

**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
Geógrafa



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 realizó 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 (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, 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 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:

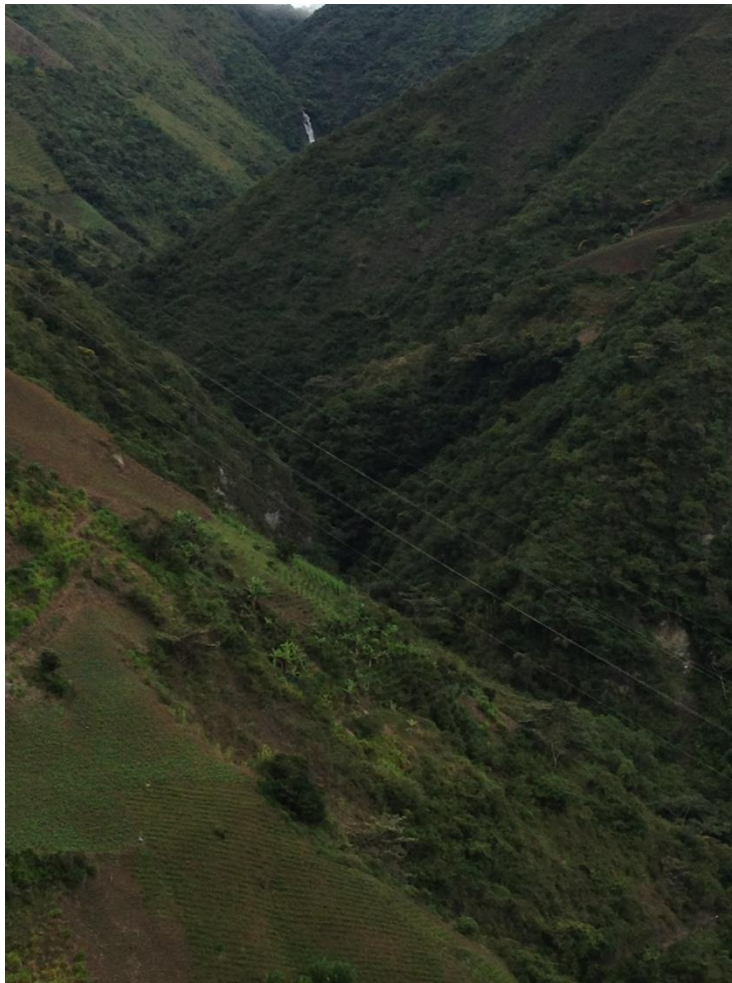
Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratado total o parcialmente, que sale de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento. La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua. Este es el agua producto dada por el sistema.

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



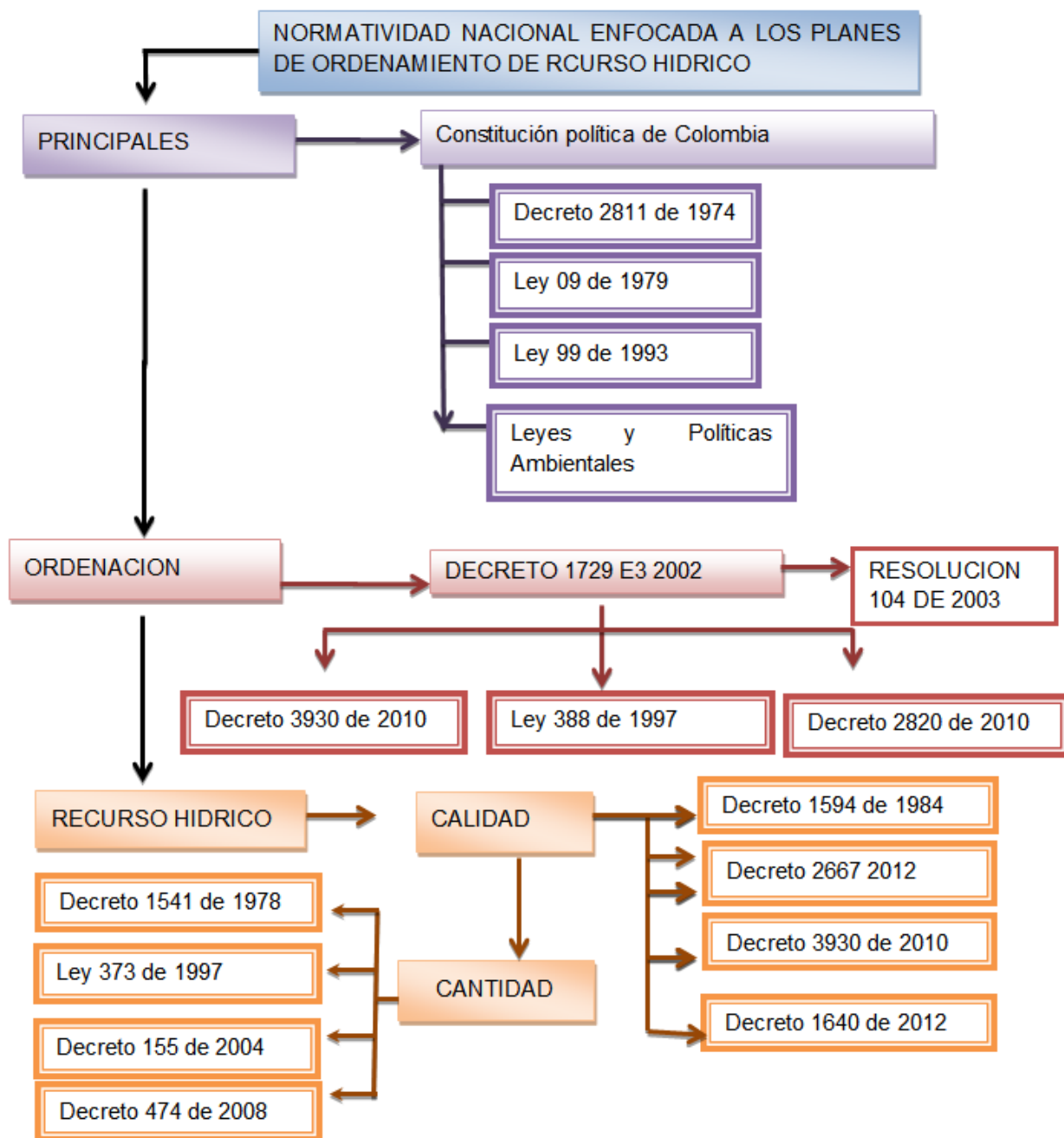
La legislación ambiental es un grupo de normas, que busca establecer un marco jurídico encaminado a la administración, protección, mejoramiento y aprovechamiento racional y sostenible tanto del medio ambiente como de los recursos naturales existentes en la corriente.

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>	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente: 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>	Código Sanitario Nacional: 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>	Sistema Nacional Ambiental SINA: 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 viertan 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		
	NORMA	ALCANCE
CANTIDAD	<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

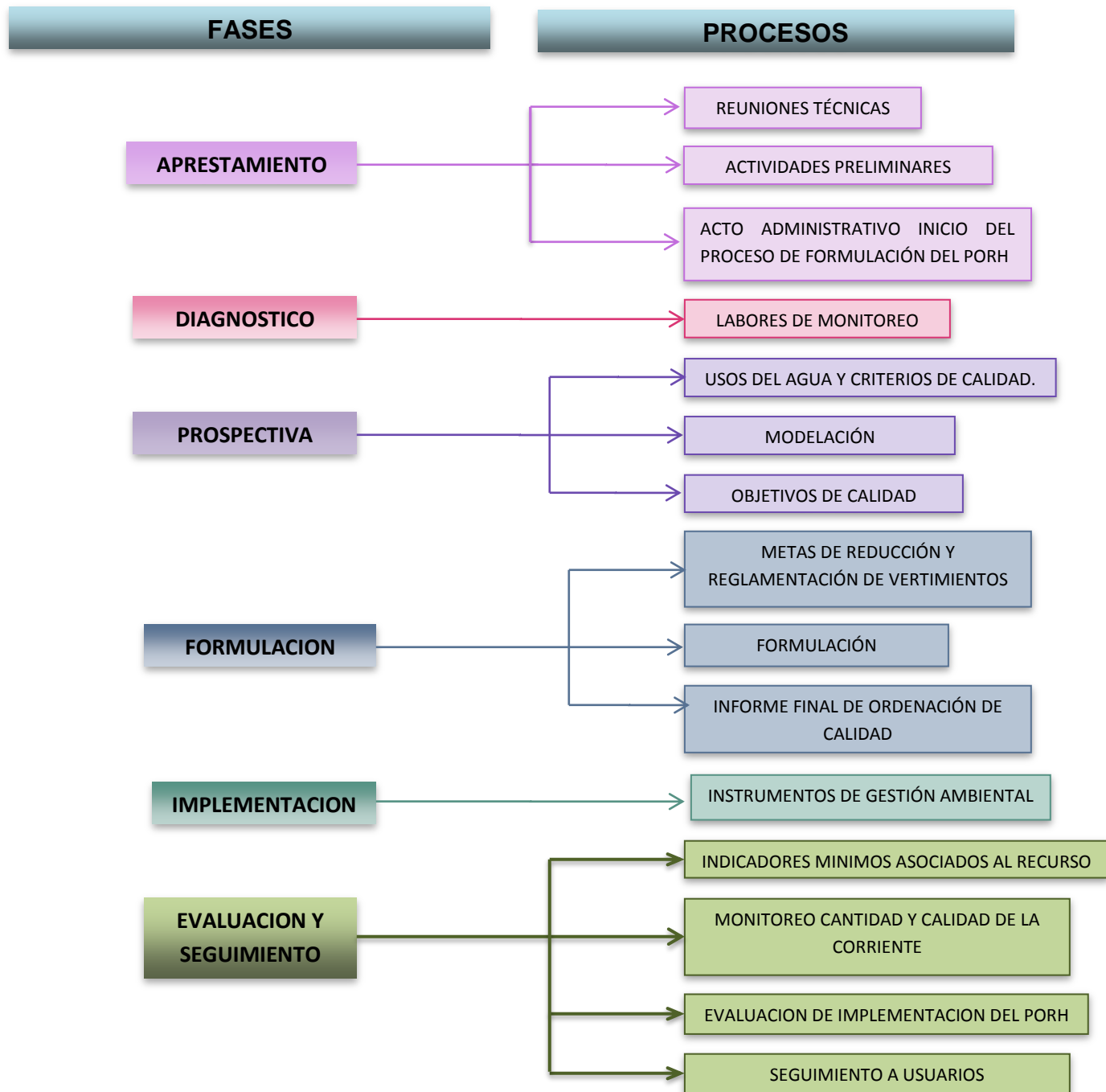


Tabla 1. Cronograma de ejecución para la Formulación del Plan de Ordenamiento y Reglamentación del recurso Hídrico

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y REGlamentACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO - PORH 2013												
FASES	ACTIVIDAD	ACCIONES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
DIAGNOSTICO	Reuniones Técnicas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Actividades preliminares	Revisión, recopilación y análisis de la información existente.	X	X								
	Acto administrativo por el cual se declara el inicio del Proceso de formulación del PCPIS4	Elaboración de la propuesta del acto Administrativo	X	X								
		Coordinación con el Laboratorio de la UDEINAFI - Logística y Equipos		X	X							
		Identificación de los tramos prioritarios con ayuda de la cartografía respectiva.				X	X					
	Labores de Monitoreo	Muestreo Invierno (Medición de caudales y toma de muestras)					X	X				
		Muestreo 2 Verano (Medición de caudales y toma de muestras)						X	X			
		Cálculo del índice de calidad de agua en el cauce principal							X	X		
		Elaboración de los informes técnicos de las labores de monitoreo.								X	X	X
		Recorrido por el cauce principal y diligenciamiento de las fichas de campo.	X	X	X	X	X	X				
Censo de Usuarios	Identificar los vertimientos existentes que realizan las descargas sobre el cauce principal.		X	X	X	X	X	X				
	Identificar la demanda por uso de agua por categorías.			X	X	X						
	Identificar usos actuales y potenciales del recurso hídrico.			X	X	X						
	Identificar la Infraestructura hidráulica existente			X	X	X						
Uso del Agua y Criterios de Calidad	Consolidación de la información de campo.					X	X	X				
	Análisis de información de campo.					X	X	X				
	Proponer la Topología respectiva sobre el cauce principal de la corriente objeto de estudio.								X	X	X	
	Establecer los perfiles de calidad						X	X	X			
PROSPECTIVA	Consolidar la línea base y cuantificar las cargas contaminantes					X	X	X				
	Análisis de la información fase I y II Chiquito					X	X	X				
	Análisis preliminar para aplicar modelo T-charge del modelo QSW							X	X	X	X	X
	Confiar y calibración del modelo.								X	X	X	X
	Análisis de resultados									X	X	X
	Planteamiento de escenarios de calidad para los usuarios generadores de vertimientos y la corriente receptora.									X	X	X
	Elaboración del informe técnico sobre Modelación y análisis de los escenarios planteados.									X	X	X
	Socialización de los escenarios planteados.									X	X	X
	Evaluación de los objetivos de calidad planteados									X	X	X
		Planteamiento y propuesta de los objetivos de calidad para los afluentes al cauce principal de la corriente a reglamentar.								X	X	X
OBJETIVOS DE CALIDAD	Actividades de concertación y socialización correspondiente a la reglamentación de vertimientos y objetivos de calidad									X	X	X
	Propuesta del acto administrativo por el cual se establecen los objetivos de calidad									X	X	X
	Socialización de los objetivos de calidad propuestos con los actores involucrados.									X	X	X
	Informe de actividades									X	X	X
MIETAS DE REDUCCIÓN Y REGlamentACIÓN DE VERTIMIENTOS	Informe consolidado de oferta y demanda hídrica, módulos de consumo, causal ambiental									X	X	X
	Análisis de las metas de redistribución									X	X	X
	Propuesta de metas de reducción									X	X	X
	Propuesta de reglamentación de vertimientos									X	X	X
FORMULACIÓN	Propuesta de acto administrativo de reglamentación de vertimientos									X	X	X
	Socialización y concertación con los usuarios involucrados sobre las propuestas establecidas									X	X	X
	Ofertio de lista de proyectos									X	X	X
	Propuesta de proyectos de descominaminación									X	X	X
FORMULACIÓN	Planteamiento de indicadores de seguimiento									X	X	X
	Entrega del documento PCPIS del la corriente a ordenar.									X	X	X
	Propuesta del acto Administrativo de Ordenación del Recurso Hídrico									X	X	X
	Socialización de la propuesta y concertación con los actores involucrados									X	X	X
Informe FINAL DE ORDENACIÓN DE CALIDAD										X	X	X
										X	X	X

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 realizó la planificación del Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico proyectado por CORPONARIÑO para el periodo 2013.

Es 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 domestico 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 mas 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 Guátara, 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 desarrollo 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:

- **Titulo:** Parte inicial de la Resolución, la cual contiene el numero de la misma, el nombre o titulo 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 Río 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 Río 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



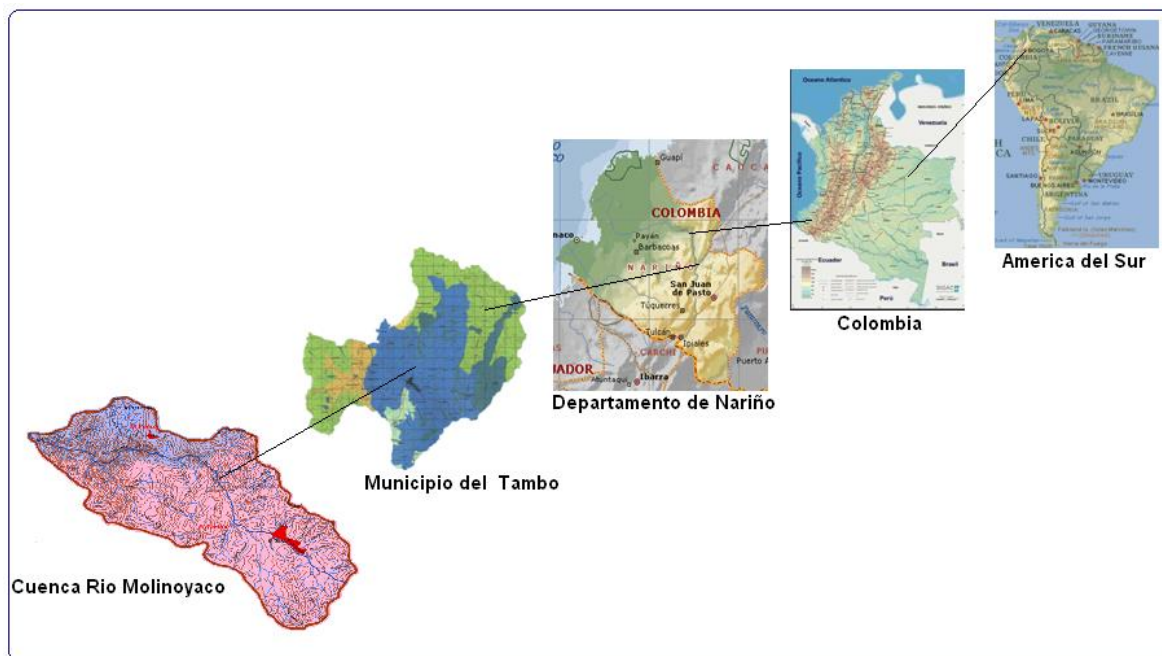
Parte Alta: correspondiente al punto de nacimiento o inicio en el Cerro El Copete del Cauce principal del Rio Molinoyaco hasta la unión con la Quebrada El Rosal.

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 domesticas.

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
- Macrocuenca: 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

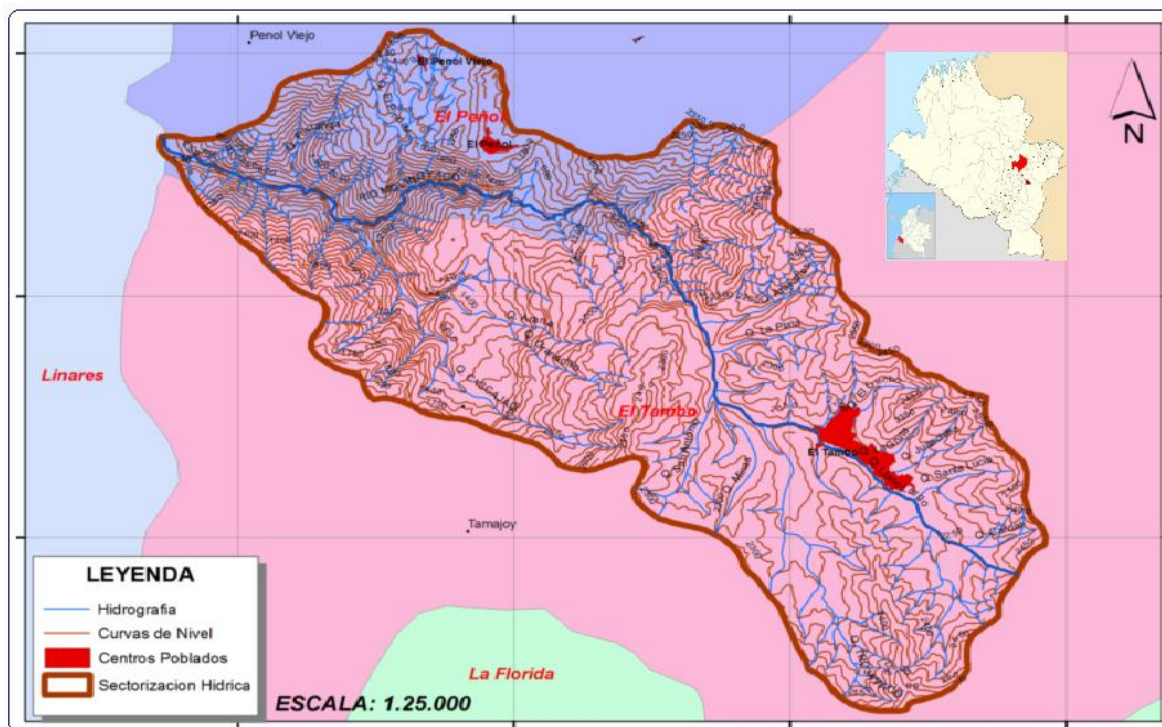
Figura 3. Contextualización hidrográfica de la Subcuenca Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 4. Localización Subcuenca Rio Molinoyaco





Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

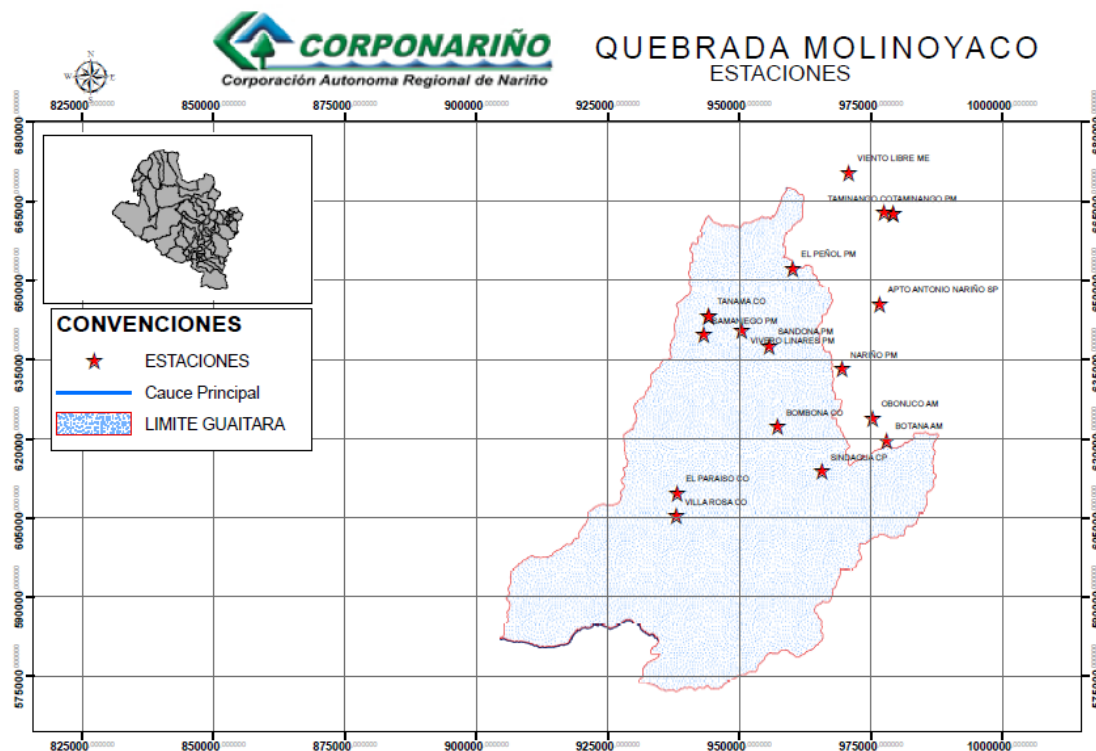
El Río Molinoyaco se ubica al occidente del municipio del Tambo su área es de 61.52Km correspondiente a un 24.87% del área total del municipio, aproximadamente el 10% de esta pertenece al municipio de El Peñol. Su perímetro es de 40822.91m, su longitud de cauce principal es 17742.1m y su número de cauces 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 Río Guaitara.

Los principales asentamientos humanos influenciados por el recorrido del cauce principal del Río 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

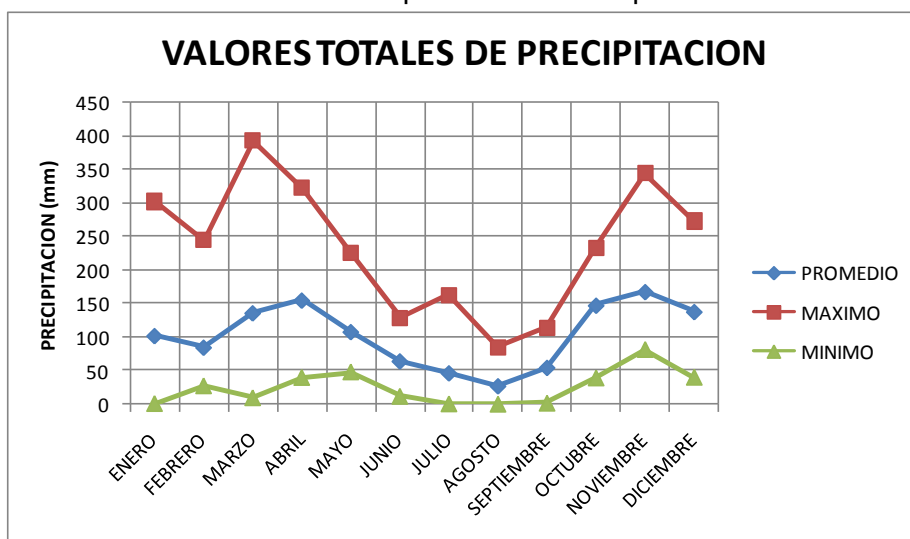
Se presenta una descripción y análisis de parámetros hidroclimatológicos de precipitación y temperatura, cuyos datos se obtuvieron de las Estaciones de Linares y Bombona respectivamente, los datos analizados corresponden a valores máximos, mínimos y medios obtenidos de los registros históricos desde 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

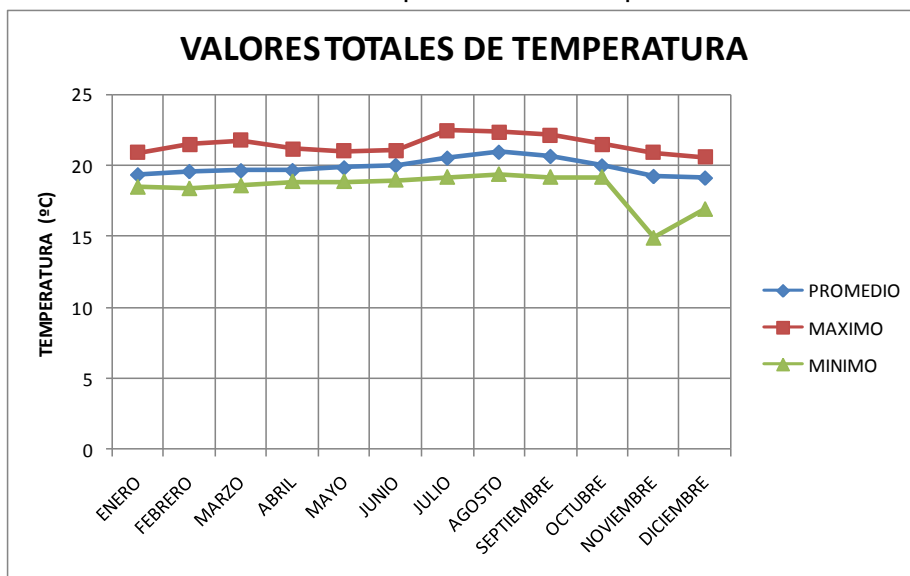
Según la grafica anterior los meses en los que se presentaron mayor precipitación son en marzo y noviembre. Durante los meses de Junio a Septiembre se presenta la menor precipitación.

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



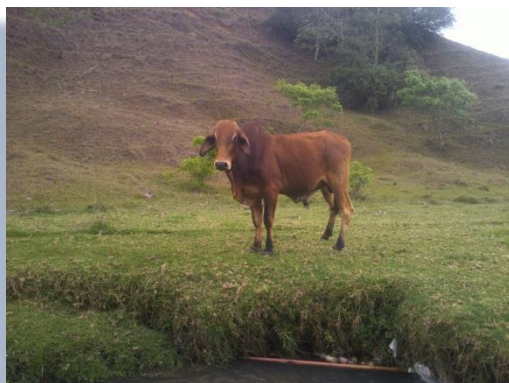
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molino yaco

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 Río Molino yaco.





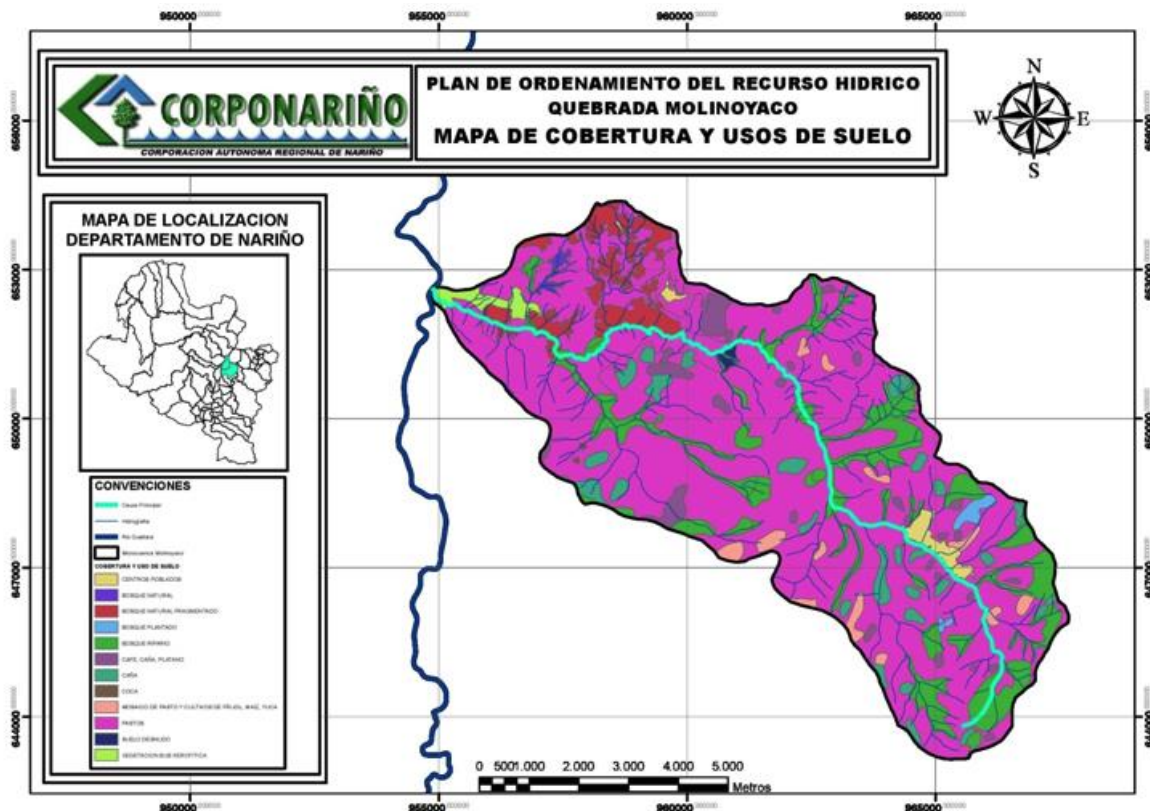
El Rio MolinoYaco no tiene ningún uso, debido a la contaminación originada por la cantidad de vertimientos que caen a su cauce, solo tiene uso paisajístico, sin embargo en la parte baja esta corriente hídrica abastece a un distrito de riego, para el sector de Las Cochas en el municipio de El Peñol.

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 Río Molinoyaco

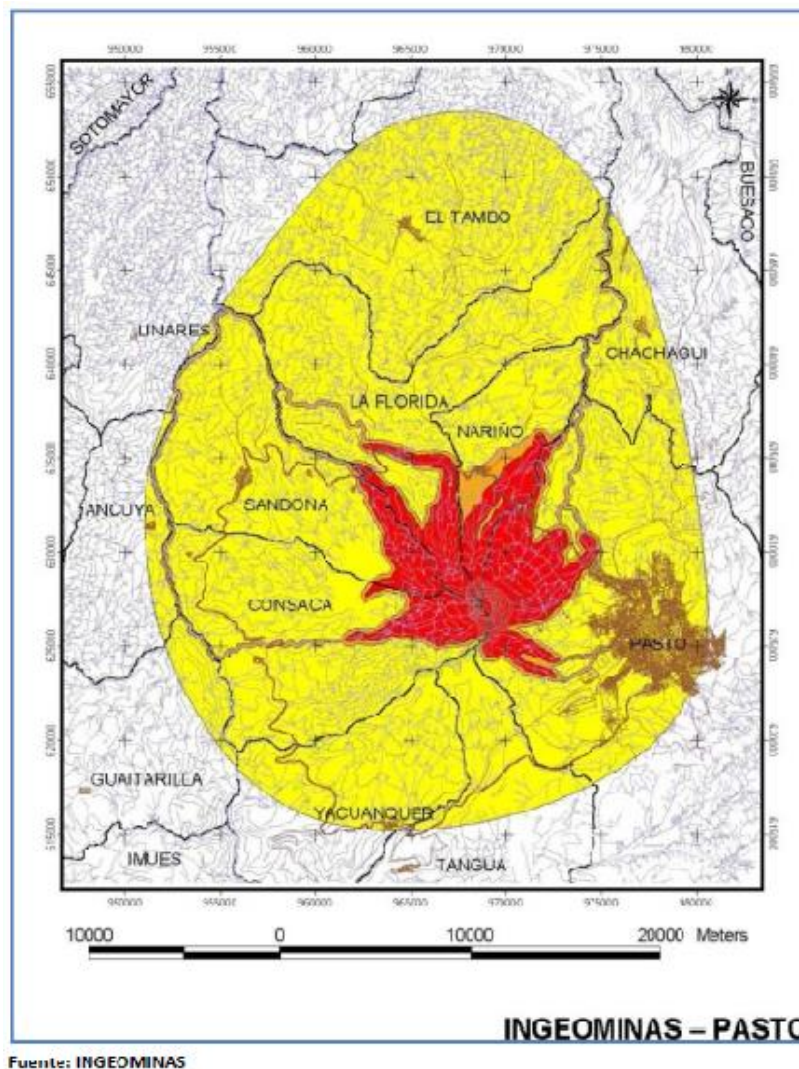


Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

6.4 AMENAZAS NATURALES EN LA SUBCUENCA RIO MOLINOYACO

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



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 realizara 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
- Quemados 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 habitantes 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 Río 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 lideres 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 lideres, 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 Cucharó
- 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 Río Molinoyaco:

PARA QUE SE UTILIZA LA CORRIENTE

- En los cultivos como riego
- Para depósito de aguas negras
- Depósito 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
- Quemadas 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 rio Molinoyaco.

De acuerdo a la información recolectada en cuento 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 presentarían 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.

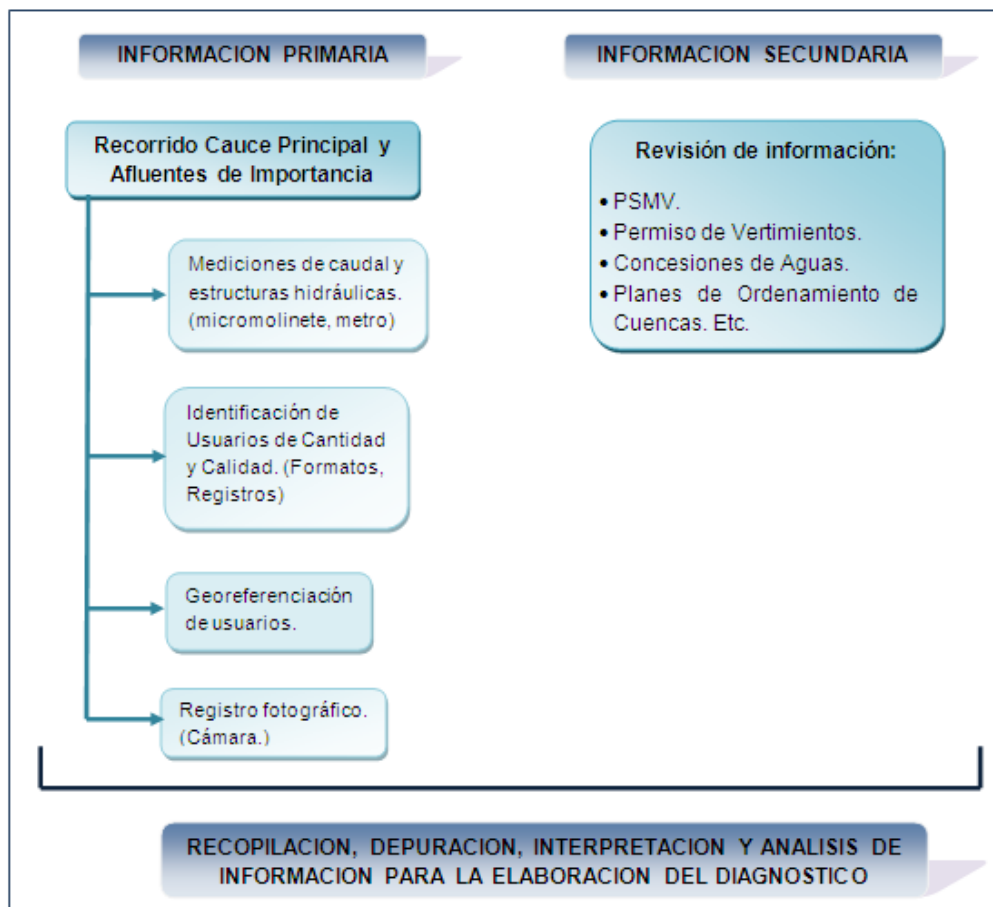
No se realizan sanciones a personas que infringen la normatividad existente en la actualidad que se relaciona con el medio ambiente y si denuncian no hay autoridad que controle situaciones que atentan con los ríos.

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, afluentes 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

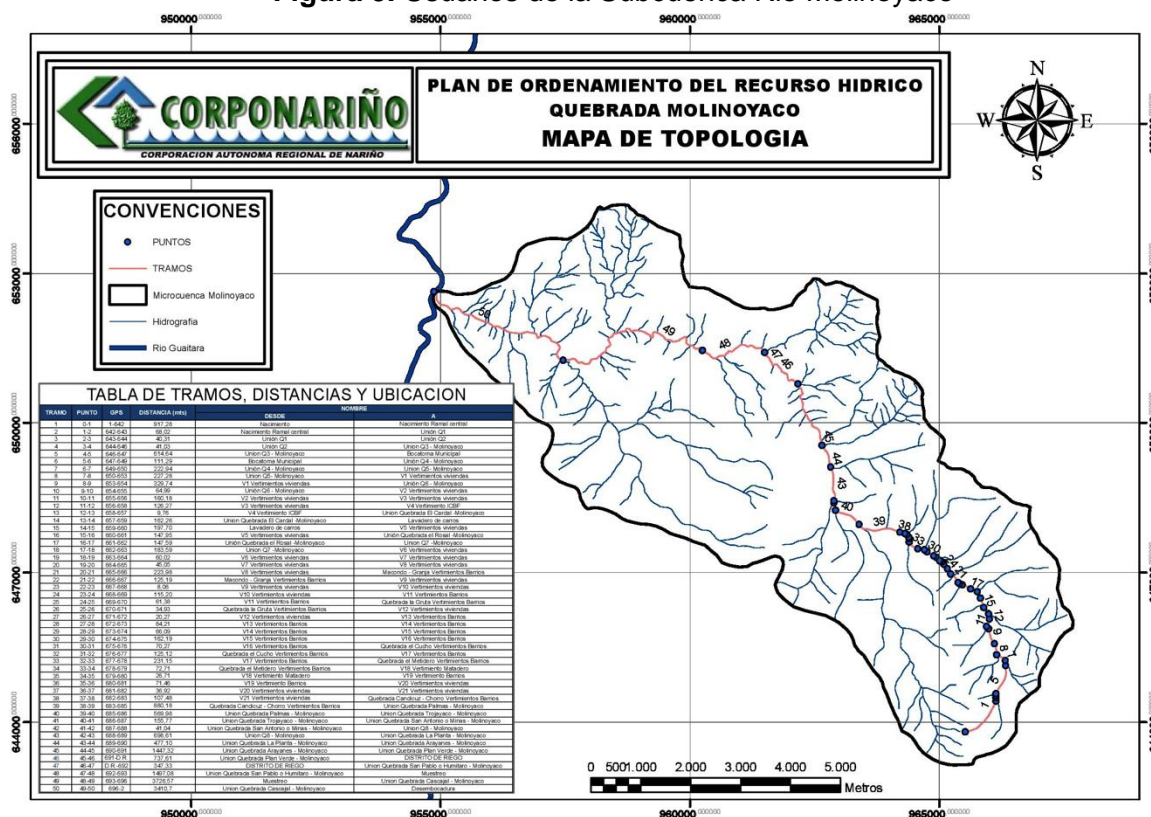


Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

CENSO USUARIOS

Con base en el trabajo de campo realizado y de acuerdo con la información recolectada, sobre el cauce principal del Río 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 domestico, industrial y de servicios que descargan al cauce principal del Rio 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 Rio Molinoyaco, y de los vertimientos de aguas residuales domesticas e industriales que llegan al Rio 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	H → 2. 269msnm
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:	<p>Viviendas cercanas al Rio Molinoyaco realizan directamente la descarga de aguas residuales al cauce principal.</p> <p>Vertimiento por sequía de viviendas y criadero pollos de propiedad de Rafael Aros.</p>		
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	H → 2. 228msnm
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	H → 2. 201msnm
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 MOLINOYACO			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 MOLINOYACO		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 MOLINOYACO			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 MOLINOYACO			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 cubre 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 MOLINOYACO		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:	<p>Vertimientos de barrios del Municipio del Tambo tales como Los Alamos, Comercio, Mercado Municipal, a través de la Quebrada El Cucho al Rio MolinoYaco.</p> <p>El descargue se realiza por Box Couvert se vierte sin ningún tipo de tratamiento.</p>		
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			
			

FICHA 32 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 → 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 MOLINOYACO			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 MOLINOYACO			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.

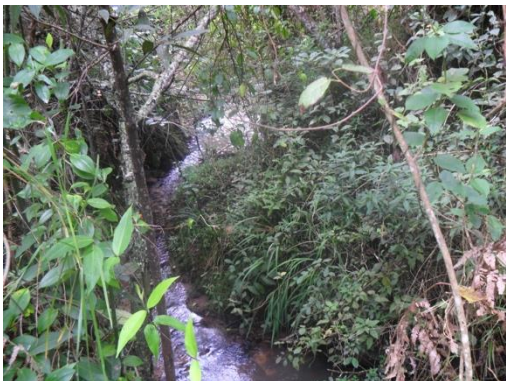

FICHA 39. Quebradas Naturales

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:	<p>Unión entre la Quebrada Natural Arayanes con el cauce principal del Rio Molinoyaco.</p> <p>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</p>		
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:	<p>Unión entre la Quebrada Natural Hueco de San Pablo con el cauce principal del Rio Molinoyaco.</p> <p>Bocatoma del Municipio de El Peñol. Tubería de PVC de 3" en una longitud de 100m hasta el desarenador que tiene una capacidad de 9m³ 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 108m³.</p>		
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	H → 1.369msnm
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 Río Molinoyaco, se tuvo en cuenta como principal insumo el documento elaborado por CORPONARIÑO denominado “ÍNDICE 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 Río 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 PREDICCIÓN	Arc MAP Geostatistical Analyst / Geostatistical Wizard / Input Data/ Attribute/ Geostatistical methods selection / Inverse Distance Weighting/ Next	
BUSQUEDA DE PUNTOS PROXIMOS	Searching Neighborhood / Sector Type and Smooth factor / Ellipse Angle / next	Se selecciona la división y ángulo del elipse, en la que se van a distribuir las estaciones vecinas, buscando

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

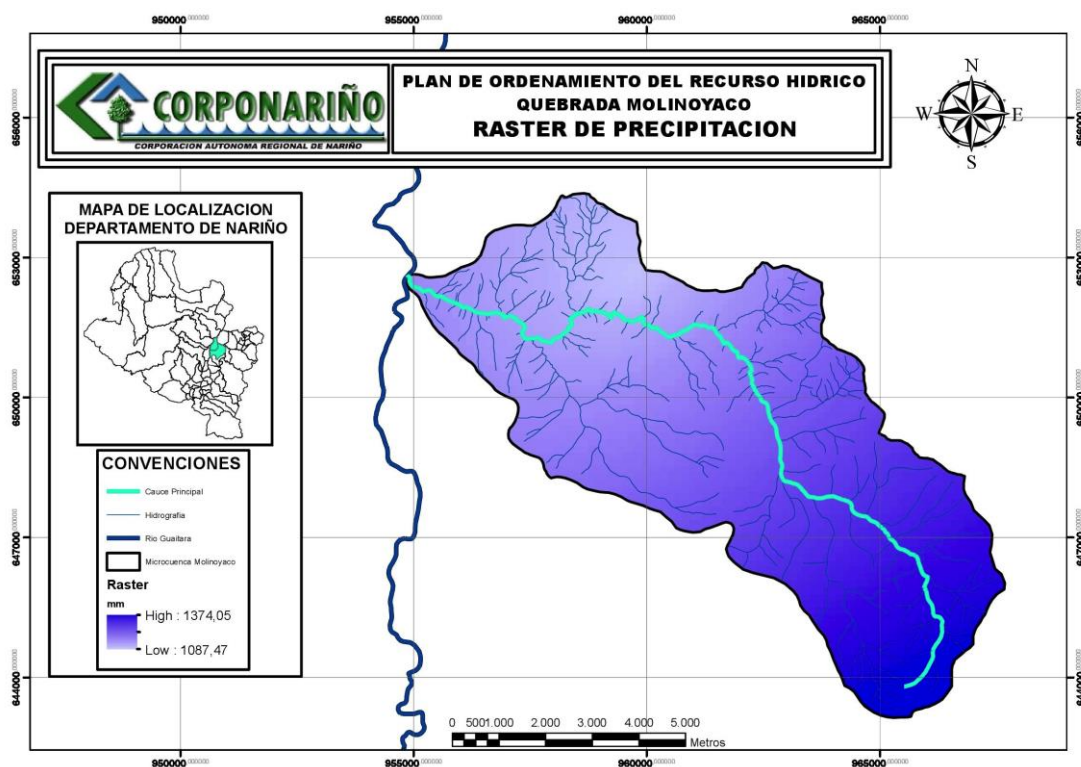
² CORPONARIÑO. Índice de Escasez de Agua Superficial Cuenca Río Juanambú y Río Pasto 2010.

		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:

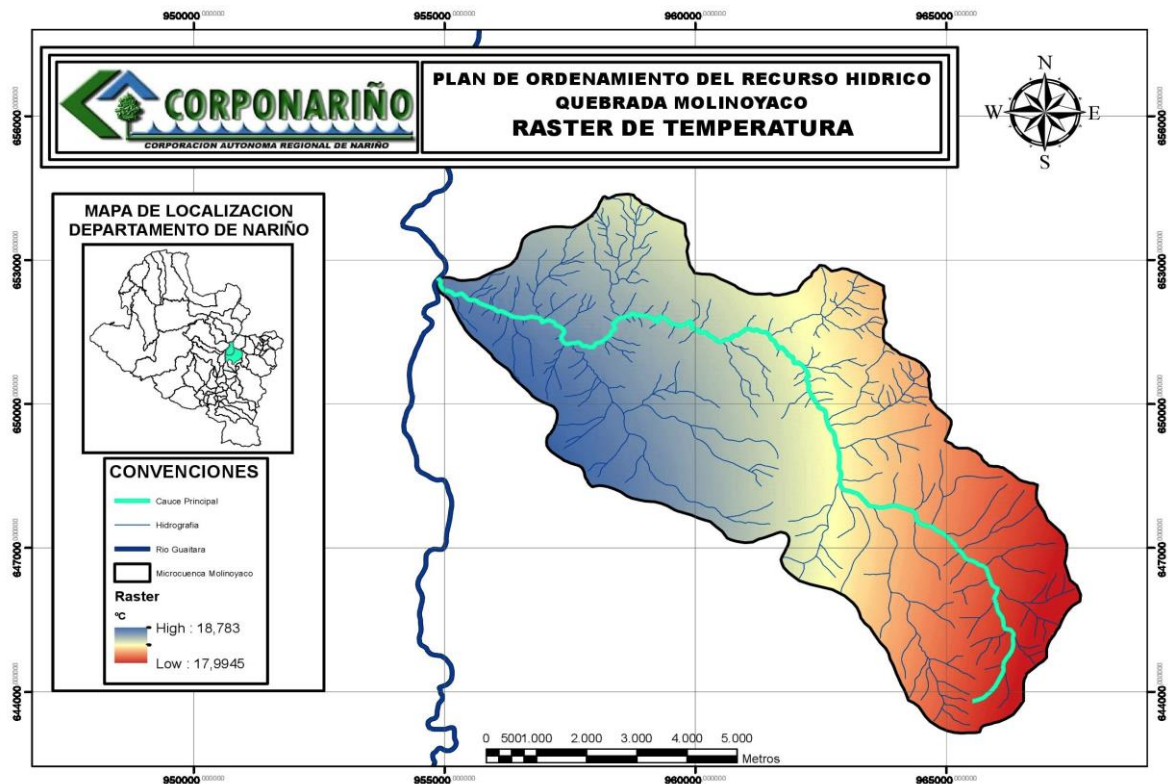
Figura 9. Mapa Precipitación Rio Molinoyaco



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 isólinas de temperatura.

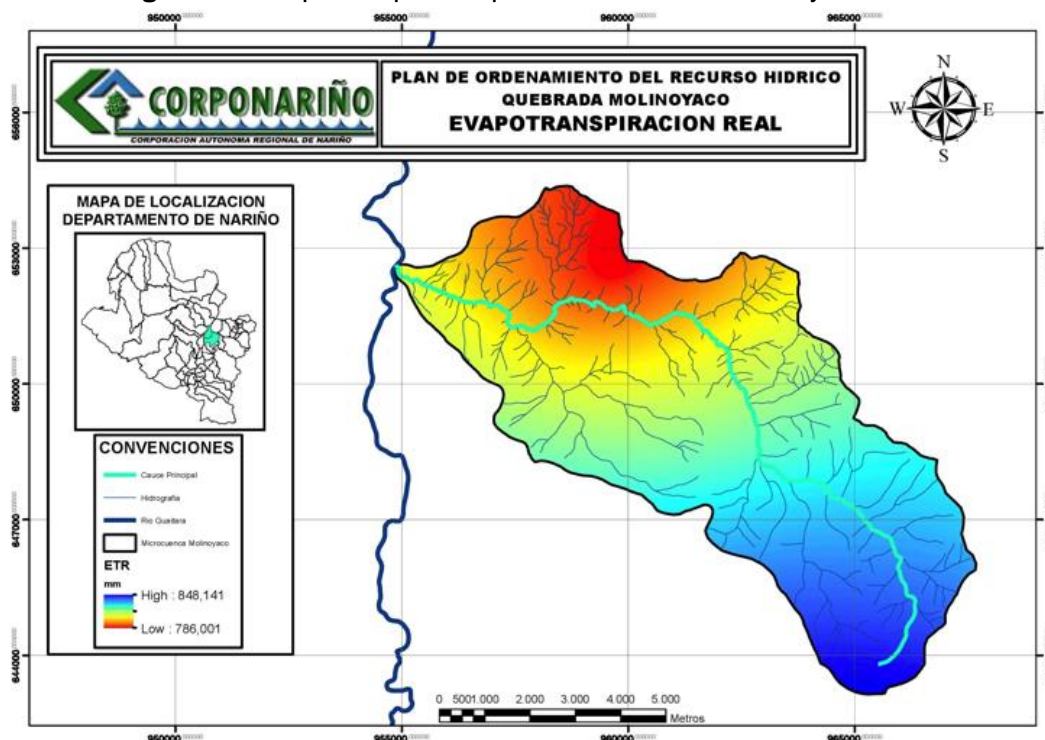
Figura 10. Mapa Isotermas Rio Molinoyaco



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 algebra de mapas, en formatos raster de 30 metros por pixel. Para ello es necesario trabajar con el software ArcGIS – ArcToolbox, herramienta *Spatial AnalystTools*.

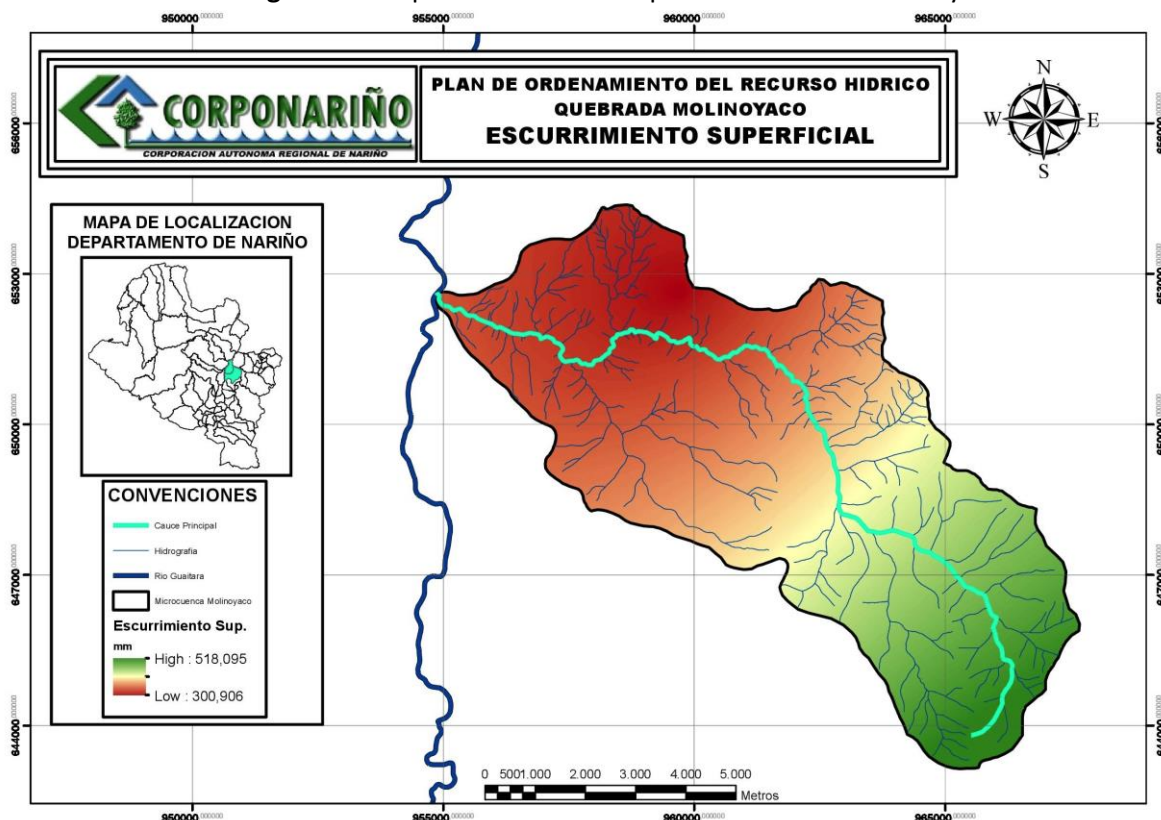
Figura 11. Mapa Evapotranspiración Real Río Molinoyaco



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 E scorrimento Superficial Total Rio Molinoyaco



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Con la delimitación de las microcuencas se procede a calcular la oferta hídrica total y neta para cada una de las microcuencas delimitadas, para este proceso se utilizó el Raster medio Anual de E scorrimento 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 Río Guaitara 2009. pág. 25.

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

MICROCUENCA	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 m3/año
MICROCUENCA 1	2,97	352,52	31536000	1000	31,536	0,0332	1,04762385
MICROCUENCA 2	0,71	368,48				0,0084	0,263421598
MICROCUENCA 3	0,73	378,38				0,0088	0,276523994
MICROCUENCA Q. ARAYANES	1,57	388,62				0,0193	0,609553836
MICROCUENCA Q. CASCAJAL	12,44	406,27				0,1603	5,054613228
MICROCUENCA Q. LA PLATA	1,87	399,42				0,0237	0,747843563
MICROCUENCA Q. LLANO LARGO	1,56	477,61				0,0236	0,745153917
MICROCUENCA Q. PEÑOL VIEJO	2,63	311,65				0,0260	0,819765165
MICROCUENCA Q. PISIANGA	1,84	319,72				0,0187	0,588662396
MICROCUENCA Q. SAN ANTONIO	1,95	406,27				0,0252	0,793545422
MICROCUENCA Q. TROJAYACO	5,91	459,70				0,0861	2,715287116
AREA TOTAL MICROCUENCA 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 Guaitara (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 (%)

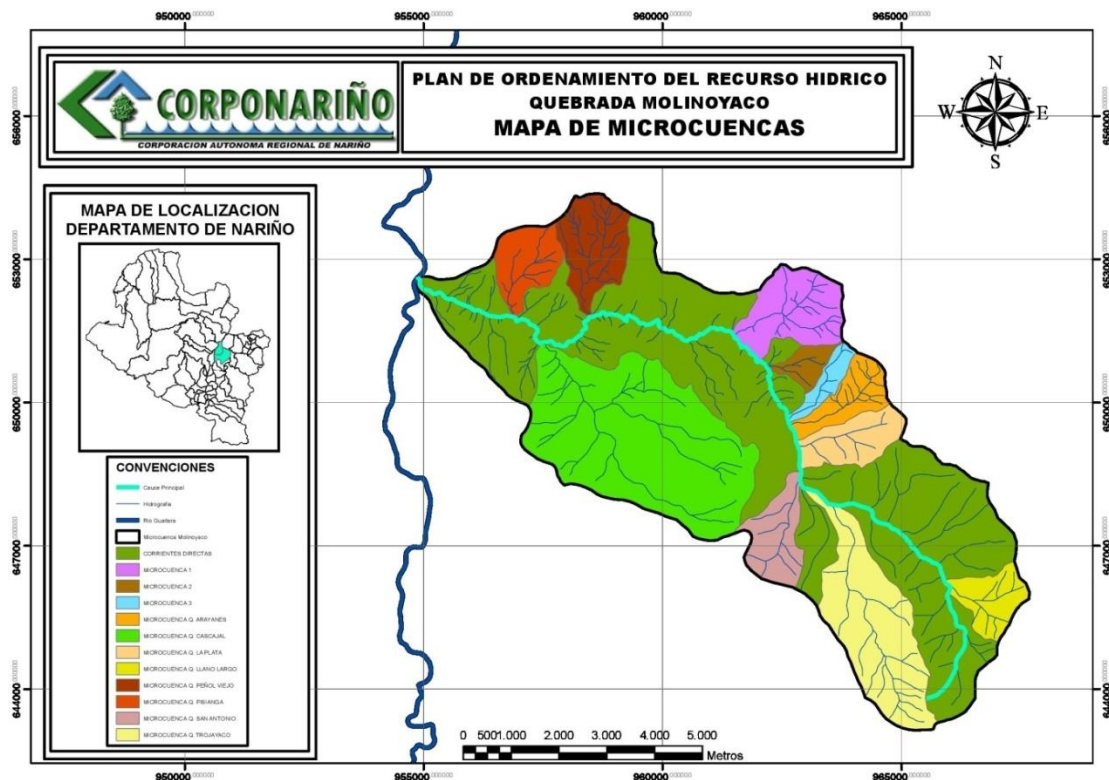
R_{RE} = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

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

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

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Figura 13. Mapa de Microcuencas 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 los siguientes ítems:

Tabla 8. Ítems Para El Cálculo De La Demanda 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)
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)
Demanda 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 que 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

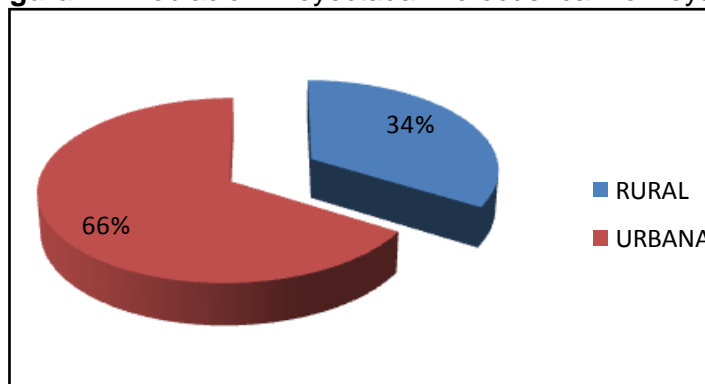
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 10. Población Proyectada Por Zona Microcuenca Molinoyaco

MICROCUECNA	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 transforma 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 ocurran 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:

$$\text{DUD} = \text{Dotación Bruta (m3/hab/día)} * \text{Población Proyectada}$$

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 (m3/hab/dia)	0,115	0,115
Dotacion Bruta (m3/hab/dia)	0,2090909	0,2090909
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)	404257,41	197053,55
Demanda de Agua Uso Domestico Total (millones m3/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
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)	74825	47377
Demanda 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	MICROCUENCA	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

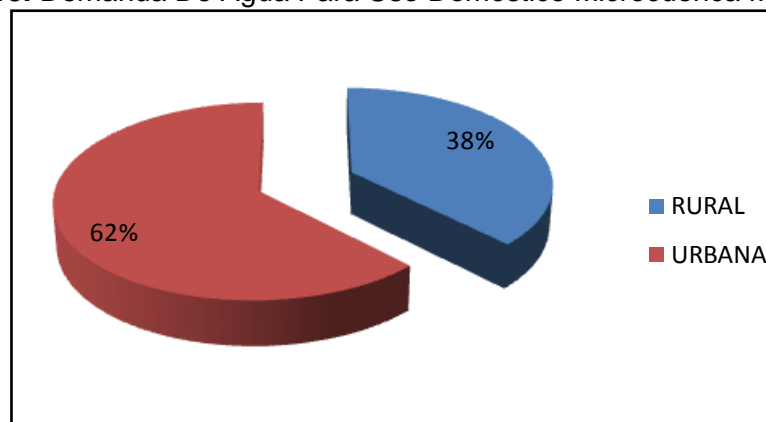
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 17. Demanda De Uso Doméstico Microcuenca Molinoyaco

MICROCUENCA	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	0,724

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 (Km2)	Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km2)	Area Cuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Bovinos Municipio	Total Bovinos Microcuenca Molinoyaco	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Bovinos (m3/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	62,96	Rio Molinoyaco	19,07	9,90	649	64	18	4,74	304,55
El Tambo	248,34	50,95		Rio Molinoyaco	80,93	20,52	4646	953			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 **0,000512 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	62,96	Rio Molinoyaco	19,07	9,90	140	14	18	9,13	126,54
El Tambo	248,34	50,95		Rio Molinoyaco	80,93	20,52	206	42			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	62,96	Rio Molinoyaco	19,07	9,90	0	0	18	7,3	0
El Tambo	248,34	50,95		Rio Molinoyaco	80,93	20,52	5	1			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 ($\text{m}^3/\text{año}$)

ESPECIE	TEMPERATURA	CONSUMO ($\text{m}^3/\text{animal} \cdot \text{año}$)
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 $0,16 \text{ m}^3/\text{animal} \cdot \text{año}$.

El consumo de agua para el sector avícola, estimado en la Microcuenca Molinoyaco es de **0,0004268 millones de $\text{m}^3/\text{año}$.**

Tabla 25. Consumo De Agua – Avícola 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 Aves Municipio	Total Aves Microcuenca Molinoyaco	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Aves (m3/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

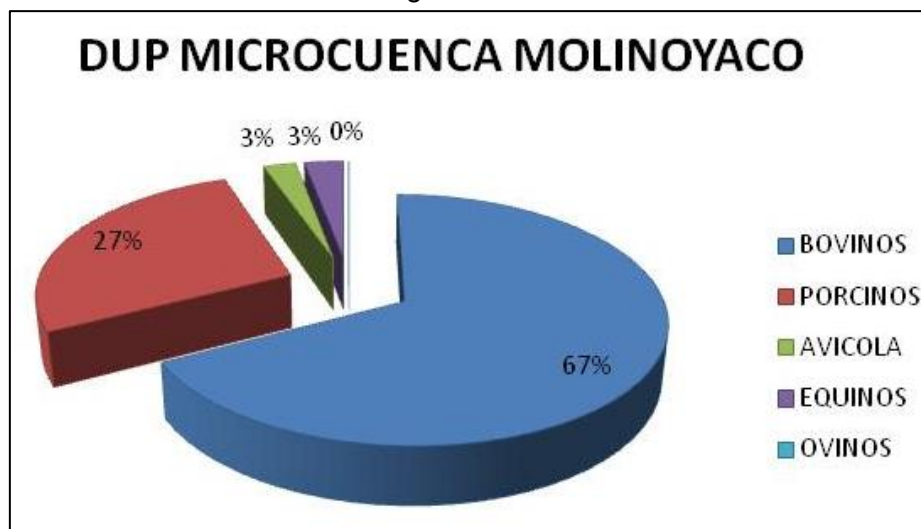
Finalmente la demanda de agua para uso pecuario en la Microcuenca Molinoyaco es: **0,0176707 millones de $\text{m}^3/\text{año}$.**

Tabla 26. Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Molinoyaco

ANIMAL	TOTAL DUP ($\text{m}^3/\text{animal} \cdot \text{año}$)	TOTAL DUP (millones de $\text{m}^3/\text{animal} \cdot \text{año}$)
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.

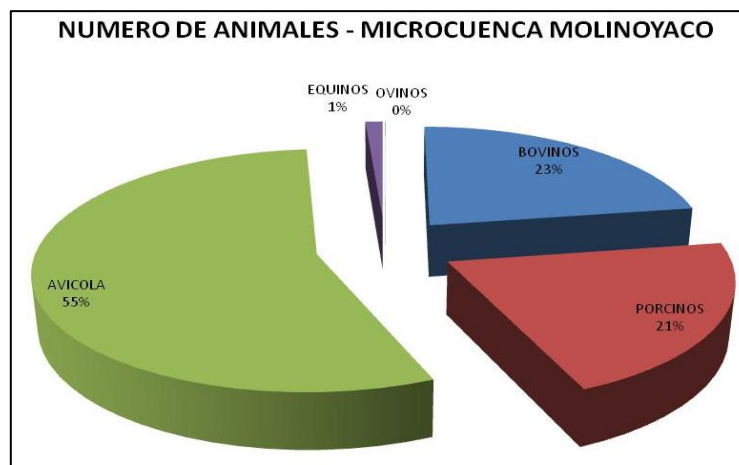
En la siguiente tabla podemos ver la distribución de los animales por municipio dentro de la Microcuenca Molinoyaco y su consumo de agua.

Tabla 27. Consumo De Agua Por Municipio, Microcuenca Molinoyaco

CONSUMO DE AGUA PECUARIO (m3/animal-año) 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 RIO 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)	DUA (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.

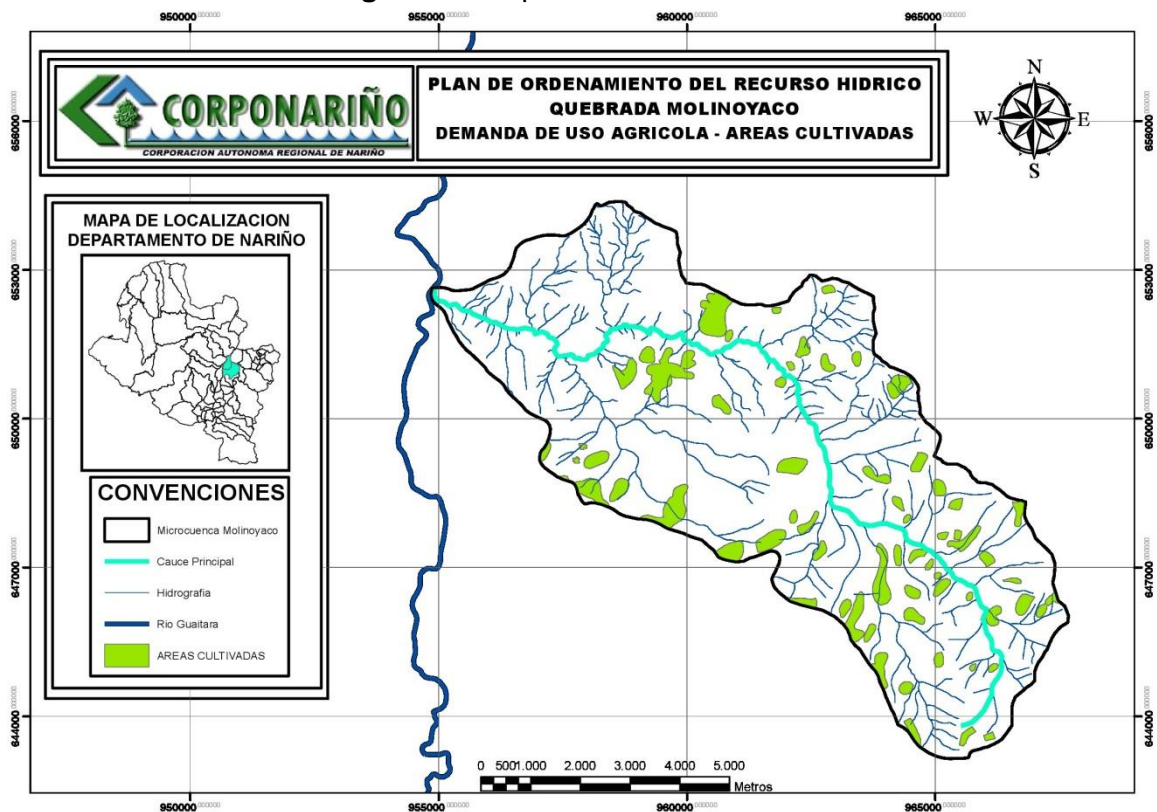
Podemos ver que el resultado de la DUA es negativo, esto quiere decir que hay un déficit de agua para estos cultivos debido a la extensa área de pastos para ganado, por lo tanto se implementan distritos de riego para suplir las necesidades de agua para los cultivos.

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 secretaria 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	Descripción
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 Habitación	Descripción
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 DE JESUS	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 AGROPECUARIO JESUS 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: Secretaria 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/día por alumno
Oficina	80	L/día 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/día 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/día 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/es/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/día por alumno	1350	1,35	492,75	0,00049275
CENTRO EDUCATIVO CHAGRAURCO	36	Escuela	45	L/día por alumno	1620	1,62	591,3	0,0005913
CENTRO EDUCATIVO DE SANTA LUCIA	16	Escuela	45	L/día por alumno	720	0,72	262,8	0,0002628
CENTRO EDUCATIVO LAS PALMAS	22	Escuela	45	L/día por alumno	990	0,99	361,35	0,00036135
CENTRO EDUCATIVO MEJICO	18	Escuela	45	L/día por alumno	810	0,81	295,65	0,00029565
CENTRO EDUCATIVO TROJAYACO	30	Escuela	45	L/día por alumno	1350	1,35	492,75	0,00049275
ESCUELA LA INMACULADA	293	Escuela	45	L/día por alumno	13185	13,185	4812,525	0,004812525
CENTRO EDUCATIVO GRANADILLO	8	Escuela	45	L/día por alumno	360	0,36	131,4	0,0001314
CENTRO EDUCATIVO TANGUANA	66	Escuela	45	L/día por alumno	2970	2,97	1084,05	0,00108405
CENTRO EDUCATIVO CASCAJAL BAJO	37	Escuela	45	L/día por alumno	1665	1,665	607,725	0,000607725
INSTITUCION EDUCATIVA SAGRADO CORAZON DE JESUS	531	Escuela	45	L/día por alumno	23895	23,895	8721,675	0,008721675
CENTRO EDUCATIVO PLAN VERDE	10	Escuela	45	L/día por alumno	450	0,45	164,25	0,00016425
CENTRO EDUCATIVO CASCAJAL ALTO	9	Escuela	45	L/día por alumno	405	0,405	147,825	0,000147825
INSTITUCION EDUCATIVA AGROPECUARIQUESUS NAZARENO	738	Escuela	45	L/día por alumno	33210	33,21	12121,65	0,01212165
CENTRO EDUCATIVO LA CAFELINA	27	Escuela	45	L/día por alumno	1215	1,215	443,475	0,000443475
CENTRO EDUCATIVO POTRERILLO	37	Escuela	45	L/día por alumno	1665	1,665	607,725	0,000607725
CENTRO EDUCATIVO SAN PABLO ALTO	22	Escuela	45	L/día 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

MICROCUECNA	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**

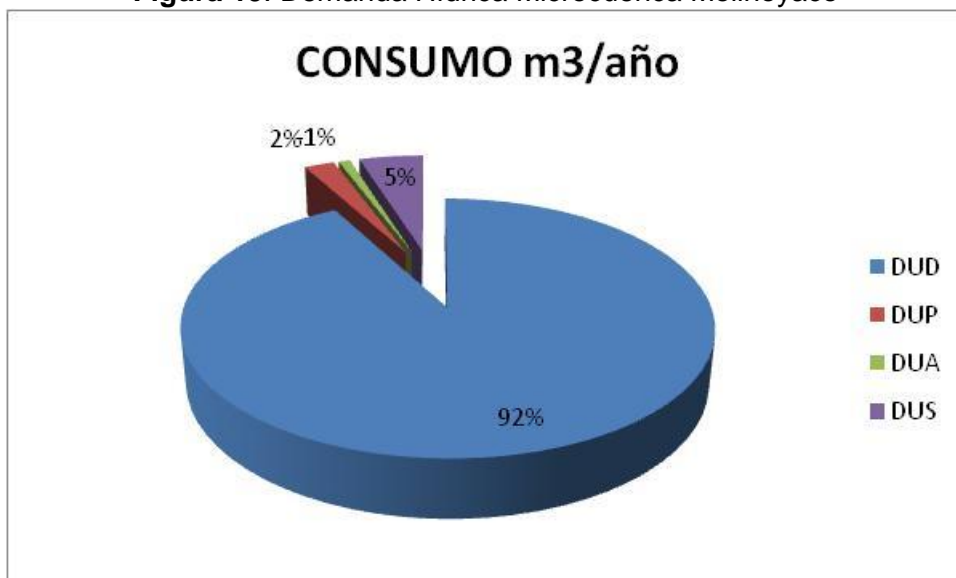
Finalmente la demanda hídrica total para la Microcuenca Molinoyaco es: **0,772717493 millones de metros cúbicos al año**

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 (Mm³)

O_n = Oferta hídrica superficial neta (Mm³)

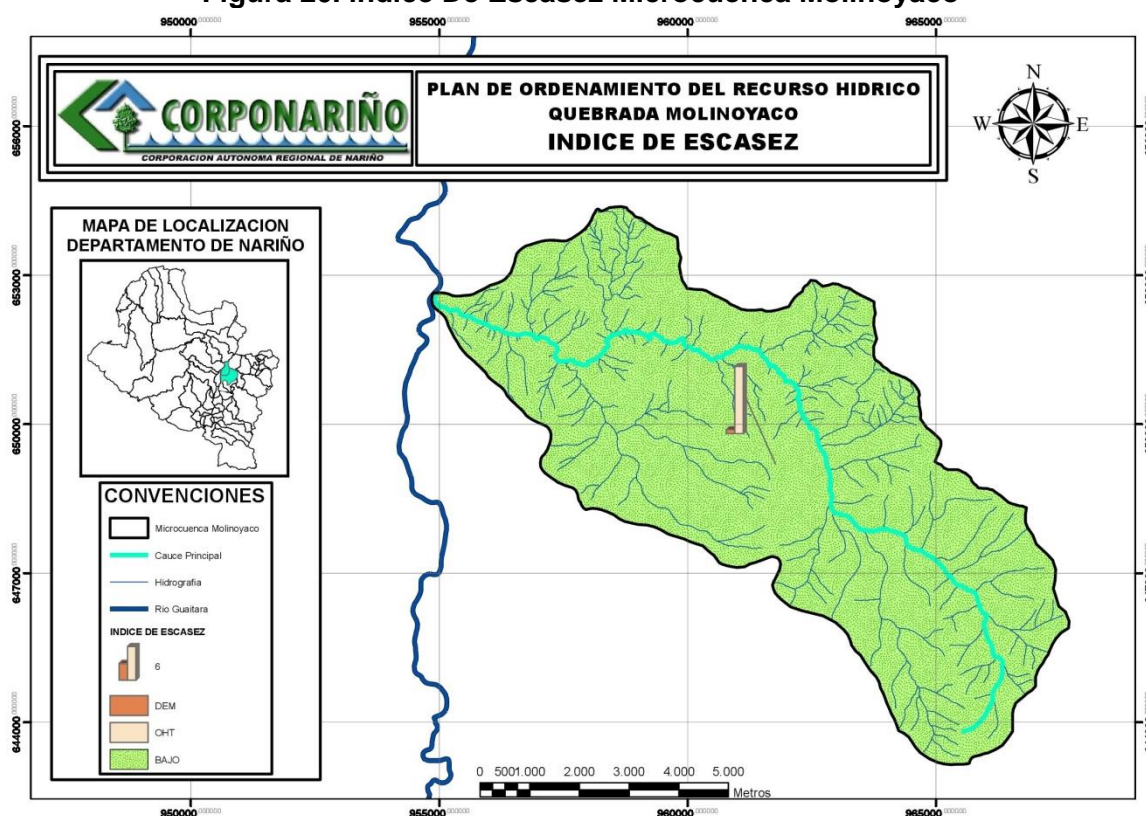
Finalmente relacionando la demanda hídrica total y la oferta hídrica neta superficial el resultado del índice de escasez para la Microcuenca Molinoyaco es del **6%** y se encuentra dentro de la categoría bajo la cual nos indica que no se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico en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

Tabla 40. Índice De Escasez

MICROCUECNA	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:

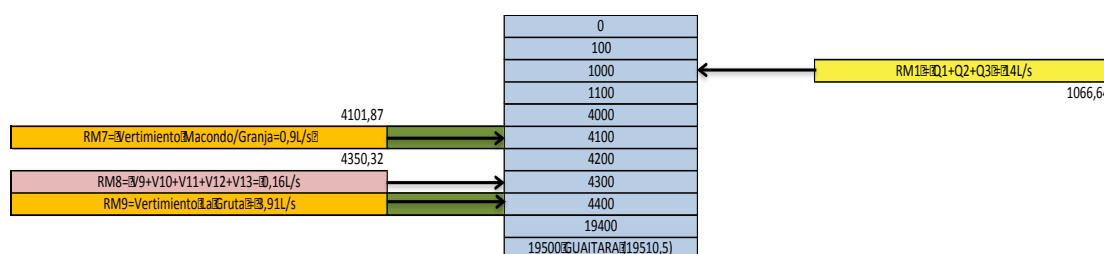
- Titulo y Leyenda: El titulo identifica el nombre de la fuente hídrica superficial objeto de ordenamiento y la Leyenda ubicada a un costado del esquema principal, relaciona con colores cada uno de los elementos que conforman el Perfil de Modelación.

Figura 21. Topología – Titulo 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



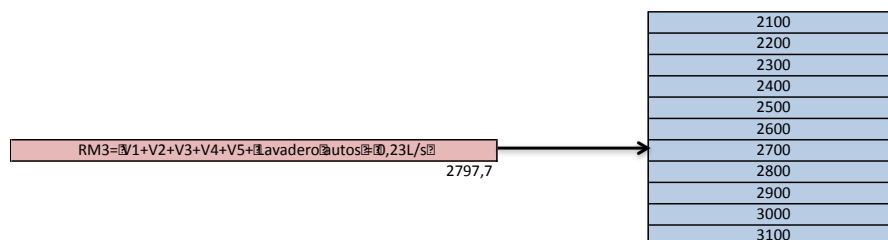
- Entradas: Relaciona los aportes entradas de agua al Tramo o Cauce Principal. Dependiendo de su origen, estas pueden ser relevantes o incidentes solamente en la cantidad de la corriente superficial objeto de ordenamiento o también en su calidad.

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:

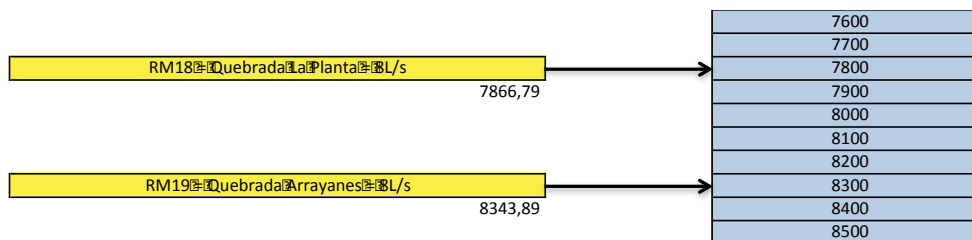
- Descargas: que corresponden a aportes directos de usuarios generadores de vertimientos que efectúan la disposición final de aguas residuales directamente sobre el cauce principal.

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

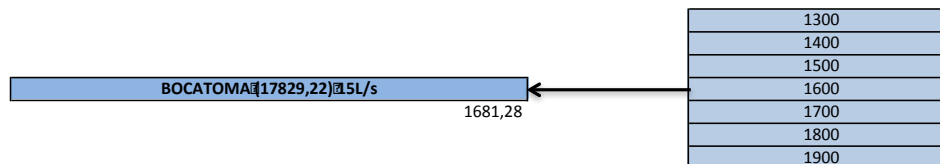


- Salidas: Corresponde a las captaciones, derivaciones o extracciones de agua del Tramo o Cauce Principal.

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

RM7=Vertimiento Macondo/Granja=0,9L/s	→	4100
		4200
RM8=V9+V10+V11+V12+V13=0,16L/s	→	4300
RM9=Vertimiento La Gruta=3,91L/s	→	4400

- 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

6800	←	Q=125,078L/s	
6900			RM16=Quebrada Trojayaco=20L/s
7000			
7100			

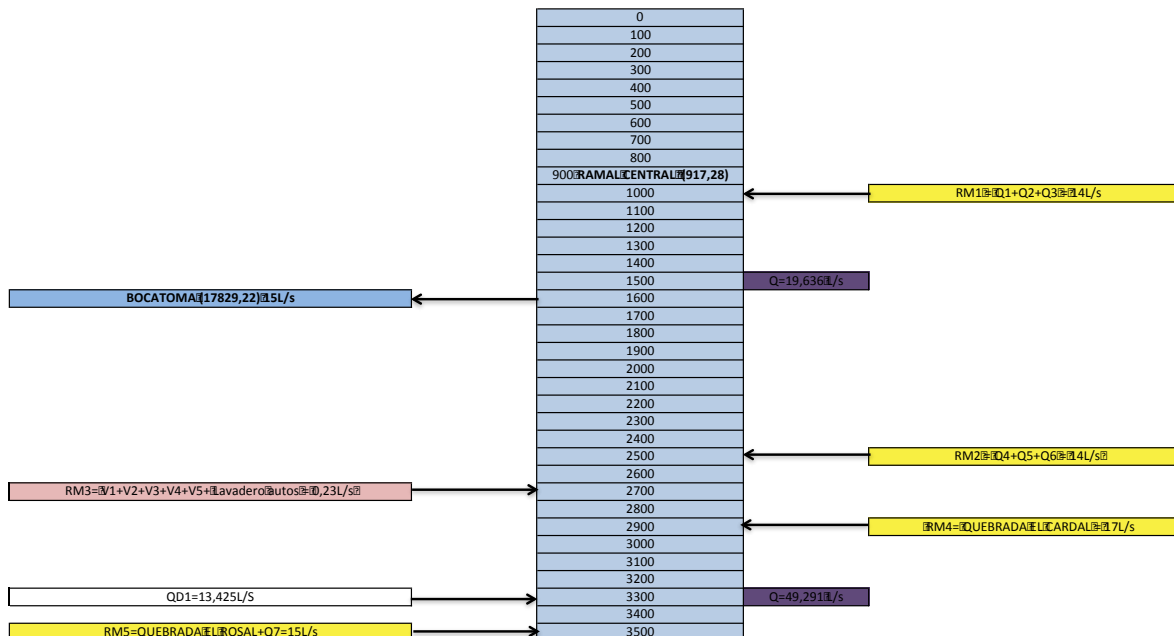
6.6.1. PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA DEL RIO MOLINOYACO.

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.

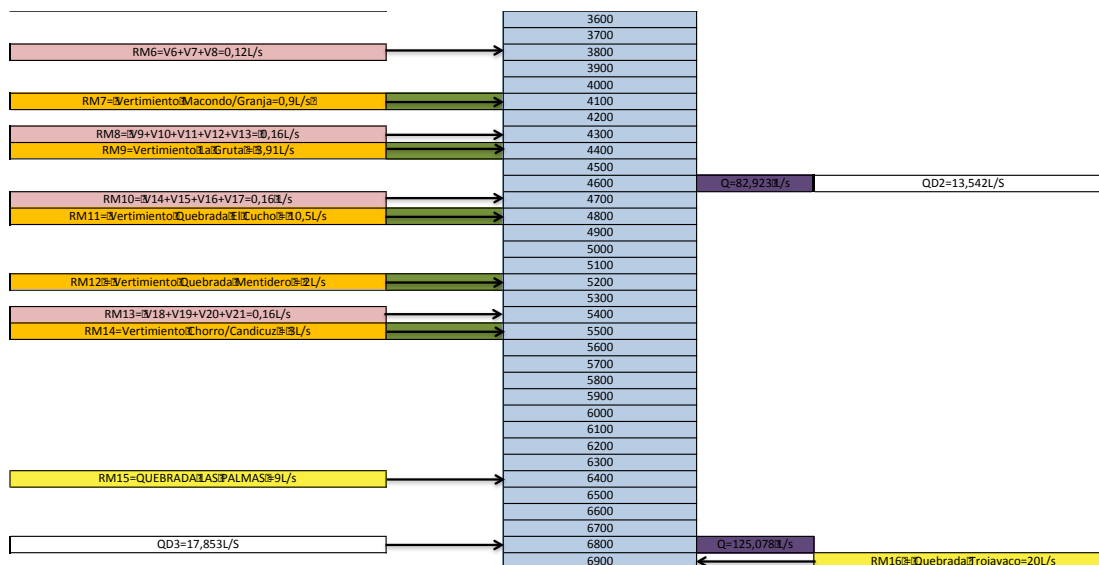
- **Segmento I:** Incluye el Cauce Principal desde su nacimiento 0m hasta la union con la quebrada el Rosal 3500m

Figura 28. Topología Detallada Rio Molinoyaco Segmento I



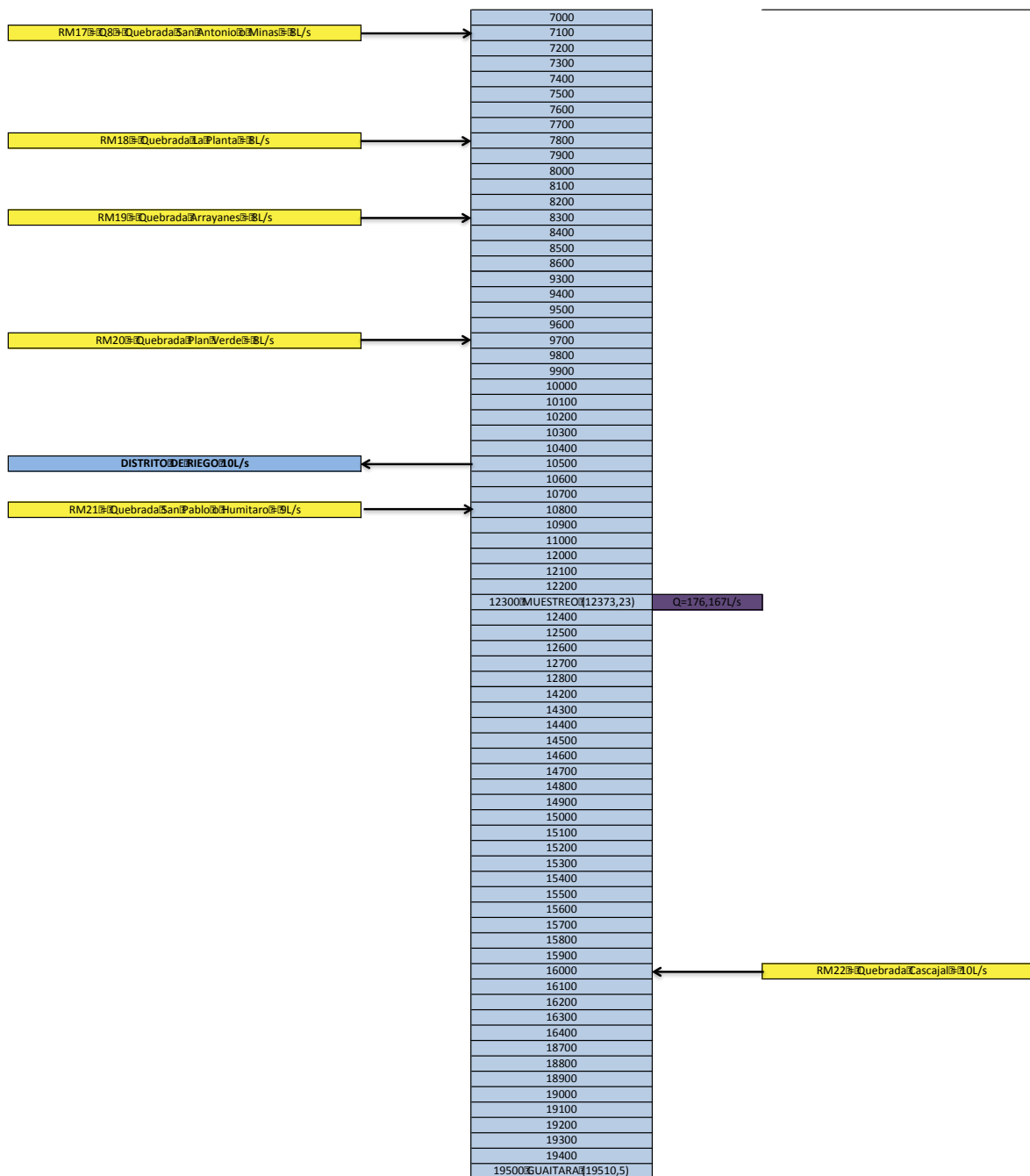
Segmento II: Incluye el Cauce Principal después de la unión con la Quebrada el Rosal 3600m hasta la unión con la Quebrada Trojayaco 6900m.

Figura 29. Topología Detallada Rio Molinoyaco Segmento II



Segmento III: Incluye el Cauce Principal despues de la unión 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 Suspendidos, 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.	

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

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

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 42. Metodología para Aforo

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

<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

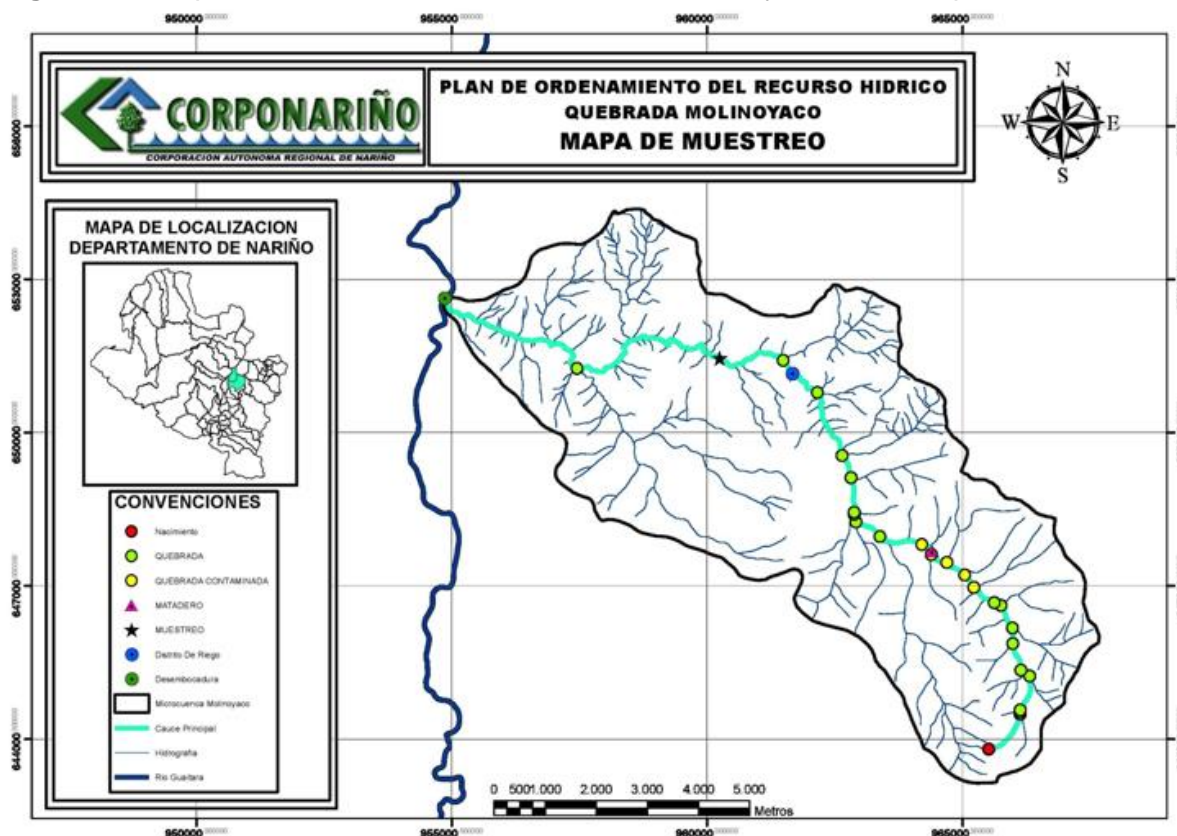
- ✓ Cantidad de muestras destinadas al Ordenamiento del Rio Molinoyaco, según el Convenio Institucional establecido y firmado entre CORPONARIÑO y la Universidad de Nariño (Laboratorio de Aguas).

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

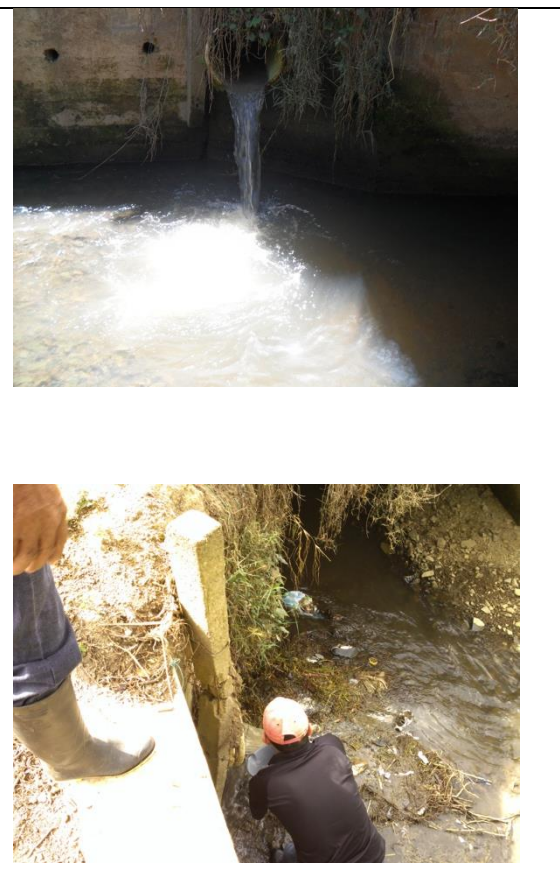
Tabla 43. Estaciones de Muestreo Rio Molinoyaco



NOMBRE DE LA CORRIENTE	ESTACIÓN MONITOREO	NOMBRE	REGISTRO FOTOGRAFICO
RIO MOLINOYACO	<p>ES_RM - 1</p> <p>N 0966340 W 0645120 H 2.311msnm</p>	ANTES DE LA BOCATOMA	 <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</p> <p>N 0965879 W 0646488 H 2.241msnm</p>	<p>BELLO HORIZONTE</p>	<div data-bbox="857 357 1360 735">  </div> <div data-bbox="857 777 1360 1155">  </div> <p>Segunda estación de muestreo Bello Horizonte, este se toma sobre el Rio Molinoyaco. En este punto se comienzan a presentar vertimientos de viviendas, razón por la cual se realizo el muestreo.</p>
------------------------------	---	-------------------------------	--

RIO MOLINOYACO	<p>ES_RM - 3</p> <p>N 0965378 W 0647037 H 2.208msnm</p>	<p>MACONDO</p>	
			<p>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.</p>

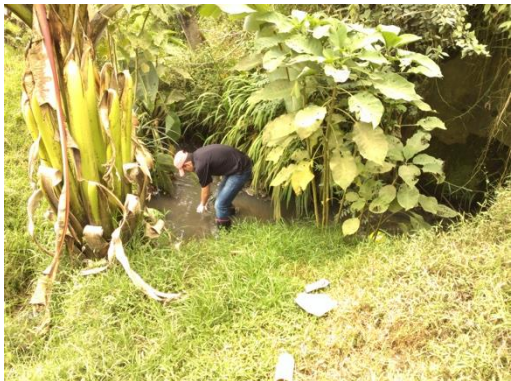





<p>RIO MOLINOYACO</p>	<p>ES_RM - 4</p> <p>N 0965327 W 0647260 H 2.207msnm</p>	<p>GRUTA</p>	
			<p>Cuarta estación de muestreo Gruta, este punto se toma en el colector. Se determinó realizar un punto de muestreo debido a que este colector realiza vertimientos de aguas residuales sobre el Rio Molinoyaco.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



<p>RIO MOLINOYACO</p>	<p>ES_RM - 5</p> <p>N 0965327 W 0647260 H 2.207msnm</p>	<p>CASCO URBANO</p>	<div data-bbox="846 319 1377 697">  </div> <div data-bbox="852 730 1367 1108">  </div> <div data-bbox="837 1138 1367 1310"> <p>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> </div>
------------------------------	---	---------------------	--

<p>RIO MOLINOYACO</p>	<p>ES_RM – 6</p> <p>N 0964736 W 0647486 H 2.181msnm</p>	<p>EL CUCHO</p>	<div data-bbox="857 321 1364 697">  </div> <div data-bbox="873 726 1344 1140">  </div> <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 realizo el muestreo.</p>
------------------------------	---	------------------------	--

RIO MOLINOYACO	<p>ES_RM – 7</p> <p>N 0965433 W 0640506 H 2.299msnm</p>	INICIO EL CUCHO	 <p>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.</p>
	<p>ES_RM – 8</p> <p>N 0964469 W 0647506 H 2.183msnm</p>	MATADERO	 <p>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.</p>

<p>RIO MOLINOYACO</p>	<p>ES_RM - 9</p> <p>N 0964304 W 0647856 H 2.198msnm</p>	<p>CANDICUZ</p>	<div data-bbox="857 380 1364 758">  </div> <div data-bbox="857 850 1364 1228">  </div> <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>
------------------------------	---	-----------------	---

<p>RIO MOLINOYACO</p>	<p>ES_RM – 10</p> <p>N 0962933 W 0640301 H 2.142msnm</p>	<p>TROJAYACO</p>	<div data-bbox="859 384 1362 762">  </div> <div data-bbox="859 856 1362 1234">  </div> <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>
------------------------------	--	------------------	---

<p>RIO MOLINOYACO</p>	<p>ES_RM – 11 N 0960336 W 0651465 H 1.425msnm</p>	<p>CAFELINA</p>	
			 <p>Onceava estación de muestreo Cafelina, este punto se toma sobre el Río 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 Río

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 Río Molinoyaco para las jornadas de 09 de julio y 17 de Septiembre de 2013

RIO MOLINOYACO											
PUNTO DE MUESTREO	UNIDADES DE MEDIDA	MUESTREO	DISTANCIA A NACIMIENTO (PUNTO 0) (1681,28)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (3095,99)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (4350)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (4446,63)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (5000)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (5300)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (5600)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (6971,37)	NACIMIENTO-PUNTO 0 (12373,23)
COLORE PARENTE	UPC	M1	<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
TURBIDEZ	NTU	M1	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
CONDUCTIVIDAD	us/cm	M1	112	101		148				184	252
		M2	119	109	117	166	204	232	277	266	392
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	M1	<10	<10		64				15	<10
		M2									
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	M1	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	mg/L	M1	<10	<10		24				<10	<10
		M2	4,4	4	4,4	17	18	13	32	7	2,4
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	mg/L	M1	<10	<10		40				<10	<10
		M2									
ACIDEZ	mg CaCO3/L	M1	5,58	7,02		12,6				12,6	3,6
		M2	0	1,2	<10	4	4,8	3,2	36	2	0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/L	M1	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 CaCO3/L	M1	142	86		146				164	150
		M2	52	50	60	59	77	94	80	84	151
CLORUROS	mg Cl/L	M1	0,97	1,94		3,89				5,34	4,86
		M2	ND	0,97	0,97	3,89	5,83	8,26	10,7	11,17	7,7
FOSFATOS	mg P ₀₄ /L	M1	<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	0,43	0,47
NITRITOS	mg N-NO ₂ /L	M1	<0,05	<0,05		0,05				0,05	0,03
		M2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
NITRATOS	mg N-NO ₃ /L	M1	0,08	0,25		<0,2				0,03	1,55
		M2	0,2	0,04	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,44
SULFATOS	mg SO ₄ /L	M1	<10	<10		11				<10	20,1
		M2	<10	<10	<10	<10	11,3	12,9	14,6	<10	24,7
SAABIS DETERGENTES	mg LAS/L	M1	<0,5	<0,5		<0,5				<0,5	<0,5
		M2	<0,5	<0,5	<0,5	1,63	1,86	1,9	2,49	0,87	<0,5
FOSFORO TOTAL	mg P-P ₀₄ /L	M1	<0,1	<0,1		1,17				1,1	0,37
		M2	0,38	0,2	0,25	1,09	1,24	2,69	3,96	2,12	0,47
NITROGENO AMK	mg N/L	M1	<1	<1		1,34				3,53	<1
		M2	1,01	1,01	1,01	1,48	2,8	4,96	5,99	7,03	1,12
GRASAS Y ACEITES	mg P-P ₀₄ /L	M1	<5	<5		7,97				5	<5
		M2	<5	<5	<5	9,51	7,85	5,22	8,21	<5	<5
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	M1	5800	100000		5400000				50000	60000
		M2	1100	40000	16000	1650000	170000	1000000	3300000	40000	6500
EHEC H1A/EOLI	UFC/100ml	M1	300	10000		1200000				1000	1500
		M2	400	15000	2500	100000	140000	700000	2700000	8000	100
AMONIO	mg N-NH ₃ /L	M1	<1	<1		<1				1,68	<1
		M2	1,01	1,01	1,01	<1	1,46	1,9	3,36	4,82	1,12
OXIGENO DISUELTO	mg O ₂ /L	M1	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 O ₂ /L	M1	<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 O ₂ /L	M1	<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	M1	102	98		188				158	208
		M2	86	128	116	158	150	189	218	150	228
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	M1	<12	<12		62				13,3	<12
		M2	12	54	29,3	50	24	46	38	14,8	12
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	M1	90	86		126				144,7	196
		M2	74	74	86,7	108	126	143	180	135,2	216
CAUDAL	L/S	M1	19,636	49,291		82,923				125,078	176,167
		M2	12,156	24,908	32,098	54,775	48,972	67,767			
pH	pH	M1	7	7		7				7	7
		M2	7	7		7				7	7

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

6.7.3 PERFILES DE CALIDAD:

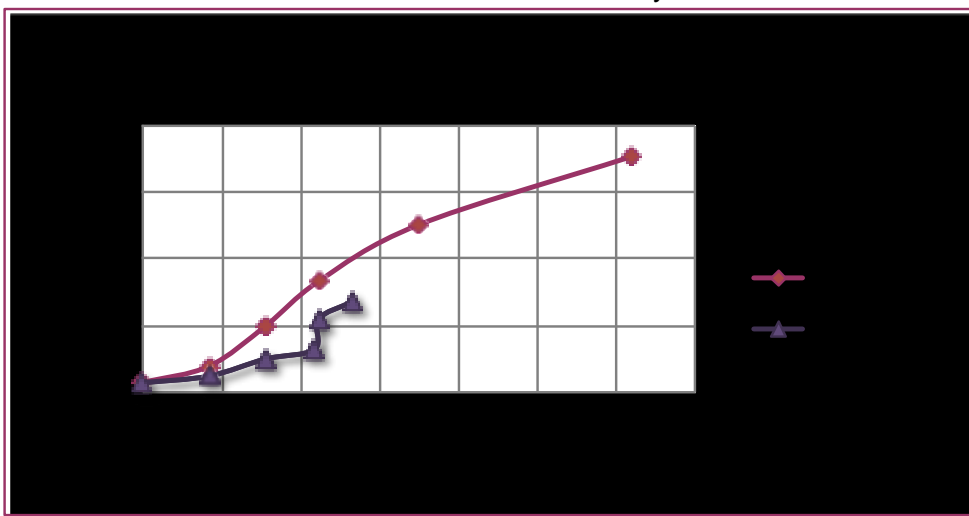
Los perfiles permiten evaluar de manera gráfica el comportamiento de la calidad y cantidad del agua del cauce principal del Río Molinoyaco.

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 Río 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

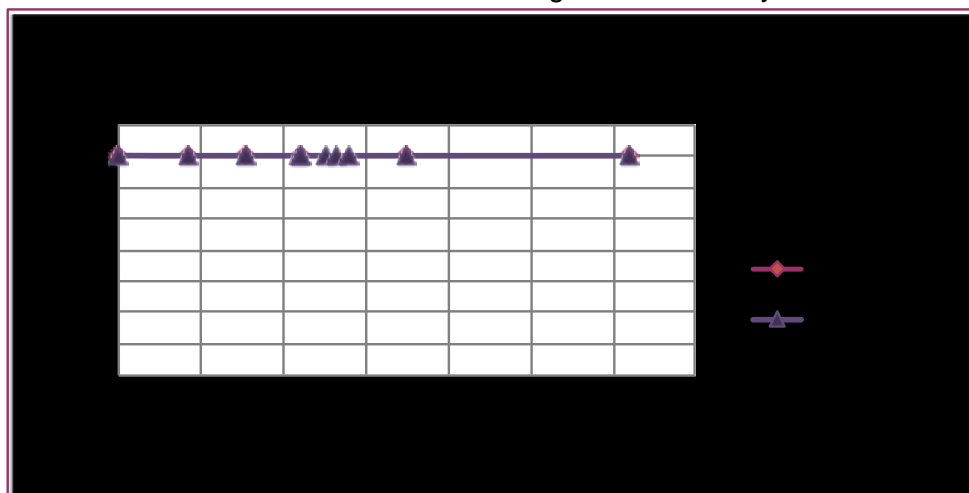


De acuerdo con la gráfica se puede evidenciar que para las dos jornadas de muestreo la tendencia tiende a presentar un incremento del caudal a lo largo del cauce, lo cual influye en la capacidad de asimilación y de autodepuración del Rio. Con base en el trabajo de campo realizado este incremento corresponde 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.



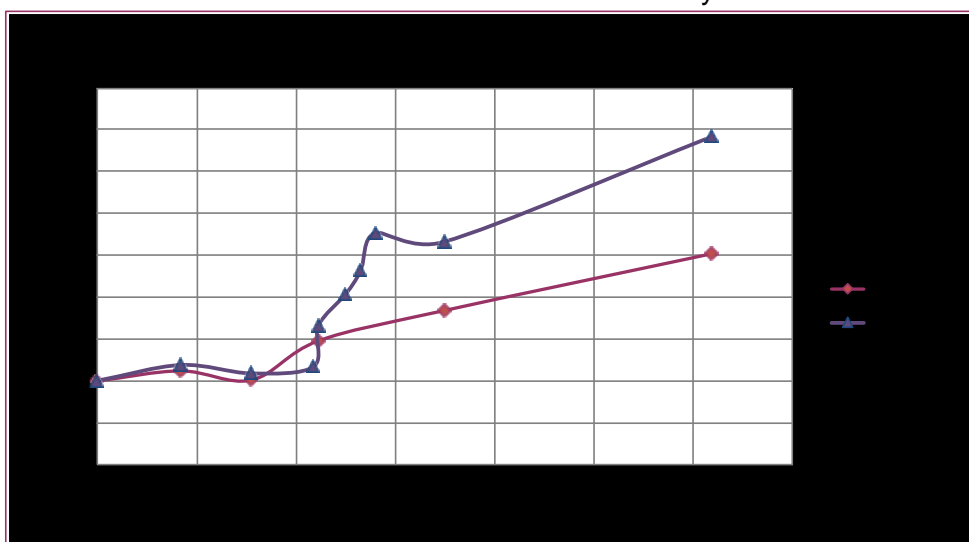
Grafica 4. Potencial de Hidrogeno Rio Molinoyaco



El Rio Molinoyaco durante su recorrido presenta pH relativamente neutro, es decir no hay presencia de sales que modifiquen el pH del cauce.

CONDUCTIVIDAD: La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal disociada en iones.

Grafica 5. Conductividad Rio Molinoyaco



El comportamiento de la grafica para los dos muestreos es progresivo, indicando que la calidad del Rio se ve alterada a medida que se van presentando descargas de vertimientos o descargas

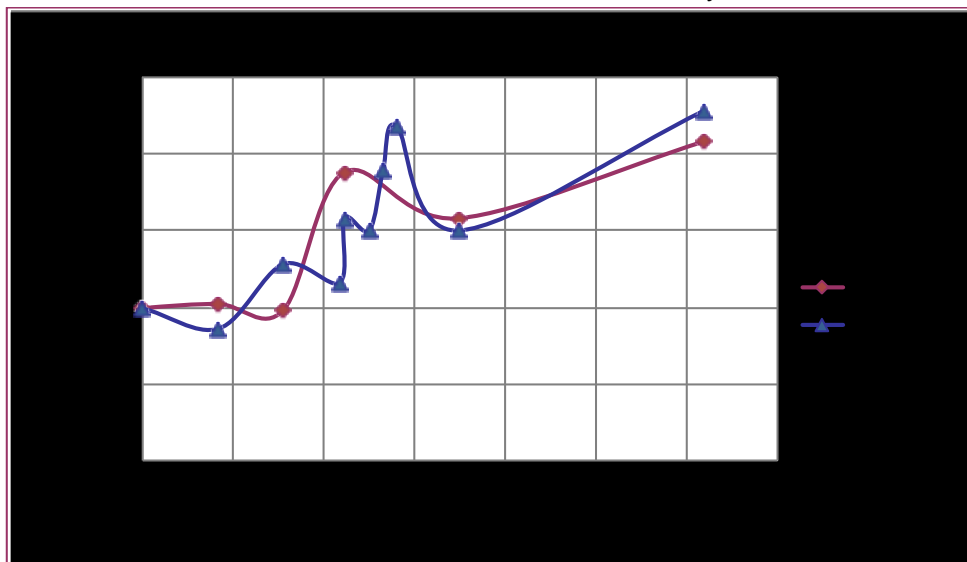
puntuales sobre su el cauce Principal. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado..

SÓLIDOS TOTALES (ST)–SOLIDOS DISUELTOS (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.

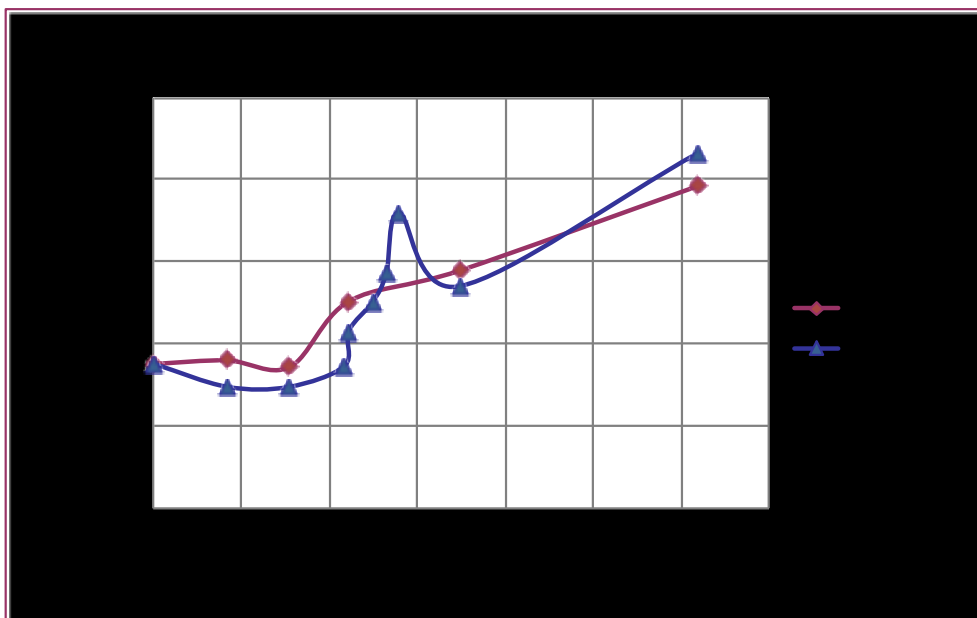
Los Sólidos Disueltos, son todas las sustancias que se encuentran disueltas en el agua, no se pueden determinar de una forma directa, sino que su cantidad se calcula numéricamente restando a los sólidos totales los sólidos en suspensión.

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

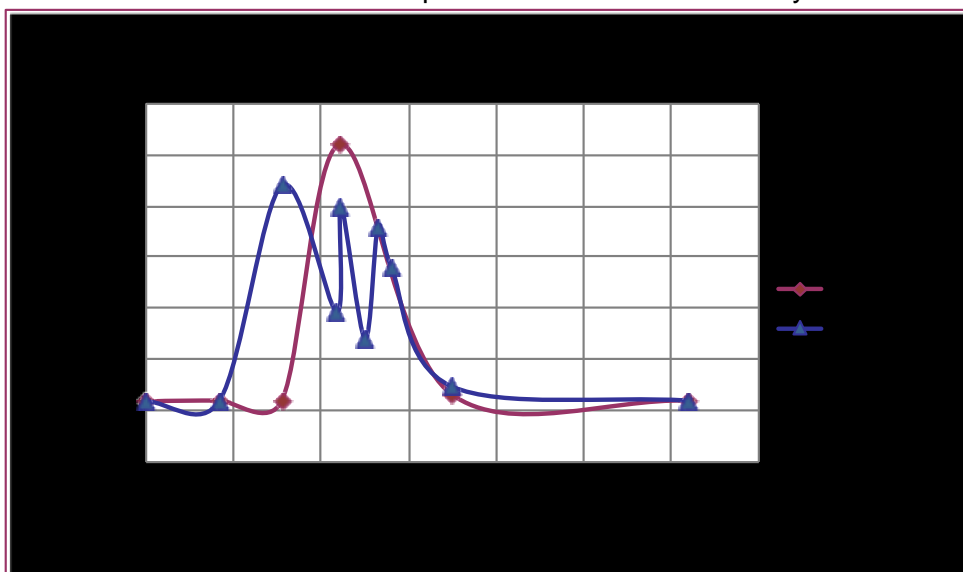
Grafica 6. Solidos Totales Rio Molinoyaco



Grafica 7. Solidos Disueltos Totales



Grafica 8. Solidos Suspendidos Totales Rio Molinoyaco

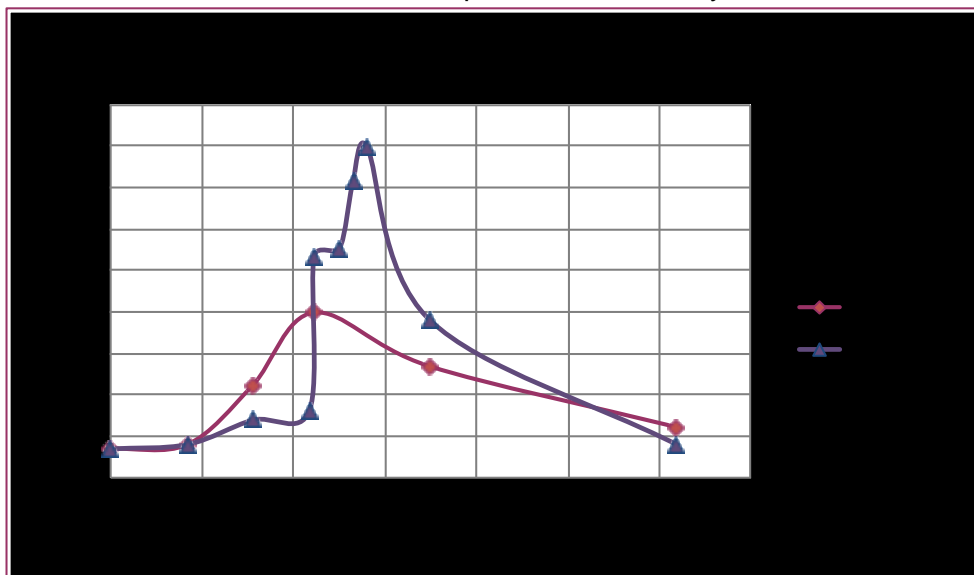


Para los sólidos totales, disueltos y suspendidos para los dos muestreos, podemos concluir de acuerdo con las gráficas que en la parte alta la presencia de sólidos es baja, pero la cantidad de sólidos totales y suspendidos presentan un valor alto en el punto del Casco Urbano es decir hay presencia de partículas de tamaño apreciable, lo cual se debe principalmente al aporte de vertimientos al cauce del Rio, en el punto de la Cafelina la cantidad de sólidos disueltos es la

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.

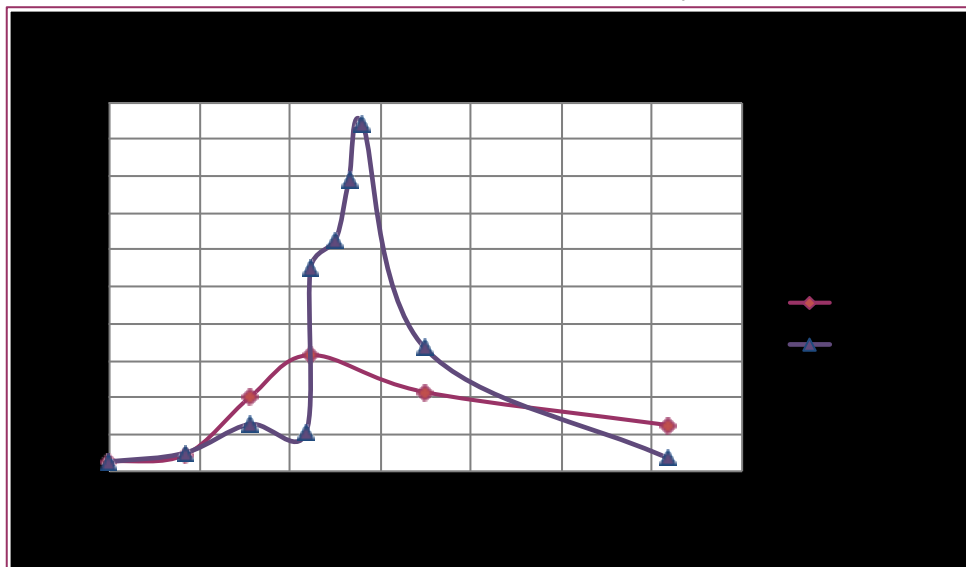
Grafica 9. Color Aparente Rio Molinoyaco



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

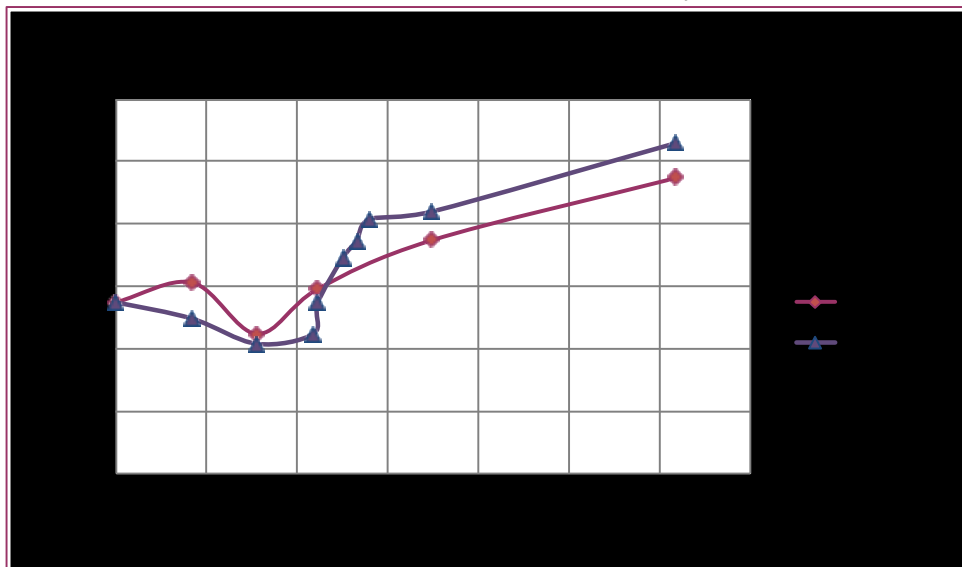


De acuerdo con la gráfica, el agua presenta una turbiedad alta en todos los puntos a excepción del punto de inicio, lo cual nos indica la presencia de partículas en suspensión que impiden el paso de la luz. Es decir en esta agua puede haber presencia de óxidos de hierro, Zinc, Coloides y/o Sólidos suspendidos, 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 mas alta.

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



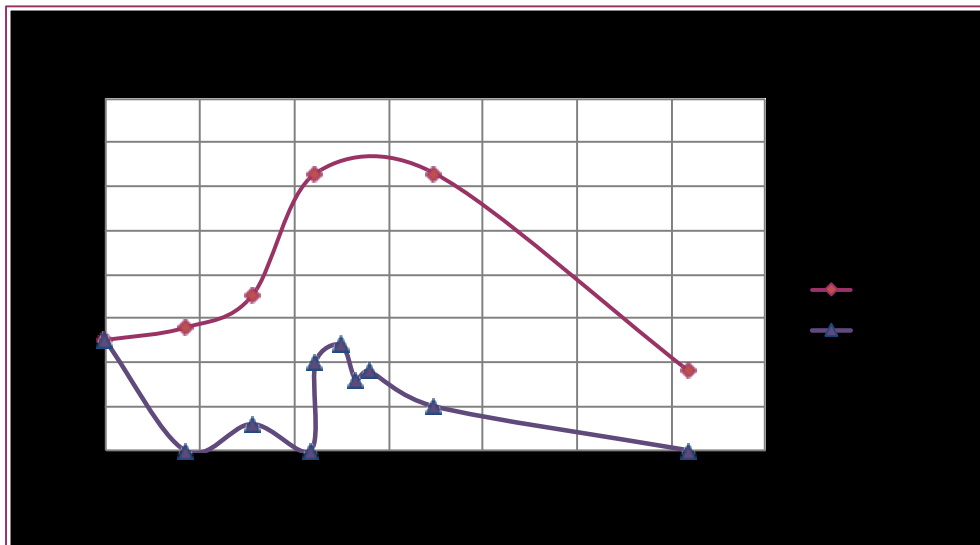
Grafica 11. Alcalinidad Rio Molinoyaco



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.

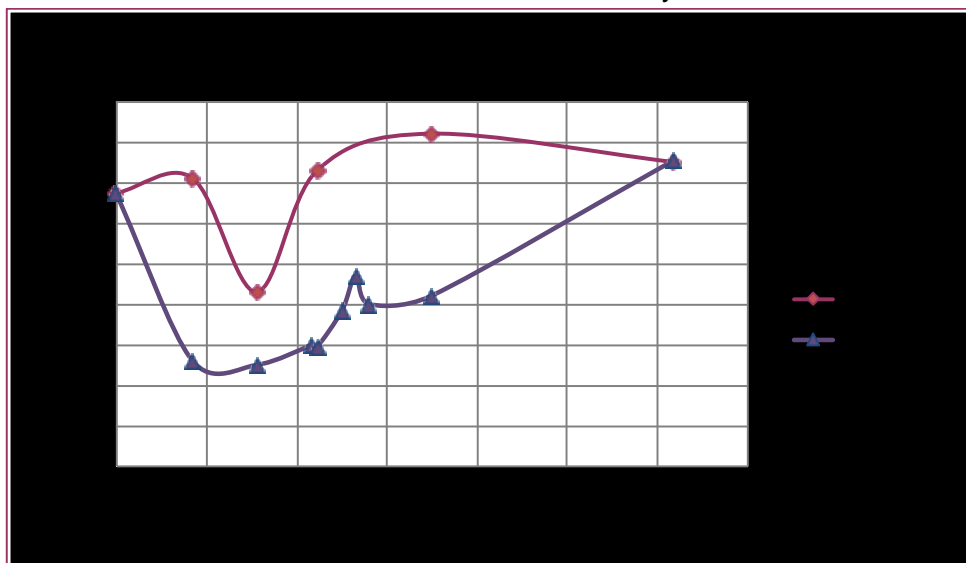
Grafica 12. Acidez Rio Molinoyaco



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 epoca en la que fue realizado..

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

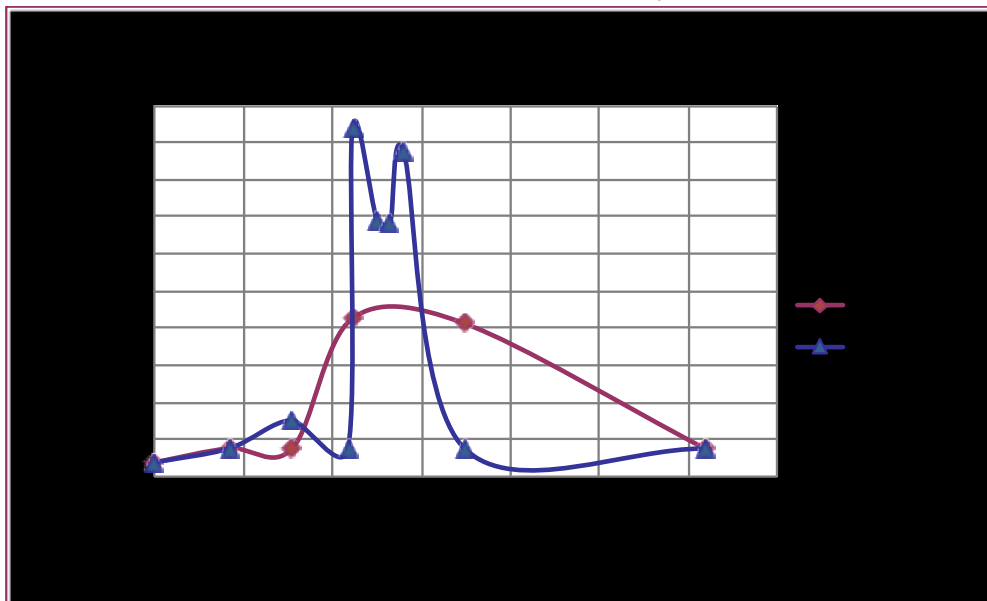
Grafica 13. Dureza Rio Molinoyaco



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 epoca en la que fue realizado.

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

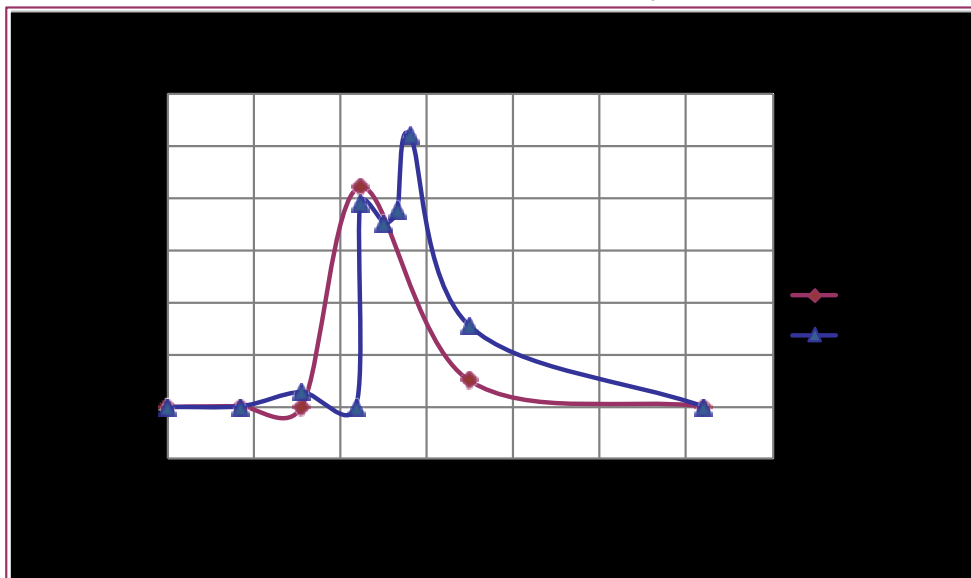
Grafica 14. DBO Rio Molinoyaco



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 epoca en la cual fue tomada la muestra.

Demanda 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

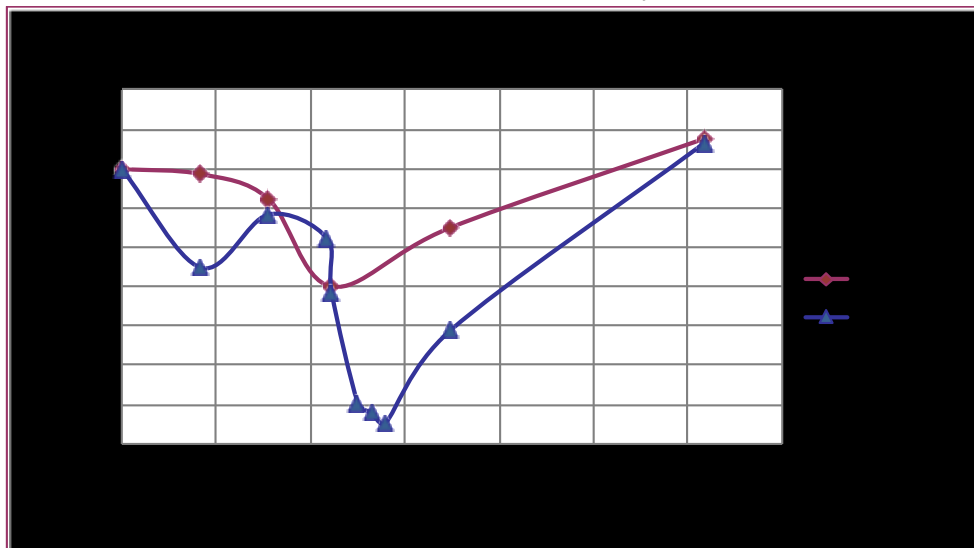


De acuerdo con la gráfica, podemos concluir que al inicio del Rio Molinoyaco el agua presenta una Demanda Química de Oxígeno baja lo cual nos indica que el contenido de materia orgánica e inorgánica es baja, la DQO mas alta se presenta en el punto del Casco Urbano debido al vertimiento de aguas residuales 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 epoca en la que fue realizado.

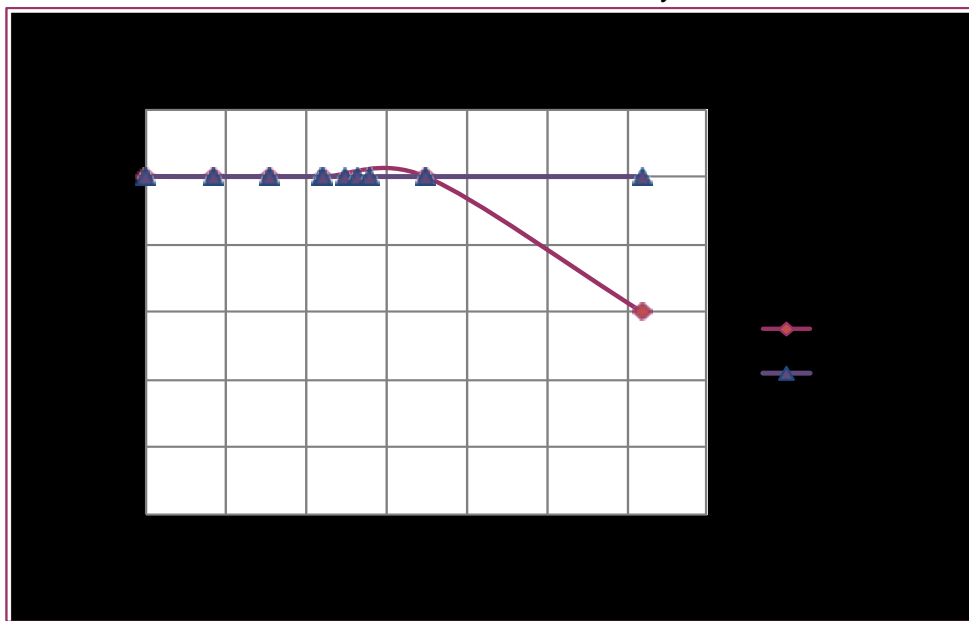
AMONIO: Se generan principalmente como el resultado de excreciones o desechos de origen animal. Las aguas superficiales bien aireadas por lo general contienen concentraciones bajas de amonio.

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.

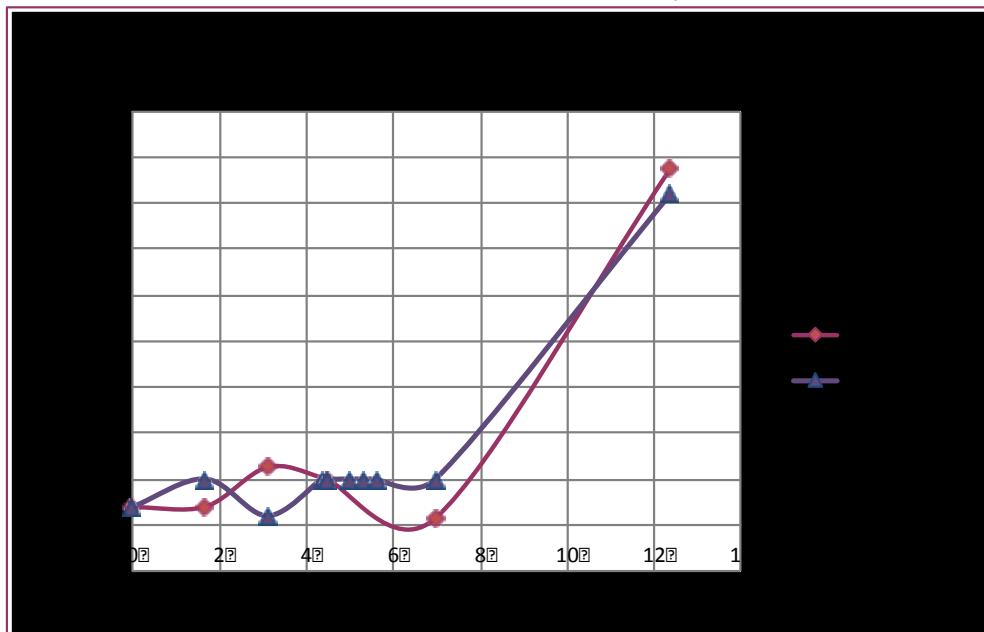
Grafica 17. Amonio Rio Molinoyaco



Grafica 18. Nitritos Rio Molinoyaco



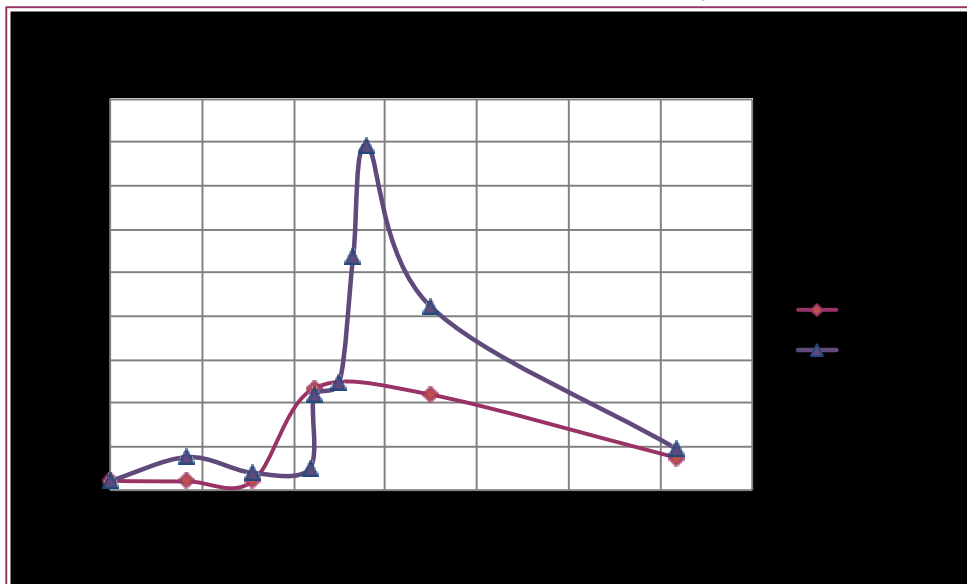
Grafica 19. Nitratos Rio Molinoyaco



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 epoca 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.

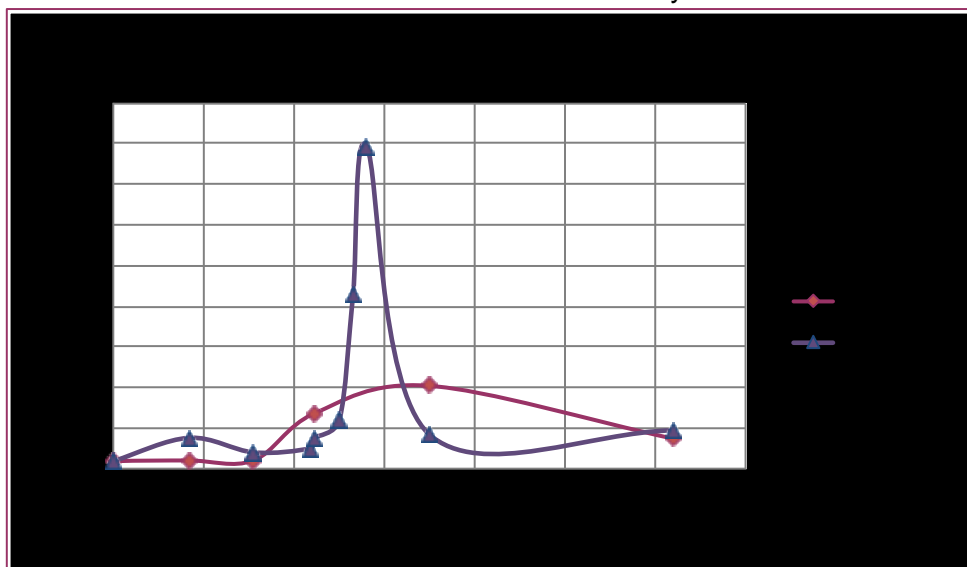
Grafica 20. Fosforo Total Rio Molinoyaco



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 epoca en la que fue realizado.

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

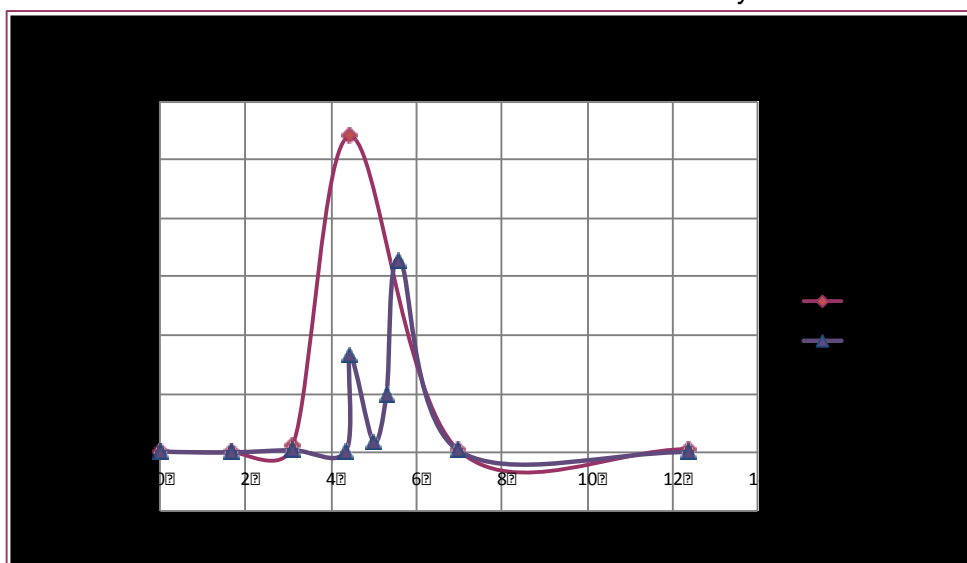
Grafica 21. Fosfatos Rio Molinoyaco



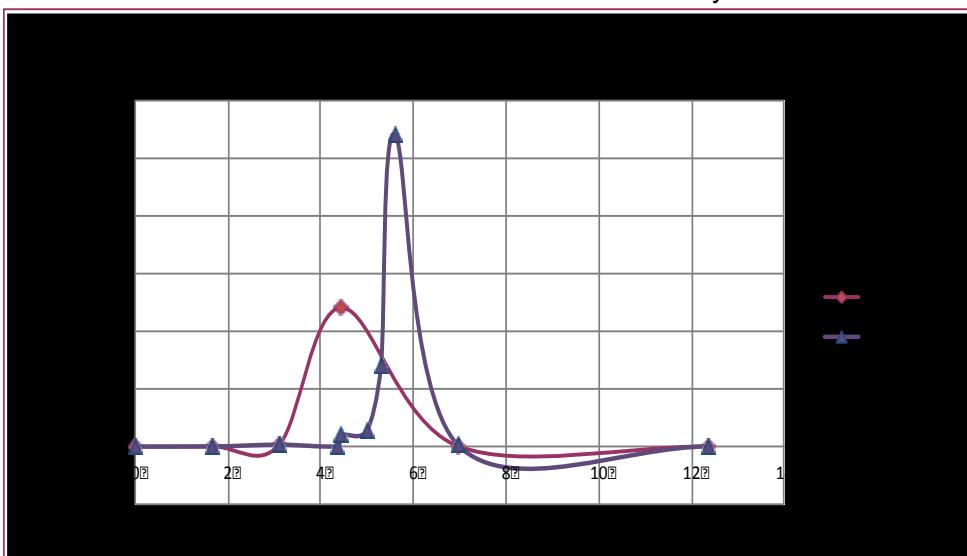
La concentración de fosfatos a lo largo del cauce es relativamente baja, a excepción en los puntos del Casco Urbano y Trojayaco donde se incrementa, debido al uso de fertilizantes para la agricultura, los cuales están incidiendo en la calidad del agua de este tramo del Río. La diferencia entre los resultados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



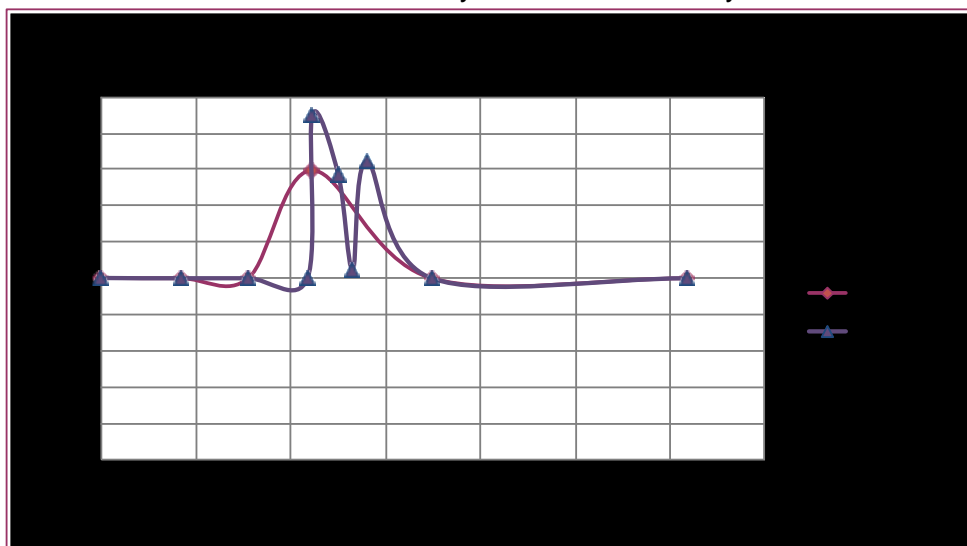
Grafica 23. Echerichia Coli Rio Molinoyaco



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 origine el cual puede ser animal o vegetal.

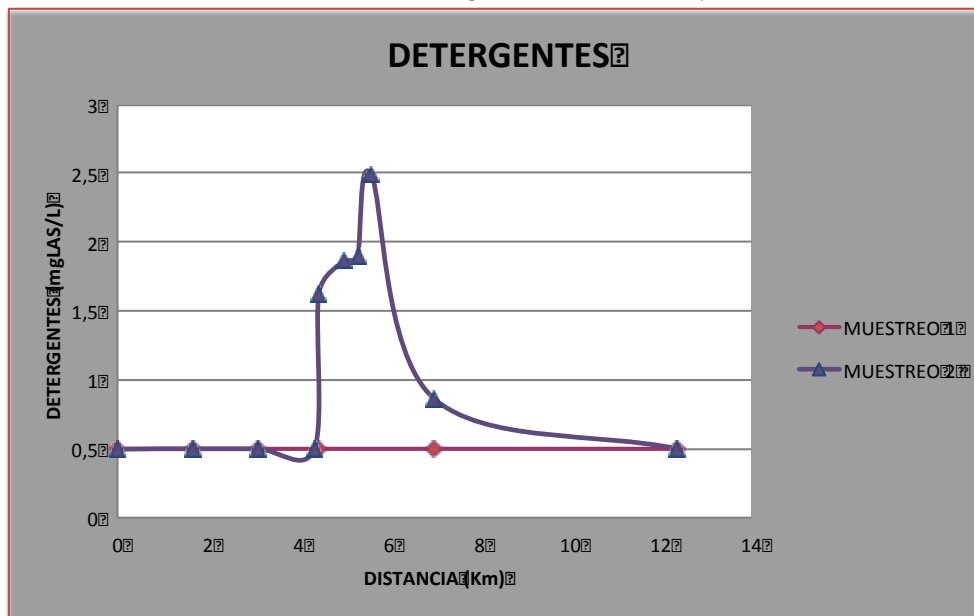
Grafica 24. Grasas y Aceites Rio Molinoyaco



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 residuo acuoso de lavado doméstico e industrial 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 epoca 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)
- Turbiedad (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	
71 -- 90	BUENA	
51 -- 70	REGULAR	
26 -- 50	MALA	
0 -- 25	PESIMA	

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:

- W_i : Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- Sub_i : 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 (Sub_i) 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 (W_i) y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el “ICA”.

El ICA del Río Molinoyaco, se calculó para cada una de las cinco (5) estaciones o puntos de muestreo sobre el cauce principal del Río, 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 BOCATOMA**

Tabla 46. ICA Punto de Muestreo ES_RM1 ANTES BOCATOMA

ES_RM – 1 ANTES BOCATOMA				
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 Río.

✓ **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	5,3	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	20,54	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.

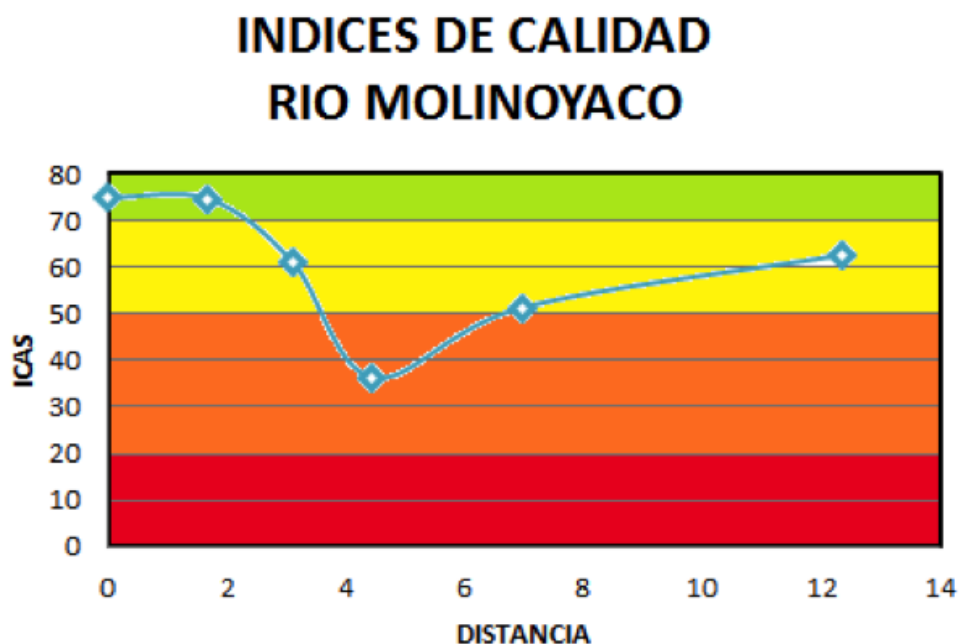
✓ **Punto de Muestreo ES_RM11 CAFELINA**

Tabla 50. ICA Punto de Muestreo ES_RM11 CAFELINA

ES_RM – 11 CAFELINA				
Parámetro	Peso Relativo (W)	RESULTADO LAB	Subindice (I)	ICA
coliformes fecales	0,15	1500	14	1,49
pH	0,12	7	90	1,72
DBOs	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
Oxígeno Disuelto	0,17	7,77	94,25	2,17
TOTAL	1		ICA	62,70

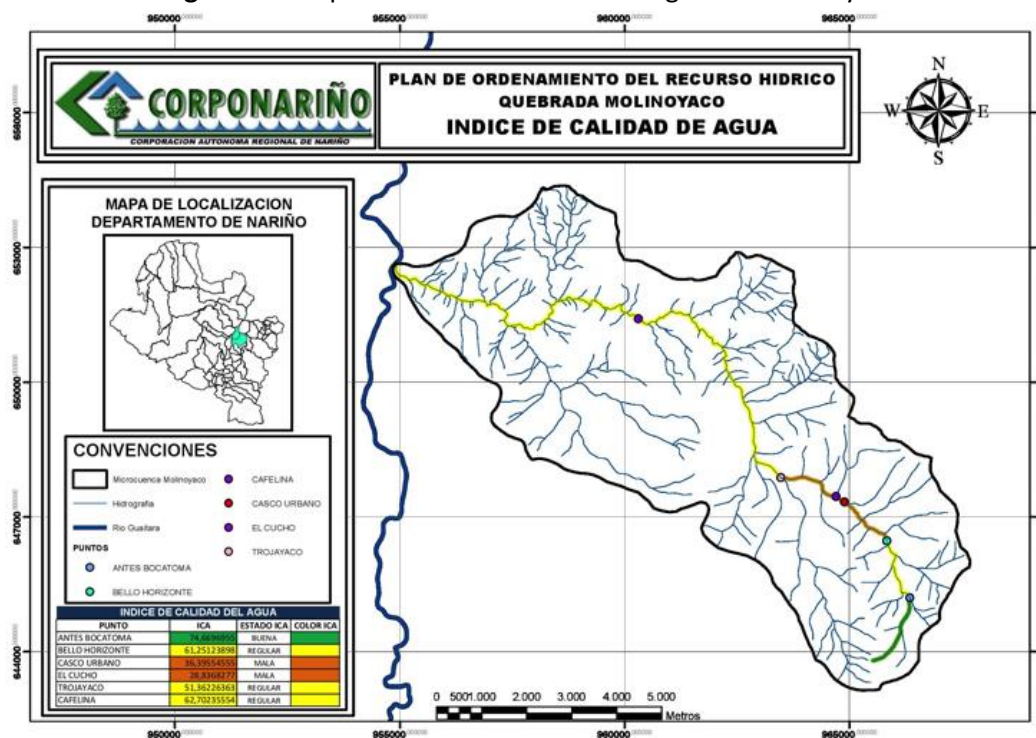
La calidad del agua se mantiene en **REGULAR**, es decir que hay un óptimo proceso de asimilación y autodepuración del Río, debido principalmente a la ausencia de vertimientos puntuales continuos sobre la corriente, a la oxigenación debida a la presencia de piedras en el cauce y al aporte de caudal por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

Grafica 26. Perfil de Calidad Río 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 Rio 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:

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

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.

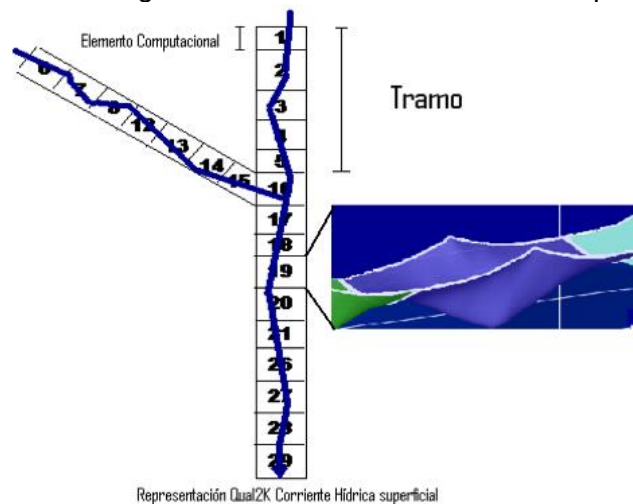
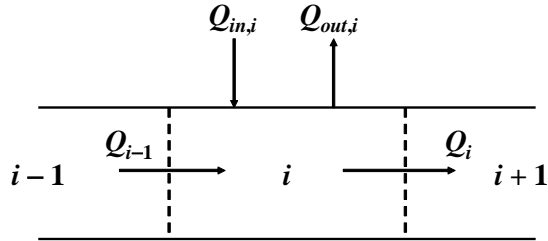


Figura 34. Esquema de Balance de Flujo



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

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

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

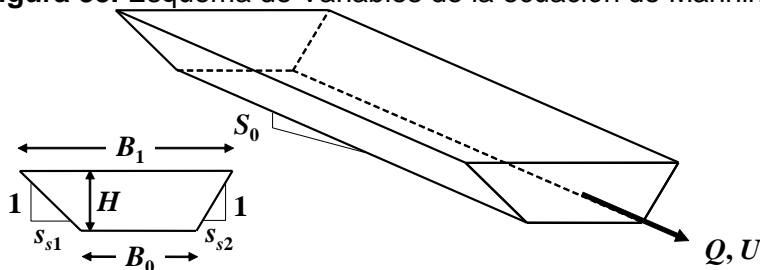
$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

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:

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

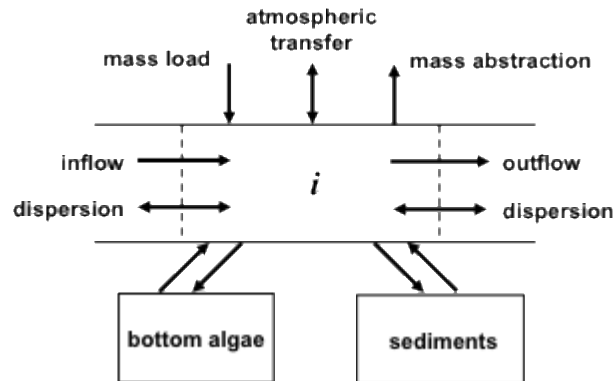
La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

$E_{p,i}$ = 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; *A_x*: área transversal; *D_L*: 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:

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

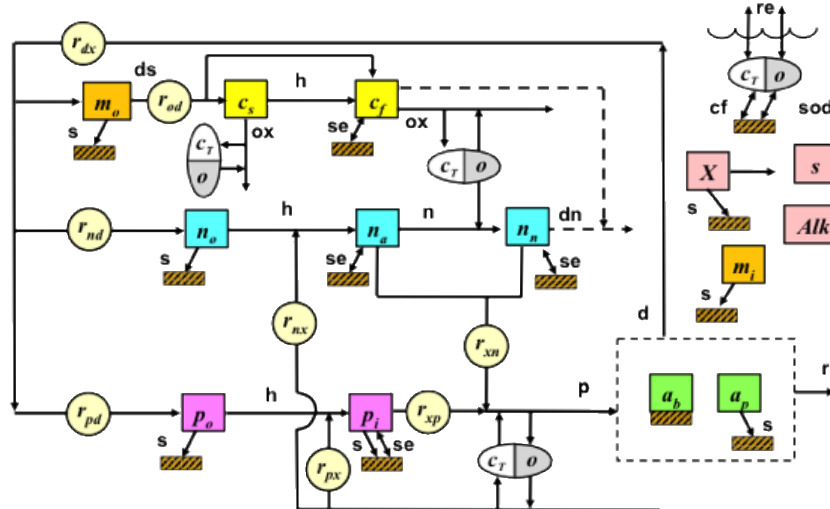
En donde,

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.

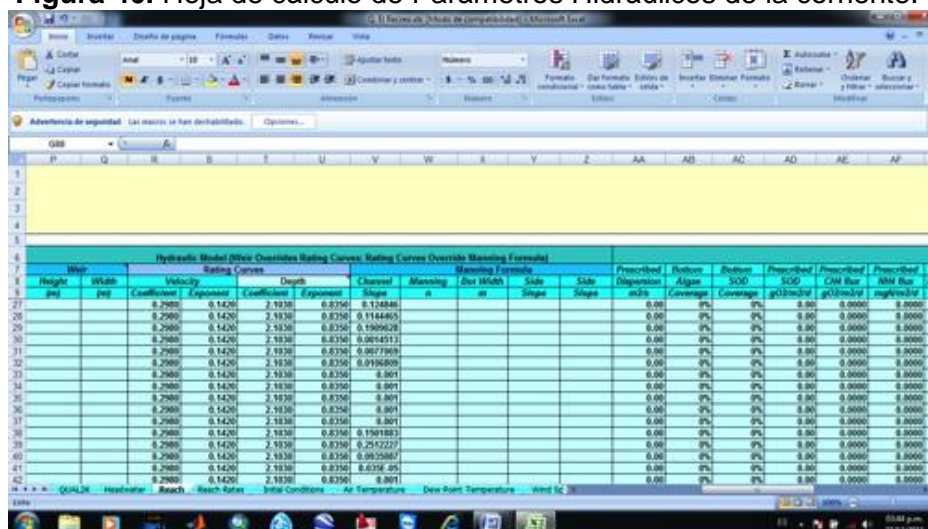
Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua del río en el punto inicial de los tramos en consideración, tal como se muestra en la figura 38.

[illegible]

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.

[illegible]

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



Constantes de reacción físicas y químicas

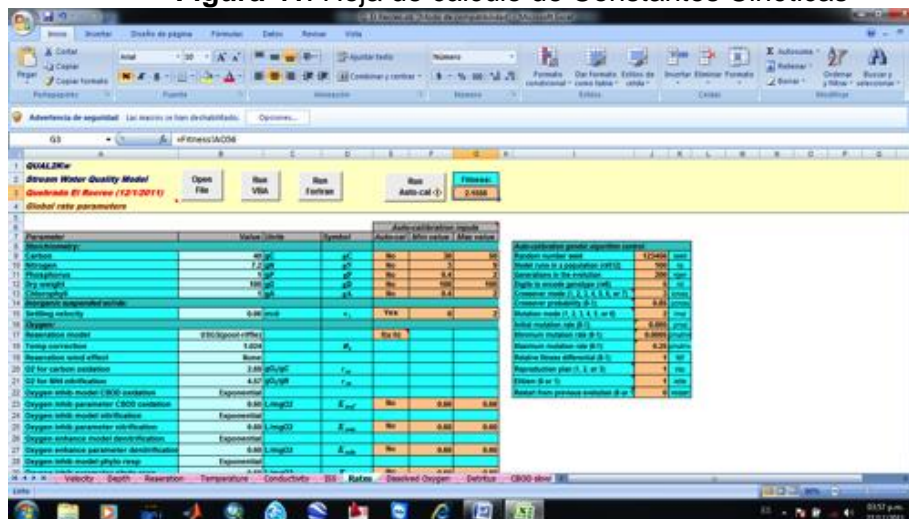
Como datos de entrada al modelo se incluye los valores correspondientes a las tasas de degradación o aparición de diferentes componentes, producto de las diferentes reacciones dadas en el proceso, lo cual es representado por medio de diferentes coeficientes tales como: reaireación, oxidación e hidrólisis 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

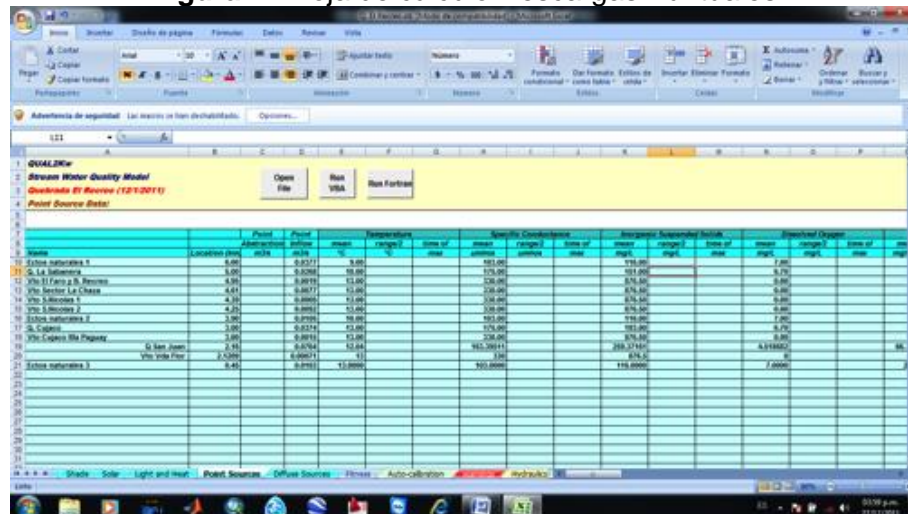
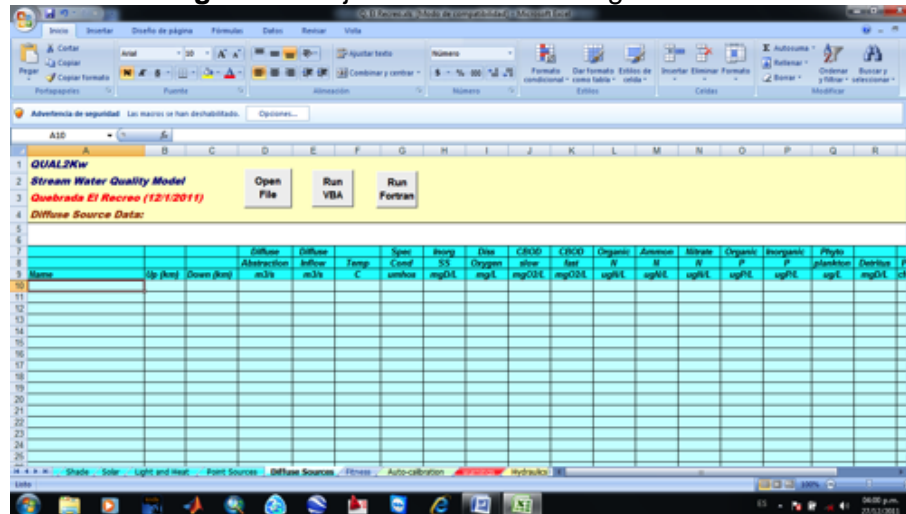


Figura 43.Hoja de cálculo Descargas Difusas



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.

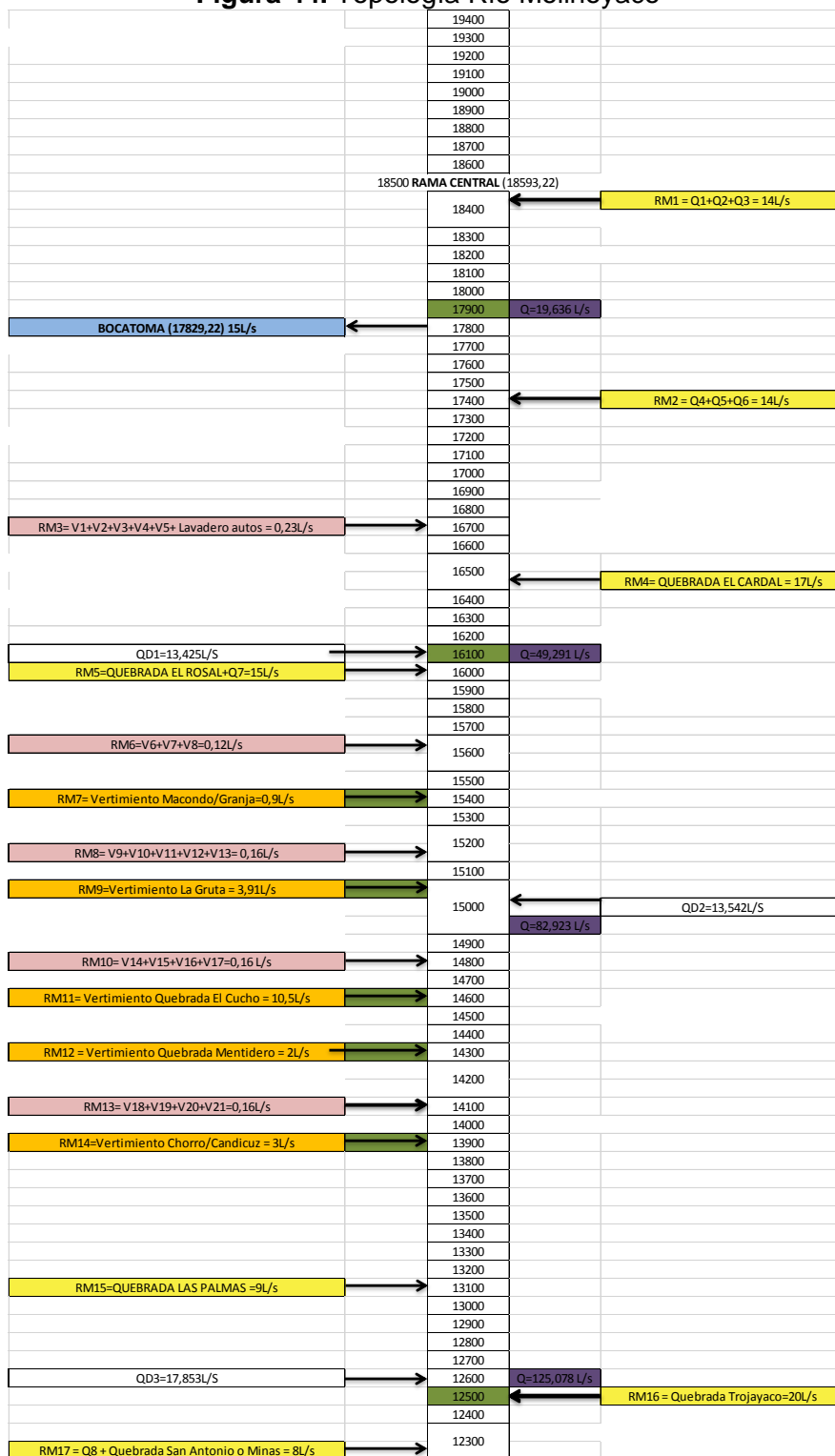
El estudio de la distribución de un contaminante, aguas abajo de una descarga, se denomina estudio o prueba de trazadores y puede ser usado para determinar características claves en

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



		12000	
		11900	
		11800	
		11700	
RM18 = Quebrada La Planta = 8L/s	→	11600	
		11500	
		11400	
		11300	
		11200	
RM19 = Quebrada Arrayanes = 8L/s	→	11100	
		11000	
		10900	
		10800	
		10700	
		10600	
		10500	
		10400	
		10300	
		10200	
		10100	
		10000	
		9900	
		9800	
RM20 = Quebrada Plan Verde = 8L/s	→	9700	
		9600	
		9500	
		9400	
		9300	
		9200	
		9100	
		9000	
DISTRITO DE RIEGO 10L/s	←	8900	
		8800	
		8700	
RM21 = Quebrada San Pablo o Humitaro = 9L/s	→	8600	
		8500	
		8400	
		8300	
		8200	
		8100	
		8000	
		7900	
		7800	
		7700	
		7600	
		7500	
		7400	
		7300	
		7200	
	7100 MUESTREO (71	Q=176,167L/s	
		7000	
		6900	
		6800	
		6700	
		6600	
		6500	
		6400	
		6300	
		6200	
		6100	
		6000	
		5900	
		5800	
		5700	
		5600	
		5500	
		5400	
		5300	
		5200	
		5100	
		5000	
		4900	
		4800	
		4700	
		4600	
		4500	
		4400	
		4300	
		4200	
		4100	

	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 Horizonte Río Molinoyaco

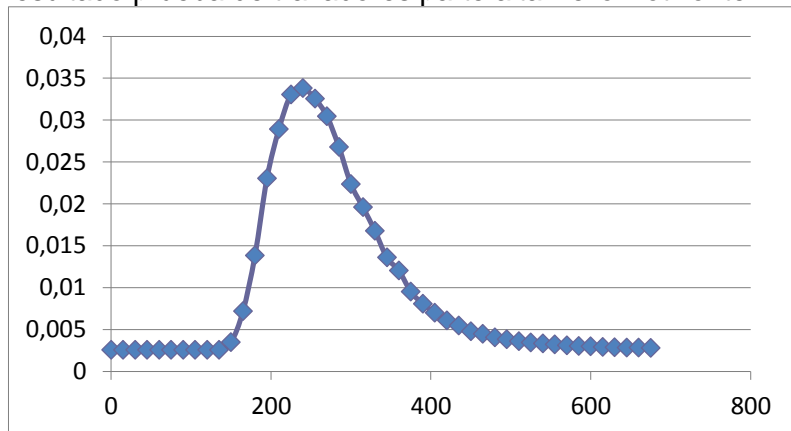


Figura 46. Resultado prueba de trazadores Cafelina baja Río Molinoyaco

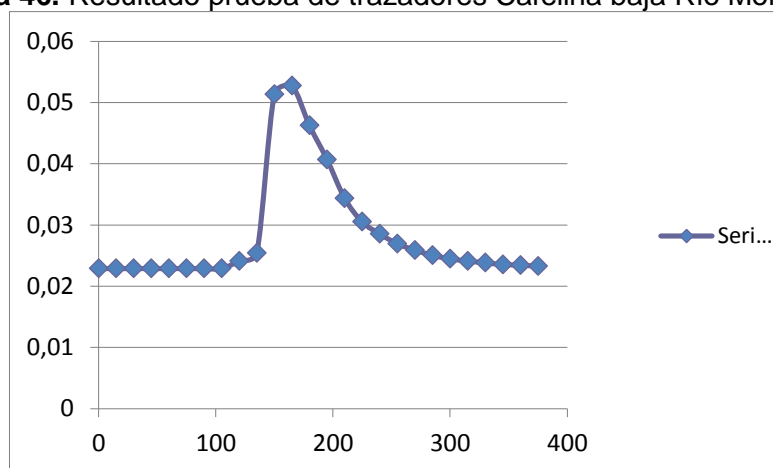


Tabla 51. Velocidades de la corriente en diferentes tramos del Río Molinoyaco

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

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO RIO MOLINOYACO 2013

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

<u>Afluentes</u>	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
MACONDO	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

<u>Sobre río</u>	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 Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH₃: 0.4 d-1
 Constante de Nitrificación: 1 d-1
 Constante de Denitrificación: 1 d-1
 Constante de Hidrólisis 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.

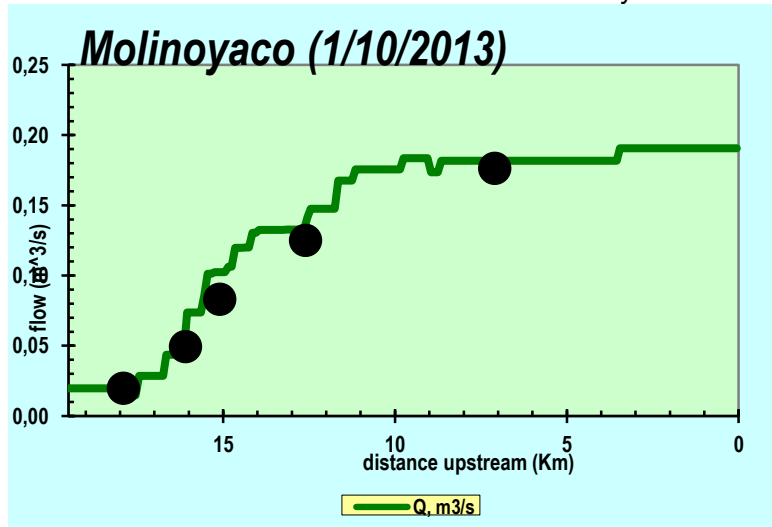


Figura 48. Resultado de Calibración de pH río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

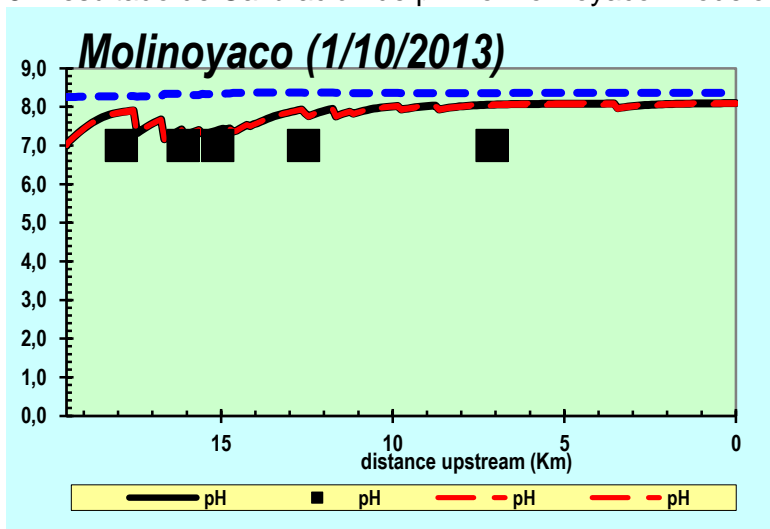


Figura 49. Resultado de Calibración de Temperatura río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

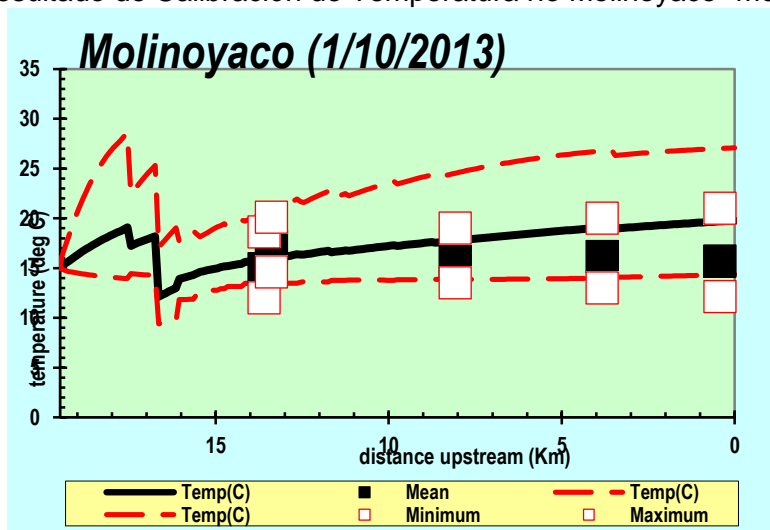


Figura 50. Resultado de Calibración de Conductividad río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

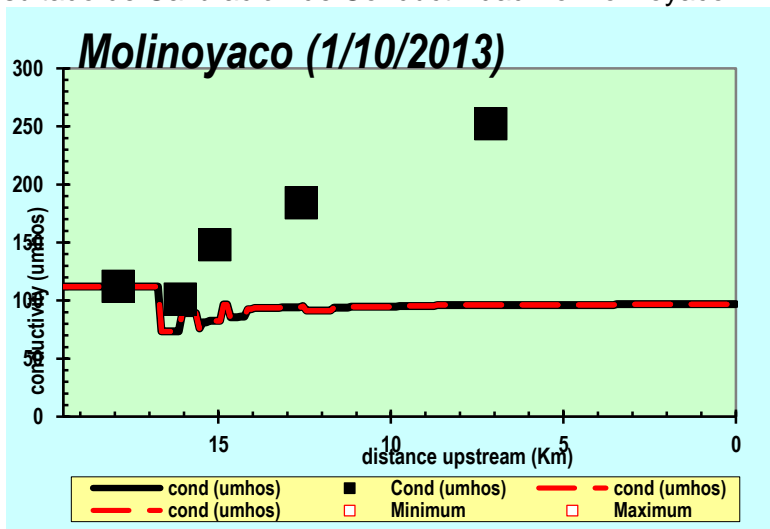


Figura 51. Resultado de Calibración de SST río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

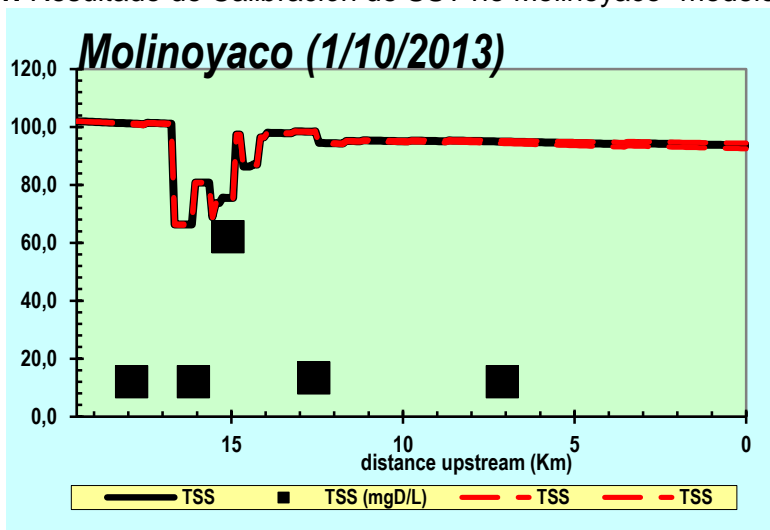


Figura 52. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto río Molinoyaco- modelo Qual2w

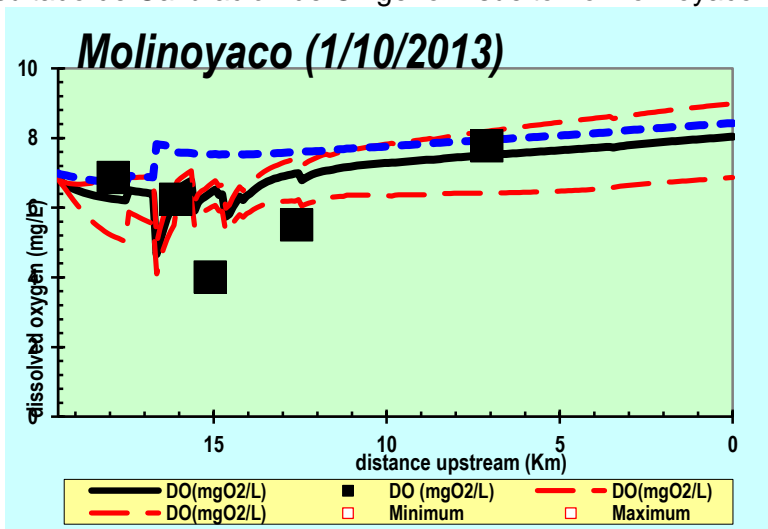


Figura 53. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

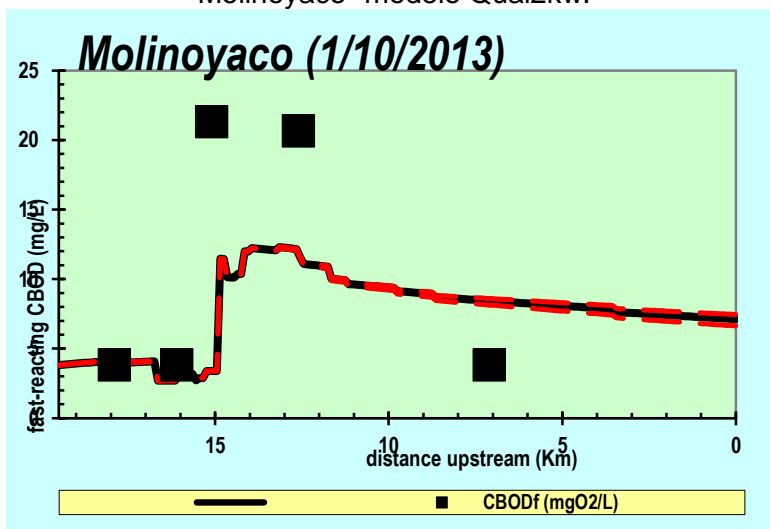


Figura 54. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

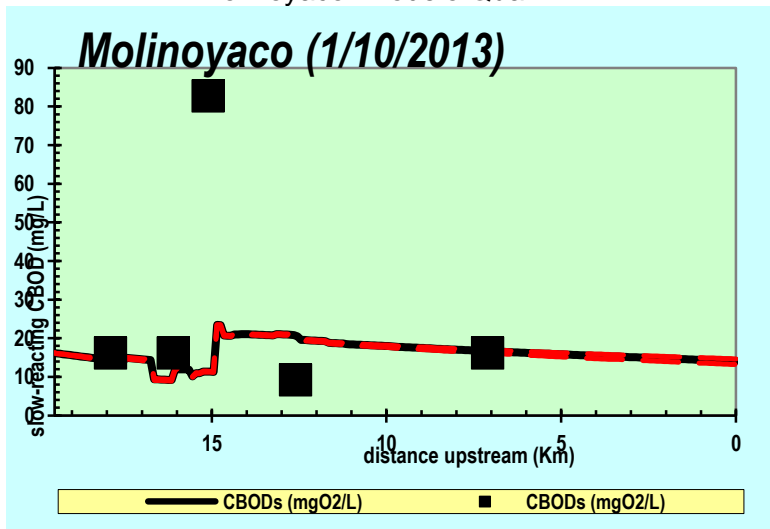


Figura 55. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico río Molinoyaco- modelo Qual2kw

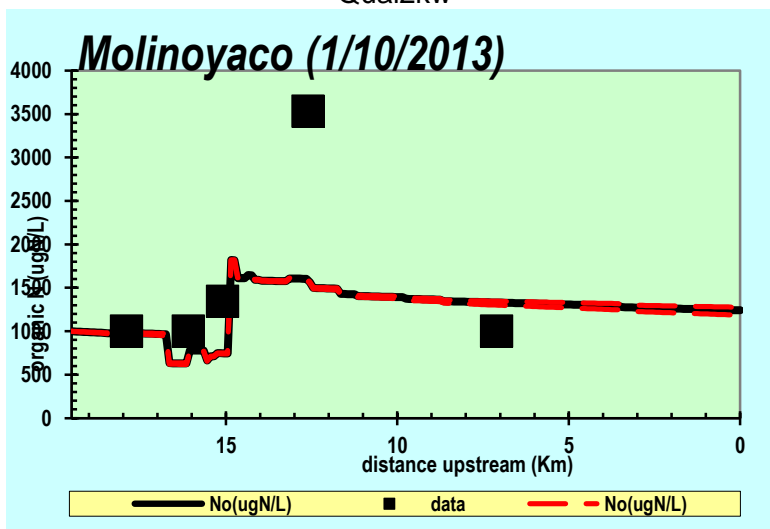


Figura 56. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

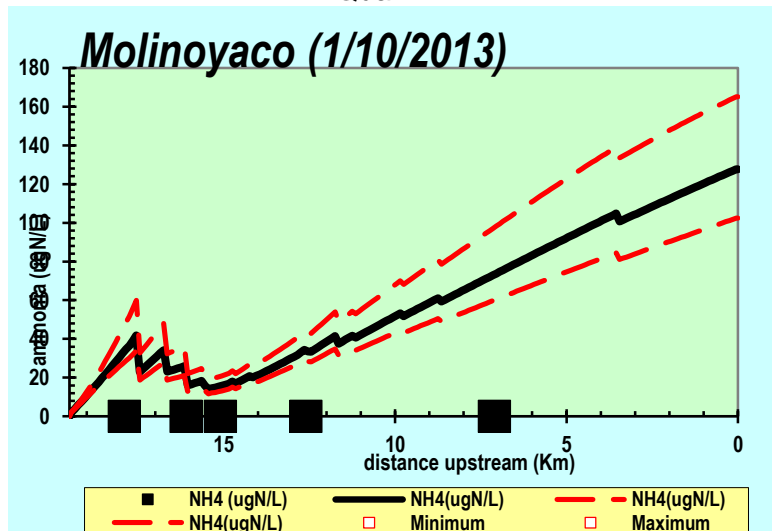


Figura 57. Resultado de Calibración de Nitratos río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

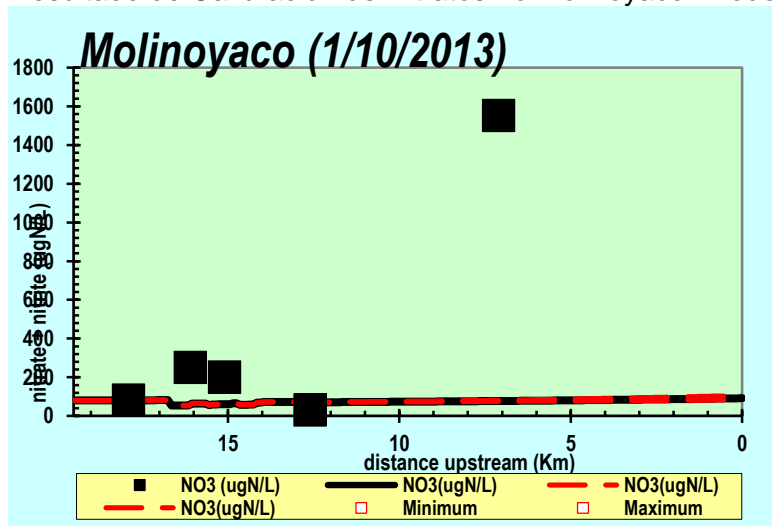


Figura 58. Resultado de Calibración de Fósforo Total río Molinoyaco- modelo Qual2kw.

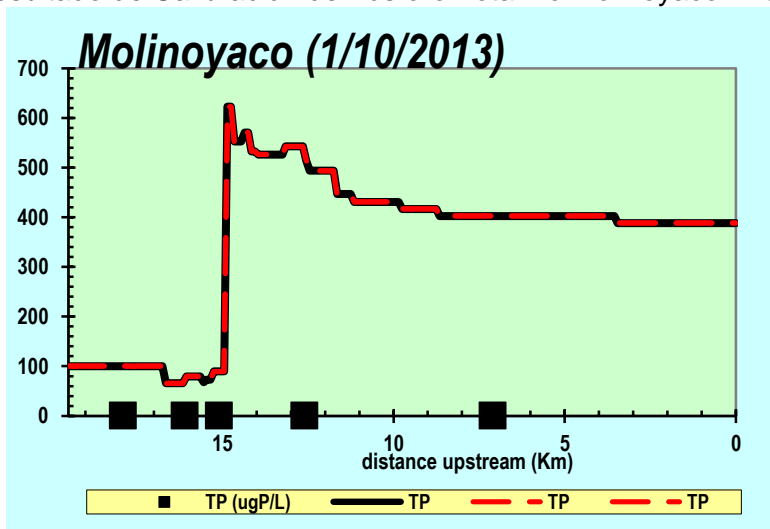
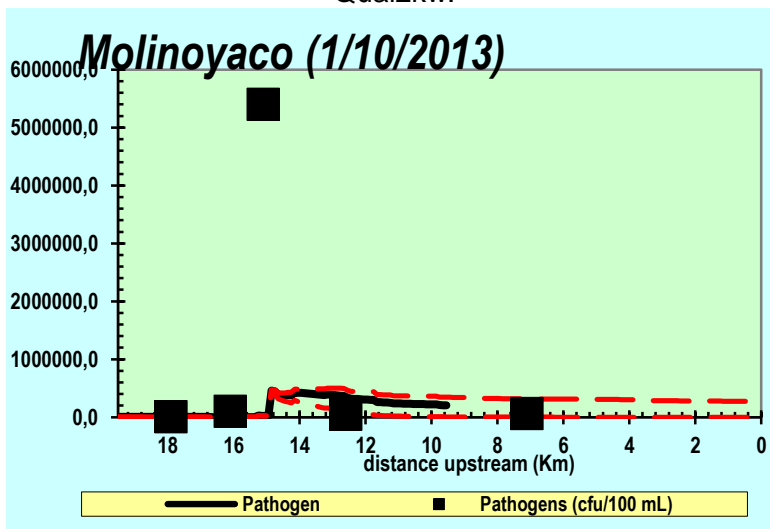


Figura 59. Resultado de Calibración de Coliformes Totales río Molinoyaco- modelo Qual2kw.



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 diagnóstica, 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 rio Molinoyaco por lo cual es importante conocer los compromisos se se deben tener por cada uno de los actores, comunidad, instituciones, gobernantes etc.:

COMUNIDAD: realizar todo lo programado para la descontaminación del rio 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 rio 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 policíacas 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 desarrollen no afecten la comunidad que no se encuentra vinculada.

Actores Involucrados:

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



- 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 secretaria 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 impartan 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 \leq 3,0 mg/L • SST < 5 mg/l. • Amonio (NH3) \leq 1,0 mg/L. • Nitratos NO3 \leq 5,0 • Nitrógeno total \leq 1,0 mg/L • Fosfatos (PO4) \leq 0,1 mg/L • Coliformes Totales \leq 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales \leq 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 \leq 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales \leq 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 \leq 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales \leq 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 \leq 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales \leq 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.

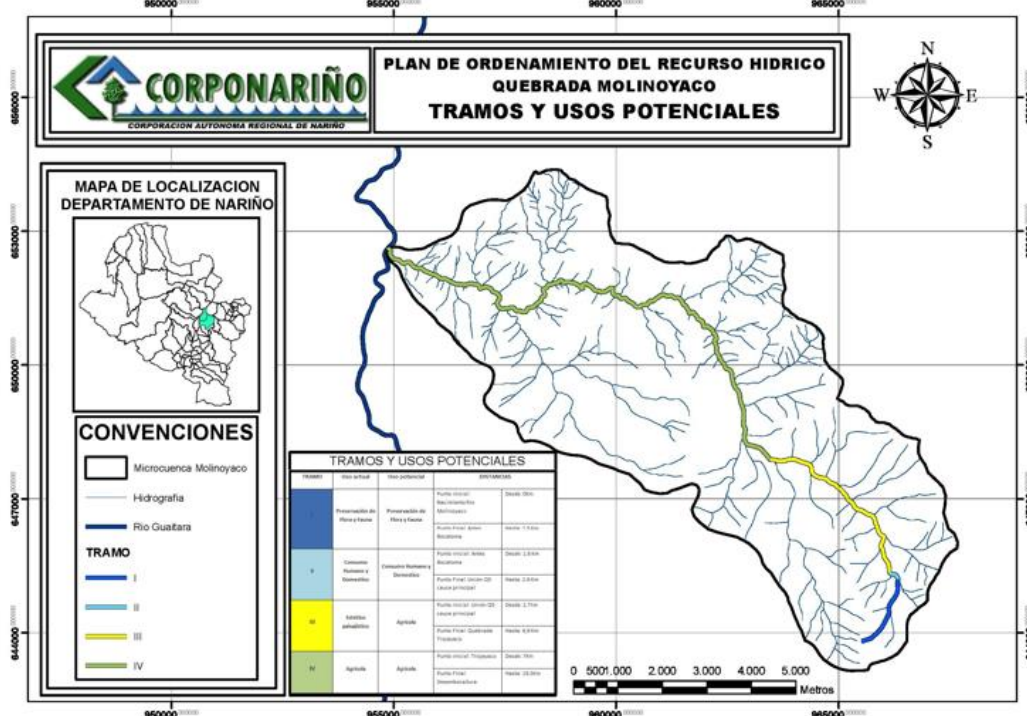
Estético Paisajístico	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de sustancias que produzcan olor. • pH entre 5 y 9 • OD > 70% de saturación • DBO5 < 10 mg/L • SST < 15 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 2000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de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



Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

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

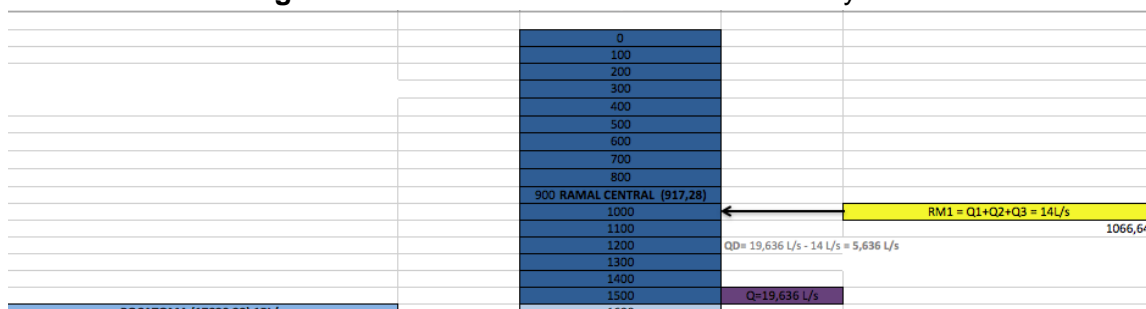
TRAMO	Uso potencial	DISTANCIAS	
I	Preservación de Flora y Fauna	Punto inicial: Nacimiento Rio Molinoyaco	Desde: 0Km
		Punto Final: Antes Bocatoma	Hasta: 1,5 Km
II	Consumo Humano y Domestico	Punto inicial: Antes Bocatoma	Desde: 1,6 Km
		Punto Final: Unión Q5 cauce principal	Hasta: 2,6 Km
III	Agrícola	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

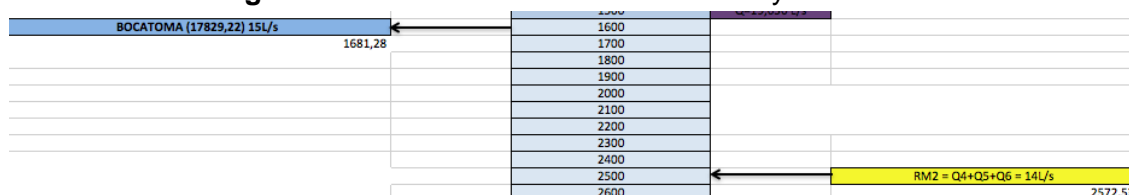


El Tramo I corresponde al nacimiento del Rio Molinoyaco hasta el punto Antes de la Bocatoma, por lo tanto el uso es destinado para este tramo es Preservación de Flora y Fauna lo cual tiene como objetivo principal mantener y preservar la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres existentes.

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

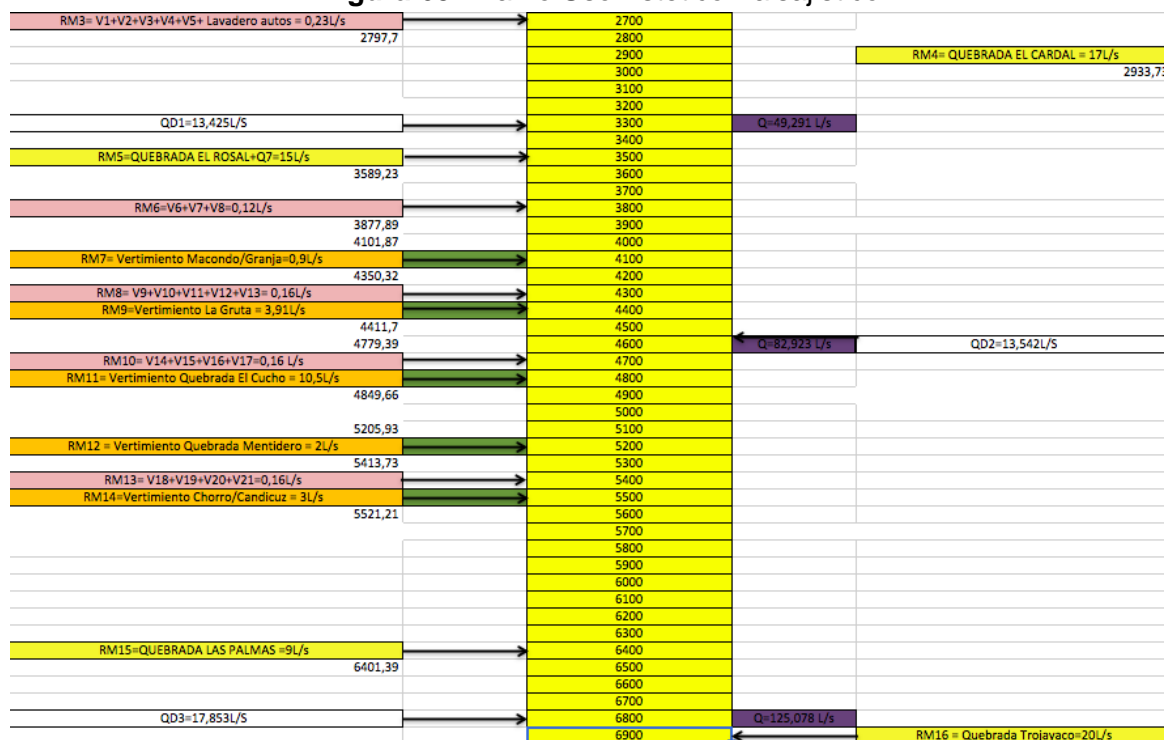


El tramo II se definió para consumo humano y domestico debido a que en este tramo se presentan condiciones de calidad buenas lo cual permite que se utilice el recurso hídrico en actividades de aprovechamiento de consumo humano, además en este tramo se encuentra la bocatoma municipal. Para garantizar 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

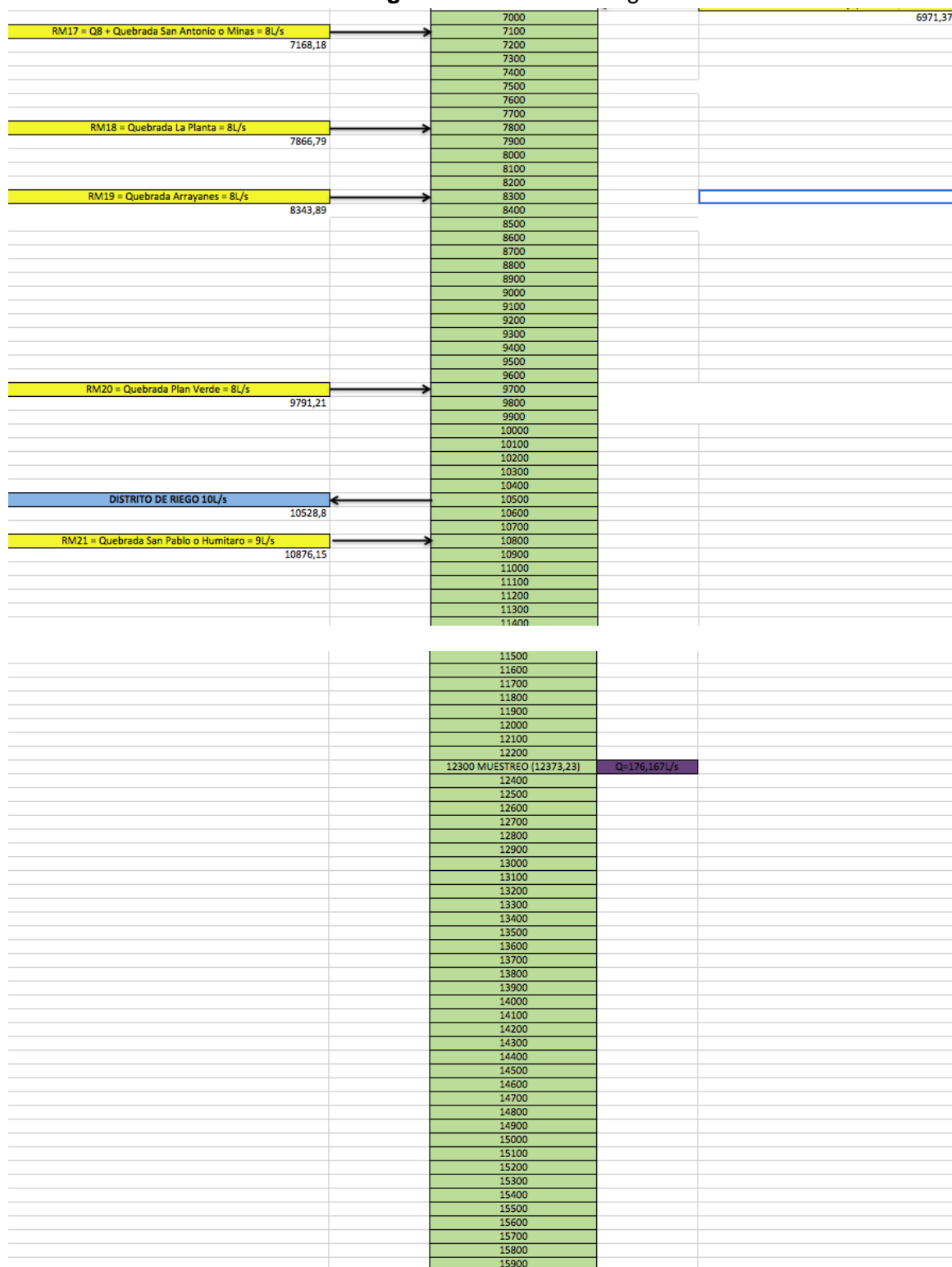


El Tramo III se destino para uso Estético Paisajístico el cual no contempla un contacto directo del agua con el ser humano.

Tabla 61. Tramo IV. Agrícola

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

Figura 64. Tramo Uso Agrícola



	16000	← RM22 = Quebrada Cascajal = 10L/s	16099,8
	16100		
	16200		
	16300		
	16400		
	16500		
	16600		
	16700		
	16800		
	16900		
	17000		
	17100		
	17200		
	17300		
	17400		
	17500		
	17600		
	17700		
	17800		
	17900		
	18000		
	18100		
	18200		
	18300		
	18400		
	18500		
	18600		
	18700		
	18800		
	18900		
	19000		
	19100		
	19200		
	19300		
	19400		
	19500 GUAITARA (19510,5)		

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%.

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

Donde:

P_{Futura} : Población futura o proyectada

P_{Actual} : Población al inicio del período

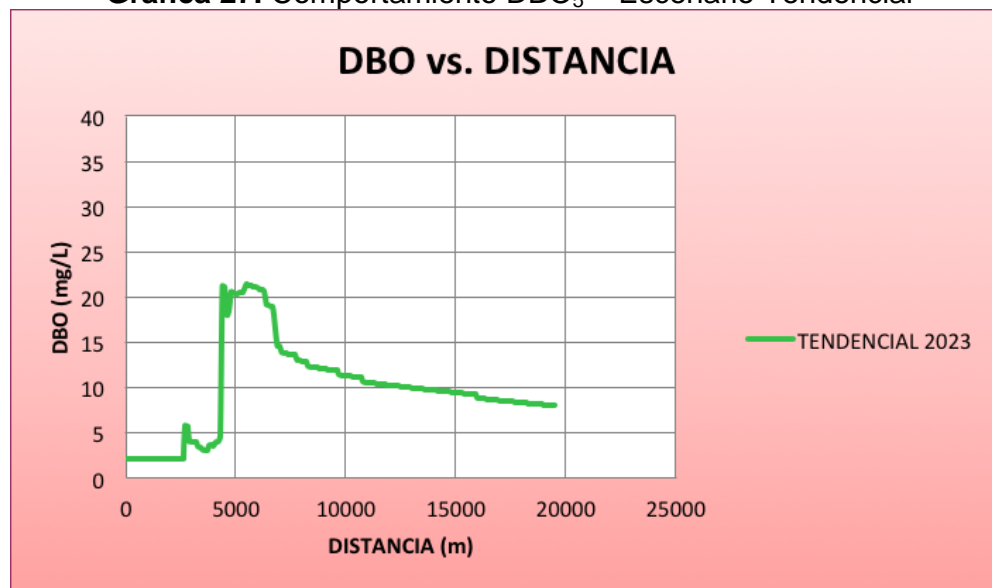
r : Tasa media anual de crecimiento poblacional

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 Río 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 ocasionara problemas con la comunidad cercana al cauce principal del Río.

Grafica 27. Comportamiento DBO_5 – Escenario Tendencial



Grafica 28. Comportamiento OD – Escenario Tendencial

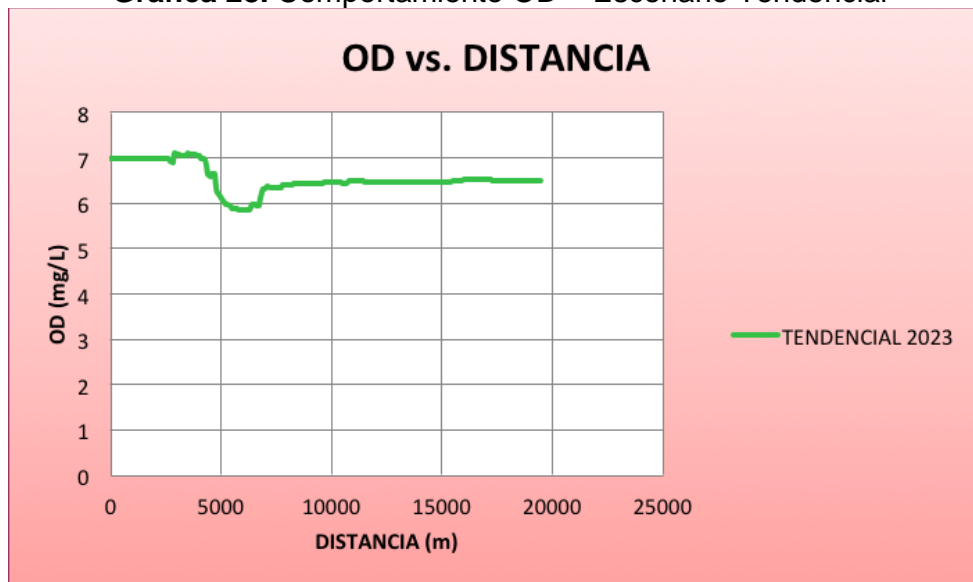


Tabla 62. Tabla de Cargas – Escenario Tendencial

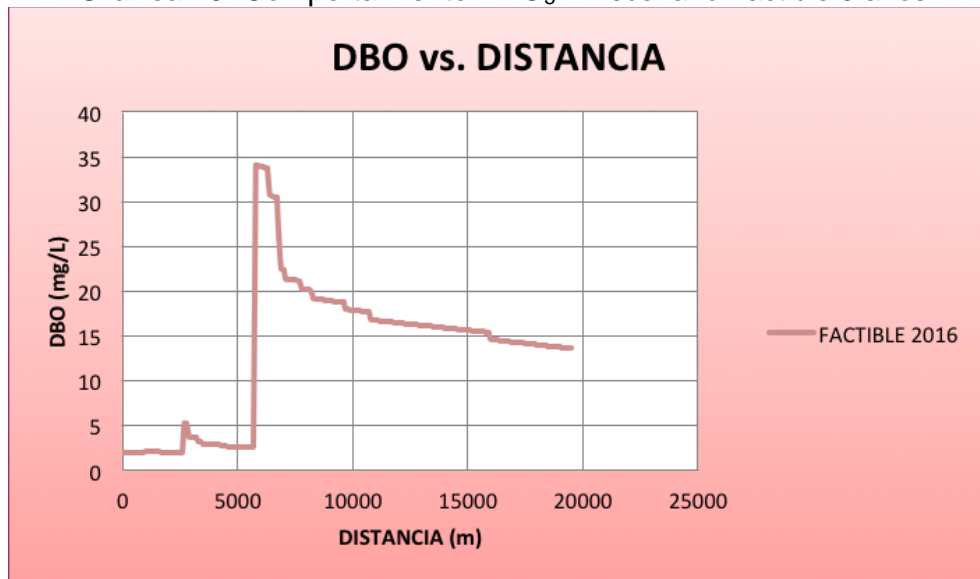
TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	POBLACION 2023 (Hab)	DOTACION (L/Hab/Dia)	CAUDAL 2023 (L/s)	[(SS) (mg/L) Teorica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teorica RAS	[(GYA) (mg/L)	SS 2013 (Kg/dia)	DBO5 2013 (Kg/dia)	GYA 2013 (Kg/dia)
Q1,Q2,Q3	RM1			14,00	5	2	1	6,0480	0,8640	0,1728
Q4,Q5,Q6	RM2			14,00	5	2	1	6,0480	0,8640	0,1728
V1,V2,V3,V4,V5Lavadero 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,V17	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 CENDICUZ	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

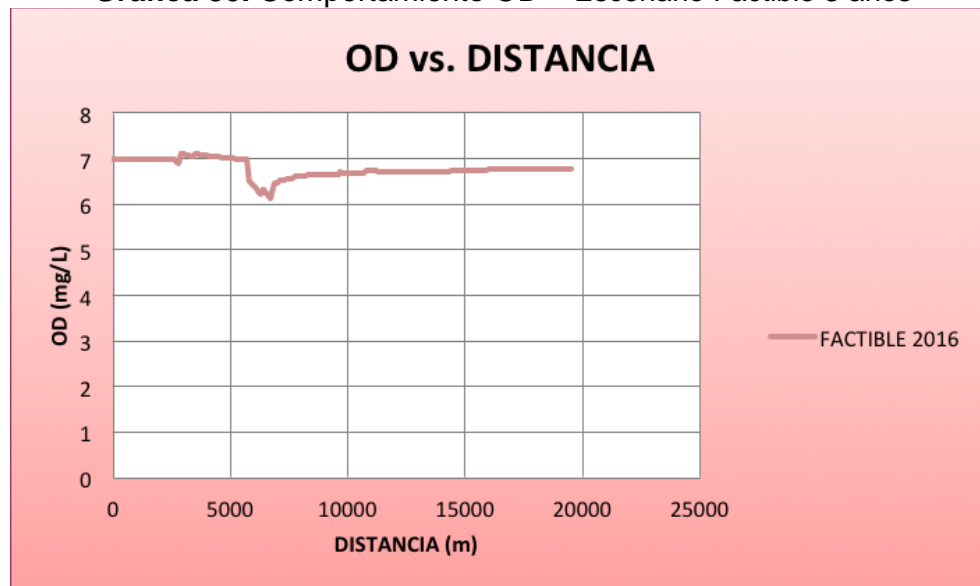


Tabla 63. Tabla de Cargas – Escenario Factible 3 años

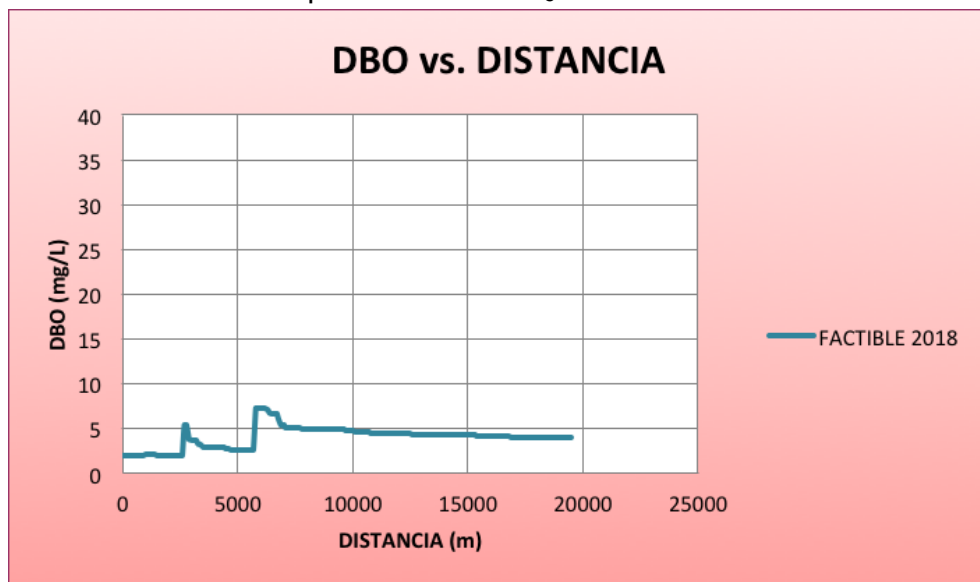
TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	POBLACION 2016 (Hab)	DOTACION (L/Hab/Dia)	CAUDAL 2016 (L/s)	[(SS) (mg/L) Teórica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teórica RAS	[(GYA) (mg/L)	SS 2016 (Kg/dia)	DBO5 2016 (Kg/dia)	GYA 2013 (Kg/dia)
Q1,Q2,Q3	RM1			14	5	2	1	6,0480	0,8640	0,1728
Q4,Q5,Q6	RM2			14	5	2	1	6,0480	0,8640	0,1728
V1,V2,V3,V4,V5(Lavadero Autos(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, Q7	RM5			15	5	2	1	6,4800	2,5920	1,2960
V6,V7,V8(B)	RM6	80	135	0,13	250	250	50	#iREF!	#iREF!	#iREF!
VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA(1)	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,V17(E)	RM10	106	135	0,17	250	250	50	3,5775	3,5775	0,7155
VERTIMIENTO EL UCHO(3)	RM11	2377	135	3,71	250	250	50	80,2238	80,2238	16,0448
VERTIMIENTO MENTIDERO(4)	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 ANDICUZ(5)	RM14	679	135	1,06	250	250	50	22,9163	22,9163	4,5833
INTERCEPTOR		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 ROJAYACO	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 NIVARDE	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 CASCAJAL	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 Río 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 DBO_5 – Escenario Factible 5 años



Grafica 32. Comportamiento OD – Escenario Factible 5 años

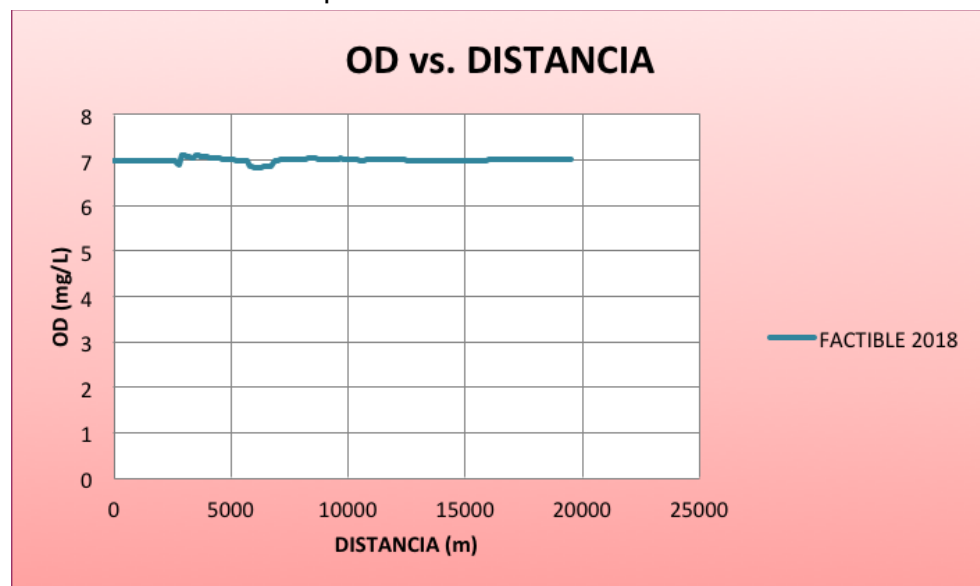


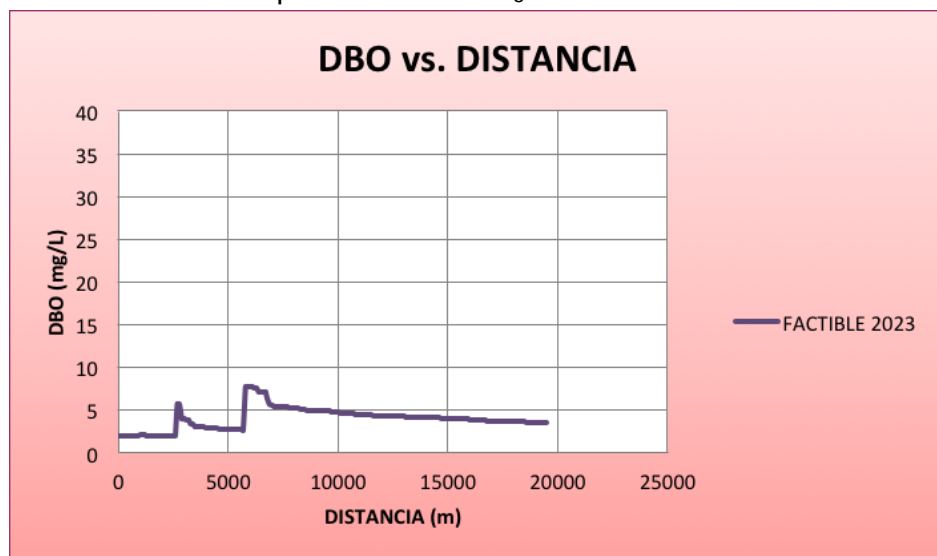
Tabla 64. Tabla de Cargas – Escenario Factible 5 años

TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	POBLACION 2018 (Hab)	DOTACION (L/Hab/Dia)	CAUDAL 2018 (L/s)	[(SS) (mg/L) Teórica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teórica 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,V5Lavadero 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 Q7	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(1)	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,V17(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 MENTIDERO(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 CANDICUZZ(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 EL ROJAYACO	RM16			9	5	2	1	3,8880	1,5552	0,7776
QUEBRADA SAN ANTONIO Q8	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 EL NIÑO 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

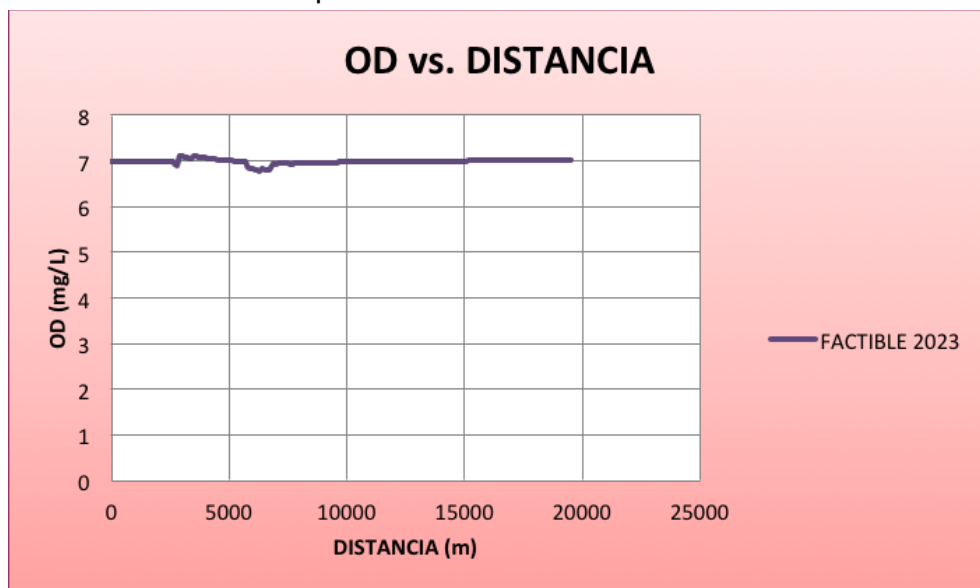


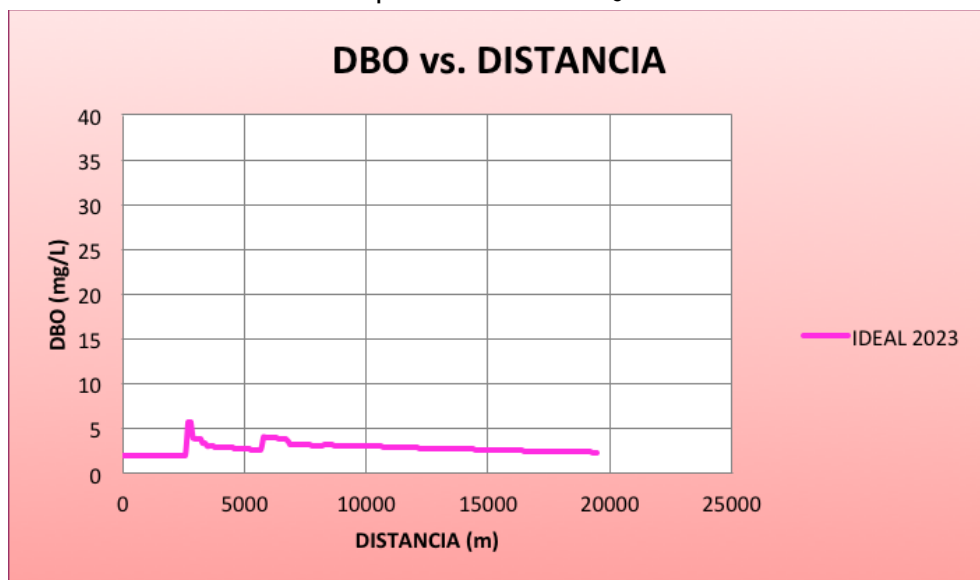
Tabla 65. Tabla de Cargas – Escenario Factible 10 años

TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	POBLACION 2023 (Hab)	DOTACION (L/Hab/Dia)	CAUDAL 2023 (L/s)	[(SS) (mg/L) Teórica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teórica 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,V5Lavadero 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 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
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 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 CANDICUZI (5)	RM14	780	135	1,22	12,5	12,5	2,5	1,3163	1,3163	0,2633
PLANTA 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 EL ROJAYACO	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 DBO_5 – Escenario Ideal



Grafica 36. Comportamiento OD – Escenario Ideal

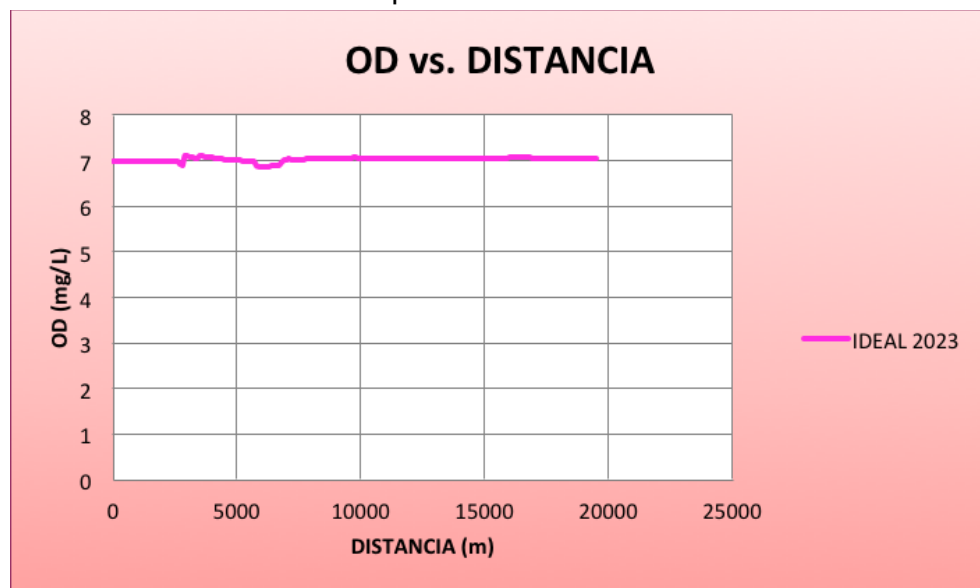


Tabla 66. Tabla de Cargas – Escenario Ideal

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,V5Lavadero 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, Q7	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 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 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 TROYAYACO	RM16			9	5	2	1	3,8880	1,5552	0,7776
QUEBRADA SAN ANTONIO, Q8	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

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 1974 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 Río Molinoyaco de ordenamiento.

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

Tabla 67. Objetivos de Calidad Río 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 Río Molinoyaco - Antes Bocatoma	Preservación Flora y Fauna	Preservación Flora y Fauna	DBO5 (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				
					Coliformes E-Coli (NPM/100 ml)	300 UFC	100				
					Olores Ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Películas de Grasas y Aceites	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interés Sanitario	Cumplimiento Decreto 3930/10 artículo 11 o Norma que lo sustituya o modifique					
		II. Antes Bocatoma - Union Q5 cauce principal	Consumo Humano y Domestico.	Consumo Humano y Doméstico	DBO5 (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)	7,58	≥ 6,5	7	7	7	
					PH (pH)	7,79	6,5 - 8,5				
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	100000 UFC	1000				
					Coliformes E-Coli (NPM/100 ml)	10000 UFC	200				
					Olores Ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Películas de Grasas y Aceites	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interés Sanitario	Cumplimiento Decreto 3930/10 artículo 10 o Norma que lo sustituya o modifique					
		III. Union Q5 cauce principal - Quebrada Trojayaco	Estético paisajístico	Agrícola	DBO5 (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				
					Coliformes E-Coli (NPM/100 ml)	1200000 UFC	<2000				
					Olores Ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Películas de Grasas y Aceites	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interés Sanitario	Cumplimiento Decreto 3930/10 artículo 18 o Norma que lo sustituya o modifique					
		IV. Quebrada Trojayaco - Desembocadura	Agrícola	Agrícola	DBO5 (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				
					Coliformes E-Coli (NPM/100 ml)	1500 UFC	2000				
Olores Ofensivos	Ausentes				Ausentes	Ausentes	Ausentes				
Sustancias Flotantes	Ausentes				Ausentes	Ausentes	Ausentes				
Películas de Grasas y Aceites	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 lo 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 Interceptor 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)	DBO5 2016 (Kg/día)	GYA 2016 (Kg/día)	ACIDEZ CARGA Kg/día	ALCALINIDAD TOTAL CARGA Kg/día	DUREZA TOTAL CARGA Kg/día	CLORUROS CARGA Kg/día	FOSFATOS CARGA Kg/día	NITRITOS CARGA Kg/día	NITRATOS CARGA Kg/día	SULFATOS CARGA Kg/día	SAAM - 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	184,0320	1,2571	0,1296	0,0648	0,1037	12,9600	0,6480	0,1296	1,2960
V6,V7,V8 (B)															
VERTIMIENTO MACONDO/GRANIA (1)															
V9,V10,V11,V12, V13 (C)															
VERTIMIENTO GRUTA (D)															
V14,V15,V16,17 (E)															
VERTIMIENTO EL CUCHO (3)															
VERTIMIENTO MENTIDERO (4)															
V18,V19, V20, V21 (F)															
VERTIMIENTO CANDICUZ (5)															
INTERCEPTOR	11,37	245,6663	245,6663	49,1333	81,5265	98,2665	108,0932	49,1333	1,5572	0,0648	0,1965	58,7634	5,3064	14,7400	34,3933
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

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

TOPOLOGIA	CAUDAL 2018 (L/s)	SS 2018 (Kg/día)	DBO5 2018 (Kg/día)	GYA 2018 (Kg/día)	ACIDEZ CARGA Kg/día	ALCALINIDAD TOTAL CARGA Kg/día	DUREZA TOTAL CARGA Kg/día	CLORUROS CARGA Kg/día	FOSFATOS CARGA Kg/día	NITRITOS CARGA Kg/día	NITRATOS CARGA Kg/día	SULFATOS CARGA Kg/día	SAAM - 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	184,0320	1,2571	0,1296	0,0648	0,1037	12,9600	0,6480	0,1296	1,2960
V6,V7,V8 (B)															
VERTIMIENTO MACONDO/GRANIA (1)															
V9,V10,V11,V12, V13 (C)															
VERTIMIENTO GRUTA (D)															
V14,V15,V16,17 (E)															
VERTIMIENTO EL CUCHO (3)															
VERTIMIENTO MENTIDERO (4)															
V18,V19, V20, V21 (F)															
VERTIMIENTO CANDICUZ (5)															
PLANTA TRATAMIENTO	12,08	26,1446	26,1446	7,8289	13,3092	15,6578	17,3236	7,8289	1,5115	0,0292	0,0835	9,3634	0,8455	6,2631	14,6140
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

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

TOPOLOGIA	CAUDAL 2013 (L/s)	SS 2013 (Kg/día)	DBO5 2013 (Kg/día)	GYA 2013 (Kg/día)	ACIDEZ CARGA Kg/día	ALCALINIDAD TOTAL CARGA Kg/día	DUREZA TOTAL CARGA Kg/día	CLORUROS CARGA Kg/día	FOSFATOS CARGA Kg/día	NITRITOS CARGA Kg/día	NITRATOS CARGA Kg/día	SULFATOS CARGA Kg/día	BAAM - 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	0,29	6,1763	1,2353	2,0999	2,4705	2,7176	1,2353	0,0894	0,0017	0,0049	1,4774	0,1334	0,3706	0,8647	
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	2,4835
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															
VERTIMIENTO MACONDO/GRANIA (1)															
V9,V10,V11,V12, V13															
VERTIMIENTO GRUTA (2)															
V14,V15,V16,17															
VERTIMIENTO EL CUCHO (3)															
VERTIMIENTO MENTIDERO (4)															
V18,V19, V20, V21															
VERTIMIENTO 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	0,0912	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.

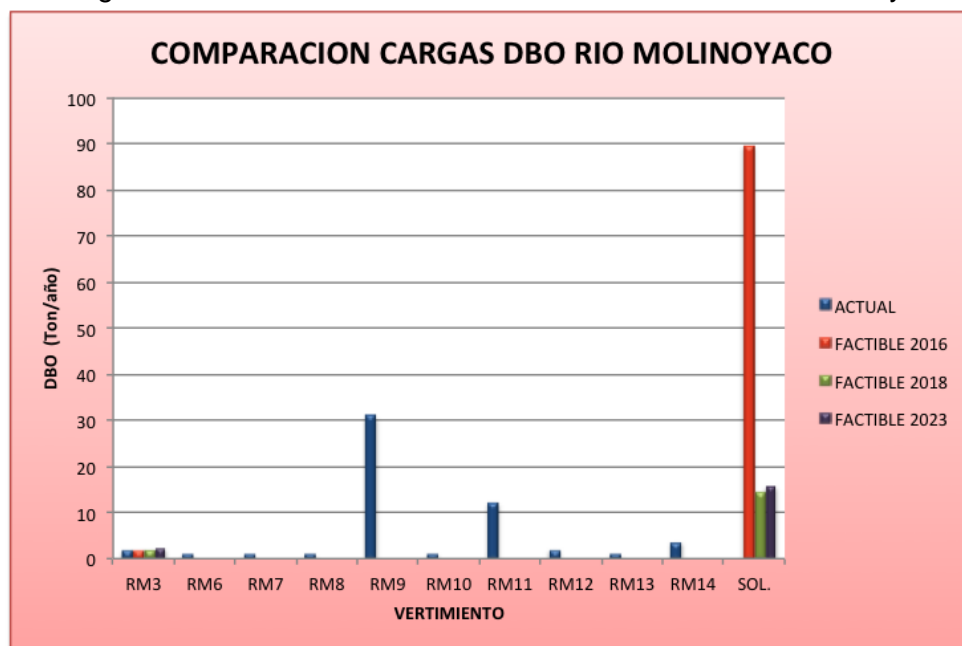
Para usuarios nuevos, la cantidad de carga y concentración máxima a verter deberá someterse a la legislación vigente para vertimientos y a los objetivos de calidad establecidos en este Ordenamiento.

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)	[(SS) (mg/L) Teórica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teórica RAS	CAUDAL 2016 (L/s)	[(SS) (mg/L) Teórica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teórica RAS	CAUDAL 2018 (L/s)	[(SS) (mg/L) Teórica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teórica RAS	CAUDAL 2023 (L/s)	[(SS) (mg/L) Teórica RAS	[(DBO5) (mg/L) Teórica 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									
VERTIMIENTO MACONDO/GRANIA (1)	0,90	66,5	31,08									
V9,V10,V11,V12, V13 (C)	0,00	250	250									
VERTIMIENTO GRUTA (D)	0,00	250	250									
V14,V15,V16,17 (E)	0,00	250	250									
VERTIMIENTO EL CUCHO (3)	10,5	97	36,84									
VERTIMIENTO MENTIDERO (4)	2,00	24	31,31									
V18,V19, V20, V21 (F)	0,00	250	250									
VERTIMIENTO CANDICUZ (5)	3,00	40	39,21									
INTERCEPTOR Y PTAR				11,37	250	250	12,08	37,5	37,5	13,3	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 Construcción 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 solvante la necesidad de construcción de un interceptor y de la planta de tratamiento evitando así la contaminación sobre el cauce principal del Río 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.

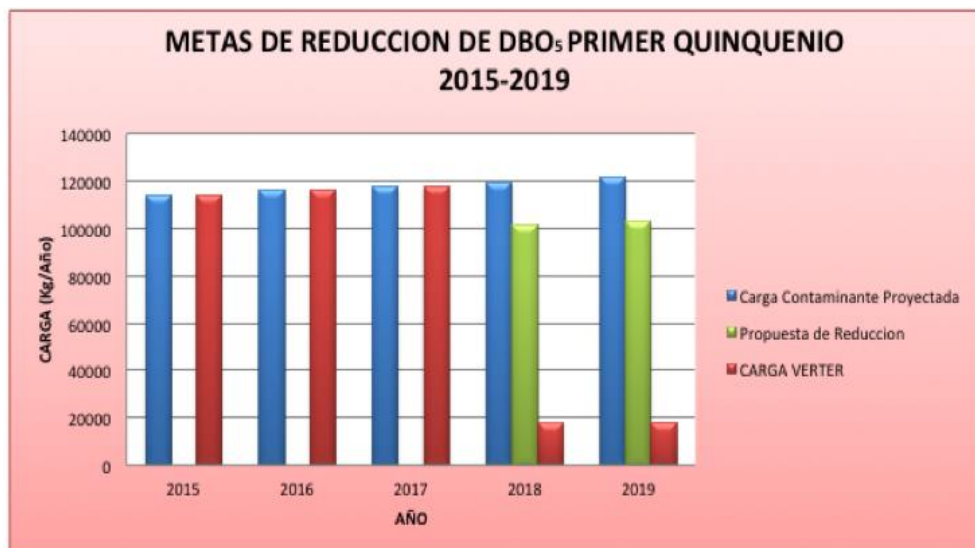
Tabla 78. Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Primer Quinquenio 2015 - 2019

USUARIO	METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINQUENIO 2015 - 2019															
	2015				2016			2017			2018			2019		
	CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)			CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)			CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)			CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)		
	Carga Contaminante Actual 2013	Carga Contaminante Proyectada 2015	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2016	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2017	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2018	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2019	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion
V1,V2,V3,V4,V5 Lavadero autos	2737,5	2820,240938	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		1496,65
VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA	3650	3760,32125	3760,321	0	3816,726069		3816,726	3873,97696		3873,977	3932,086614		3932,087	3991,067913		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	1995,533957		1995,534
VERTIMIENTO GRUTA	36500	37603,2125	37603,21	0	38167,26069		38167,26	38739,7696		38739,77	39320,86614		39320,87	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	1995,533957		1995,534
VERTIMIENTO EL CUCHO	36500	37603,2125	37603,21	0	38167,26069		38167,26	38739,7696		38739,77	39320,86614		39320,87	39910,67913		39910,68
VERTIMIENTO MENTIDERO	16425	16921,44563	16921,45	0	17175,26731		17175,27	17432,89632		17432,9	17694,38976		17694,39	17959,80561		17959,81
V18,V19,V20,V21	1825	1880,160625	1880,161	0	1908,363034		1908,363	1936,98848		1936,988	1966,043307		1966,043	1995,533957		1995,534
VERTIMIENTO CANDICUZ	10950	11280,96375	11280,96	0	11450,17821		11450,18	11621,93088		11621,93	11796,25984		11796,26	11973,20374		11973,2
SOLUCION					115933,0543	115933,1	0	117672,0502	117672,1	0	119437,1309	119437,1309	0	121228,6879	121228,6879	0

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:

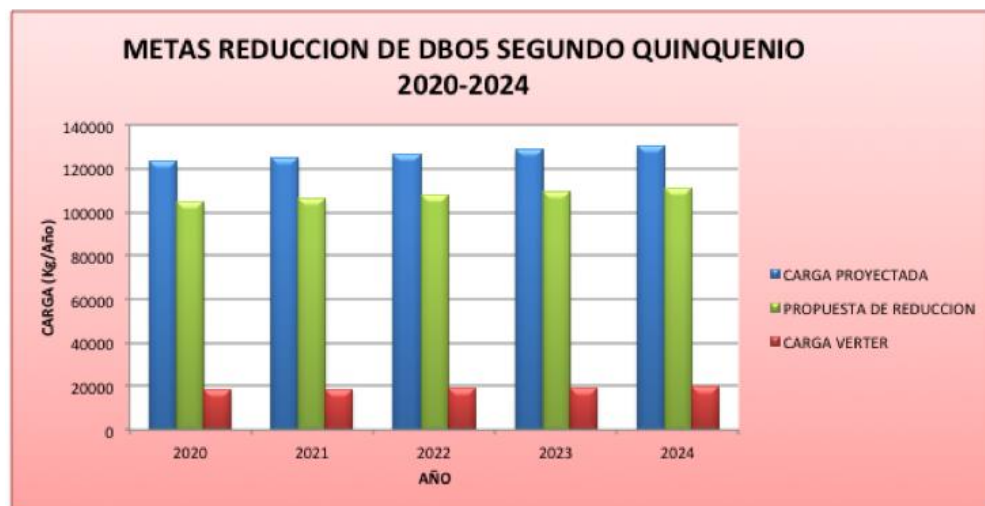
Tabla 79. Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO – Primer Quinquenio
2015 - 2019

USUARIO	METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - SEGUNDO QUINQUENIO 2020 - 2025																			
	2020				2021				2022				2023				2024			
	CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)			
	Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2021	Carga Meta a Verter	REMOCCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2022	Carga Meta a Verter	REMOCCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2023	Carga Meta a Verter	REMOCCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2024	Carga Meta a Verter	REMOCCION (%)	Propuesta de Reduccion
V1, V2, V3, V4, V5 Lavadero autos	3038,200449	3038,2	0%	0	3083,773450	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	1519,100225			1519,1	1541,886728			1541,887	1565,015029			1565,015	1588,490254			1588,49	1612,317608			1612,318
VERTIMIENTO MAZCONDOTURANIA	4050,933932			4050,934	4113,487943			4113,488	4175,97343			4175,973	4239,974011			4239,974	4299,975822			4299,976
V9, V10, V11, V12, V13	2025,466968			2025,467	2055,848971			2055,849	2086,686705			2086,687	2117,587006			2117,587	2149,756811			2149,757
VERTIMIENTO GRUTA	40509,33932			40509,34	41136,97943			41136,98	41733,7343			41733,73	42359,74011			42359,74	42995,73622			42995,74
V14, V15, V16, V17	2025,466968			2025,467	2055,848971			2055,849	2086,686705			2086,687	2117,587006			2117,587	2149,756811			2149,757
VERTIMIENTO EL CUCHO	40509,33932			40509,34	41136,97943			41136,98	41733,7343			41733,73	42359,74011			42359,74	42995,73622			42995,74
VERTIMIENTO MENTIDERO	18229,20209			18229,2	18502,44073			18502,44	18780,18035			18780,18	19061,88305			19061,88	19347,8113			19347,81
V18, V19, V20, V21	2025,466968			2025,467	2055,848971			2055,849	2086,686705			2086,687	2117,587006			2117,587	2149,756811			2149,757
VERTIMIENTO CANDIGU	12152,80118			12152,8	12335,06982			12335,07	12520,12033			12520,12	12702,92033			12702,92	12888,54086			12888,54
SOLUCION	123047,3382	18457,07	85%	104590,3	134892,825	18753,92	85%	106338,9	126766,2173	19034,93	85%	107751,3	128468,7304	19300,16	85%	109367,6	130597,7263	19549,66	85%	111008,1

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 Río 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 Río Molinoyaco en el año 2024 sería de: DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS (\$253.366.444.00).

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

PLAN DE ORDENACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO - RIO MOLINOYACO												
PROYECCIÓN DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MÍNIMA												
USUARIO	2015		2016		2017		2018		2019			
	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA
CAUCE PRINCIPAL	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820
CAUCE SECUNDARIO	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410
CAUCE TERCERARIO	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760
CAUCE CUARTARIO	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880
CAUCE QUINTARIO	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603
CAUCE SEXTO	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880
CAUCE SEPTIMO	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603
CAUCE OCTAVO	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821
CAUCE NOVENO	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880
CAUCE DECIMO	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281
TOTAL		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

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

PLAN DE ORDENACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO - RIO MOLINOYACO												
PROYECCIÓN DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MÍNIMA												
USUARIO	2020		2021		2022		2023		2024			
	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año	VALOR TASA RETRIBUTIVA
CAUCE PRINCIPAL	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820	2.820	\$ 2.820
CAUCE SECUNDARIO	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410	1.410	\$ 1.410
CAUCE TERCERARIO	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760	3.760	\$ 3.760
CAUCE CUARTARIO	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880
CAUCE QUINTARIO	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603
CAUCE SEXTO	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880
CAUCE SEPTIMO	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603	37.603	\$ 37.603
CAUCE OCTAVO	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821	18.821	\$ 18.821
CAUCE NOVENO	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880	1.880	\$ 1.880
CAUCE DECIMO	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281	11.281	\$ 11.281
TOTAL		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444		\$ 253.366.444

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 Río 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 Río

Molinoyaco en el año 2024 sería 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

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO - RIO MOLINOYACO												
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS												
USUARIO	2015			2016			2017			2018		
	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA
V1 V2 V3 V4 V5 Lavadero autolav	1.420	1.420	\$ 689.411,13	200.544,15	200.544,15	\$ 1.218.536,20	200.432,17	200.432,17	\$ 1.174.441,43	204,06	204,06	\$ 1.153.364,32
DE V7 V8	1.410	1.410	\$ 248.305,51	1431.22228	1431.22228	\$ 699.518,13	1432.74136	1432.74136	\$ 637.230,73	1474,53	1474,53	\$ 666.182,21
VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA	3.760	3.760	\$ 662.148,11	3816.72607	3816.72607	\$ 1.625.381,68	3875.97696	3875.97696	\$ 1.699.258,27	3932,09	3932,09	\$ 1.716.486,42
DE V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7 V8	1.880	1.880	\$ 331.074,13	1508.36303	1508.36303	\$ 812.680,84	1508.36303	1508.36303	\$ 849.627,64	1508,04	1508,04	\$ 868.243,21
VERTIMIENTO GRUETA	37.603	37.603	\$ 6.621.481,31	38167.2607	38167.2607	\$ 16.253.816,75	38759.7696	38759.7696	\$ 16.962.552,73	39320,87	39320,87	\$ 17.764.864,26
V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7	1.880	1.880	\$ 331.074,13	1508.36303	1508.36303	\$ 812.680,84	1508.36303	1508.36303	\$ 849.627,64	1508,04	1508,04	\$ 868.243,21
VERTIMIENTO EL CUCHO	37.603	37.603	\$ 6.621.481,31	38167.2607	38167.2607	\$ 16.253.816,75	38759.7696	38759.7696	\$ 16.962.552,73	39320,87	39320,87	\$ 17.764.864,26
VERTIMIENTO MENTIDERO	16.921	16.921	\$ 2.979.686,62	17176.2673	17176.2673	\$ 7.314.217,54	17432.8963	17432.8963	\$ 7.648.548,75	17694,39	17694,39	\$ 7.994.585,91
V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7	1.880	1.880	\$ 331.074,13	1508.36303	1508.36303	\$ 812.680,84	1508.36303	1508.36303	\$ 849.627,64	1508,04	1508,04	\$ 868.243,21
VERTIMIENTO CANDIGUZ	15.281	15.281	\$ 1.688.444,41	13485.1782	13485.1782	\$ 4.876.143,03	13617.9309	13617.9309	\$ 5.097.786,82	13796,26	13796,26	\$ 5.326.458,27
TOTAL			\$ 20.609.385,6			\$ 82.590.304,65			\$ 82.889.320,36			\$ 85.263.139,07

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

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

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO - RIO MOLINOYACO												
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS												
USUARIO	2020			2021			2022			2023		
	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA DBO5	VALOR TASA RETRIBUTIVA	VALOR TASA RETRIBUTIVA
V1 V2 V3 V4 V5 Lavadero autolav	3038,20	3038,20	\$ 1.456.229,05	3083,77	3083,77	\$ 1.522.414,69	3130,03	3130,03	\$ 1.591.608,41	3176,98	3176,98	\$ 1.663.047,01
DE V7 V8	1518,10	1518,10	\$ 726.114,52	1541,86	1541,86	\$ 761.207,33	1565,02	1565,02	\$ 786.804,20	1588,49	1588,49	\$ 812.321,32
VERTIMIENTO MACONDO/GRANJA	4050,93	4050,93	\$ 1.941.638,70	4111,70	4111,70	\$ 2.000.886,21	4173,37	4173,37	\$ 2.122.144,56	4235,97	4235,97	\$ 2.194.061,01
DE V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7 V8	2025,47	2025,47	\$ 970.819,37	2055,85	2055,85	\$ 1.014.343,11	2086,69	2086,69	\$ 1.061.072,27	2117,99	2117,99	\$ 1.102.036,01
VERTIMIENTO GRUETA	40509,34	40509,34	\$ 16.416.387,33	41118,98	41118,98	\$ 20.268.862,14	41733,73	41733,73	\$ 21.221.448,42	42359,74	42359,74	\$ 22.180.600,11
V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7	2025,47	2025,47	\$ 970.819,37	2055,85	2055,85	\$ 1.014.343,11	2086,69	2086,69	\$ 1.061.072,27	2117,99	2117,99	\$ 1.102.036,01
VERTIMIENTO EL CUCHO	40509,34	40509,34	\$ 16.416.387,33	41118,98	41118,98	\$ 20.268.862,14	41733,73	41733,73	\$ 21.221.448,42	42359,74	42359,74	\$ 22.180.600,11
VERTIMIENTO MENTIDERO	18229,20	18229,20	\$ 8.737.374,30	18602,44	18602,44	\$ 9.134.237,98	18980,18	18980,18	\$ 9.549.650,44	19361,80	19361,80	\$ 9.966.562,06
V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7	2025,47	2025,47	\$ 970.819,37	2055,85	2055,85	\$ 1.014.343,11	2086,69	2086,69	\$ 1.061.072,27	2117,99	2117,99	\$ 1.102.036,01
VERTIMIENTO CANDIGUZ	12152,80	12152,80	\$ 6.824.916,20	12335,09	12335,09	\$ 6.989.658,64	12520,12	12520,12	\$ 7.166.433,63	12707,50	12707,50	\$ 7.353.768,03
TOTAL			\$ 60.433.506,57			\$ 63.180.208,40			\$ 66.051.748,87			\$ 68.953.800,85

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 Río 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 sería 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 Río Molinoyaco reduce notablemente el valor de la Tasa Retributiva a pagar por parte de cada uno de los usuarios de vertimientos identificados.

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

USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019		
	CARGA kg/día		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/día		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/día		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/día		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/día		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBOS	SSY		DBOS	SSY		DBOS	SSY		DBOS	SSY		DBOS	SSY	
V1 V2 V3 V4 V5 Lavadero autos	2.820	2.820	\$ 490.611,1	2862,54455	2862,54455	\$ 519.182,07	2905,483	2905,483	\$ 542.778,90	2.949	2.949	\$ 587.448,20	2993,301	2993,301	\$ 693.238,72
VE V7 V8	1.410	1.410	\$ 248.305,5			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
VERTIMIENTO MACONDO/GIRALUA	3.760	3.760	\$ 662.148,1			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
VE V10 V11 V12 V13	1.880	1.880	\$ 331.074,1			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
VERTIMIENTO GRUTA	37.603	37.603	\$ 6.621.481,3			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
V14 V15 V16 V17	1.880	1.880	\$ 331.074,1			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
VERTIMIENTO EL CUCHO	37.603	37.603	\$ 6.621.481,3			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
VERTIMIENTO MENTIDERO	16.821	16.821	\$ 2.979.666,6			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
V18 V19 V20 V21	1.880	1.880	\$ 331.074,1			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
VERTIMIENTO CANGICUZ	11.281	11.281	\$ 1.980.444,4			\$ -			\$ -			\$ -			\$ -
SOLUCION				115.933	115933,264	\$ 21.026.874,05	117672,050	117672,050	\$ 21.982.545,42	17.916	17.916	\$ 3.447.247,82	18184,303	18184,303	\$ 3.803.925,23
TOTAL			\$ 20.609.360,6			\$ 21.548.056,07			\$ 22.525.324,32			\$ 4.014.696,02			\$ 4.187.163,97
									\$72.892.891						

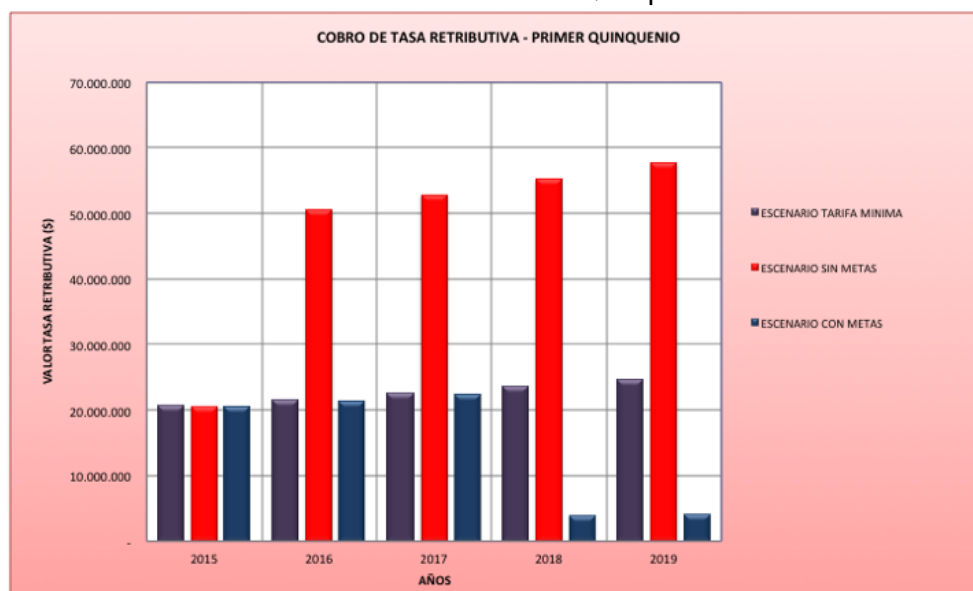
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

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

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HIDRICO - RIO MOLINOYACO												
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS												
USUARIO	2020		VALOR TASA RETRIBUTIVA	2021		VALOR TASA RETRIBUTIVA	2022		VALOR TASA RETRIBUTIVA	2023		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBOS	SSY		DBOS	SSY		DBOS	SSY		DBOS	SSY	
V1 V2 V3 V4 V5 Lavadero autos	3038,20	3038,20	\$ 620.201,42	3083,77	3083,77	\$ 648.389,58	3130,03	3130,03	\$ 677.858,88	3.177	3.177	\$ 708.67,57
VE V7 V8												
VERTIMIENTO MACONDO/GIRALUA												
VE V10 V11 V12 V13												
VERTIMIENTO GRUTA												
V14 V15 V16 V17												
VERTIMIENTO EL CUCHO												
VERTIMIENTO MENTIDERO												
V18 V19 V20 V21												
VERTIMIENTO CANGICUZ												
SOLUCION	18457,07	18457,07	\$ 3.767.723,83	18733,92	18733,92	\$ 3.938.966,67	19014,93	19014,93	\$ 4.117.992,71	19300,16	19300,16	\$ 4.305.155,47
TOTAL			\$ 4.587.925,35			\$ 4.587.925,35			\$ 4.795.851,59			\$ 5.013.823,04
									\$34.924.457			

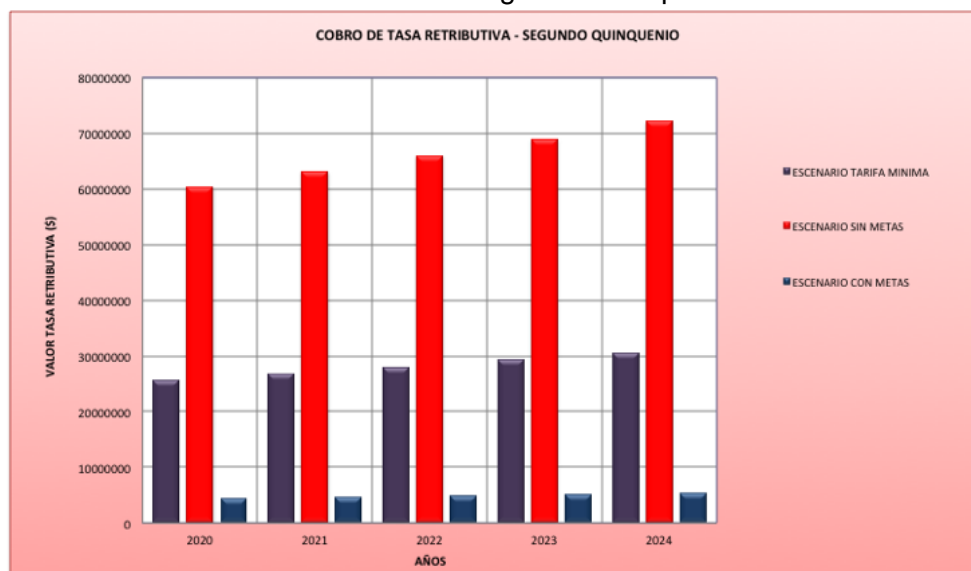
Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

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 ronda hídrica.

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 Río 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 Río Molinoyaco.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Puntos de vertimientos eliminados/ Puntos vertimientos iniciales)*100.

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 85. Fuentes de Financiación

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	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
NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales para el casco urbano del 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: Cumplir con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidas por la autoridad ambiental.
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.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Estudios y diseños, compra de predios, inicio PTAR y seguimiento y monitoreo para cada actividad.
TIEMPO DE EJECUCION: 5 años.
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: \$ 1.500.000.000
RESPONSABLES: Alcaldía de El Tambo, Empresas de Servicios Públicos de El Tambo, Secretaria de Planeación Departamental, Secretaria de Infraestructura Departamental.
FUENTES DE FINANCIACION: Corponariño, Gobernación de Nariño, SGP.
BENEFICIOS: Disminución cargas contaminantes de contaminación del Río Molinoyaco y recuperación de la calidad del cuerpo hidrico para avanzar en los cumplimientos de los objetivos de calidad.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Carga DBO proyectada año - Carga meta a verter DBO / Carga proyectada año DBO)*100.

Fuente. Plan de Ordenamiento río Molinoyaco

Tabla 85. Fuentes de Financiación

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	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 Río Molinoyaco

Este programa contempla la recuperación de la ronda hídrica del cauce principal del río Río 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 Río 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 Río Molinoyaco

PROGRAMA 2
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO MOLINOYACO
PROYECTO No. 2
NOMBRE DEL PROYECTO: Recuperación de la ronda hídrica del Río 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 Molionoyaco, 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 hídrica del Río 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 Río 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: Alcaldía 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 Río Molinoyaco

PROGRAMA 4
GESTION DEL RIESGO
PROYECTO No. 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal del Río 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 Río 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 Diagnostico, a continuación se presenta las acciones para su mitigación:

Tabla 89. Riesgos Río Molinoyaco

FACTOR DE RIESGO	DESCRIPCIÓN 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 Saraconcho.	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 Río 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 río.	ALTO
Desechos sólidos domésticos	Existe una cobertura parcial de recolección de residuos sólidos domésticos. En la orilla del Río Molinoyaco hay depósito de residuos sólidos.	ALTO
Inundaciones y deslizamientos	Se presentan riesgos de inundaciones en las zonas cercanas al cauce principal del Río Molinoyaco, en la parte baja debido a la inestabilidad del suelo y debido al cañón que atraviesa el Río 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 Río 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 conteción cosntruidos en un período comprendido de 0 - 10 años en zonas de riesgo para la Proteccion 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		
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.		

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 así se presente una mayor dilución de cargas contaminantes, se identificó 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 fisicoquímica y microbiológica del cauce principal, debido a las descargas de aguas residuales de viviendas, colectores y a través de quebradas que llegan al cauce principal.
- Los mayores aportes de carga contaminante sobre el Rio se hacen a través 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 más la calidad del agua, estas son la construcción de un interceptor con el fin de disminuir los focos de contaminación, y la construcción de una PTAR la cual permitiría que la carga de contaminante que es vertida al Rio sea mínima, estas actividades deberán 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 así 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, económicas, técnicas y ambientales evidenciadas durante el trabajo realizado sobre el Rio.
- La implementación de las actividades planteadas en este PORH, ayudaría a la preservación, descontaminación y recuperación del Rio Molinoyaco, lo cual no solo traería beneficios a nivel social y ambiental, sino económicos los cuales se evidenciarían 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 Río 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 Río 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 Ciência e Aplicacao. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



ANEXO



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 SURREONES, QUEBRADA LA LLAVE, RIO BOBO, RIO CHIQUITO, RIO MOLINOYACO, RIO 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



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 a 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 hídricas 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 215°. 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 2010 *"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:



CUADRO 1. Corrientes Priorizadas PORH 2013

CORRIENTES PRIORIZADAS PORH 2013					
RIO	MUNICIPIO	NACIMIENTO	DESEMBOCA	AREA (km ²)	LONGITUD (km)
R. Molinoyaco	El Tambo, El Peñol	Cerro Morro El Copete 2.600 msnm	Rio Guaitara 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 Guaitara 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	Iles	Vereda Quitasol 3.130 msnm	Rio Guaitara 1.924 msnm	8,46	9,83
R. Bobo	Pasto, Tungua	Corregimiento Jurado 3.200 msnm	Rio Guaitara 1.750 msnm	44,07	33,8
R. Sapuyes	Guachucal, Tuquerres, Sapuyes, Ospina e Imues	Volcan Azufra 3.550 msnm	Rio Guaitara 1.775 msnm	52,54	52,35
Q. Surrónes	Guaitarilla	Vereda Buenos Aires 2.850 msnm	Rio Guaitara 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 SURRÓNES", 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 Surrónes, 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

Dada en San Juan de Pasto,

14 AGO 2013

YOLANDA BENAIDES ROSADA
Directora General
CORPONARIÑO

Proyectó: Mauricio B
VoBo: Ing. Ramiro Eraso B
Revisó: Ing. Ramiro Eraso B
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental
Dra. Teresa Enriquez Rosero
Jefe Oficina Jurídica

ANEXO



