
| <p>INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Carga DBO proyectada año - Carga meta a verter DBO / Carga proyectada año DBO)*100.</p> | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 85. Fuentes de Financiación

| PROGRAMA | AÑO DE EJECUCION | PROYECTO | COSTO TOTAL (Pesos) | FUENTES DE FINANCIACION | | |
|---|------------------|---|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| | | | | FUENTES DE FINANCIACION | % DE PARTICIPACION | COSTO DE PARTICIPACION (Pesos) |
| DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO | 2018 | Construcción de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales para el casco urbano del municipio de El Tambo. | \$ 1.500.000.000,00 | CORPONARIÑO | 10 | \$150.000.000,00 |
| | | | | SGP | 25 | \$375.000.000,00 |
| | | | | GOBERNACION | 25 | \$375.000.000,00 |
| | | | | NACION | 40 | \$600.000.000,00 |
| | | | | TOTAL | 100 | \$1.500.000.000,00 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.8.3 Protección y Conservación de la Calidad del Rio Molinoyaco

Este programa contempla la recuperación de la ronda hídrica del cauce principal del río Rio Molinoyaco, se proyecta realizar reforestaciones y de esta manera lograr la conservación del recurso hídrico, para tal fin se pretende realizar concertaciones con la comunidad indígena de la zona, para la adquisición de los predios a reforestar y con la ventaja de que las especies sean nativas y/o de aprovechamiento forestal.

FICHA 51. Ficha del Proyecto – Educación y sensibilización El Tambo

| PROGRAMA 2 |
|--|
| PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO MOLINOYACO |
| PROYECTO No. 1 |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico |
| DIAGNOSTICO: La comunidad del municipio no manifiesta una cultura ambiental, en pro de la conservación y protección del recurso hídrico. |
| JUSTIFICACION: Debido al deterioro en la calidad del Rio Molinoyaco es necesario, realizar el acompañamiento a la comunidad en jornadas de capacitación definiendo previamente temas a tratar durante el proceso de seguimiento y monitoreo. |
| DESCRIPCION DEL PROYECTO: La Comunidad del Municipio de El Tambo, ha desarrollado sensibilidad ambiental reduciendo la cantidad de aguas residuales, mediante las buenas prácticas en torno al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico y la participación dentro de la integralidad del servicio de acueducto y alcantarillado |
| OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: |
| <ul style="list-style-type: none"> → Talleres de capacitación sobre el adecuado manejo del recurso hídrico, dirigidos a sectores tales como beneficiaderos de café, lavaderos de cabuya y marraneras. → Talleres de capacitación sobre el adecuado manejo del recurso hídrico, dirigidos a la comunidad en general del casco urbano. |
| TIEMPO DE EJECUCION: 10 años |
| RECURSOS NECESARIOS |
| ECONÓMICOS: \$ 250.000.000 |
| RESPONSABLES: Alcaldía de El Tambo, Corponariño, Empresa de Servicios Públicos, comunidad beneficiada. |
| FUENTES DE FINANCIACION: Corponariño, Gobernación de Nariño, SGP. |
| BENEFICIOS: Comunidad sensibilizada en el tema relacionado con el PORH. |
| INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Actividades ejecutadas del Programa de Educación Ambiental / Actividades programadas del Programa de Educación Ambiental)*100 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 86. Fuentes de Financiación

| FUENTES DE FINANCIACION | | | | | | |
|---|------------------|---|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| PROGRAMA | AÑO DE EJECUCION | PROYECTO | COSTO TOTAL (Pesos) | FUENTES DE FINANCIACION | % DE PARTICIPACION | COSTO DE PARTICIPACION (Pesos) |
| PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO MOLINOYACO | 2023 | Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico | \$250.000.000,00 | CORPONARIÑO | 10 | \$25.000.000,00 |
| | | | | GOBERNACION DE NARIÑO | 10 | \$25.000.000,00 |
| | | | | SGP | 80 | \$200.000.000,00 |
| | | | | TOTAL | 100 | \$250.000.000,00 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

FICHA 52. Ficha del Proyecto – Recuperación Ronda Hídrica Rio Molinoyaco

| PROGRAMA 2 |
|--|
| PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO MOLINOYACO |
| PROYECTO No. 2 |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Recuperación de la ronda hídrica del Rio Molinoyaco. |
| DIAGNOSTICO: La invasión de la ronda hídrica por asentamientos y construcción de viviendas, ha generado la pérdida de cobertura vegetal, deteriorando la calidad del recurso y generando riesgo al entorno. |
| JUSTIFICACION: En la parte alta y media se ve la necesidad de recuperar la ronda hídrica por el deterioro de la capa vegetal además del riesgo de inundación y por ende perdida de cultivos y viviendas. |
| DESCRIPCION DEL PROYECTO: Recuperación de ronda hídrica a través de reforestaciones con especies nativas y/o aprovechamiento forestal. |
| OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Compra y adquisición de predios, adquisición de material vegetal, siembra, mantenimiento, seguimiento y monitoreo. |
| TIEMPO DE EJECUCION: 0 – 10 años |
| RECURSOS NECESARIOS |
| ECONÓMICOS: \$ 200.000.000 |
| RESPONSABLES: Alcaldía de El Tambo, Corponariño, Empresa de Servicios Públicos y comunidad beneficiada. |
| FUENTES DE FINANCIACION: Corponariño, Gobernación de Nariño, SGP. |
| BENEFICIOS: Recuperación de la ronda hídrica en la parte alta y media del río Molionyaco, mejorando la calidad del recurso. |
| INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Km de Ronda Hídrica Recuperada/ Km de Ronda Hídrica)*100. |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 87. Fuentes de Financiación

| FUENTES DE FINANCIACION | | | | | | |
|---|------------------|--|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| PROGRAMA | AÑO DE EJECUCION | PROYECTO | COSTO TOTAL (Pesos) | FUENTES DE FINANCIACION | % DE PARTICIPACION | COSTO DE PARTICIPACION (Pesos) |
| PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO MOLINOYACO | 2023 | Recuperación de la ronda hidrica del Rio Molinoyaco. | \$200.000.000,00 | CORPONARIÑO | 10 | \$20.000.000,00 |
| | | | | GOBERNACION DE NARIÑO | 10 | \$20.000.000,00 |
| | | | | SGP | 80 | \$160.000.000,00 |
| | | | | TOTAL | 100 | \$200.000.000,00 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.8.4 Fortalecimiento Institucional

FICHA 53. Ficha del Proyecto – Recuperación Ronda Hídrica Rio Molinoyaco

| PROGRAMA 3 |
|--|
| FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL |
| PROYECTO No. 1 |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Fortalecimiento institucional de la empresa de servicios públicos de El Tambo. |
| DIAGNOSTICO: La empresa de servicios públicos de El Tambo, prestan el servicio de acueducto y alcantarillado, sin embargo se requiere revisar su estructura tarifaria encaminada a cumplir costos relacionados con la ejecución del plan maestro. |
| JUSTIFICACION: Teniendo en cuenta la colaboración prestada por la empresa de servicios públicos de El Tambo, en la formulación y ejecución del PORH 2013, es necesario consolidar aspectos técnicos, financieros, operativos y administrativos que permitan la gestión eficiente de la empresa a fin de garantizar la actividad y proyectos del plan. |
| OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Revisión y propuesta de estructura tarifaria, consolidación de una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa en la empresa |
| TIEMPO DE EJECUCION: 5 años |
| RECURSOS NECESARIOS |
| ECONÓMICOS: \$ 150.000.000 |
| RESPONSABLES: Alcaldia de El Tambo, Empresa de Servicios Públicos de El Tambo. |
| FUENTES DE FINANCIACION: SGP. |
| BENEFICIOS: Empresas fortalecidas técnica, operativa, administrativa y financieramente. |
| INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Actividades realizadas en Proceso Fortalecimiento Institucional / Actividades programadas en Proceso Fortalecimiento Institucional)*100 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 88. Fuentes de Financiación

| FUENTES DE FINANCIACION | | | | | | |
|-------------------------------|------------------|--|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| PROGRAMA | AÑO DE EJECUCION | PROYECTO | COSTO TOTAL (Pesos) | FUENTES DE FINANCIACION | % DE PARTICIPACION | COSTO DE PARTICIPACION (Pesos) |
| FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL | 2018 | Fortalecimiento institucional de la empresa de servicios públicos de El Tambo. | \$150.000.000,00 | SGP | 100 | \$150.000.000,00 |
| | | | | TOTAL | 100 | \$150.000.000,00 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.8.5 Gestión del Riesgo

FICHA 54. Ficha del Proyecto – Recuperación Ronda Hídrica Rio Molinoyaco

| PROGRAMA 4 |
|--|
| GESTION DEL RIESGO |
| PROYECTO No. 1 |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal del Rio Molinoyaco. |
| DIAGNOSTICO: La gestión integral del recurso hídrico está relacionado con el manejo y gestión del déficit y del exceso de agua, asociado a la gestión de las fuentes hídricas deterioradas, el crecimiento no planificado de la demanda sobre una oferta neta limitada, a conflictos por el uso del agua y, a las deficientes e inadecuadas acciones para la gestión del riesgo por eventos socio-naturales que aumentan la vulnerabilidad del recurso. |
| JUSTIFICACION: La vulnerabilidad del recurso está relacionada con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener la capacidad hidrológica actual ante posibles alteraciones climáticas y a la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento y distribución frente a la reducción de la oferta y disponibilidad del agua. |
| OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Muros de Contención en lugares de amenaza de deslizamiento y zonas de inundación |
| TIEMPO DE EJECUCION: 5 años |
| RECURSOS NECESARIOS |
| ECONÓMICOS: \$ 100.000.000 |
| RESPONSABLES: : Alcaldía de El Tambo, Empresa de Servicios Públicos de El Tambo. |
| FUENTES DE FINANCIACION: SGP. |
| BENEFICIOS: Recuperación ronda hídrica, Protección de viviendas asentadas a la orilla de cauce principal, Protección de zonas con bosques primarios - secundarios |
| INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Proyectos mitigación ejecutados / Proyectos mitigación programados)*100 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 89. Fuentes de Financiación

| FUENTES DE FINANCIACION | | | | | | |
|-------------------------|------------------|---|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| PROGRAMA | AÑO DE EJECUCION | PROYECTO | COSTO TOTAL (Pesos) | FUENTES DE FINANCIACION | % DE PARTICIPACION | COSTO DE PARTICIPACION (Pesos) |
| GESTION DEL RIESGO | 2018 | Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal del Rio Molinoyaco. | \$100.000.000,00 | SGP | 100 | \$100.000.000,00 |
| | | | | TOTAL | 100 | \$100.000.000,00 |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.9 EVALUACION Y SEGUIMIENTO A GESTION DEL RIESGO

Teniendo en cuenta los riesgos identificados en el Capítulo de Diagnóstico, a continuación se presenta las acciones para su mitigación:

Tabla 89. Riesgos Rio Molinoyaco

| FACTOR DE RIESGO | DESCRIPCION DEL RIESGO | TIPO DE RIESGO |
|---|--|----------------|
| Agua | El municipio cuenta con una planta de tratamiento de agua potable la cual se abastece de las partes altas de los Ríos Molinoyaco y Saracancho. | MEDIO |
| Excretas y Aguas residuales domésticas | No existe planta de tratamiento de aguas residuales domésticas | ALTO |
| Alimentos | La mala calidad del agua de riego en la parte del casco urbano utilizada en la agricultura de la región hace que exista riesgo al consumir alimentos cosechados en la zona | ALTO |
| Ambiente inmediato | Existen viviendas aledañas al cauce principal del Rio Molinoyaco, las cuales tienen una alta contaminación visual y de olores, además en épocas de invierno en la parte del casco urbano se presentan inundaciones debido al desborde del rio. | ALTO |
| Desechos sólidos domésticos | Existe una cobertura parcial de recolección de residuos sólidos domésticos. En la orilla del Rio Molinoyaco hay depósito de residuos sólidos. | ALTO |
| Inundaciones y deslizamientos | Se presentan riesgos de inundaciones en las zonas cercanas al cauce principal del Rio Molinoyaco, en la parte baja debido a la inestabilidad del suelo y debido al cañón que atraviesa el Rio es una zona propensa a deslizamientos. | ALTO |
| Vectores de enfermedad | La mala calidad del agua debido a vertimientos de aguas residuales, y la falta de control en el mal manejo residuos, desatan en los habitantes del municipio enfermedades causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en las aguas. | ALTO |
| Deterioro de los recursos naturales y los ecosistemas | Los recursos naturales y ecosistemas se ven afectados debido a la contaminación en el cuerpo de agua que ha ocasionado que el recurso se deteriore. | ALTO |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

8.10 INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Los mecanismos de seguimiento y evaluación al PORH del Rio Molinoyaco, corresponden a un conjunto de indicadores que permiten monitorear el nivel de avance y cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en sus respectivos programas y proyectos.

El sistema de seguimiento y evaluación promueve la necesidad de avanzar al desarrollo de una cultura de la medición, la cual permitirá de una manera concreta expresar los

avances y logros del plan y generar una base de información que cuenta a nivel nacional y regional de los resultados e impactos alcanzados.

A continuación se presenta los reportes de indicadores para cada ficha de proyecto:

FICHA 55. Indicador Programa Educacion y Sensibilización

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO | |  | | |
| REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES RIO MOLINOYACO | | | | |
| NOMBRE DEL INDICADOR | Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico | | | |
| TIPO DE INDICADOR | Gestión - Efectividad | | | |
| FORMULA PARA EL CALCULO | (Actividades ejecutadas del Programa de Educación Ambiental / Actividades programadas del Programa de Educación Ambiental)*100 | | | |
| UNIDAD DE MEDIDA | Porcentaje (%) | | | |
| META | Porcentaje de Actividades ejecutadas del Programa de Educacion Ambiental | | | |
| PERIODO DE MEDICION | Anual | | | |
| CALCULO DEL INDICADOR | 100% | | | |
| PRESENTACION DE RESULTADOS | | | | |
| El indicador representa el porcentaje total de actividades ejecutadas en un periodo comprendido de 0 - 10 años en los programas ambientales programados anualmente y definidos segun la necesidad de la comunidad del Municipio de El Tambo relacionada al deterioro en la calidad del Rio Molinoyaco. | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

FICHA 56. Indicador Programa Protección Ronda Hídrica

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO | |  | | |
| REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES RIO MOLINOYACO | | | | |
| NOMBRE DEL INDICADOR | Porcentaje de Ronda Hidrica recuperada en el cauce del Rio Molinoyaco | | | |
| TIPO DE INDICADOR | Gestión - Efectividad | | | |
| FORMULA PARA EL CALCULO | (Km Ronda Hidrica Recuperada / Km Ronda Hidrica Total)*100 | | | |
| UNIDAD DE MEDIDA | Porcentaje (%) | | | |
| META | Porcentaje total de área recuperada para conservación de Ronda Hidrica del Rio Molinoyaco | | | |
| PERIODO DE MEDICION | Anual | | | |
| CALCULO DEL INDICADOR | 100% | | | |
| PRESENTACION DE RESULTADOS | | | | |
| El indicador representa el porcentaje de Kilometros de área recuperada anualmente, logrando de esta manera el aumento de la cobertura vegetal y la protección de la calidad del recurso evitando asi inundaciones y perdidas de cultivos y viviendas a lo largo del cauce del Rio Molinoyaco. | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

FICHA 57. Indicador Programa Fortalecimiento Institucional

| | | |
|---|--|---|
| CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO | |  |
| REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES RIO MOLINOYACO | | |
| NOMBRE DEL INDICADOR | Porcentaje de Fortalecimiento Institucional | |
| TIPO DE INDICADOR | Gestión - Efectividad | |
| FORMULA PARA EL CALCULO | (Actividades realizadas en Proceso Fortalecimiento Institucional / Actividades programadas en Proceso Fortalecimiento Institucional)*100 | |
| UNIDAD DE MEDIDA | Porcentaje (%) | |
| META | Porcentaje de Actividades encaminadas al Fortalecimiento Institucional | |
| PERIODO DE MEDICION | Anual | |
| CALCULO DEL INDICADOR | 100% | |
| PRESENTACION DE RESULTADOS | | |
| El indicador representa el porcentaje de actividades ejecutadas para consolidar aspectos técnicos, financieros, operativos y administrativos de la empresa de servicios públicos. | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

FICHA 58. Indicador Programa Gestión de Riesgo

| | | |
|---|---|--|
| CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO | |  |
| REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES RIO MOLINOYACO | | |
| NOMBRE DEL INDICADOR | Mitigación del Riesgo por inundaciones o desbordamientos asociados al cauce principal del Rio Molinoyaco. | |
| TIPO DE INDICADOR | Gestión - Efectividad | |
| FORMULA PARA EL CALCULO | (Número de Muros de Contención construidos/Número de muros de contención necesarios)*100 | |
| UNIDAD DE MEDIDA | Porcentaje (%) | |
| META | Porcentaje de números de Muros de contención construidos y las zonas de riesgo. | |
| PERIODO DE MEDICION | Anual | |
| CALCULO DEL INDICADOR | 100% | |
| PRESENTACION DE RESULTADOS | | |
| El indicador representa el porcentaje total de muros de contención construidos en un período comprendido de 0 - 10 años en zonas de riesgo para la Protección de viviendas asentadas a la orilla del cauce principal del Rio. | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

FICHA 59. Indicador Programa Protección y Conservación

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO | |  | | |
| REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES RIO MOLINOYACO | | | | |
| NOMBRE DEL INDICADOR | Cumplimiento de metas para los vertimientos del municipio de El Tambo | | | |
| TIPO DE INDICADOR | Gestión - Efectividad | | | |
| FORMULA PARA EL CALCULO | ((Carga proyectada-Carga vertida)/Carga Proyectada)*100 | | | |
| UNIDAD DE MEDIDA | Porcentaje (%) | | | |
| META | Porcentaje de cumplimiento de meta a verter en el quinquenio | | | |
| PERIODO DE MEDICION | Quinquenal | | | |
| CALCULO DEL INDICADOR | 100% | | | |
| PRESENTACION DE RESULTADOS | | | | |
| <p>El indicador representa el porcentaje de cumplimiento de metas de reducción de vertimientos encontrados en el municipio de El Tambo teniendo en cuenta que en la fase de formulación se establecieron algunos proyectos que permiten la reducción de las cargas contaminantes a verter sobre el Río Molinoyaco.</p> | | | | |

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

9. CONCLUSIONES

- El recorrido de campo, se identificaron sobre el Rio Molinoyaco, la entrada de afluentes naturales los cuales ayudan a que el caudal del Rio aumente y asi se presente una mayor dilución de cargas contaminantes, se identifico también vertimientos de aguas residuales de viviendas y colectores.
- Rio Molinoyaco atraviesa el casco urbano del Municipio de El Tambo, en esta zona se presenta la mayor afectación sobre la calidad fisicoquimica y microbiologica del cauce principal, debido a las descargas de aguas residuales de viviendas, colectores y atraves de quebradas que llegan al cauce principal.
- Los mayores aportes de carga contaminante sobre el Rio se hacen a traves de colector la Gruta y de la Quebrada el Cucho.
- El Índice de Calidad (ICA) del Rio Molinoyaco nos evidencia que en la parte alta el agua tiene buena calidad, a medida que los vertimientos de aguas residuales comienzan a llegar al cauce la calidad disminuye hasta llegar a nivel malo en la parte del casco urbano, finalmente debido a la autodepuración del Rio y la cantidad de quebradas naturales que llegan al cauce el agua comienza a recuperarse hasta llegar a una calidad de agua regular en la desembocadura.
- De acuerdo con la modelación realizada para diferentes escenarios, se establece que las posibles soluciones para evitar que se deteriore mas la calidad del agua, estas son la construccion de un interceptor con el fin de disminuir los focos de contaminación, y la construccion de una PTAR la cual permitira que la carga de contaminante que es vertida al Rio sea minima, estas actividades deberan ir acompañadas de campañas de educación y sensibilización ambiental.
- Los usos del agua actualmente son muy pocos debido a la carga contaminante presente en el cauce principal, por lo cual es muy importante la construcción de una PTAR que ayude a que la carga disminuya y poder asi dar un uso a este recurso.
- Se plantearon nuevos objetivos de calidad con base en la legislación vigente, además se tuvo en cuenta las necesidades sociales, economicas, tecnicas y ambientales evidenciadas durante el trabajo realizado sobre el Rio.
- La implementación de las actividades planteadas en este PORH, ayudara a la preservación, descontaminación y recuperación del Rio Molinoyaco, lo cual no solo traera beneficios a nivel social y ambiental, sino económicos los cuales se evidenciaran en la disminución del valor a pagar por tasa retributiva.

10. RECOMENDACIONES

- Construir el interceptor con el objetivo de disminuir los focos de contaminación presentes sobre el cauce del Rio principalmente en la parte del casco urbano que es la zona mas afectada ambientalmente.
- Buscar a traves de fuentes de financiación los recursos necesarios para la construccion y operación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual domestica la cual garantice una remoción del 90% en cargas contaminantes, con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
- Con el objetivo de verificar la implementación de medidas de control sobre la calidad del agua del Rio Molinoyaco es necesario realizar monitoreos.

BIBLIOGRAFIA

APHA – AWWA – WPCF. Standard Methods for the examination of water an wastewater. 15 th edition. 1980. 1532 p.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO – CORPONARIÑO, SECRETARIA DE GESTIÓN Y SANEAMIENTO AMBIENTAL, ALCALDIA DE PASTO, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE PASTO EMPOPASTO S.A. E.S.P y UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES - UAESPNN. Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Pasto. San Juan de Pasto, 2011. 450 p.

_____, SUBCEA. Calculo de la capacidad de asimilación de fuentes hídricas receptoras de vertimientos en 25 municipios del departamento de Nariño, en el marco del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. San Juan de Pasto, 2008.

_____, SUBCEA. Índice de escasez de agua superficial cuenca del río Pasto. San Juan de Pasto, 2008. 190 p

_____, SUBCEA. Índice de escasez de agua superficial cuenca del río Juanambú. San Juan de Pasto, 2008. 230 p

_____. Plan de Gestión Ambiental Regional, PGAR, 2002-2012. Pasto, 2002.

CHAPRA., S. C (1997). Surface Water Quality Modeling. Mc Graw Hill. New York, United State.

CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

DANE. Censo nacional de Colombia. Bogotá, 2005.

EMPOPASTO S.A. E.S.P. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, San Juan de Pasto, 2010. 244 p.

IDEAM. Estudio Nacional del agua, Bogotá, 2010. 417 p.

CHAPRA., S. C (1997). Surface Water Quality Modeling. Mc Graw Hill. New York, United State.

CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

FISCHER H.,IMBERGER J.,LIST.,KOH E., BROOKS (1979). Mixing in Inland and Coastal Waters. Academic Press, Inc. New York.

KILPATRICK F.A., WILSON JR. (1982). Measurement of Time Of Travel In Streams By Dye Tracing. USGS, Denver, United State.

LOZANO G., ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto “Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío”. CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

PEREIRA R., (2004). Modelos de Qualidade de Água. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

ROLDÁN G., (1992). Fundamentos de Limnología. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

TUCCI C. (1993). Hidrología Ciênciia e Aplicacao. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



ANEXO





RESOLUCION No. 576 - 2012 *[Signature]*

115 OCT 2012
CORPONARIÑO
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO

Por medio del cual se declara el inicio del Proceso de Ordenación del recurso hídrico de corrientes superficiales priorizados por CORPONARIÑO que son QUEBRADA BELÉN Y QUEBRADA MAGDALENA, QUEBRADA SURRONES, QUEBRADA LA LLAVE, RÍO BOBO, RÍO CHIQUITO, RÍO MOLINOYACO, RÍO BUESAQUITO E IJAGUI en el departamento de Nariño.

LA DIRECTORA GENERAL DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, "CORPONARIÑO", EN USO DE SUS FACULTADES LEGALES Y EN ESPECIAL DE LAS CONFERIDAS POR LA LEY 99 DE 1993 PRINCIPALMENTE EN LOS ARTICULOS 29,30 Y 31, TENIENDO EN CUENTA LO DESCrito EN LOS DECRETOS 1541 DE 1978 Y 3930 DE 2010.

CONSIDERANDO

Que de acuerdo a la Constitución Política de Colombia de 1991 establece, en sus artículos: 8 *es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación;* 79 *"Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo";* 80 *El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.*

Que de acuerdo al Código de Recursos Naturales Decreto – Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974, es función del Gobierno ejecutar la Política Ambiental del mencionado Código, de manera directa o mediante delegación a gobiernos seccionales o entidades públicas especializadas, dentro de la cual se encuentran el desempeño de funciones encaminadas a la administración, uso, conservación y protección de los Recursos Naturales y demás elementos ambientales que se encuentren dentro del Territorio Nacional. Con relación al recurso Hídrico, el Decreto – Ley establece en el Artículo 134, que corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y en general para las demás actividades en que su uso sea necesario, mediante el cumplimiento de funciones relacionadas con la clasificación y destinación de las aguas para su aprovechamiento al igual que el control de la calidad de este recurso para mantenerlo apto para los fines y usos demandados.

Que mediante la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental y se liquida el INDERENA, delegando las funciones de administración de los recursos naturales por regiones a las Corporaciones Autónomas cuyo objeto de acuerdo al Artículo 30 de la mencionada Ley es la *"ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente"*, actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible".

Que mediante Decreto 2667 de Diciembre de 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamentó las Tasas Retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales, estableciendo en el artículo 20 que *"Los recaudos de la tasa retributiva por vertimientos se destinarán exclusivamente a proyectos de inversión de descontaminación hídrica y monitoreo de calidad de agua, para lo cual las Autoridades Ambientales Competentes deberán realizar las distribuciones en sus presupuestos de ingresos y gastos a las que haya lugar para garantizar la destinación específica de la tasa."* De igual manera define el Plan de Ordenamiento del Recurso como el *"Plan en virtud del cual se*

*PASTO: CALLE 25 No. 7 ESTE-84 FINCA LOPE VIA LA CAROLINA - PBX 7309282-86 - FAX: 7309425
PIALES: CARRERA 1A No. 3E-365 AV. PANAMERICANA - TEL.: 7733920 - FAX: 7733144
TUMACO: TERMINAL MARITIMO - ISLA EL MORRO - TEL: 7272347 - 7272087 - FAX: 7272086
TUQUERRES: CARRERA 13 No. 19-26 - 3ER PISO - TEL: 7280586*

*LA UNION: BIBLIOTECA AURELIO ARTURO TEL.: 7265411 - SOTOMAYOR: CENTRO MINERO - TEL.: 7287815
www.corponario.gov.co*



establece en forma genérica los diferentes usos a los cuales está destinado el recurso hídrico de una cuenca o cuerpo de agua, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1594 de 1984 y el Decreto 3930 de 2010 o las normas que lo sustituyan o modifiquen.”

Que el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió el Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010 por el cual reglamentó parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos, estableciendo en su Artículo 4 que es deber de la Autoridad Ambiental Competente efectuar el Ordenamiento del Recurso Hídrico como proceso de planificación para: realizar la clasificación de las aguas superficiales, subterráneas y marinas, fijar en forma genérica su destinación los distintos usos demandados y sus posibilidades de aprovechamiento, definir los Objetivos de Calidad del cuerpo hídrico a corto, mediano y largo plazo, establecer las Normas de Preservación de Calidad del Recurso Hídrico para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies, determinar los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades como la pesca, el deporte y otras similares, en toda la fuente o en sectores de ella, de manera temporal o definitiva, fijar las zonas en las que se prohibirá o condicionará, la descarga de aguas residuales o residuos líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas superficiales, subterráneas o marinas y establecer el programa de seguimiento al recurso hídrico con el fin de verificar la eficiencia y efectividad del ordenamiento del recurso. De igual manera en su Artículo 8 establece que una vez la Autoridad Ambiental competente haya priorizado la fuente o fuentes hidráticas a ordenar debe declarar el inicio del proceso de ordenación mediante la expedición de un acto administrativo.

Que de acuerdo a la Ley 1450 del 16 de Junio de 2011, artículo 215º. Mediante la cual se establece que “Es competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, de los grandes centros urbanos y de los establecimientos públicos ambientales en gestión integral del recurso hídrico”, e implica en su área de jurisdicción.

El ordenamiento del recurso hídrico, según lo contempla el artículo 21 del decreto 3930 de 2010 determina el “Rigor subsidiario para definir los criterios de calidad del recurso hídrico. La autoridad ambiental competente, con fundamento en el artículo 63 de la ley 99 de 1993, podrá hacer más estrictos los criterios de calidad de agua para los distintos usos previa la realización del estudio técnico que lo justifique” y el artículo 29 de decreto 3930 de 1010 “Rigor subsidiario de la norma de vertimiento. La autoridad ambiental competente con fundamento en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, podrá fijar valores más restrictivos a la norma de vertimiento que deben cumplir los vertimientos al cuerpo del agua o al suelo. Así mismo, la autoridad ambiental competente podrá exigir valores más restrictivos en el vertimiento, a aquellos generadores que aun cumpliendo con la norma de vertimiento, ocasionen concentraciones en el cuerpo receptor, que excedan los criterios de calidad para el uso o usos asignados al recurso. Para tal efecto, deberá realizar el estudio técnico que lo justifique”.

Que CORPONARIÑO, actuando como máxima autoridad ambiental en el área de jurisdicción del Departamento de Nariño y, teniendo en cuenta el artículo 5 del decreto 3930 de 2010 el cual establece los criterios de Priorización para el Ordenamiento del Recurso Hídrico, en cumplimiento de las directrices, pautas y regulaciones expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, según lo contemplado en el Plan de Acción Institucional vigencia 2012 – 2015, ha determinado priorizar dentro del proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico, corrientes hídricas expuestas a afectación en cuanto a su calidad fisicoquímica y bacteriológica por la recepción de descargas y vertimientos de aguas residuales de origen industrial y doméstico. Desde este punto de vista se ha considerado como prioridad ordenar las fuentes hídricas superficiales mencionadas a continuación:

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO RIO MOLINOYACO 2013



CUADRO 1. Corrientes Priorizadas PORH 2013

| CORRIENTES PRIORIZADAS PORH 2013 | | | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|------------|---------------|
| RIO | MUNICIPIO | NACIMIENTO | DESEMBOLCA | AREA (km2) | LONGITUD (km) |
| R. Molinoyaco | El Tambo, El Peñol | Cerro Morro El Copete 2.600 msnm | Rio Guitara 480 msnm | 62,94 | 13,81 |
| R. Chiquito | Cumbal | Volcan Nevado de Cumbal 4.500 msnm | Rio Blanco 2.090 msnm | 15,86 | 17,99 |
| Q. Belén | Sandona | Complejo Volcanico Galeras 2.096 msnm | Rio Guitara 1.146 msnm | 55,94 | 7,15 |
| Q Magdalena | | Complejo Volcanico Galeras 2.338 msnm | | 13,08 | 6,99 |
| Ijagui | Buesaco | Paramo de Bordonsillo 3.563 msnm | Rio Juanambu 2.459 msnm | 13,28 | 31,51 |
| Buesaquito | | Paramo de Bordonsillo 3.643 msnm | Rio Juanambu 2.206 msnm | 11,85 | 33,76 |
| Q. La Llave | Illes | Vereda Quitarol 3.130 msnm | Rio Guitara 1.924 msnm | 8,46 | 9,83 |
| R. Bobo | Pasto, Tangua | Corregimiento Jurado 3.200 msnm | Rio Guitara 1.750 msnm | 44,07 | 33,8 |
| R. Sapuyes | Guachucal, Tuquerres, Sapuyes, Ospina e Imues | Volcan Azufral 3.550 msnm | Rio Guitara 1.775 msnm | 52,54 | 52,35 |
| Q. Surrones | Guitarilla | Vereda Buenos Aires 2.850 msnm | Rio Guitara 1.279 msnm | 85,7 | 17,9 |

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE

ARTICULO PRIMERO. Declarar el inicio del Proceso de Ordenación de las corrientes hídricas superficiales denominadas “**RIO MOLINOYACO, RIO CHIQUITO, QUEBRADA BELÉN Y QUEBRADA MAGDALENA, RIO IJAGUI y BUESAQUITO, QUEBRADA LA LLAVE, RIO BOBO, RIO SAPUYES, QUEBRADA SURRONES**”, las cuales se encuentran en la jurisdicción del Departamento de Nariño, de conformidad con la parte motiva de la presente. El proceso se sujetará al desarrollo de cada una de las fases del ordenamiento, el cual hace parte integral del presente acto administrativo.

ARTICULO SEGUNDO. Acorde con lo estipulado en el artículo 8 del Decreto 3930 de octubre 2010, en el Proceso de Ordenación se desarrollarán las siguientes etapas: Declaratoria de Ordenamiento mediante Acto Administrativo, Diagnóstico de la situación ambiental actual de las corrientes superficiales descritas anteriormente, Identificación de los Usos Potenciales del Recurso, elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para el cauce principal de Quebrada Belén y Quebrada Magdalena, Quebrada Surrones, Quebrada la Llave, Rio Bobo, Rio Chiquito, Rio Molinoyaco, Rio Buesaquito e Ijagui en el Departamento de Nariño, y finalmente Declaración de Adopción del Plan de Ordenamiento mediante Acto Administrativo.

ARTICULO TERCERO: En el desarrollo del ordenamiento del recurso hídrico de las quebradas anteriormente mencionadas se incluirá la proyección de metas de reducción de cargas contaminantes para usuarios generadores de vertimientos domésticos e industriales identificados en el área de influencia de cada una de las quebradas y se generará como producto final un escenario factible que permita a corto, mediano y largo plazo la descontaminación y/o preservación de las condiciones y características naturales de la fuente hídrica; de igual manera la formulación de programas, proyectos y actividades que permitan la consolidación de este escenario sobre la realidad social, económica, técnica y ambiental de las comunidades y demás actores involucrados.

ARTICULO CUARTO. De conformidad con el artículo 71 de la ley 99 de 1993 y artículo 65 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, ésta Resolución deberá publicarse en los términos legalmente establecidos.

PUBLIQUESE Y CUMPLASE

14 AGO 2013

Dada en San Juan de Pasto,


YOLANDA BENAVIDES ROSADA
 Directora General
 CORPONARIÑO

Proyectó: Mauricio B.

VoBo: Ing. Ramiro Eraso B.

Revisó: Ing. Ramiro Eraso B.

Subdirector de Cambiamento y Evaluacion Ambiental

Dra. Teresa Enriquez Rosero

Jefe Oficina Jurídica

PASTO: CALLE 25 No. 7 ESTE-84 FINCA LOPE VIA LA CAROLINA - PBX 7309282-86 - FAX: 7309425

PIALES: CARRERA 1A No. 3E-365 AV. PANAMERICANA - TEL.: 7733920 - FAX: 7733144

TUMACO: TERMINAL MARITIMO - ISLA EL MORRO - TEL: 7272347 - 7272087 - FAX: 7272086

TUQUERRES: CARRERA 13 No. 19-26 - 3ER PISO - TEL: 7280586

LA UNION: BIBLIOTECA AURELIO ARTURO TEL.: 7265411 - **SOTOMAYOR:** CENTRO MINERO - TEL.: 7287815

www.corponario.gov.co

ANEXO





**PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO
HIDRICO RIO MOLINOYACO 2013**

