DOCUMENTO TECNICO –
MONITOREO DE CORRIENTES HIDRICAS
AÑO 2012



PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO”
Año 2012

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

FREDY RODRIGUEZ
Subdirector Administrativa y Financiero

EDUARDO DE LOS RIO O.
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

FERNANDO BURBANO VALDEZ
Subdirector de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

HUGO MIDEROS
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

MARIA FERNANDA FOLLECO V.
Profesional Universitario SUBCEA

EQUIPO TÉCNICO:

JHONNY RAMON VEGA JOJOA
Ingeniero Sanitario y Ambiental

BELZI LOPEZ GUERRERO
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafa

San Juan de Pasto, 2012

EQUIPO DE APOYO

MARIA FERNANADA FOLLECO VILLARREAL
Interventora
Profesional Universitario SUBCEA

LEONARDO ALVARADO .
Apoyo de Campo Aforo de Caudales
Técnico Operativo - CORPONARIÑO

LABORATORIO CORPONARIÑO
Análisis de Muestras y Reporte de Resultados

PAOLA BUITRON
Pasante Facultad de Ingeniería Ambiental
Universidad Mariana

INTRODUCCION

La supervivencia del hombre como especie se debe en parte al aprovechamiento de los recursos naturales; sin embargo, la falta de planeación y el desconocimiento de las posibles consecuencias de un mal aprovechamiento trajeron consigo la contaminación del ambiente natural en particular sobre el recurso agua uno de los más prioritarios para la vida, el cual ha sido fuertemente afectado por sustancias cada vez más agresivas y difíciles de tratar debido a su naturaleza química de sustancias presentes en los vertimientos.

En este sentido CORPONARIÑO como autoridad ambiental en el Departamento de Nariño, año tras año se ha preocupado por conocer y obtener los datos físicos y químicos de cada corriente receptora de vertimientos municipales y de algunos sectores productivos a través de campañas de caracterización sobre estos cuerpos de agua, con el objetivo fundamental de evaluar el impacto antrópico sobre el recurso en cuanto a calidad y cantidad. Con base en la información obtenida en los reportes de laboratorio por cada corriente (DBO5, SST, Oxígeno Disuelto y Caudales), se elaboró el presente documento, donde permite mostrar gráficamente el estado de cada corriente y su comportamiento por cada año, permitiendo de esta manera un entendimiento e interpretación más eficiente de la información.

METODOLOGIA

Uno de los objetos del presente estudio es el de realizar un diagnóstico sobre el grado de contaminación que aportan las aguas residuales generadas en el área rural - suburbana y urbana de cada centros poblados mediante una metodología analítica sobre los principales parámetros de contaminación efectuando muestras en cada corriente antes y después de los vertidos y colectores finales.

En las campañas de monitoreo se identificaron y se geo-referenciaron los sitios de interés para el estudio (vertimientos, estaciones hidrológicas, confluencia con otros ríos, quebradas, canales, entre otros). Así mismo, se realizó el registro de caudales, pendientes, velocidades, profundidades, secciones transversales, que permiten establecer las variables hidráulicas de la corriente. Se efectuaron muestreos simples en varios puntos priorizados y de interés sobre cada cauce principal.

Posteriormente y teniendo en cuenta la situación actual referente a la calidad de cada corriente, se procedió aplicar un modelo de simplificación llamado STRETER AND PHELSS, el cual permite determinar la capacidad de asimilación de cada cuerpo de agua frente al impacto ocasionado por las cargas contaminantes vertidas. Para esto se calcularon de manera teórica las cargas contaminantes en DBO y OD de los vertimientos y afluentes (quebradas) los cuales se encuentran como entradas a cada cauce principal completándose de igual manera con los resultados de laboratorio de las campañas realizadas.

Cabe aclarar que 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.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar, formular, y elaborar un documento técnico, donde consolide el estado actual de veinte (20) corrientes hídricas, mediante la aplicación de un modelo simplificado que permita evaluar el comportamiento y la asimilación de un contaminante en el agua.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario de los datos de calidad y cantidad históricos de cada corriente hídrica.

- Aplicar el modelo de simplificación a cada corriente para DBO y OD.

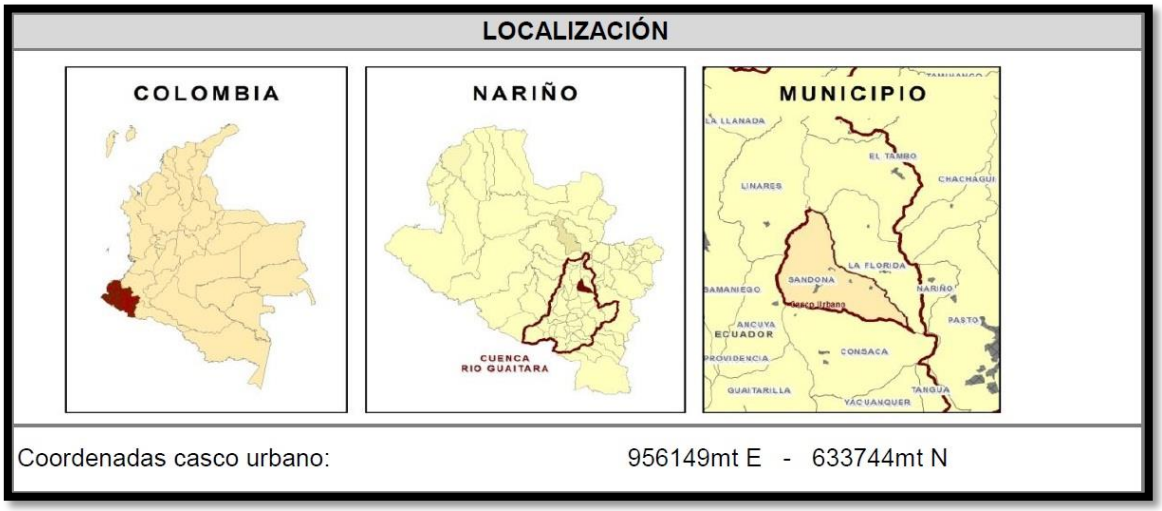
- Realizar las gráficas en cuanto a perfiles de calidad por cada corriente, como también la interpretación de las mismas.

CUENCA DEL RIO GUITARA

MUNICIPIO DE SANDONA

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de Sandoná se encuentra localizado al sur occidente del Departamento, limitando al Norte con los municipios de La Florida y El Tambo; al Sur con Consaca y al Oriente con los municipios de Ancuya y Linares.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

AÑO	POBLACIÓN URBANA (hab)
2006	10943
2008	11275
2011	11794
2016	12711

Fuente: DANE.

3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

Las fuentes receptoras de los vertimientos líquidos en el casco urbano del municipio de Sandoná son cinco, se presentan a continuación:

DESCARGA	EMISARIO	CAUDAL (lps)	POBLACIÓN AFERENTE (hab)	FUENTE DE DESCARGA
1	El Naranjal	7.91	2238	Quebrada Belén
2	Villa del Rosario	92.37	1941	Quebrada Belén|

3	La Magdalena	13.4	4020	Quebrada La Magdalena
4	El Porvenir	2.53	1206	Quebrada La Magdalena
5	El cementerio	7.84	741	Quebrada La Magdalena

Fuente: PSMV Municipio de Sandoná.

4. DATOS DE CALIDAD DE AGUA.

A continuación presentamos los datos de calidad y cantidad de agua de las dos corrientes hídricas receptoras de vertimientos municipales, las cuales han sido monitoreadas constantemente por la Corporación desde el año 2006.

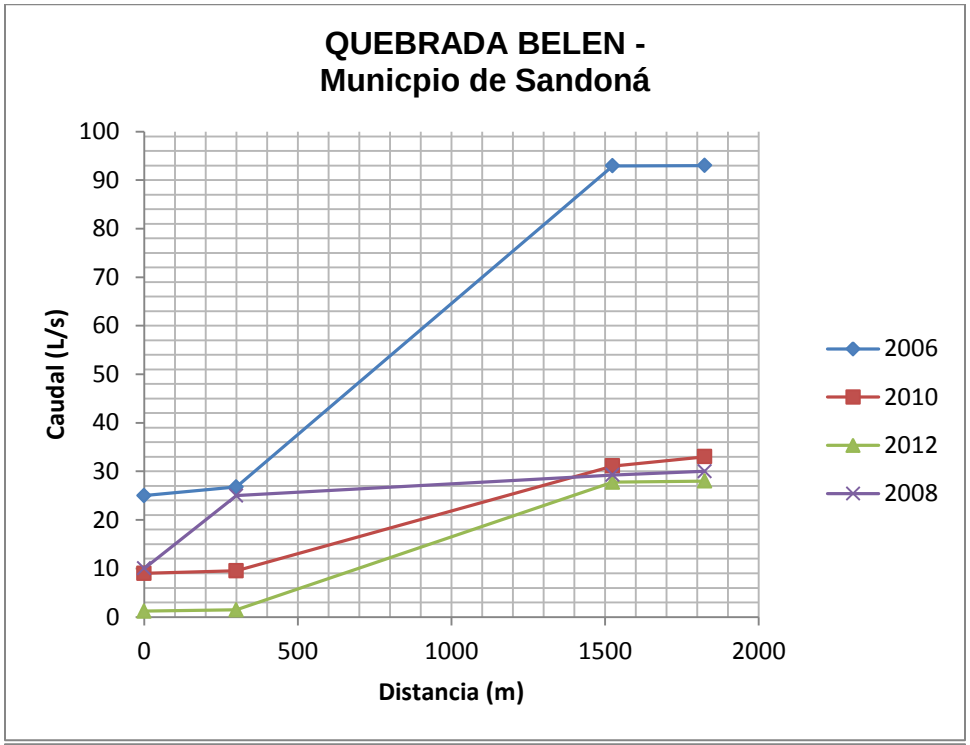
MUNICIPIO DE SANDONA						
(Quebrada Magdalena)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	33.74	2.3	18.6	7.25	3
	A. Abajo	80.47	13	20.6	4.9	9
2007	A. Arriba	8.95	2.45	8.1	5.55	8.2
	A. Abajo	38.93	12	31.8	5.95	18.7
2008	A. Arriba	14.773	< 1	11	7	159
	A. Abajo	35.554	7	32	7	18
2010	A. Arriba	8.3	2.4	< 15	7.6	< 4.5
	A. Abajo	42.254	3.188	18.77	7.6	18.4
2012	A. Arriba	6.138	<3.70	<20.00	7.29	<12.0
	A. Abajo	17.375	<3.70	<20.00	7.89	<12.0
(Quebrada Belen)						
2006	A. Arriba	26.79	1.1	10.6	6.1	5
	A. Abajo	92.94	47.25	76.6	3.15	11
2008	A. Arriba	-	< 1	14	7	16
	A. Abajo	29.26	43	122	5	46
2010	A. Arriba	9.51	4.125	18.77	7.2	< 4.5
	A. Abajo	31.092	53.25	126.29	4.5	56.67
2012	A. Arriba	1.477	4.34	<20.00	5.58	<12.0
	A. Abajo	27.764	89.4	178.25	3.72	92

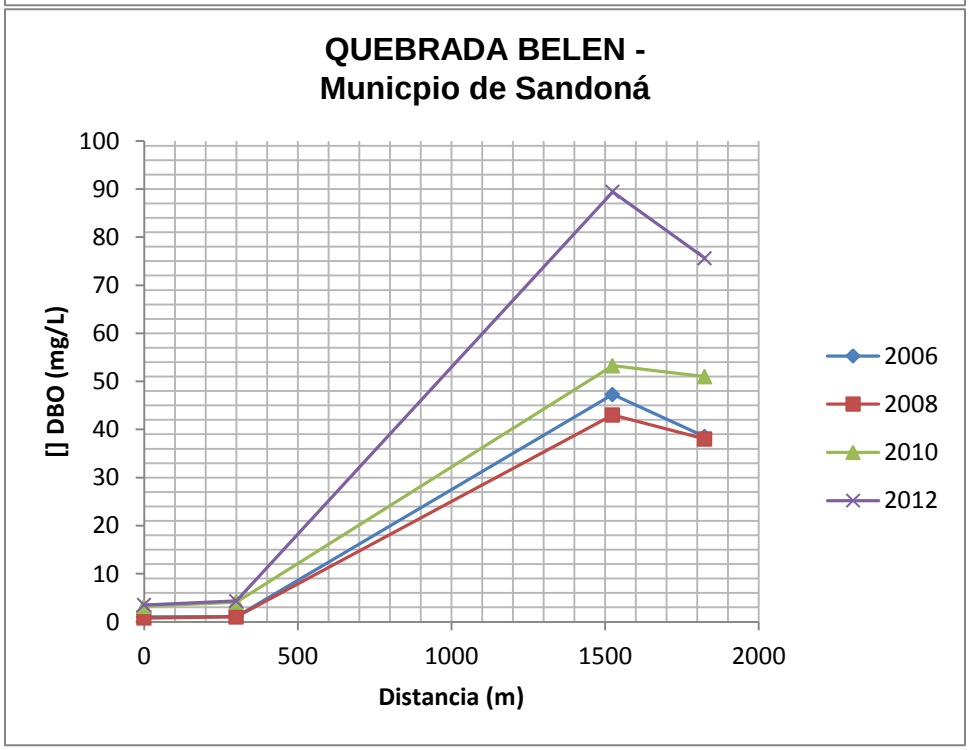
Fuente: el presente estudio.

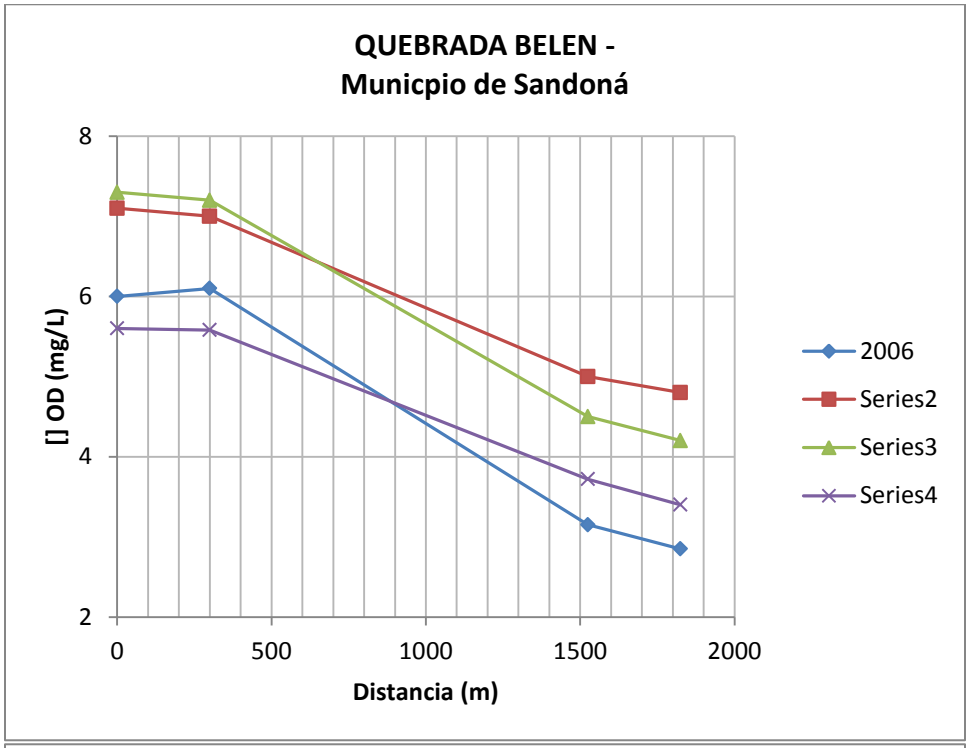
Con base en lo anterior se procedió a elaborar los perfiles de calidad en cuanto a caudales, DBO5, OD, y SST, esto con el fin de conocer y evaluar el comportamiento de cada corriente vs tiempo.

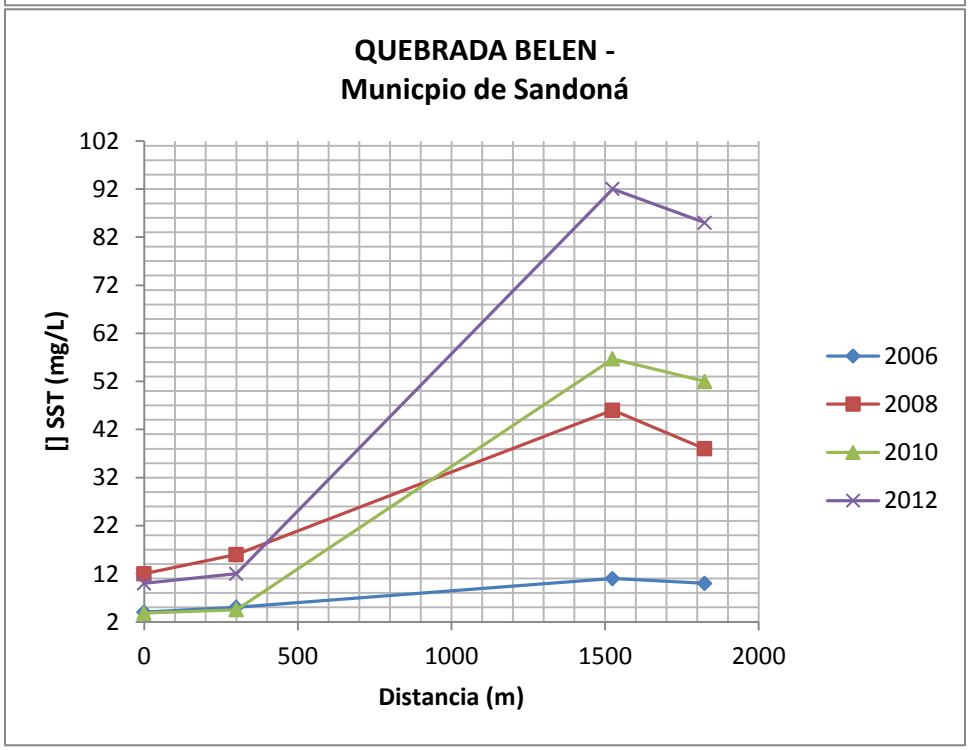
5. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST)

5.1 Quebrada Belén.





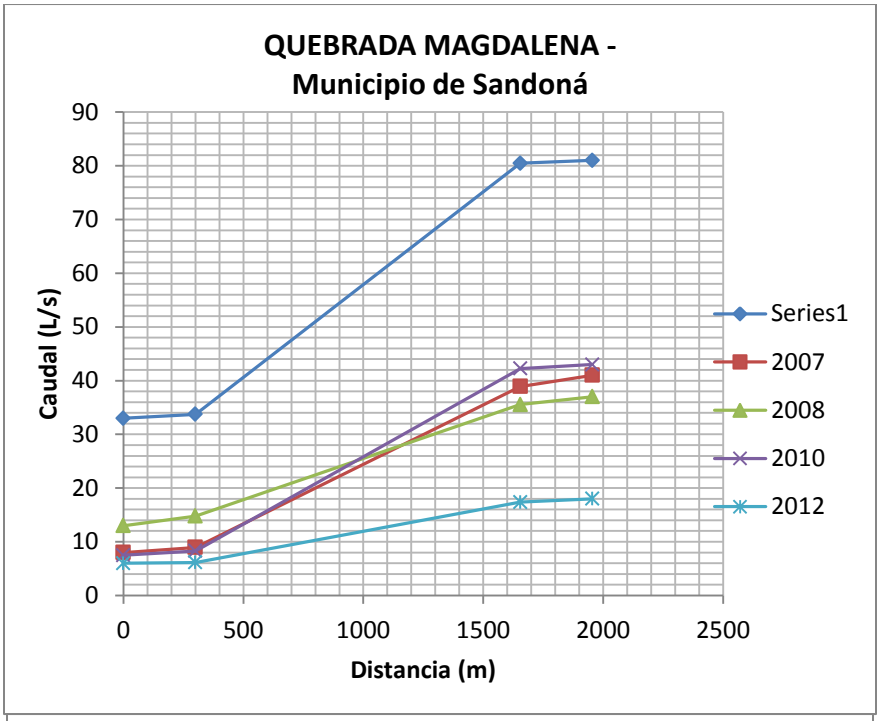


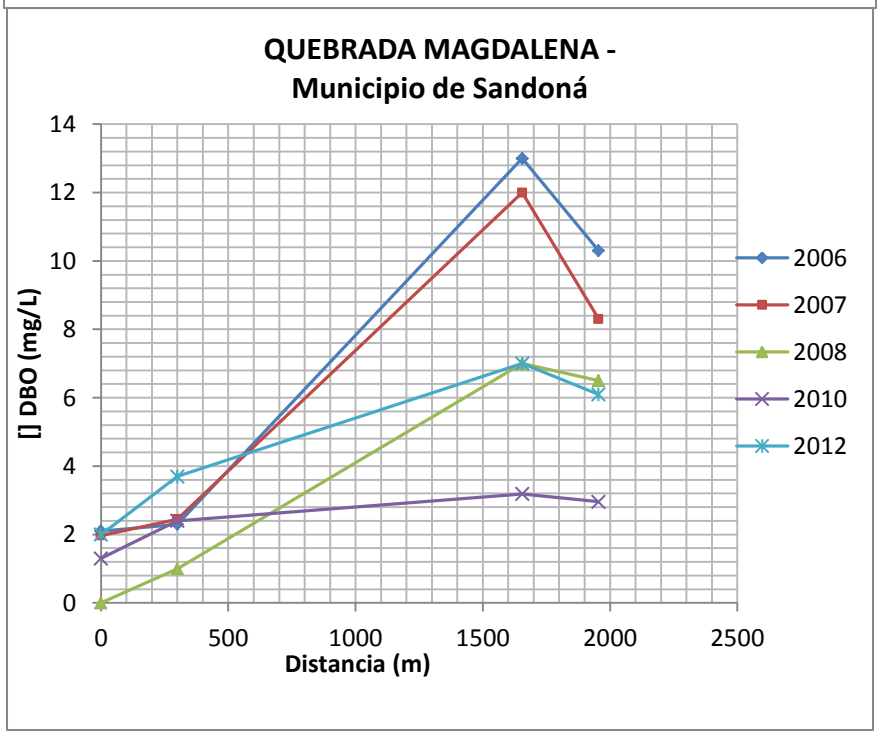


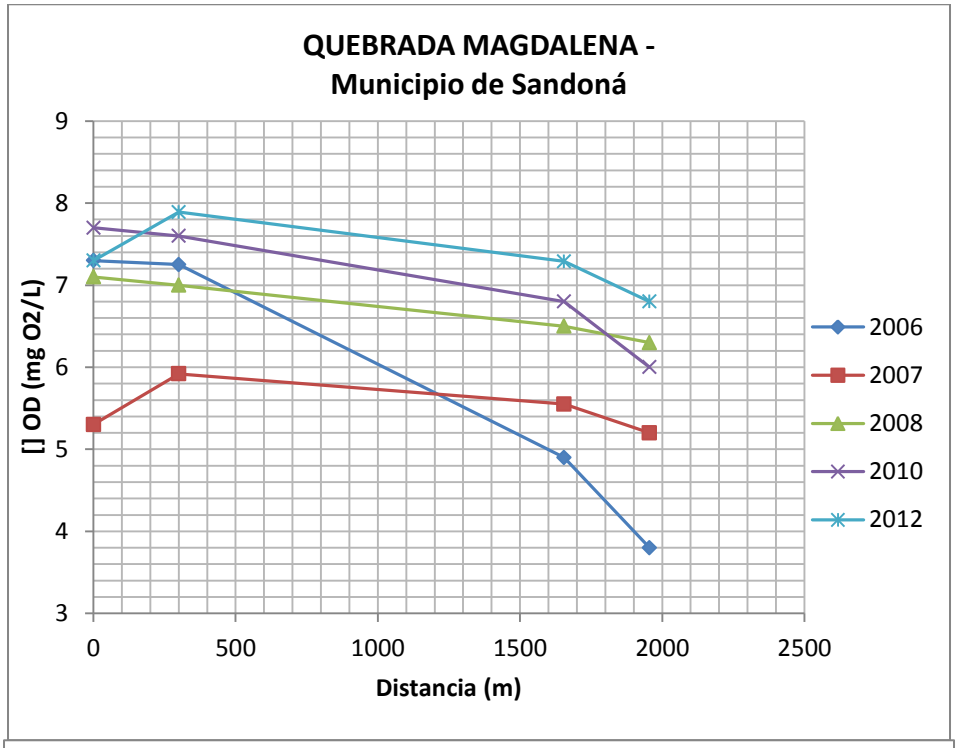
En las gráficas anteriores se observa que la quebrada Belén, presenta unas condiciones críticas con características de una corriente contaminada, principalmente en el año 2012 en época de verano se presentaron concentraciones que alcanzan los 90 mg/l en DBO5, con caudales mínimos, por lo

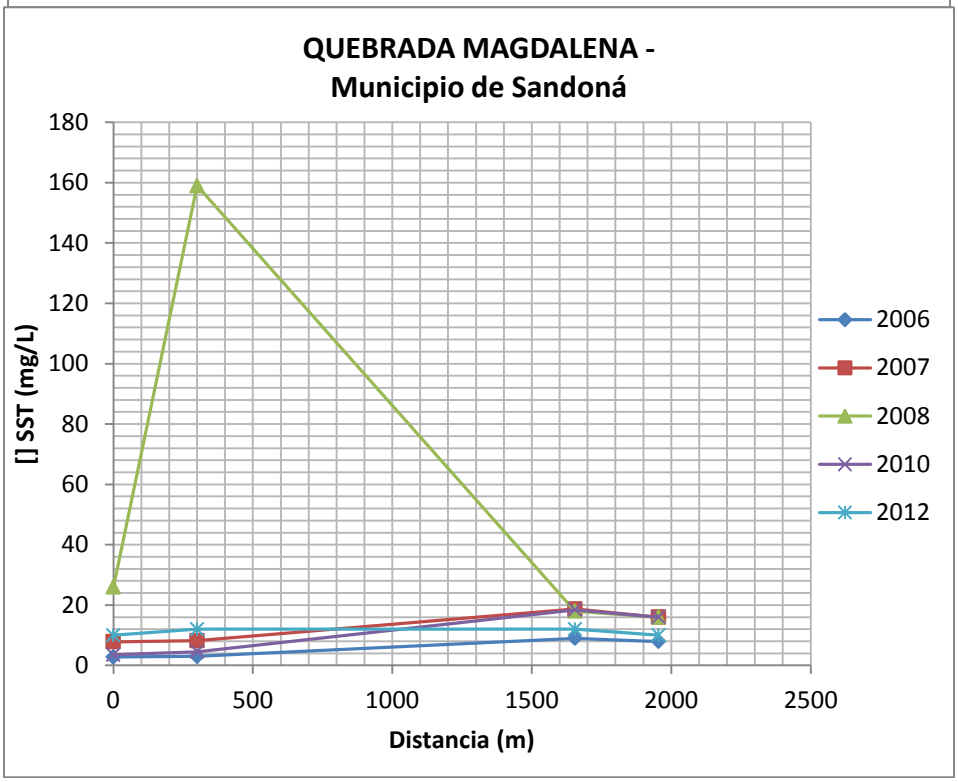
que la asimilación de la materia orgánica es lenta. La corriente se encuentra bajo condiciones anóxicas y la presencia de vectores y olores son ofensivos.

5.2 Quebrada Magdalena.









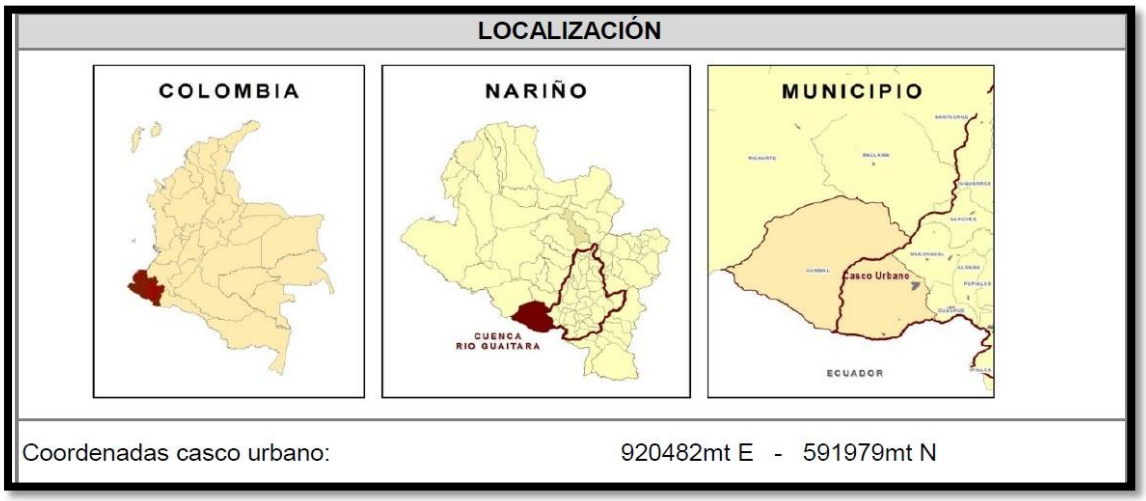
Debido a que esta corriente cuenta con un caudal más representativo frente a la quebrada Belén, hace que la asimilación de la carga orgánica sea mejor, por lo que se observa valores en DBO5 relativamente bajos en todos los años, sin

embargo este cuerpo de agua actualmente presenta unas características de una corriente levemente contaminada.

MUNICIPIO DE CUMBAL

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de Cumbal está situado al Suroccidente de la capital del Departamento de Nariño, limita por el Norte con los municipios de Ricaurte y Mallama; al Sur y al Occidente con Ricaurte y la República del Ecuador; y por el Oriente con Guachucal y Cuaspud Carlosama.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

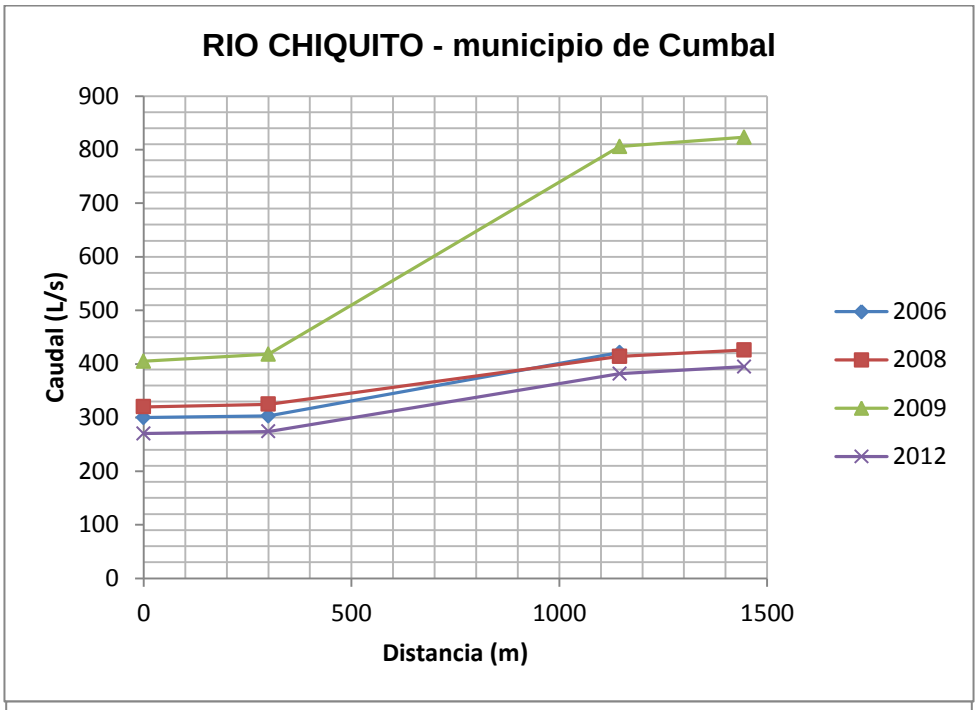
Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, la proyección para el municipio de Cumbal zona urbana es de 1672 habitantes.

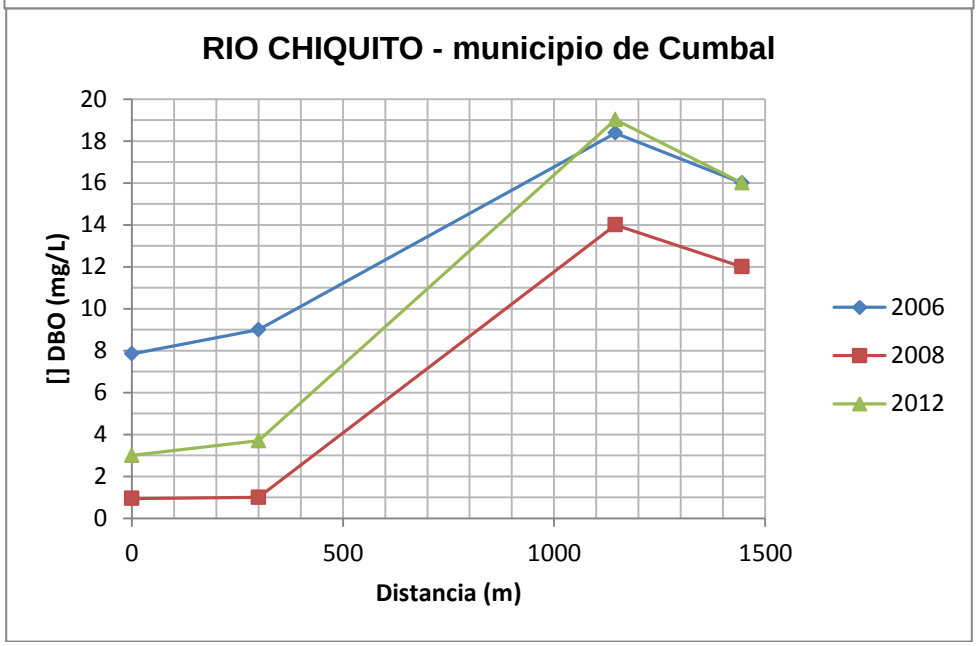
3. DATOS DE CALIDAD DE AGUA.

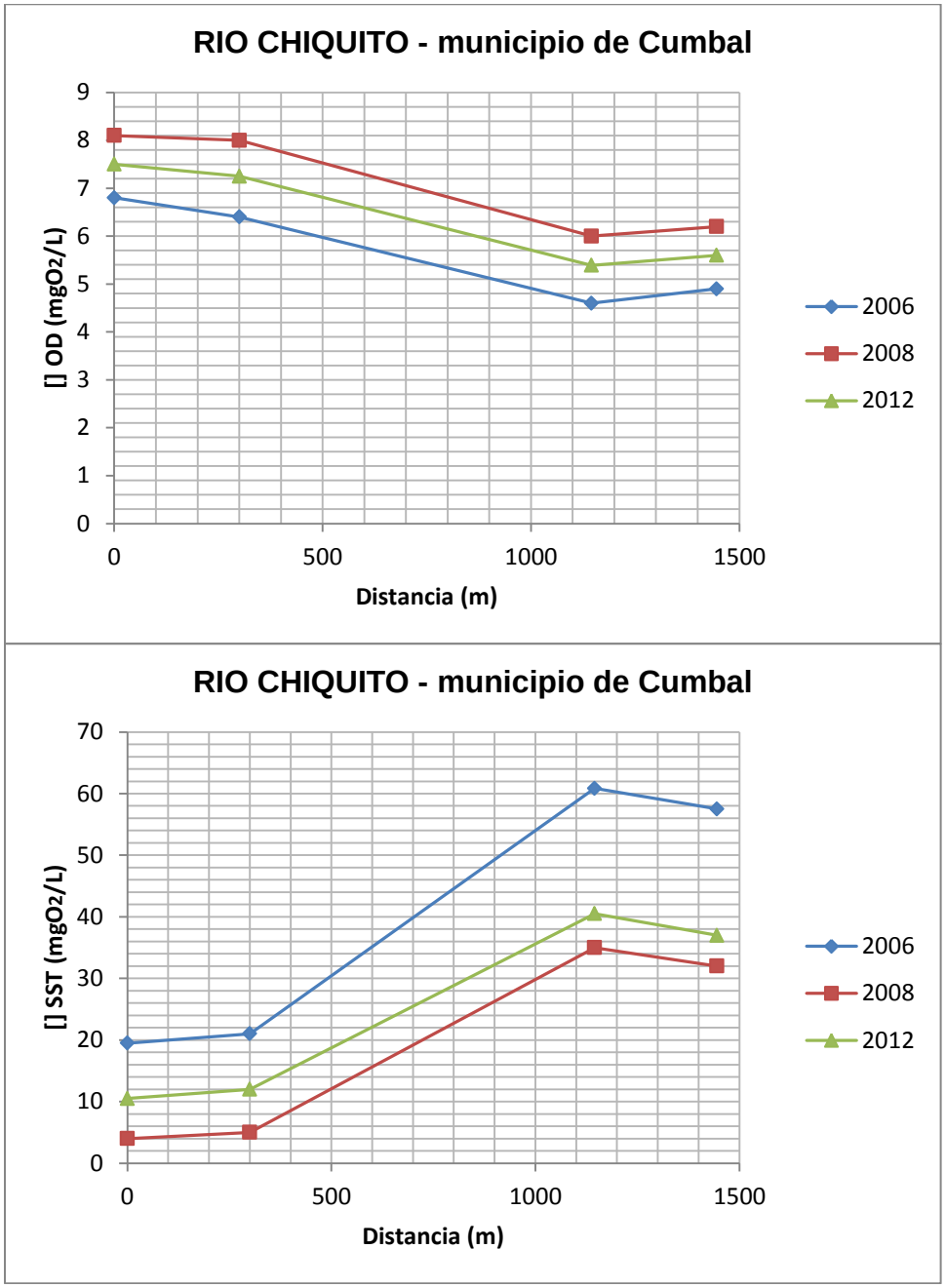
MUNICIPIO DE CUMBAL (RIO CHIQUITO)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	303.04	9	118.4	6.4	21
	A. Abajo	421.27	18.38	80.4	4.6	60.85
2008	A. Arriba	324.9	< 1	< 10	8	5
	A. Abajo	414.15	14	50	6	35
2009	A. Arriba	418.1	-	-	-	-
	A. Abajo	805.7	-	-	-	-
2012	A. Arriba	273.872	<3.70	<20.00	7.25	<12.0
	A. Abajo	381.840	19	69.55	5.39	40.5

Fuente: el presente estudio.

5. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST)





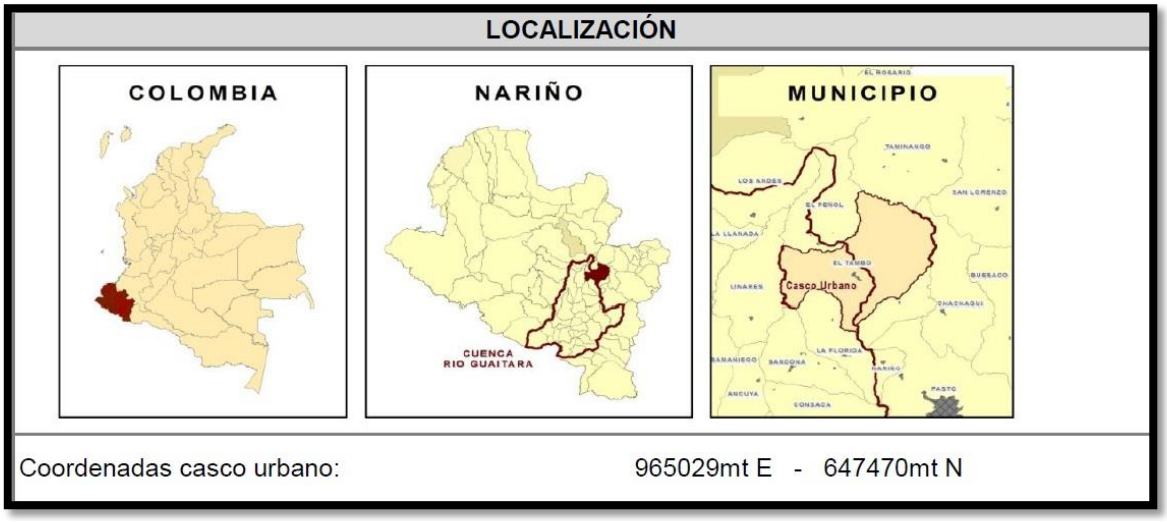


En los muestreos realizados sobre el rio chiquito se encontraron caudales representativos, con un caudal máximo de 805 l/s en época de invierno, por lo que el incremento en DBO es leve, sin embargo por solidos suspendidos se encontraron por encima de los 30 mg/l debido a que sobre este cuerpo de agua se depositan residuos sólidos de diferentes tipos.

MUNICIPIO DEL TAMBO

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio del Tambo se encuentra localizado al Occidente del Departamento y al Suroccidente de su capital. Limita al Norte con los municipios de El Peñol y Taminago, al Oriente con Chachagui, por el Sur con la Florida y al Occidente con el municipio de Linares.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

La proyección según el DANE para el municipio del Tambo es de 5124 habitantes caso urbano.

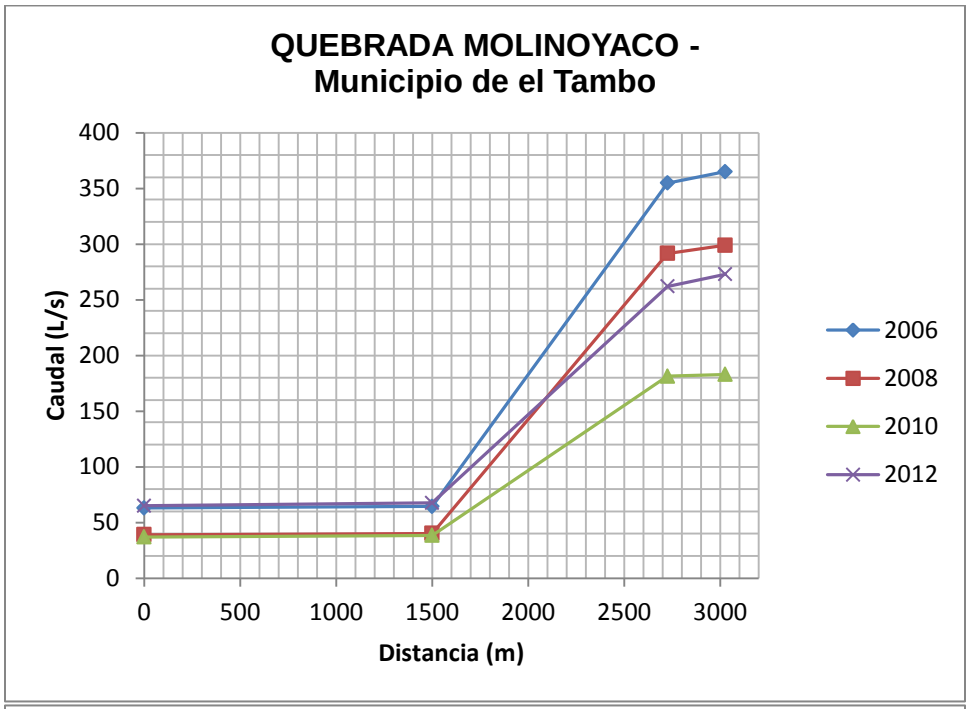
3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

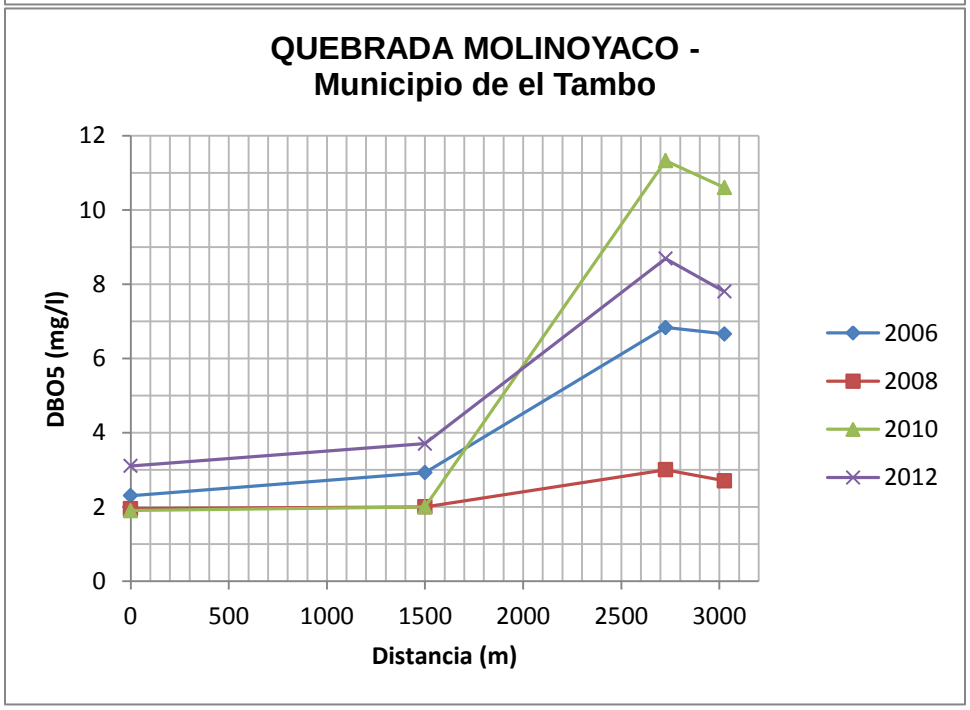
4. DATOS DE CALIDAD.

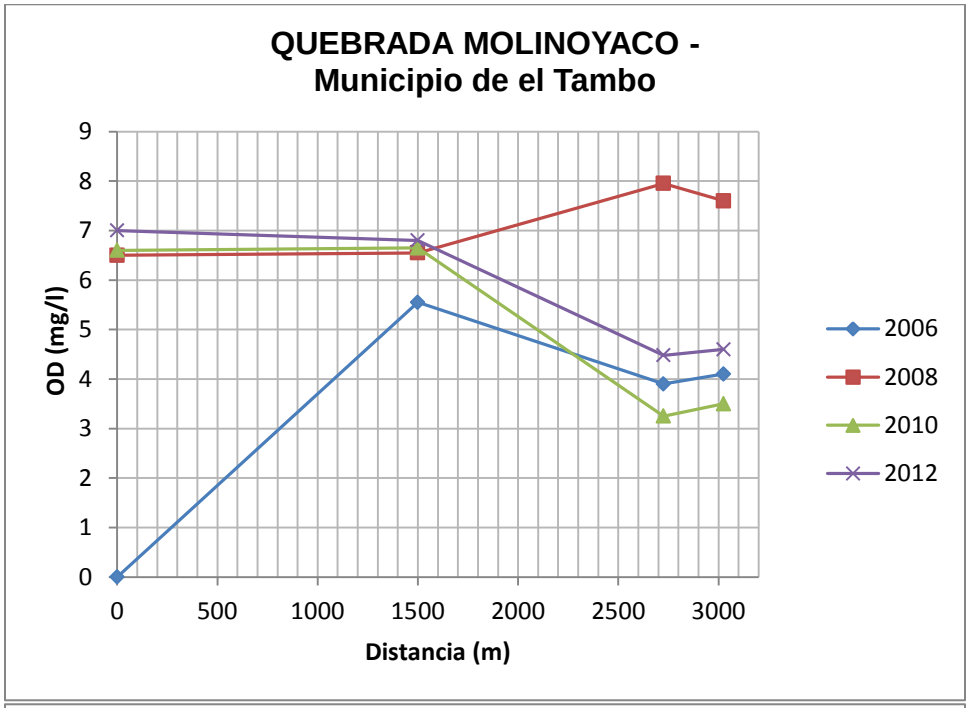
MUNICIPIO EL TAMBO (QUEBRADA MOLINOYACO)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	64.45	2.92	26	5.55	13
	A. Abajo	354.9	6.83	34	3.9	28.5
2008	A. Arriba	40.169	2	17	6.55	5.2
	A. Abajo	291.6	3	13	7.95	15.2
2010	A. Arriba	38.471	< 2	30.29	6.65	9.6
	A. Abajo	181.366	11.325	31.57	3.25	19.33
2012	A. Arriba	67.556	<3.70	<20.00	6.8	<12.0
	A. Abajo	262.024	8.69	33.96	4.48	13.5

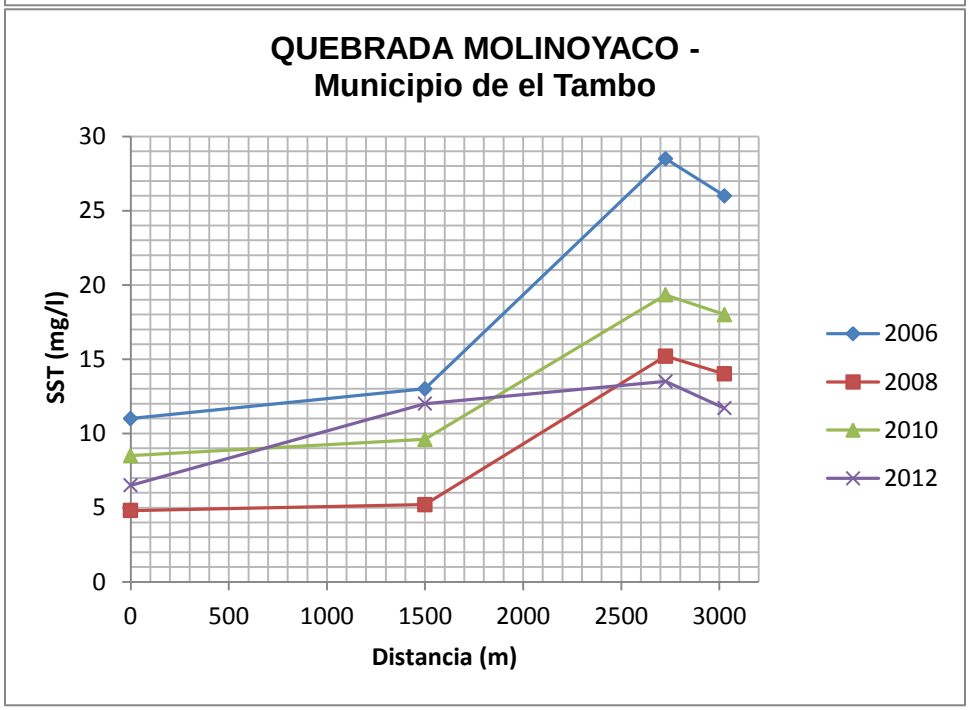
Fuente: el presente estudio.

5. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).









El rio Molinoyaco cuenta con un caudal favorable, el cual permite realizar una mayor dilución de la carga contaminante generada por el área urbana del municipio del Tambo, por lo que el aumento en DBO5 es leve.

MUNICIPIO DE PUPIALES

1. LOCALIZACION GEOGRAFICA.

El municipio de Pupiales se localiza al sur del Departamento de Nariño, en la región fronteriza con el Ecuador y cerca de la ciudad de Ipiales. Este municipio es una de las poblaciones que conforman parte de la meseta de Tuquerres e Ipiales.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

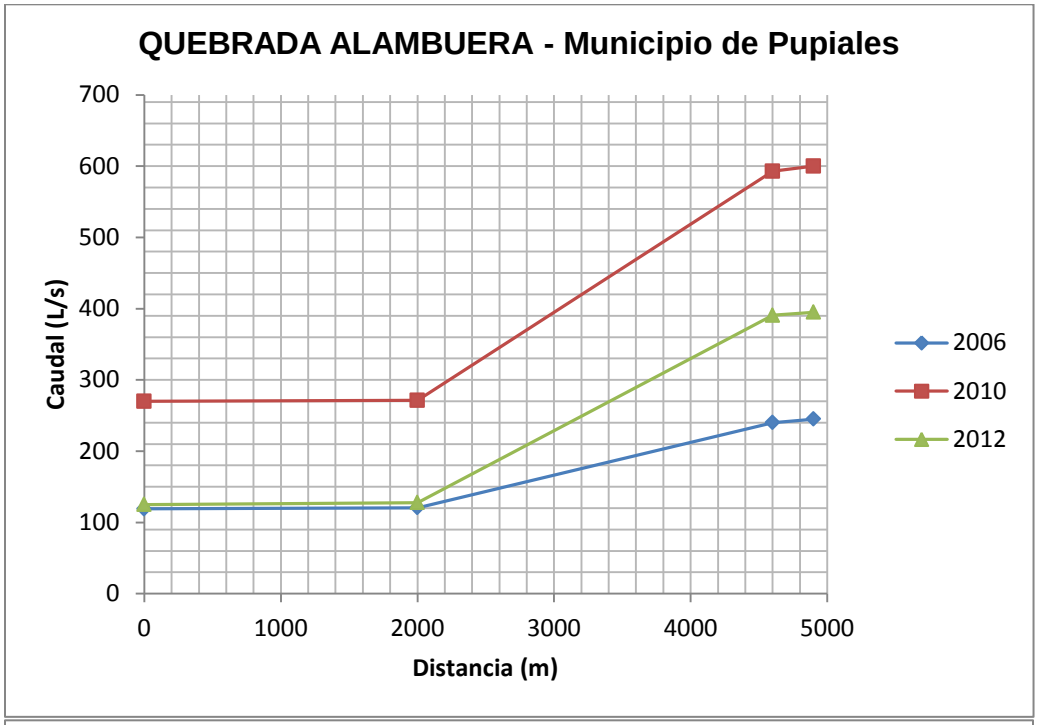
El municipio de Pupiales cuenta con una población casco urbano según la proyección del DANE de 5257 habitantes.

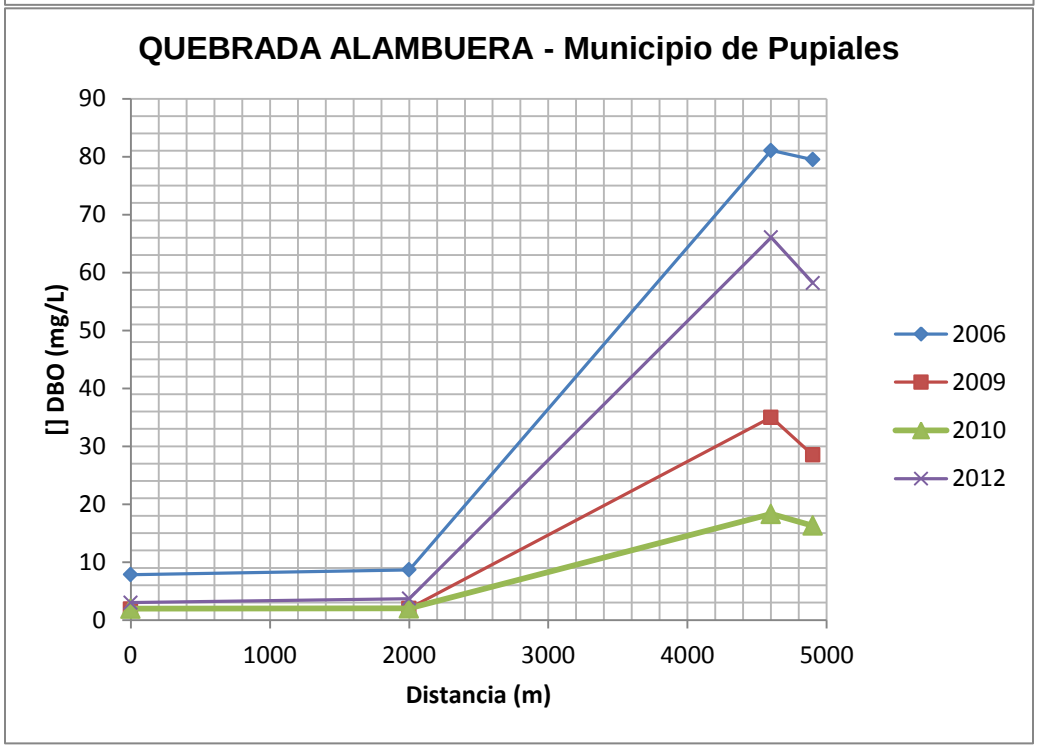
3. DATOS DE CALIDAD DE AGUA.

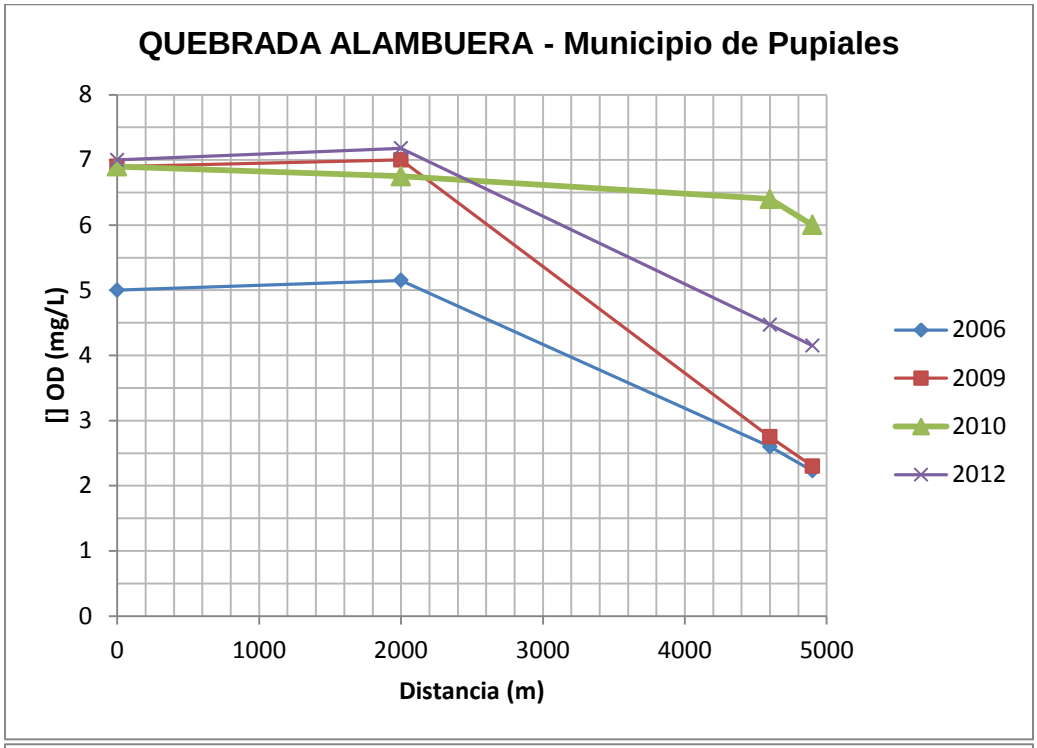
MUNICIPIO DE PUPIALES (QUEBRADA ALAMBUERA)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	120.54	8.67	22.4	5.15	22.125
	A. Abajo	240.06	81.07	118.4	2.6	52.5
2009	A. Arriba	-	< 2	19.2	7	10.25
	A. Abajo	-	35	78.08	2.75	39.5
2010	A. Arriba	271.14	< 2	44.8	6.75	54
	A. Abajo	592.9	18.3	87.04	6.4	130
2012	A. Arriba	127.747	<3.70	24.38	7.18	20
	A. Abajo	390.622	66.07	127.66	4.47	71.5

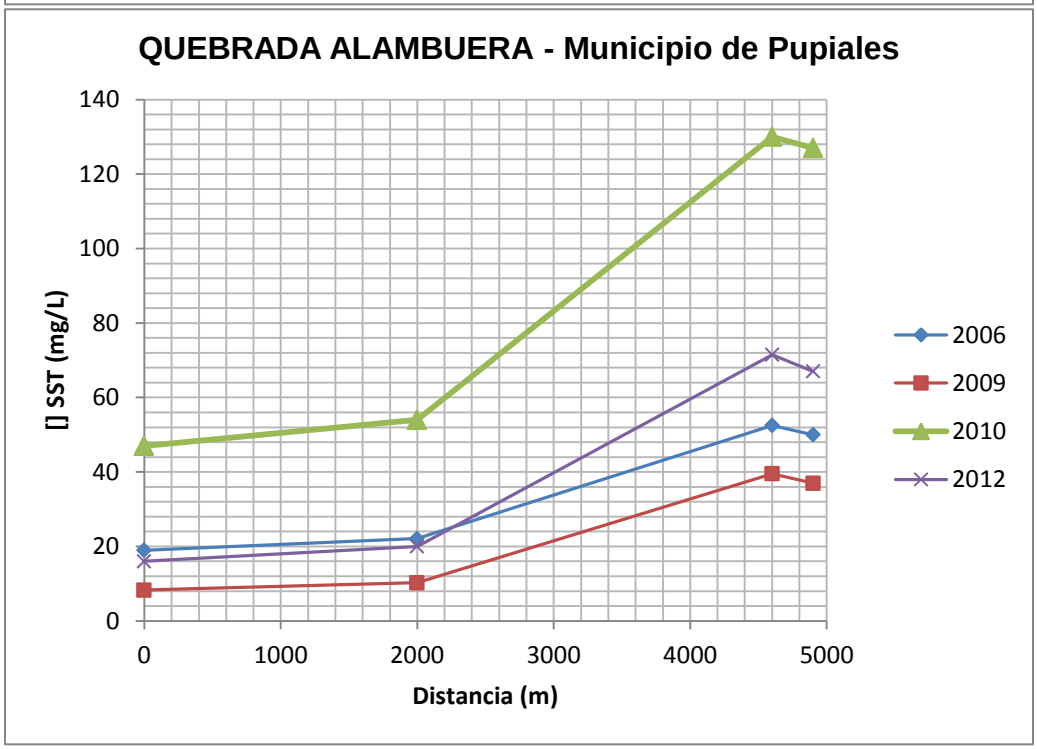
Fuente: el presente estudio.

5. GRAFICAS (parámetros de Caudal, DBO, OD y SST).









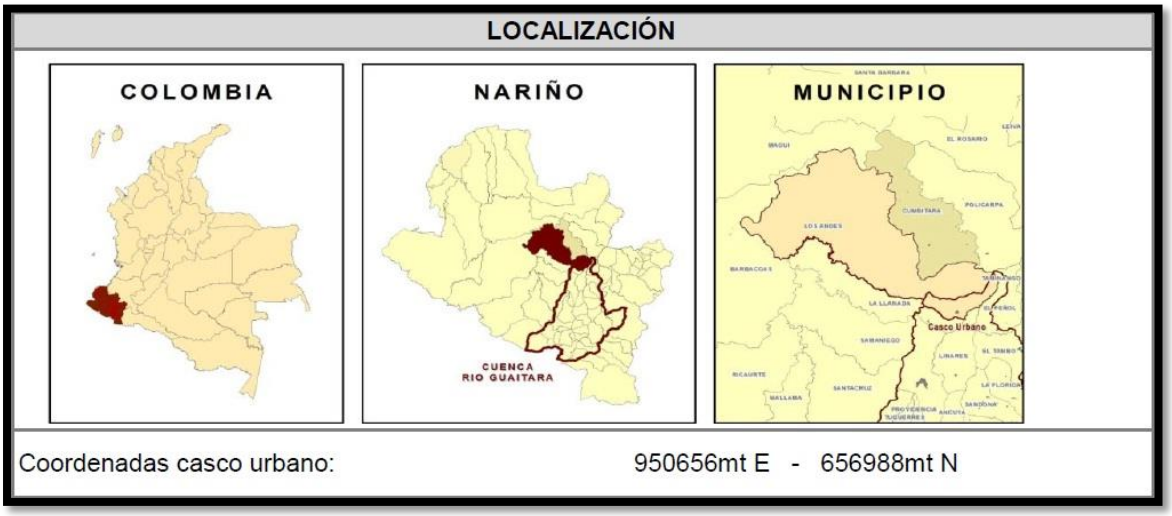
Debido al sector lácteo ubicado en el Municipio de Pupiales mas los vertimiento generados por el área doméstica, la Quebrada Alambuera, presenta condiciones críticas, con valores considerables en DBO5 y SST, lo que hace que esta cuerpo de agua presente características anóxicas y perdida total de la vida acuática, por

lo que es prioritario el inicio de un proceso planificación en pro de la recuperación de esta fuente.

MUNICIPIO DE LOS ANDES – SOTOMAYOR

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de los Andes se encuentra localizado al Noroccidente del Departamento. Limita al Norte con los municipios de Magui y Cumbitara; al Occidente con El Peñol, al Sur con el municipio de la Llanada y al Oriente con Barbacoas.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

La proyección según el DANE para la población casco urbano del municipio de Los Andes – Sotomayor es de 5425 habitantes.

AÑO	ZONA URBANA (hab)
2008	5690
2013	6160
2018	6668

Fuente: DANE.

3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

PUNTO DE VERTIMIENTO	CUERPO RECEPTOR	POBLACION AFERENTE (hab)	CAUDAL (lps)
1	La Aurora	827	2,509
2	Chamizal	3061	7,313
3	Chamizal	123	0,2668

4	Chamizal	611	1,113
5	Chamizal	115	0,3825
6	Chamizal mas Hacienda	63	0,168
7	Chamizal mas Hacienda	84	0,261

Fuente: PSMV Municipio de Los Andes.

4. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

MUNICIPIO DE LOS ANDES SOTOMAYOR (QUEBRADA PISCOYACO)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	850.85	1.95	26.4	5.2	6
	A. Abajo	977.99	2.7	40.4	7.35	20.5
2008	A. Arriba	199.79	3	< 10	-	28
	A. Abajo	275.83	1	11	-	24
2009	A. Arriba	-	< 2	7.5	-	14.4
	A. Abajo	-	< 2	7.85	-	35.6
2012	A. Arriba	270.857	<3.70	<20.00	8.31	16.4
	A. Abajo	341.088	<3.70	<20.00	7.96	19

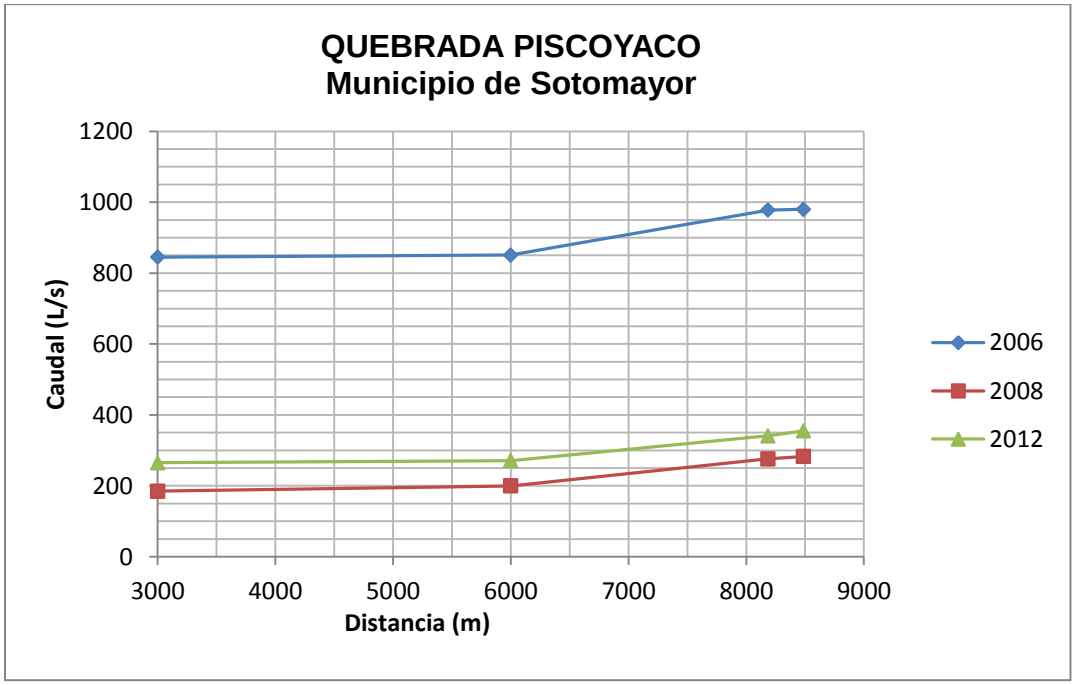
Fuente: el presente estudio.

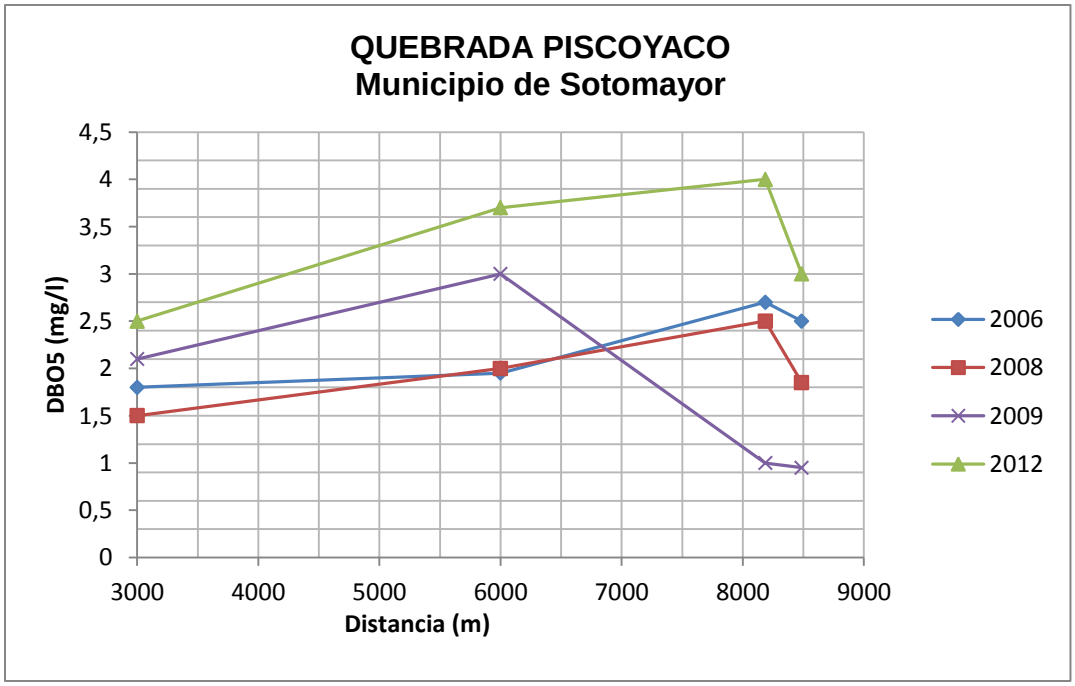
Figura 1 y 2. Quebrada Piscoyaco

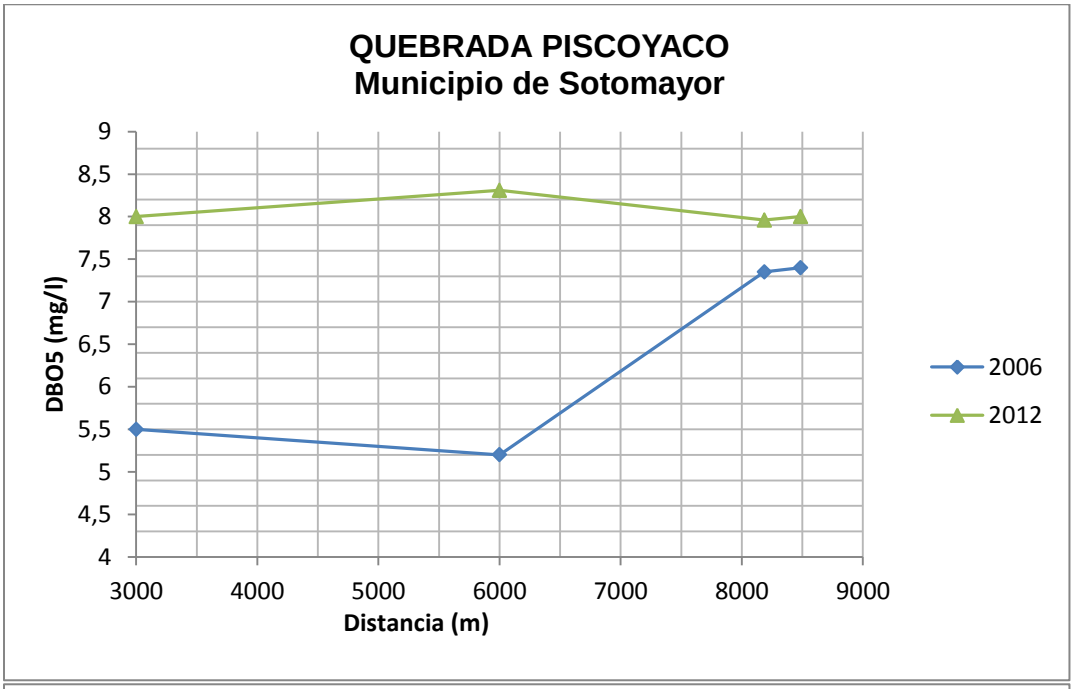


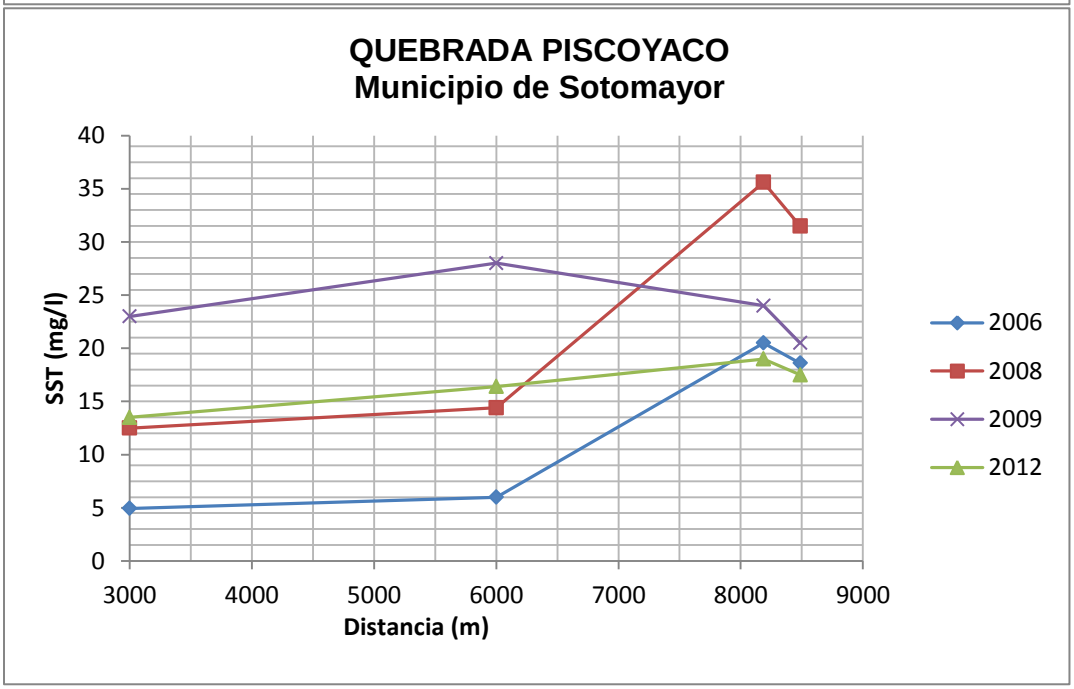


5. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).







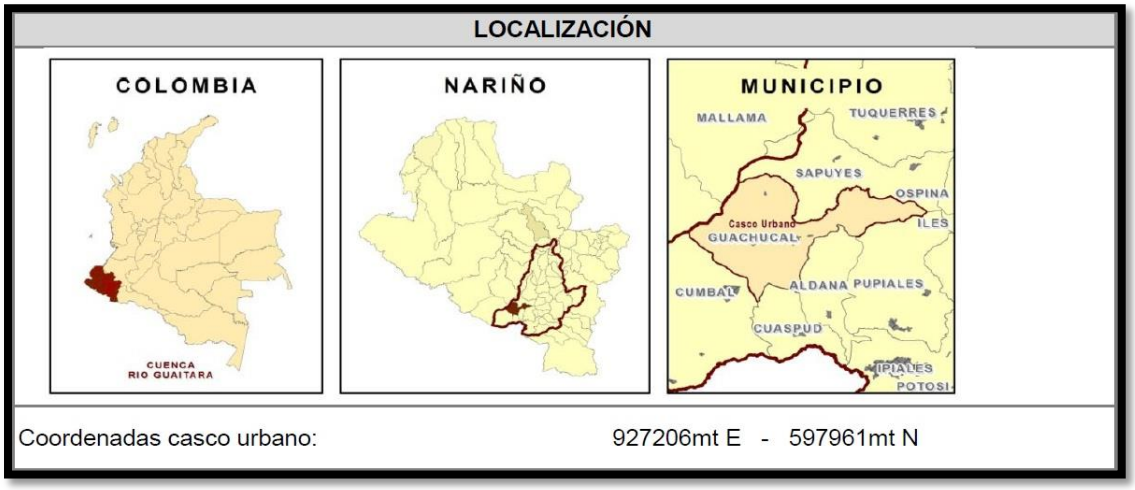


La quebrada Piscoyaco presenta características de un rio de montaña, con pendientes pronunciadas que permiten la oxigenación, por esta razón con las descargas del municipio de Sotomayor este cuerpo de agua no presenta mayor alteración, sin embargo por la disposición inadecuada de residuos sólidos es el factor donde se incrementa el parámetro de SST.

MUNICIPIO DE GUACHUCAL

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de Guachucal se localiza al Sur del Departamento de Nariño y al Suroccidente de la cuidad se San Juan de Pasto. Limita por el Norte el municipio de Mallama; por el Sur con Pupiales, Aldana y Cuaspud; y al Oriente con el municipio de Cumbal.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

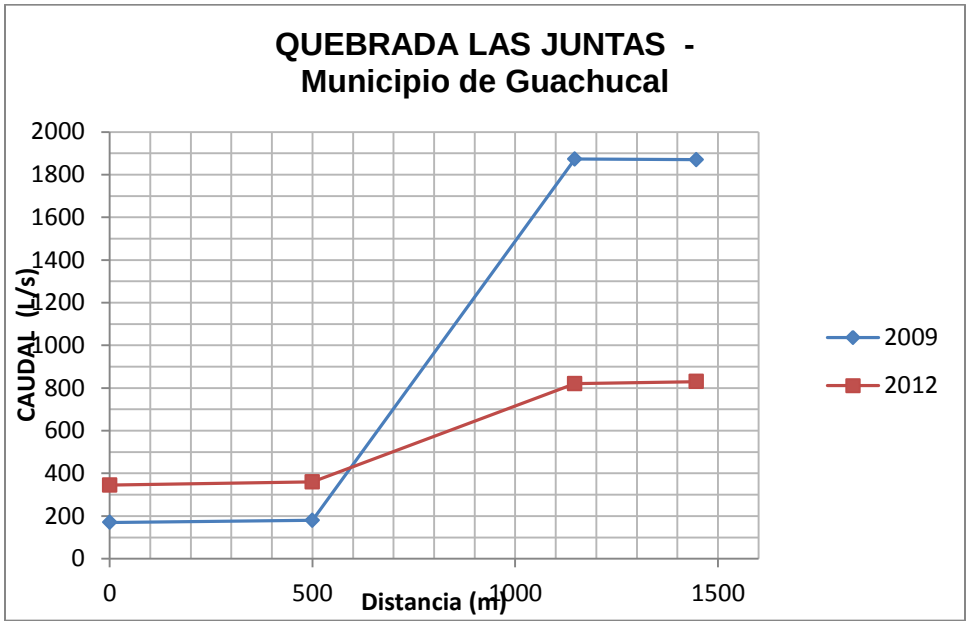
El municipio de Guachucal cuenta con una población urbana de 3228 habitantes, según la proyección del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

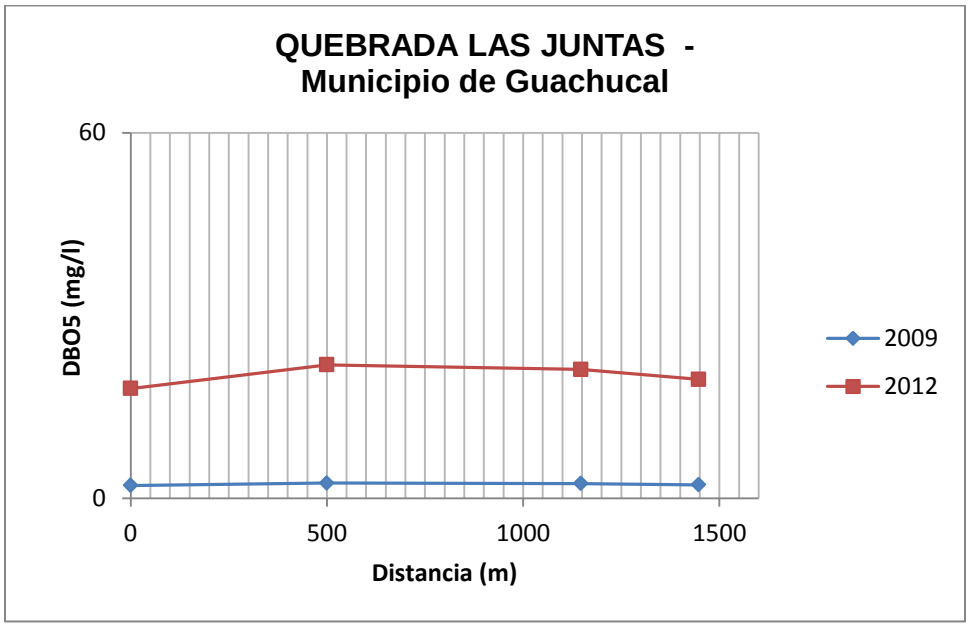
3. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

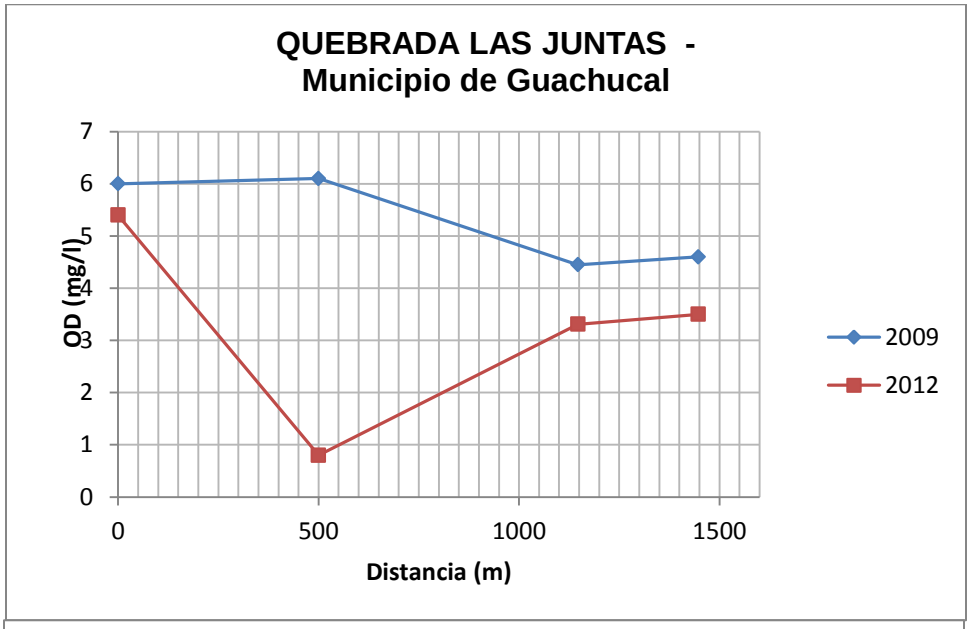
MUNICIPIO DE GUACHUCAL (QUEBRADA LAS JUNTAS)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2008	A. Arriba	179.59	-	-	-	-
	A. Abajo	1873	-	-	-	-
2009	A. Arriba	-	2.48	26.88	6.1	42
	A. Abajo	-	2.4	29.44	4.45	60
2012	A. Arriba	359.648	21.9	65.41	0.8	36
	A. Abajo	820.328	21.14	56.94	3.31	83.5

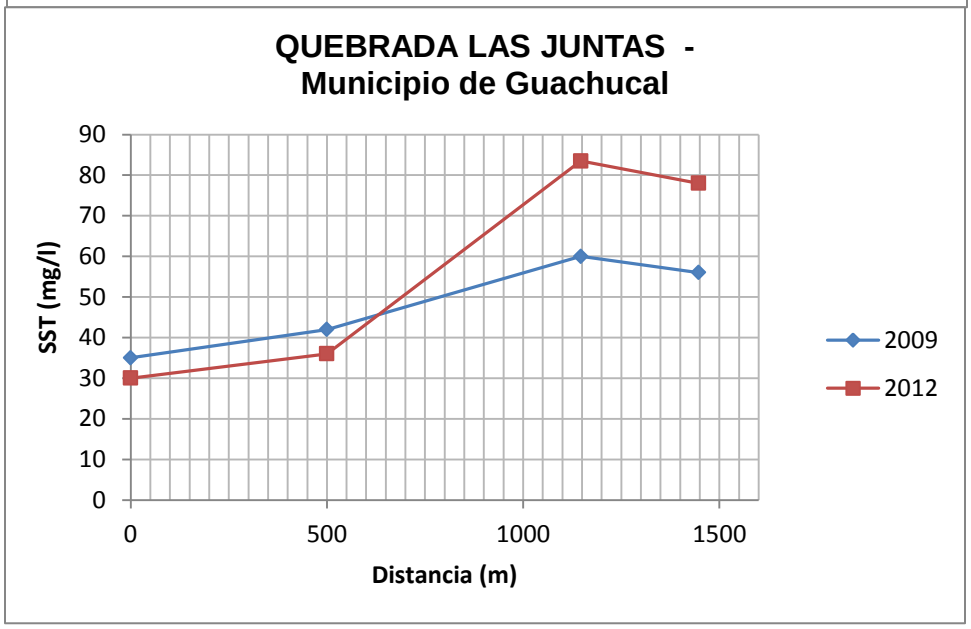
Fuente: el presente estudio.

4. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).









La quebrada la Juntas es la fuente receptora de los vertimientos industriales (lácteo) ubicados en el municpio de Guachucal, por lo que sus características es de una corriente contaminada, inhabilitando los usos aguas abajo.

MUNICIPIO DE CUASPUD CARLOSAMA

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de Cuaspud Carlosama se encuentra localizado al Sur del departamento de Nariño en límites con la República del Ecuador. Limita al Norte con los municipios de Aldana y Guachucal; al Oriente con los municipios de Aldana e Ipiales y al Occidente con Cumbal.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

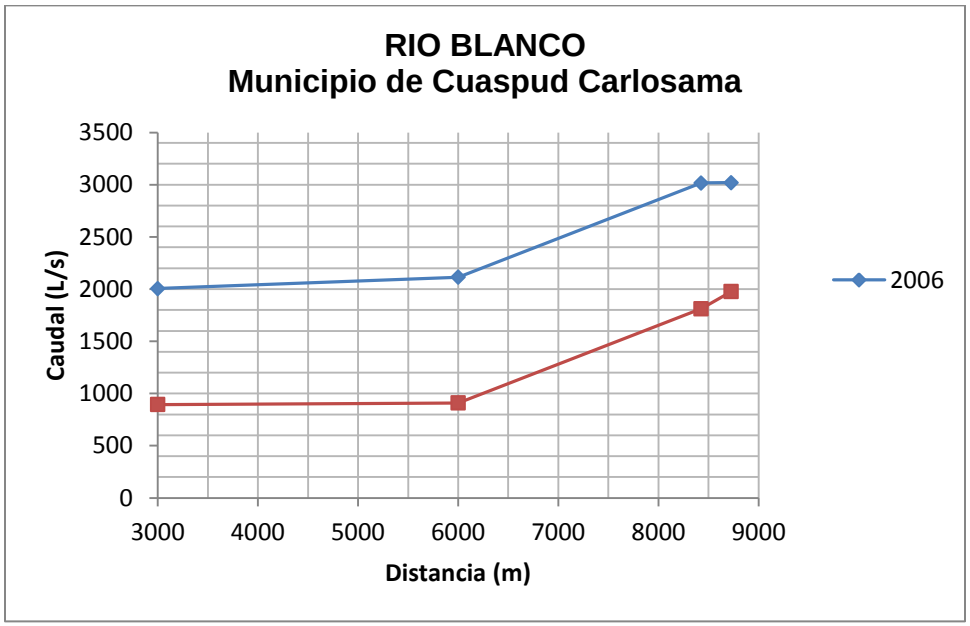
La población urbana para el municipio de Cuaspud Carlosama según la proyección del DANE es de 2023 habitantes.

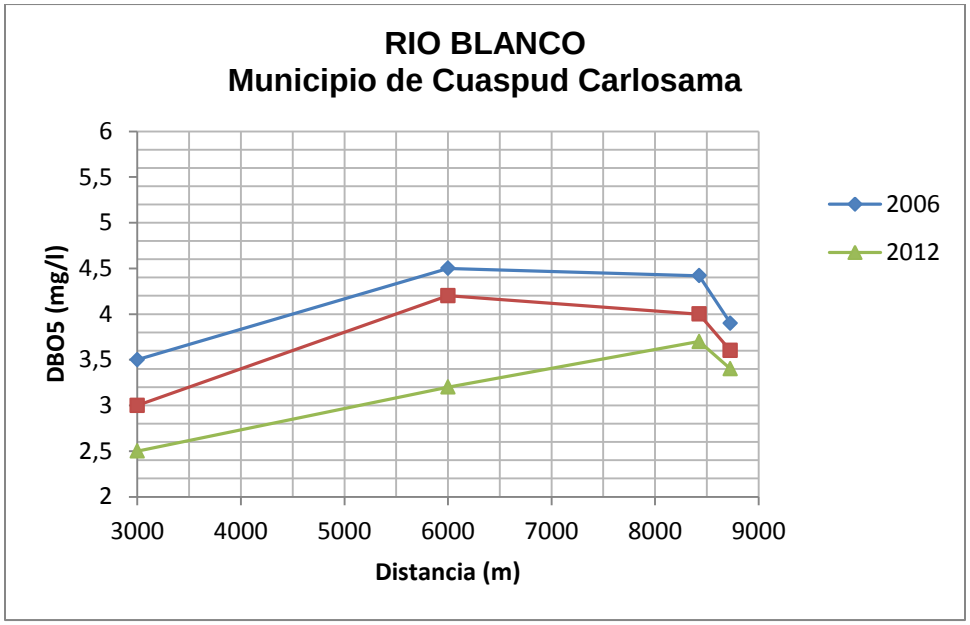
3. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

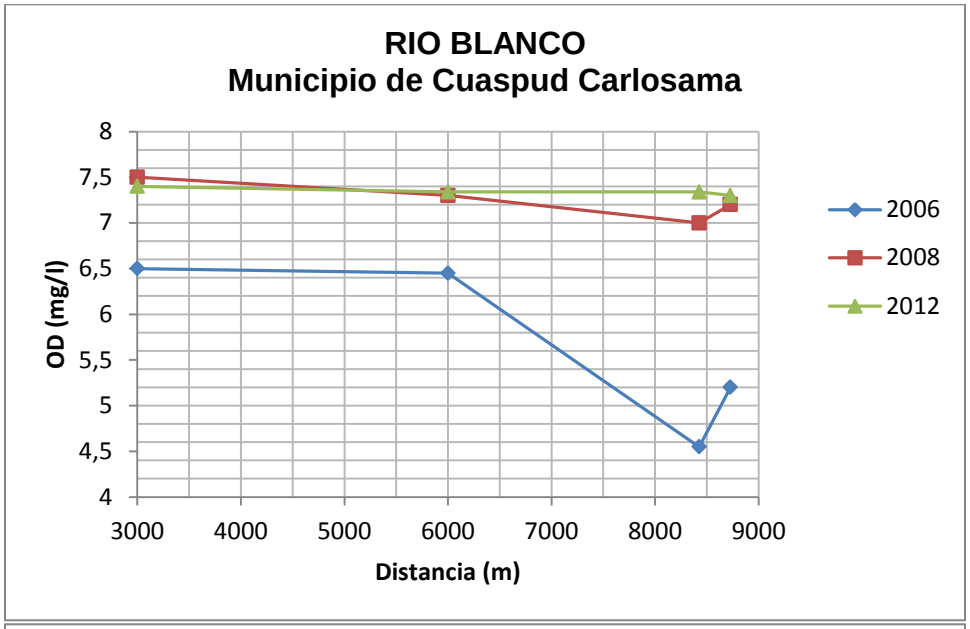
MUNICIPIO CUASPUD CARLOSAMA (RIO BLANCO)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	2113.75	4.5	18.4	6.45	17.5
	A. Abajo	3017.46	4.42	40.4	4.55	43.5
2008	A. Arriba	-	-	-	-	-
	A. Abajo	1812.6	4	20	7	20
2012	A. Arriba	-	<3.70	<20.00	7.34	19.4
	A. Abajo	-	<3.70	<20.00	7.34	17

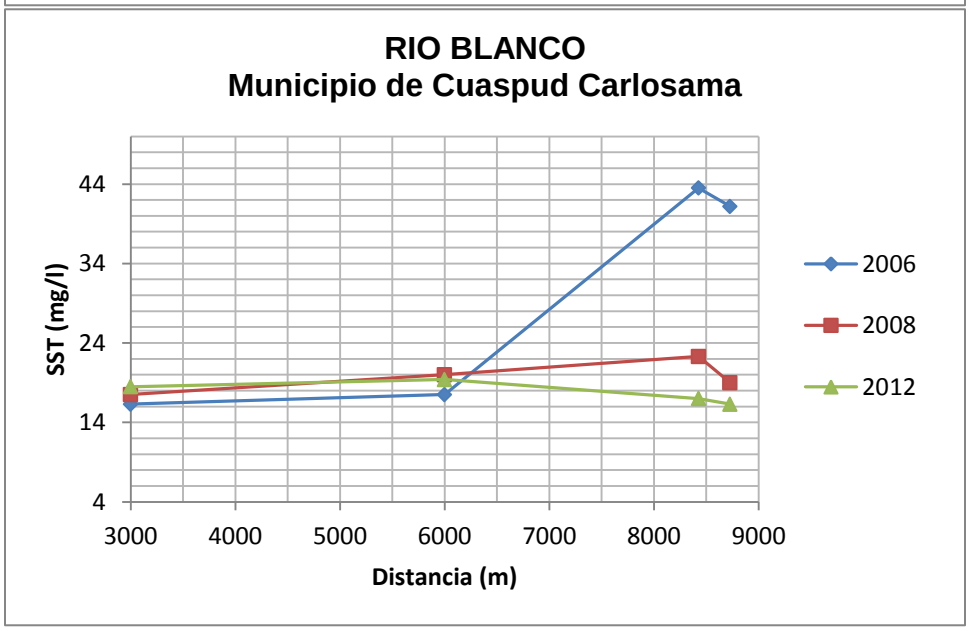
Fuente: el presente estudio.

4. GRAFICAS (parámetros de Caudal, DBO, OD y SST).







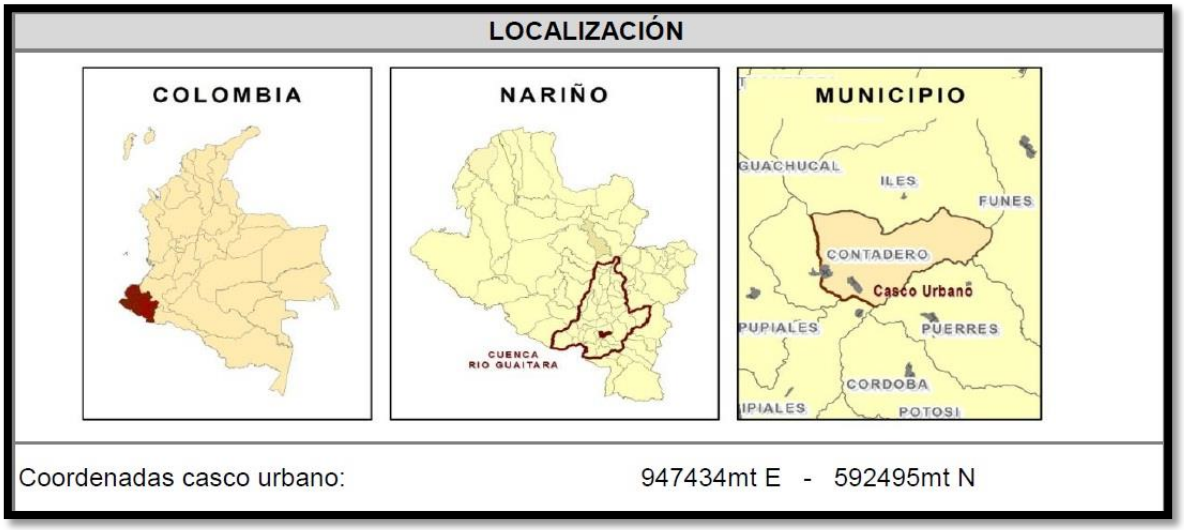


En los muestreos realizados por la Corporación el Rio Blanco en este tramo no presenta mayor alteración debido al caudal significativo, sin embargo por conservación se sugiere la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Cuaspud Carlosama.

MUNICIPIO DE EL CONTADERO

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de El Contadero se encuentra ubicado al Sur del Departamento de Nariño, a una distancia de 75 Km, de la ciudad de Pasto. Limita al Norte con los municipios de Iles y Sapuyes; por el Sur con Puerres e Ipiales; por el Oriente con Iles y Funes; y por el Occidente con el municipio de Gualmatán.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio de El Contadero según la proyección del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE cuenta con una población urbana de 1942 habitantes.

3. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

MUNICIPIO DE CONTADERO (QUEBRADA CUTIPAZ)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	13.29	2.44	18.7	5.3	6
	A. Abajo	94.81	3	26.7	4.4	15
2008	A. Arriba	43.281	< 1	20	7.8	11
	A. Abajo	55.653	7	24	7.2	16
2010	A. Arriba	81.51	< 2	< 15	8.15	11.3
	A. Abajo	87.102	7.5	21.76	7.55	29
2012	A. Arriba	66.735	<3.70	<20.00	7.26	<12.0
	A. Abajo	-	13.02	35.96	6.76	26.5

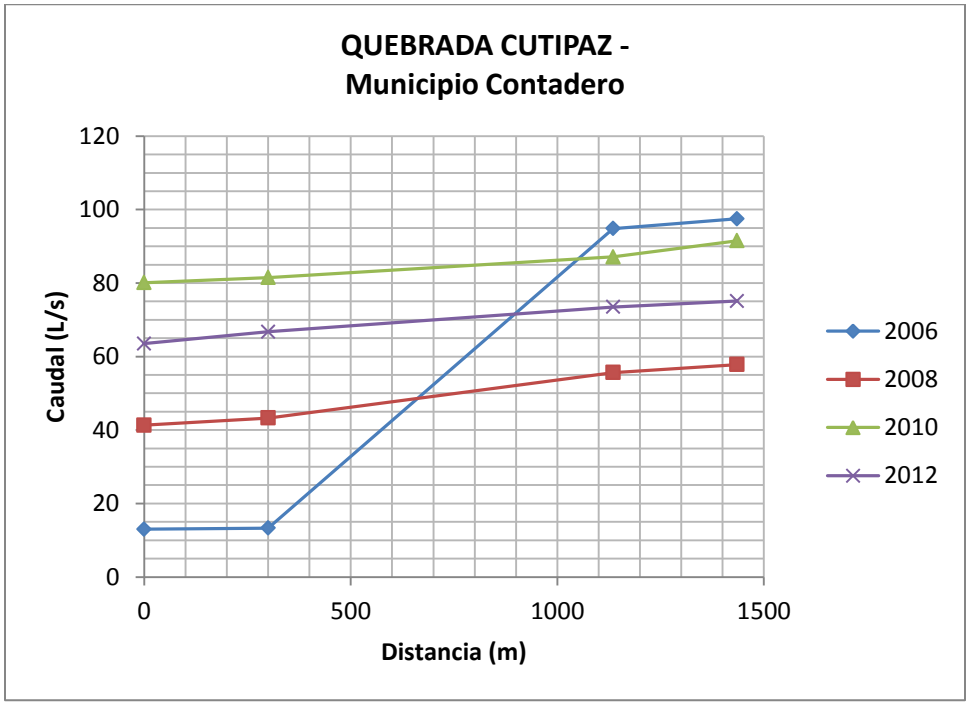
Fuente: el presente estudio.

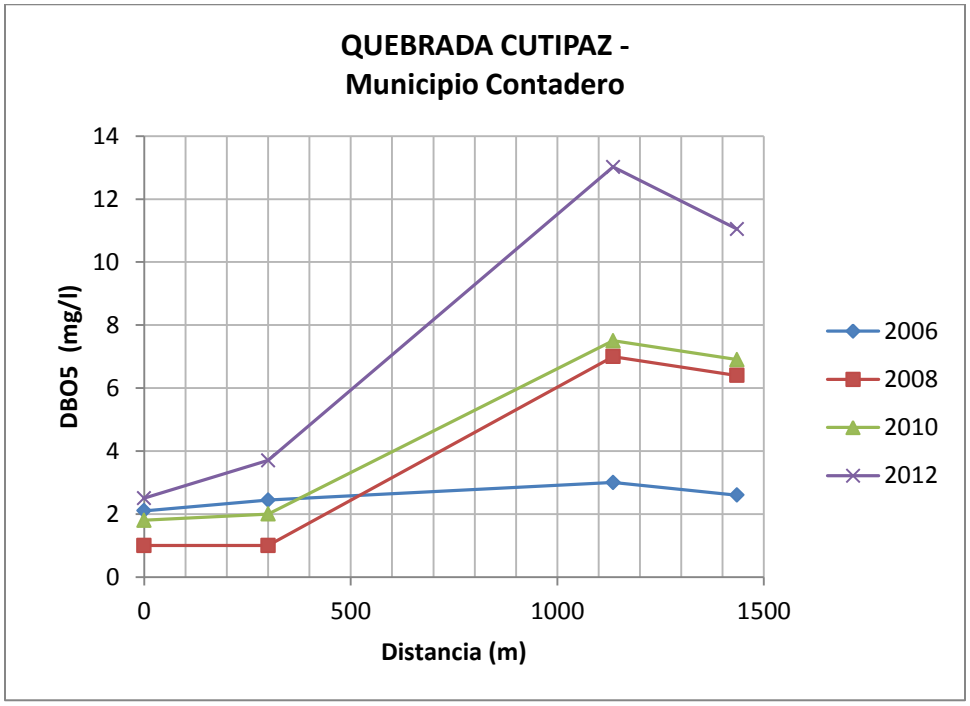
Figura 3 y 4 . Quebrada Cutipaz

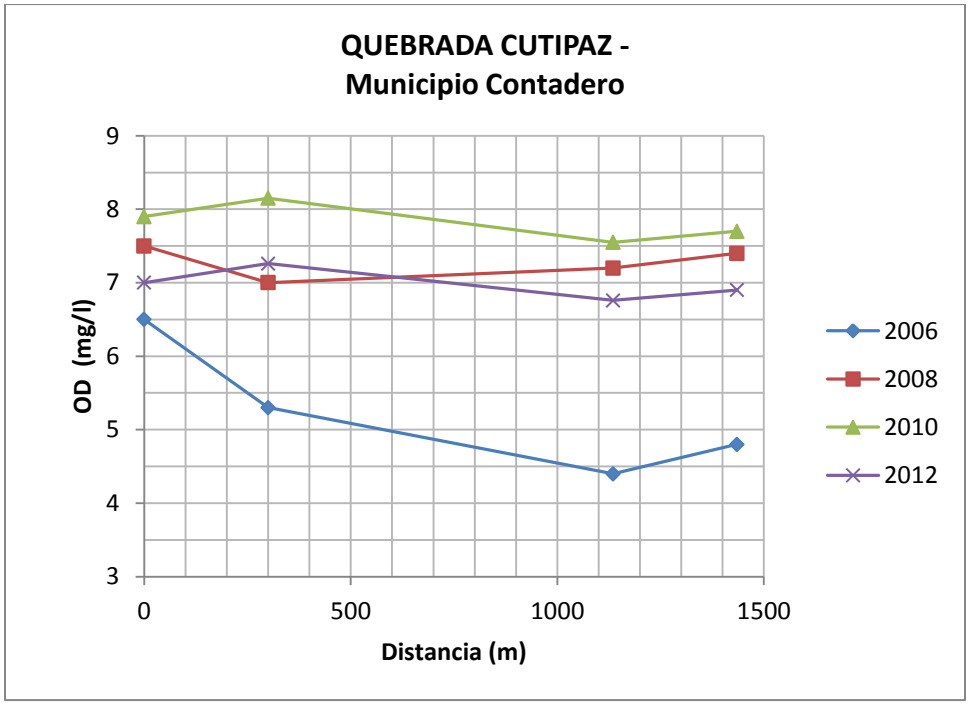


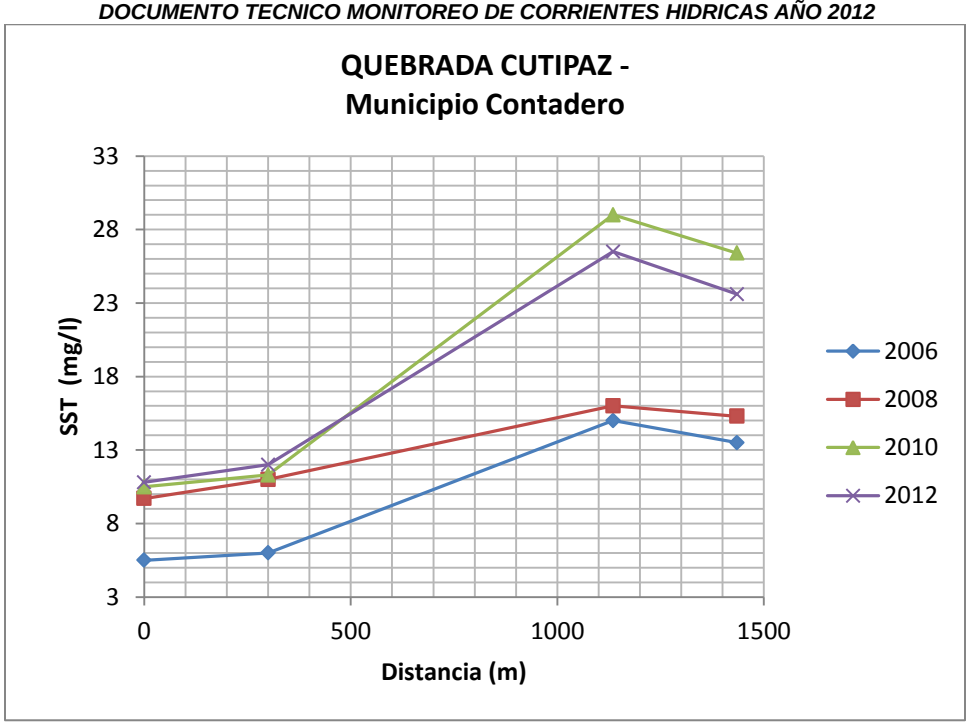


4. GRAFICAS (parámetros de Caudal, DBO, OD y SST).




QUEBRADA CUTIPAZ -
Municipio Contadero
DBO5 (mg/l)
14
12
10
8
6
4
2
0
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2006
2008
2010
2012

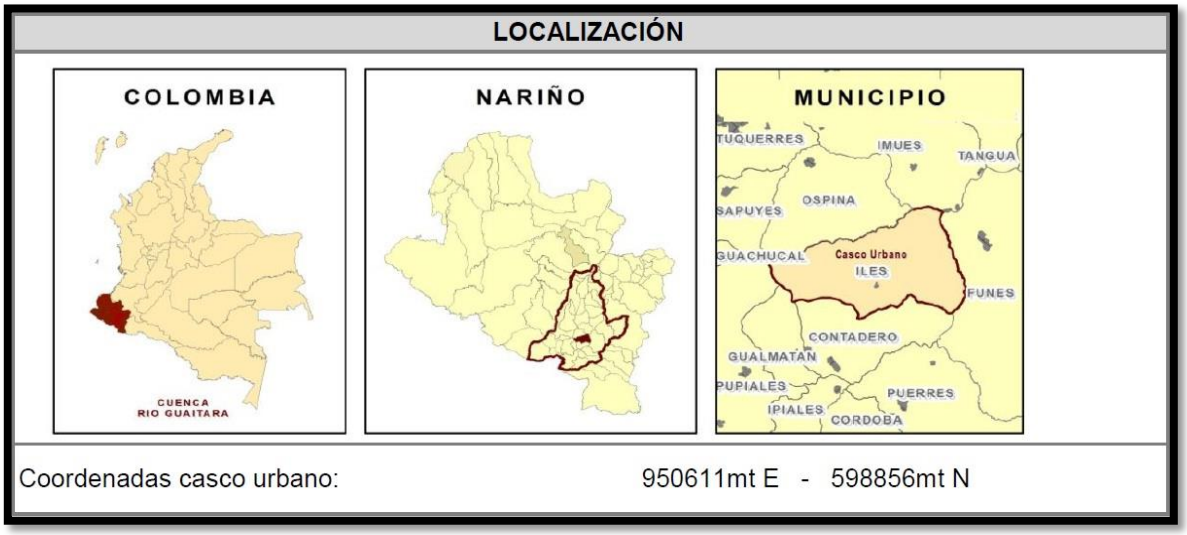

QUEBRADA CUTIPAZ -
Municipio Contadero
OD (mg/l)
9
8
7
6
5
4
3
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2006
2008
2010
2012



MUNICIPIO DE ILES

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de Iles de localiza al Suroccidente del Departamento de Nariño. Limita por el Norte con el municipio de Ospina; por el Sur con el Contadero; al Oriente con el Contadero y al Oriente con el municipio de Guachucal.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio de Iles cuenta con una población urbana de 1733 habitantes, según la proyección establecida por el DANE.

3. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

MUNICIPIO DE ILES (QUEBRADA LA LLAVE)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	15.37	2.85	48.8	3.5	34.15
	A. Abajo	37.31	42	60.8	2	97.35
2007	A. Arriba	6.26	12.5	33.3	5.55	150
	A. Abajo	23.898	100.3	168.96	3	187
2008	A. Arriba	22.549	< 1	31	7	26
	A. Abajo	43.472	59	154	4	200
2012	A. Arriba	-	<3.70	<20.00	6.22	16.20
	A. Abajo	-	184.20	337.50	0.90	172.50

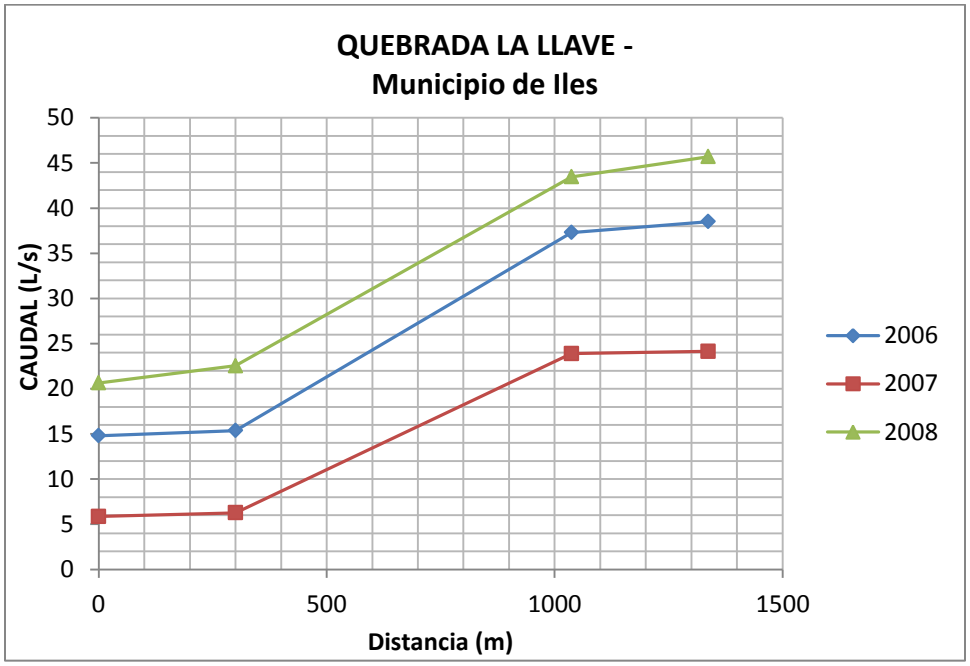
Fuente: el presente estudio.

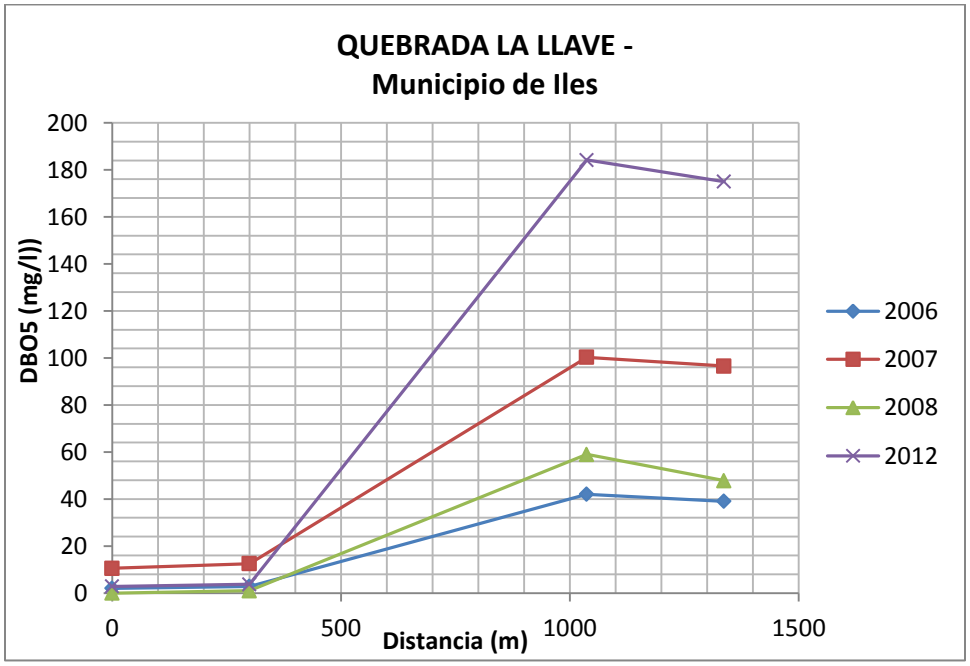
Figura 5 y 6. Quebrada La Llave

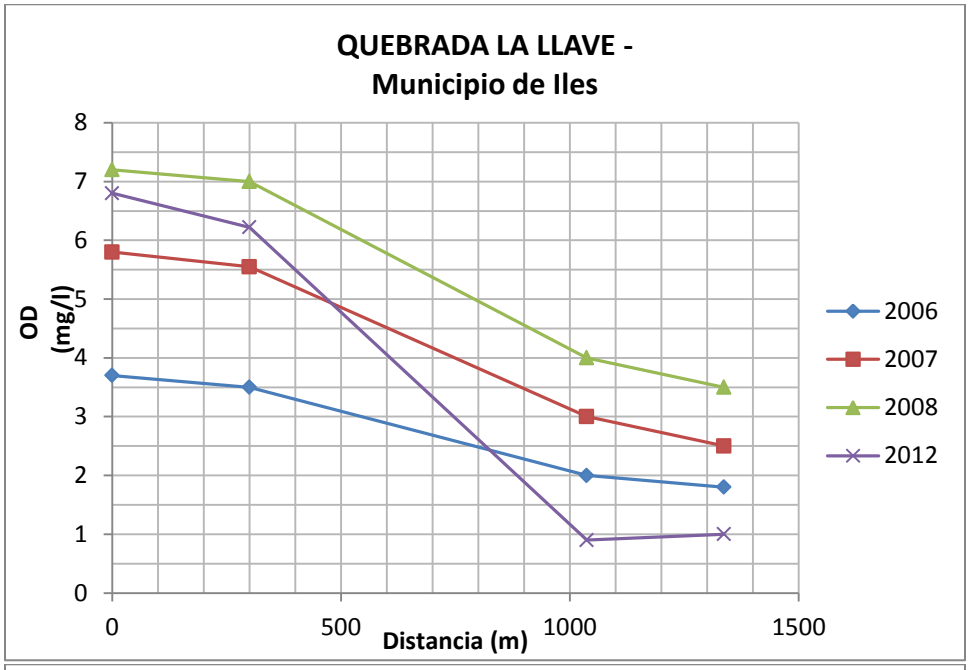


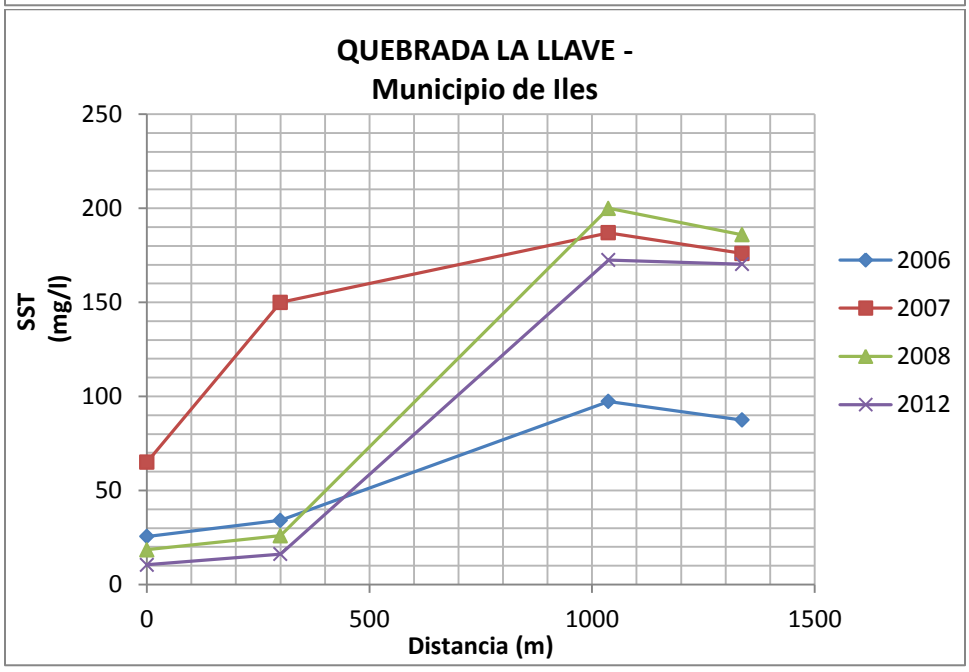


4. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).







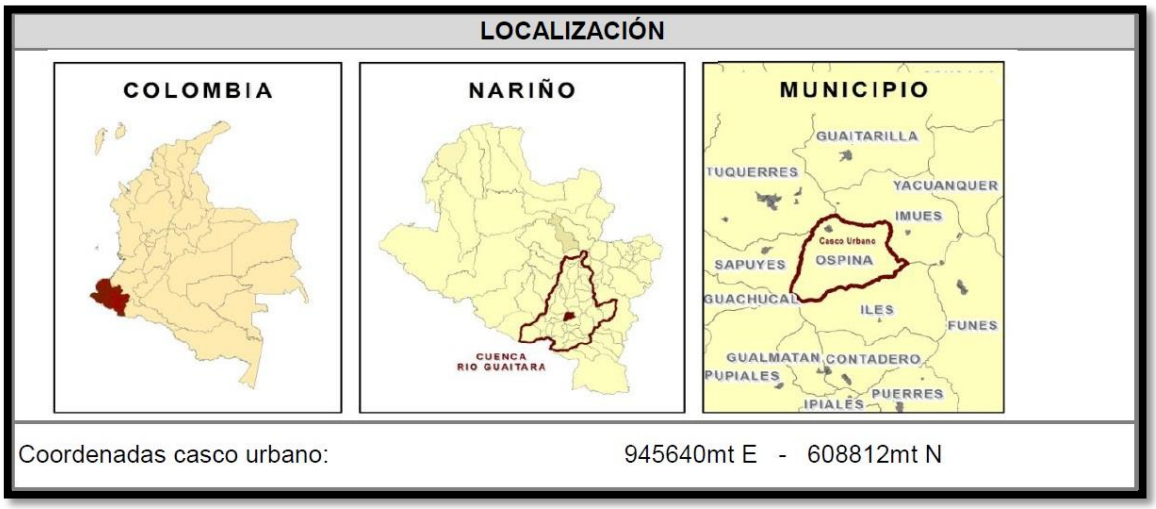


En el año 2012 bajo condiciones de verano, se encontraron valores en DBO5 en 180 mg/l, por lo que se ve afectada seriamente su calidad, presentando excesivos olores y vectores agravando su situación..

MUNICIPIO DE OSPINA

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de Ospina se encuentra localizado al Suroccidente de la ciudad de San Juan de Pasto. Limita al Norte con el municipio de Túquerres, al Oriente con Imues, al Sur con Iles y al Occidente con los municipios de Guachucal y Sapuyes.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

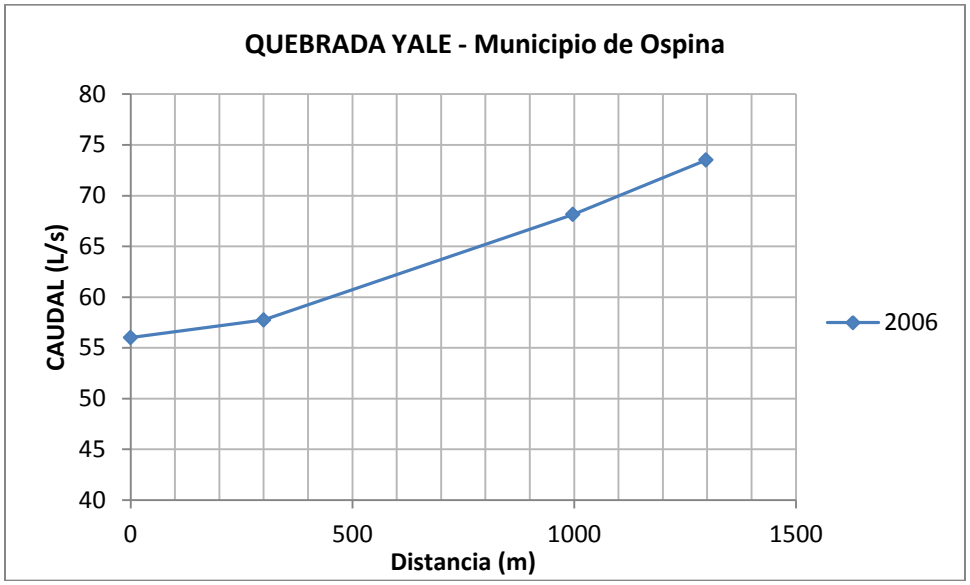
Según la proyección del DANE, el municipio de Ospina cuenta con una población urbana de 2097 habitantes.

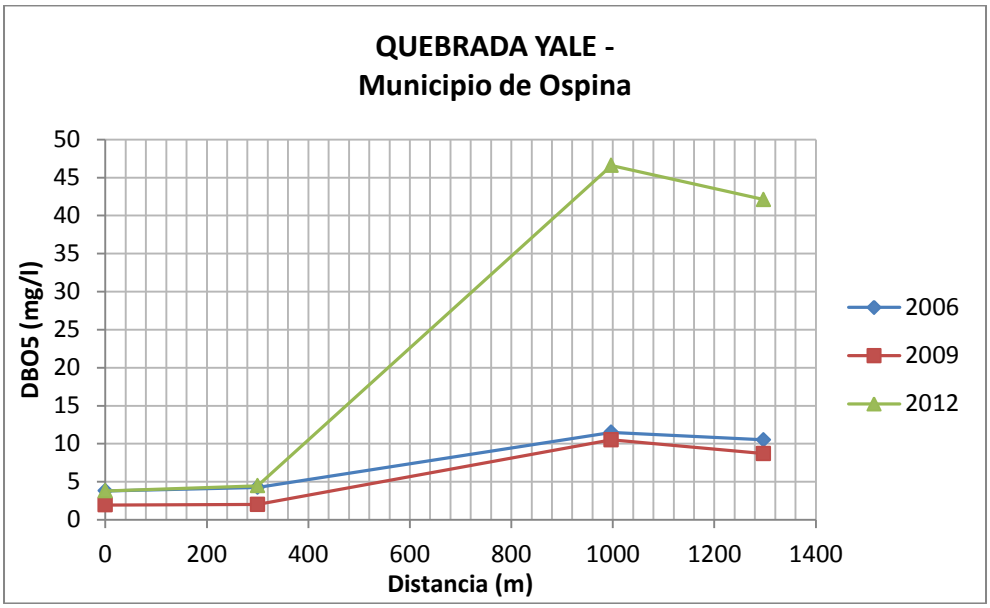
3. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

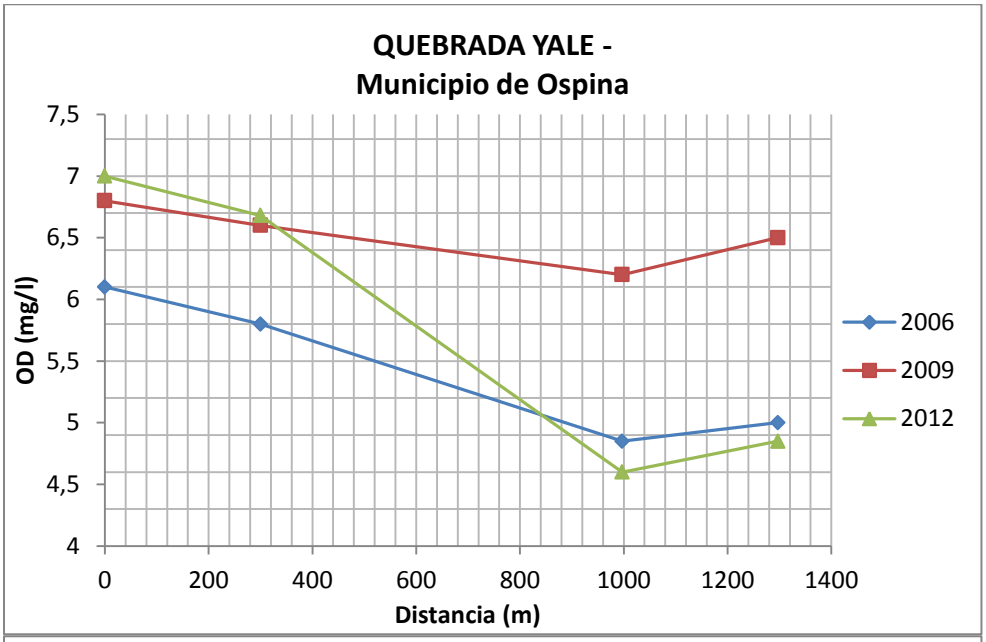
MUNICIPIO DE OSPINA (QUEBRADA YALE)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	57.74	4.25	14.6	5.8	14.15
	A. Abajo	68.14	11.5	48.6	4.85	46.65
2009	A. Arriba	-	< 2	35.2	6.6	11
	A. Abajo	-	10.5	17.28	6.2	28
2012	A. Arriba	-	4.47	21.38	6.68	<12.0
	A. Abajo	-	46.60	112.50	4.60	57.50

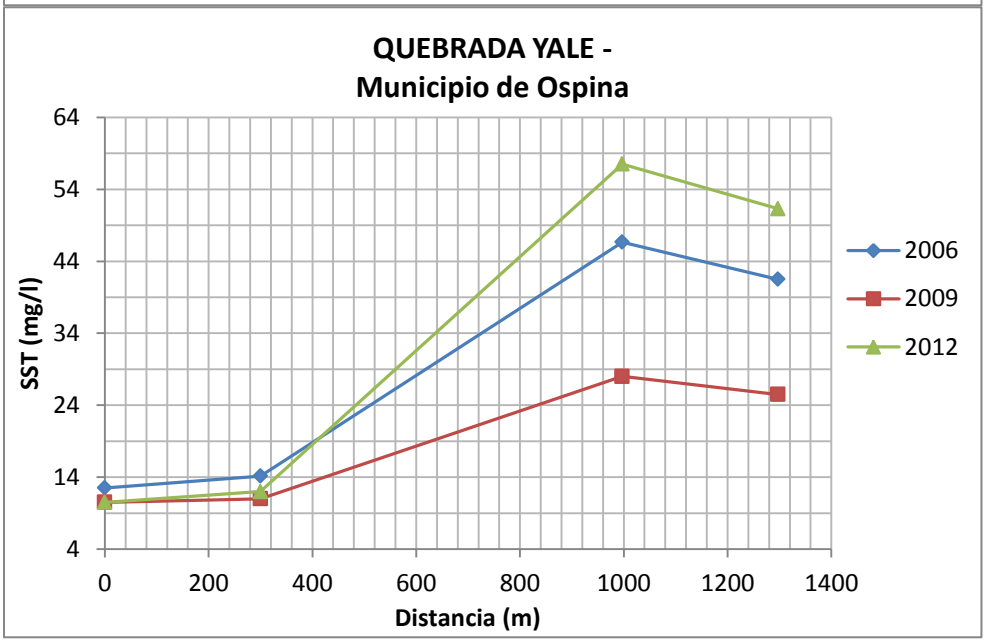
Fuente: el presente estudio.

5. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).





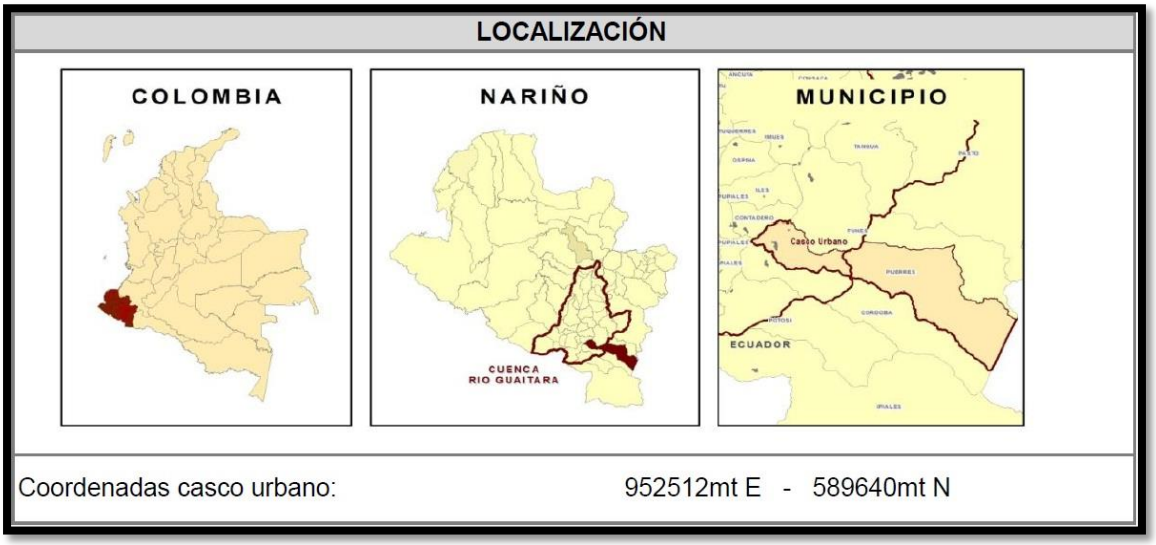




MUNICIPIO DE PUERRES

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

Se encuentra localizado al Suroccidente del Departamento de Nariño. Limita al Norte con el municipio de Funes, al Sur con Córdoba, al Oriente con los municipios de Pupiales, Ipiales y el Contadero.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio de Puerres cuenta con una población urbana de 2811, según las estadísticas de proyección del DANE.

3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

Las fuentes receptoras de los vertimientos líquidos del municipio de Puerres son cinco (5), los cuales se presentan a continuación:

PUNTO DE VERTIMIENTO	CUERPO RECEPTOR	POBLACIÓN AFERENTE (hab)	CAUDAL (lps)
1	Hilo de agua	1208	3,1
2	Quebrada El Pantión	1236	4.4
3	Quebrada El Pantión	400	0.97
4	Quebrada El Chamuz	52	0.13
5	Pozo Séptico	324	0.51

4. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

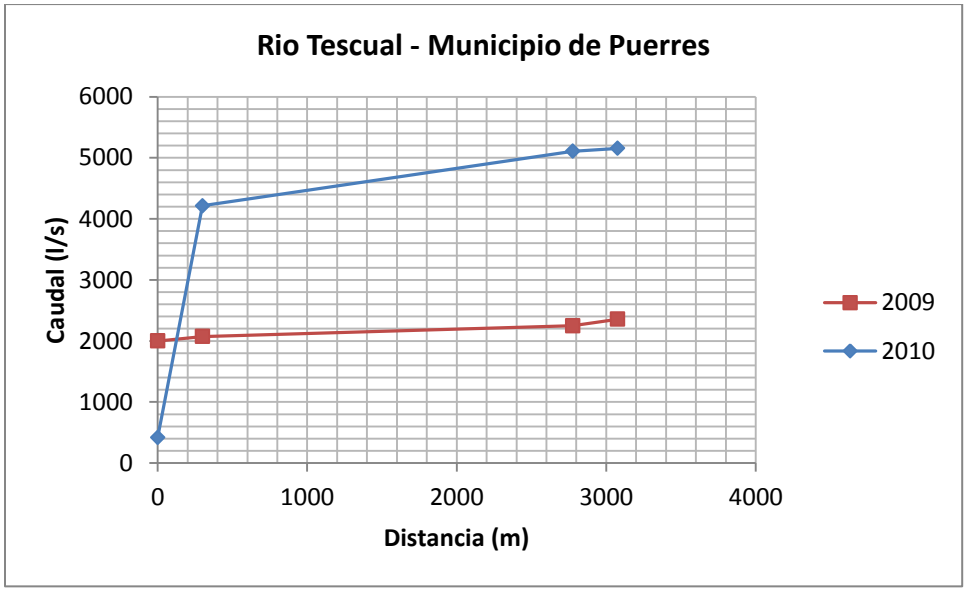
MUNICIPIO DE PUERRES (QUEBRADA EL CHAMUZ)						
AÑO	PUNTO	CAUDAL (L/s)	DBO (mg/L)	DQO (mg(L)	OD (mg O_2/L)	SST (mg/L)
2012	A. Arriba	-	186.00	384.50	6.50	72.50
	A. Abajo	-	121.24	303.88	6.13	69.00

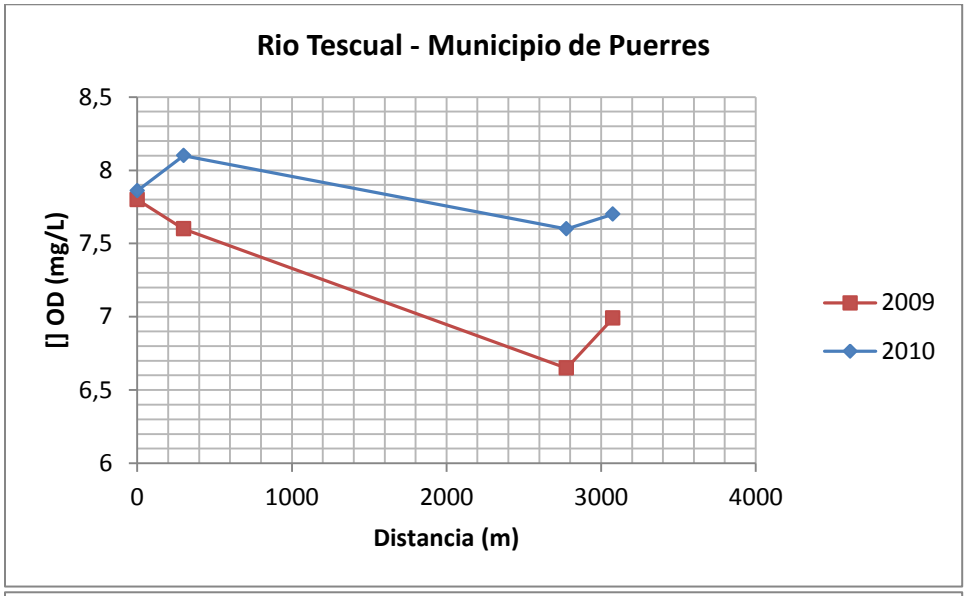
Fuente: el presente estudio.

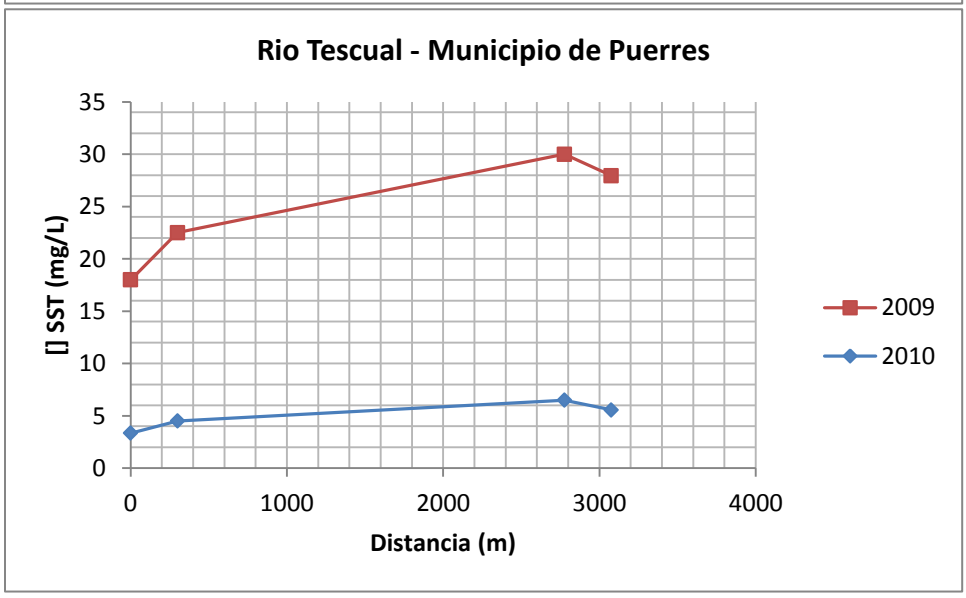
Cabe resaltar que la quebrada el Chamuz es afluente del Rio Tescual, por lo que la Corporación de igual manera ha realizado la caracterización antes y después de la descarga de este cuerpo de agua.

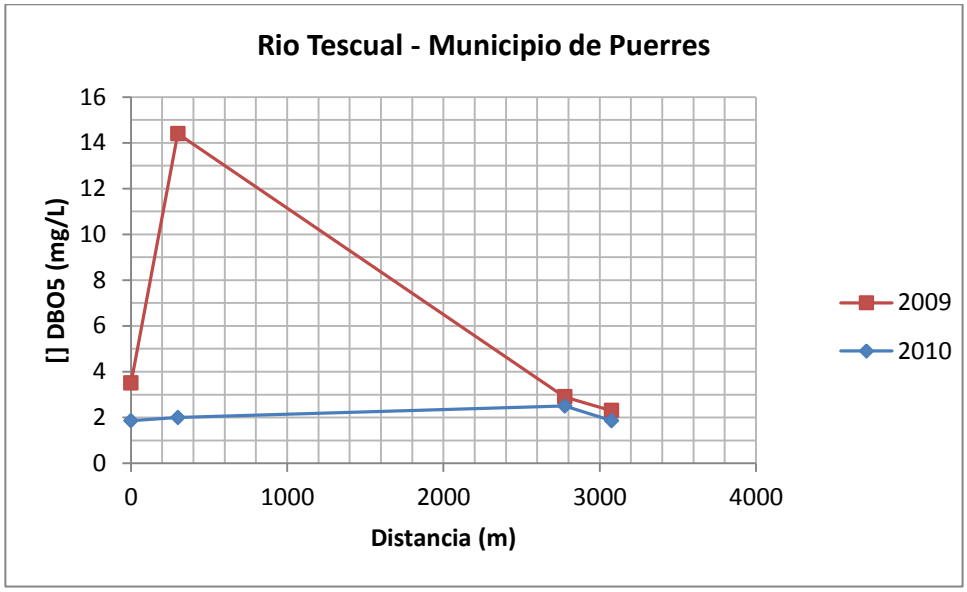
AÑO	PUNTO	Caudal	OD (mg/l	SST (mg/l	DBO5 (mg/l	DQO (mg/l
2009	Pueblo Bajo (Rio Tescual) **Aguas Arriba**	4214,4	8,1	< 4,5	< 2	17,28
	Tescual (Rio Tescual) **Aguas Abajo**	5107,1	7,6	< 4,5	<2	24,96
2010	Pueblo Bajo (Rio Tescual) **Aguas Arriba**	2072,63	7,6	22,5	14,4	20,7
	Tescual (Rio Tescual) **Aguas Abajo**	2247,49	6,65	30	2,9	22,7

5. GRAFICA (parámetros de Caudal, DBO, OD y SST).




Rio Tescual - Municipio de Puerres
[] OD (mg/L)
8,5
8
7,5
7
6,5
6
0
1000
2000
3000
4000
Distancia (m)
2009
2010

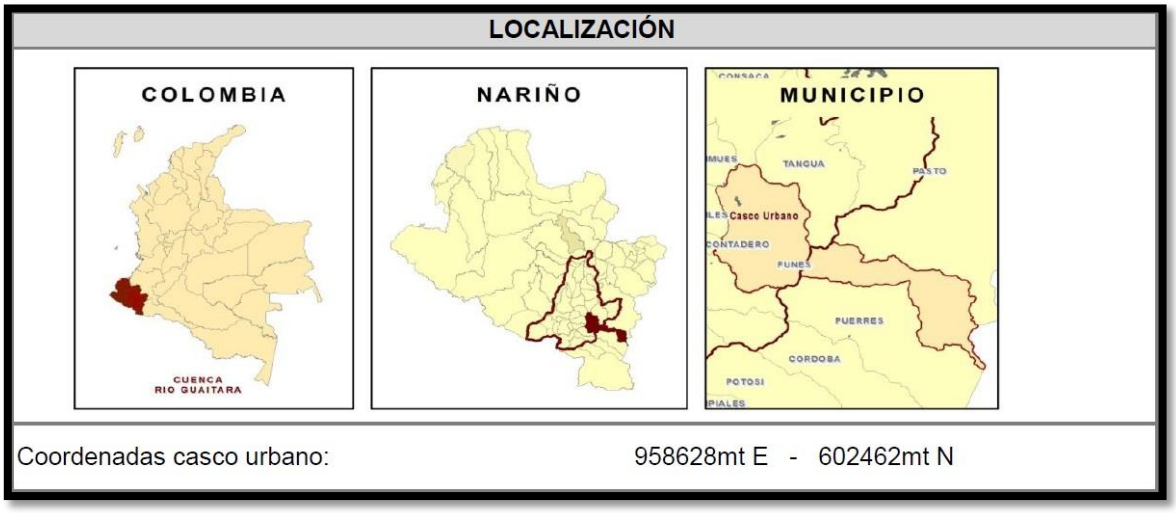

Rio Tescual - Municipio de Puerres
[] SST (mg/L)
35
30
25
20
15
10
5
0
0
1000
2000
3000
4000
Distancia (m)
2009
2010



MUNICIPIO DE FUNES

1. LOCALIZACION GEOGRAFICA.

Se localiza al Sur del Departamento de Nariño. Limita al Norte con los municipio de Tangua y Pasto; al Sur con Puerres; y al Oriente con los municipios de Contadero, Iles e Imues.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio cuenta con una población urbana de 2362 habitantes, según la proyección del DANE.

3. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

MUNICIPIO DE FUNES (QUEBRADA LA GALLINAZERA)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	3979.39	9.2	10.8	6.95	2
	A. Abajo	4002.84	6	44.8	5.5	5.25
2012	A. Arriba	-	<3.70	<20.00	6.22	<12.0
	A. Abajo	-	46.66	125.00	2.96	62.10

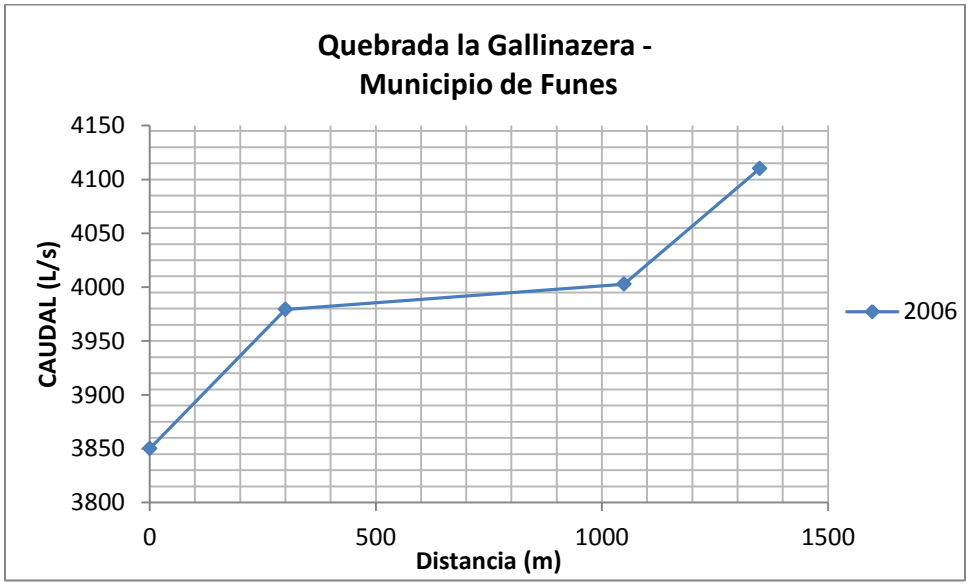
Fuente: el presente estudio.

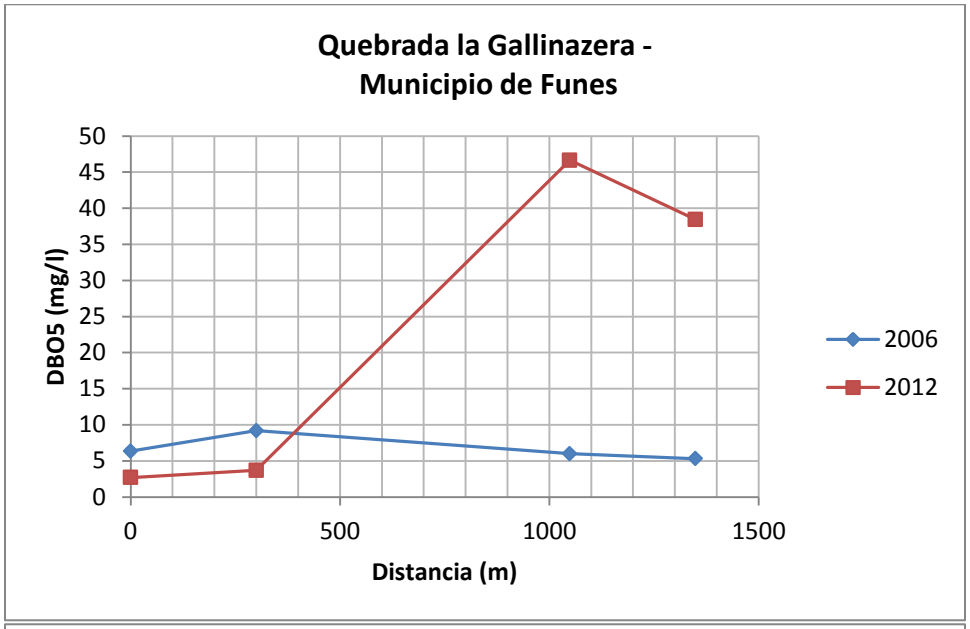
Figura 7 y 8. Quebrada la Gallinacera

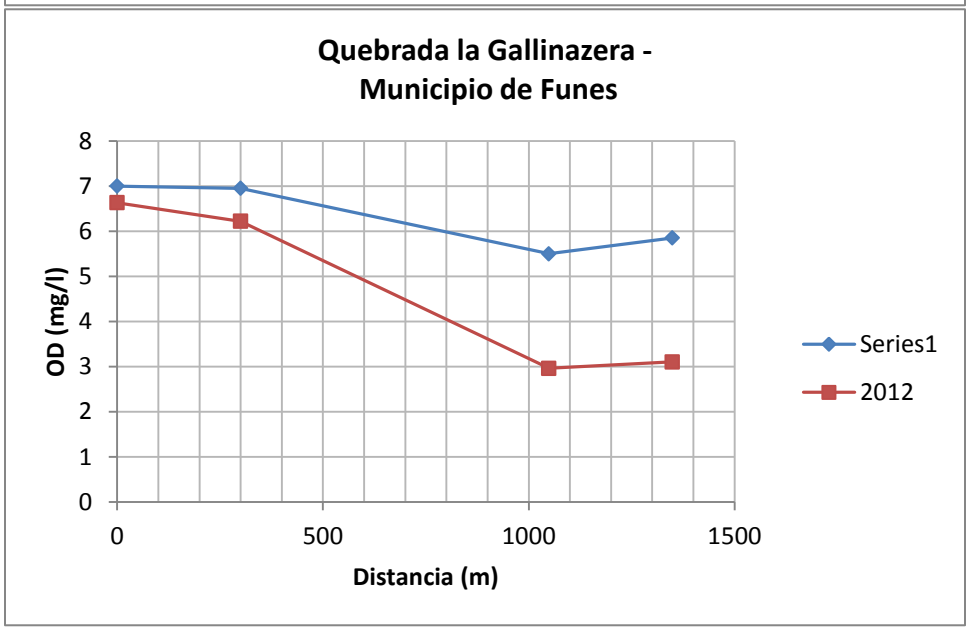


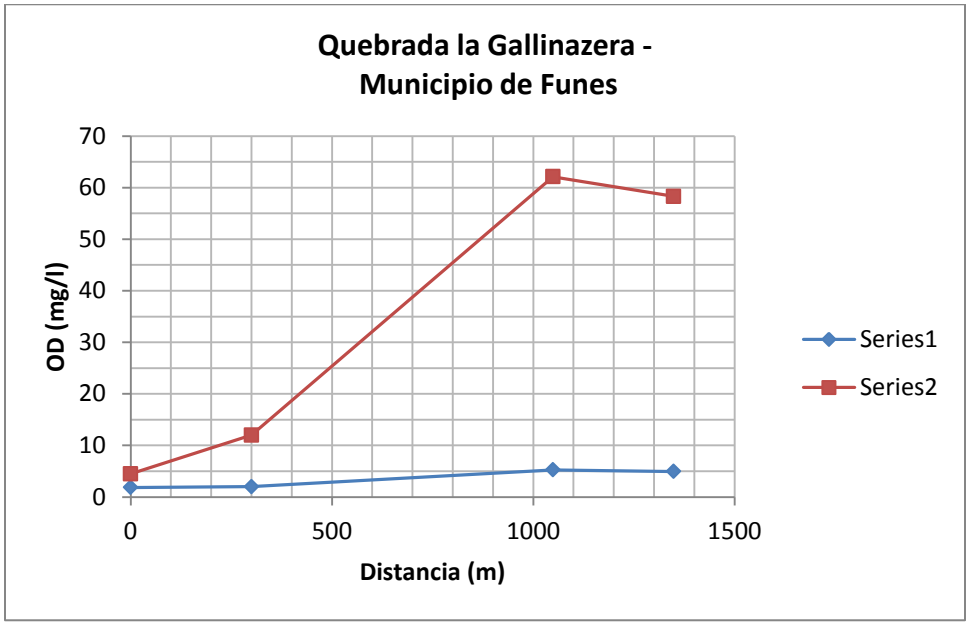


4. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).




Quebrada la Gallinazera -
Municipio de Funes
DBO5 (mg/l)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2006
2012


Quebrada la Gallinazera -
Municipio de Funes
OD (mg/l)
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
500
1000
1500
Distancia (m)
Series1
2012



MUNICIPIO DE YACUANQUER

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

Se encuentra localizado al Suroccidente de la ciudad de San Juan de Pasto. Limita al Norte con los municipios de Consacá y Tangua,; por el Sur con Tangua y Funes; por el Oriente con Tangua; y por el Occidente con los municipios de Guitariilla e Imués.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio de Yacuanquer cuenta con una población de:

AÑO	POBLACIÓN URBANA (hab)
2008	2658
2009	2737
2010	2819
2011	2904
2012	2991
2013	3081
2014	3173
2015	3268

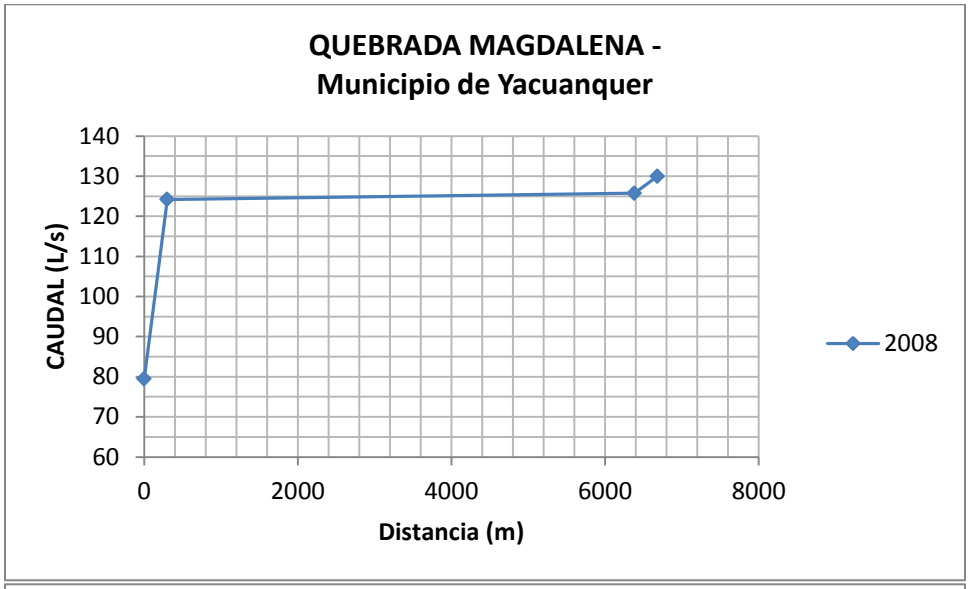
Fuente: DANE.

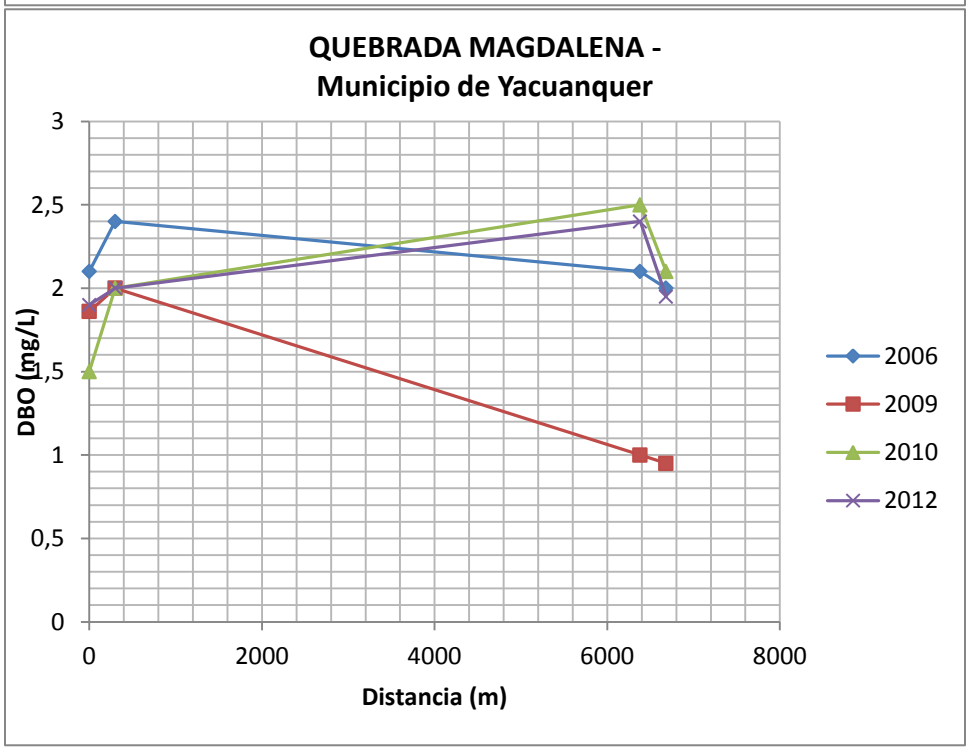
3. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

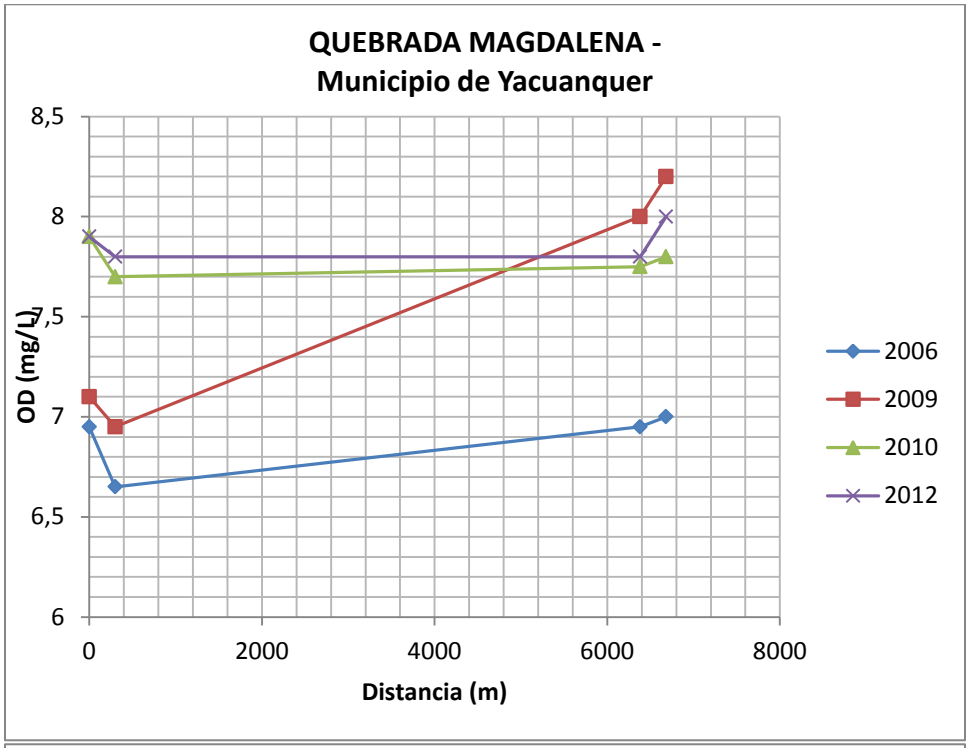
MUNICIPIO DE YACUANQUER (QUEBRADA MAGDALENA)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	-	2.4	16.6	6.65	23
	A. Abajo	-	2.1	11.52	6.95	19.2
2008	A. Arriba	124.21	2	10	-	14
	A. Abajo	125.74	1	17	8	25
2009	A. Arriba	-	< 2	16	7.7	5.67
	A. Abajo	-	< 2	18.56	7.75	9
2010	A. Arriba	-	< 2	< 15	7.8	< 4,5
	A. Abajo	-	< 2	< 15	7.8	16.6
2012	A. Arriba	-	<3.70	<20.00	6.83	<12.0
	A. Abajo	-	<3.70	<20.00	6.93	<12.0

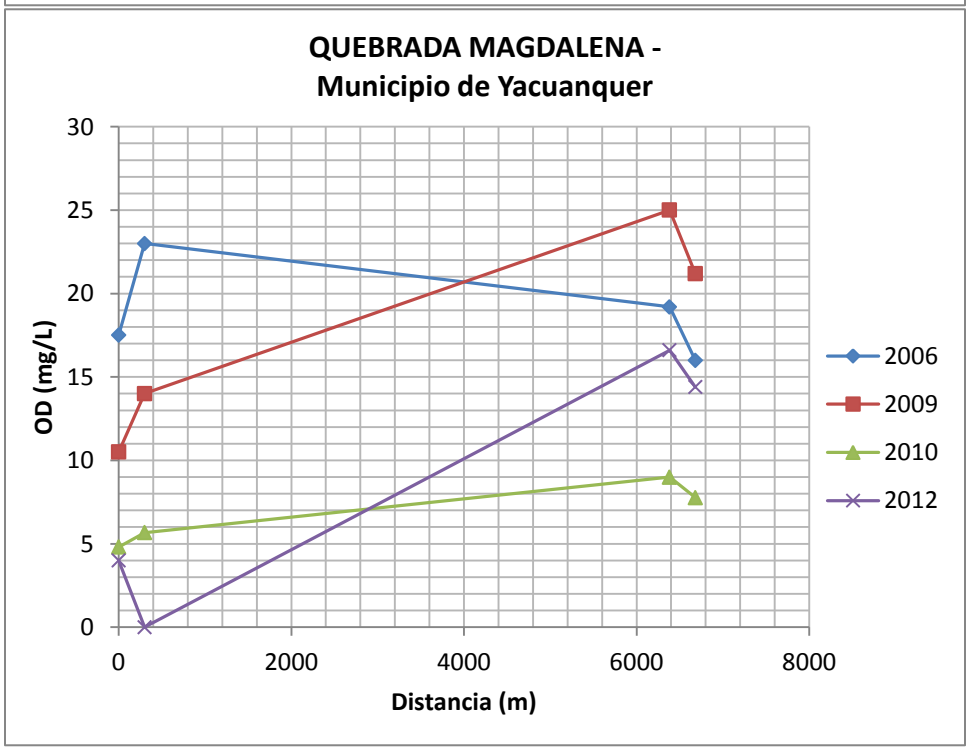
Fuente: el presente estudio.

4. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).


QUEBRADA MAGDALENA -
Municipio de Yacuanquer
CAUDAL (L/s)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2000
4000
6000
8000
Distancia (m)
2008


QUEBRADA MAGDALENA -
Municipio de Yacuanquer
DBO (mg/L)
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
2000
4000
6000
8000
Distancia (m)
2006
2009
2010
2012

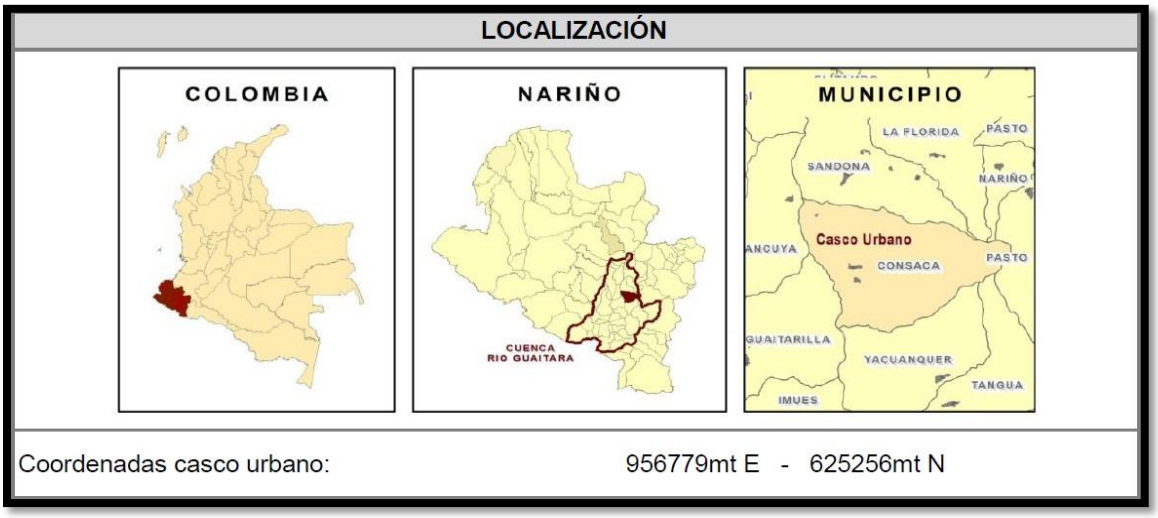

QUEBRADA MAGDALENA -
Municipio de Yacuanquer
8,5
8
7,5
7
6,5
6
OD (mg/L)
0
2000
4000
6000
8000
Distancia (m)
2006
2009
2010
2012


QUEBRADA MAGDALENA -
Municipio de Yacuanquer
30
25
20
15
10
5
0
OD (mg/L)
0
2000
4000
6000
8000
Distancia (m)
2006
2009
2010
2012

MUNICIPIO DE CONSACA

1. LOCALIZCIÓN GEOGRAFICA.

El Municipio de Consacá está localizado al Occidente de la capital del Departamento de Nariño y tiene una extensión aproximada de 96 Km. Limita por el Occidente con los municipios de Ancuya y Guaitarilla teniendo el Río Güáitara; por el Oriente limita con el Municipio de Pasto teniendo como punto común la cumbre del Volcán Galeras, por el Norte limita con el Municipio de Sandoná, y por el Sur limita con el Municipio de Yaquanquer.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio de Consacá cuenta según la proyección del DANE con una población urbana de 1712 habitantes.

3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

Las fuentes receptoras de los puntos de vertimientos líquidos del casco urbano del municipio de Consacá son dos (2), se presentan a continuación:

PUNTOS DE VERTIEMINTO	CUERPO RECEPTOR	POBLACIÓN AFERENTE (hab)	CAUDAL (lps)
1	Río Azufral	780	10.74
2	Quebrada Changota	373	0.56

Fuente: PSMV Municipio de Consacá.

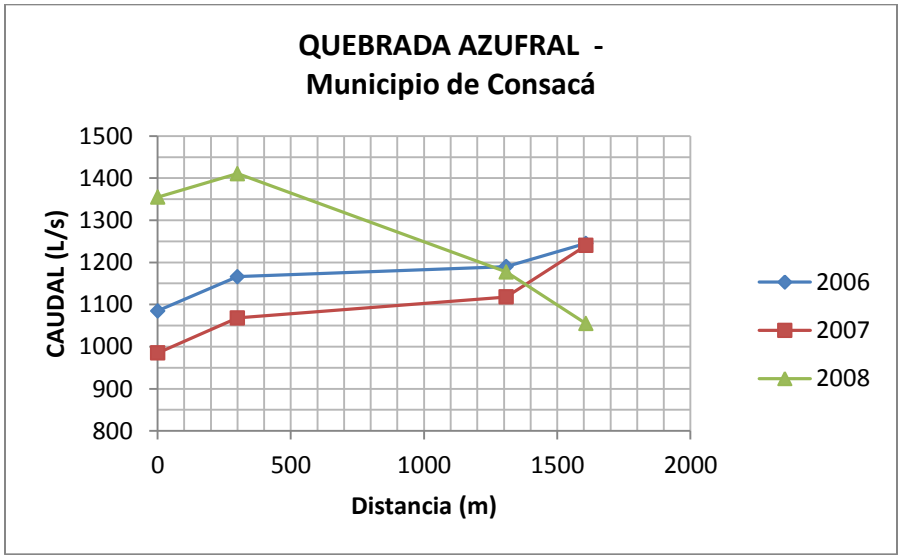
4. DATOS DE CALIDAD DE AGUA.

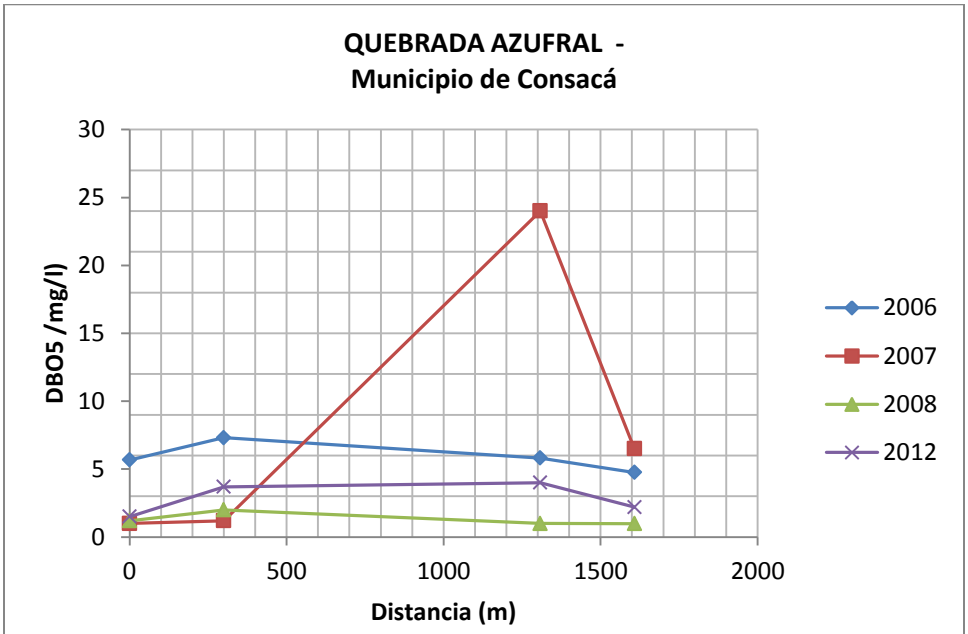
MUNICIPIO DE CONSACA (QUEBRADA AZUFRAL)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	1166	7.31	16.6	8	29.5
	A. Abajo	1190	5.82	10.6	7.05	22.25
2007	A. Arriba	1067.97	1.2	7.68	5.95	31.2
	A. Abajo	1117.9	24	41	5.95	16.3
2008	A. Arriba	1410.8	2	29	7.6	27
	A. Abajo	1177.6	1	69	7.9	37
2012	A. Arriba	-	<3.70	<20.00	7.5	25.2
	A. Abajo	-	<3.70	<20.00	7.13	59.5

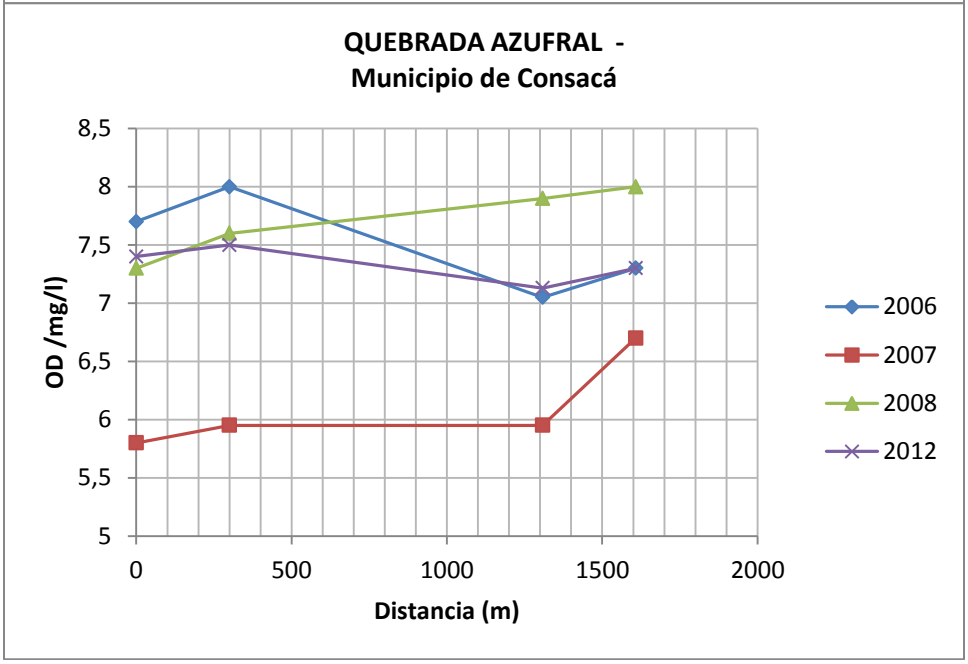
Figura 9 y 10. Rio Azufral

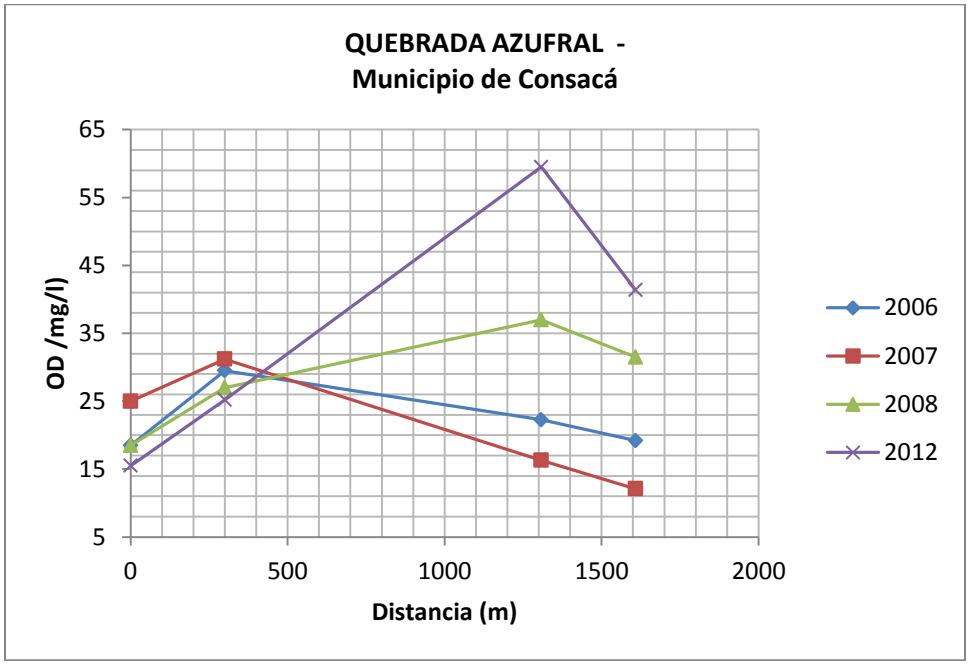


5. GRAFICAS (parámetros Caudal, DBO. OD y SST)




QUEBRADA AZUFRAL -
Municipio de Consacá
DBO5 /mg/l)
30
25
20
15
10
5
0
0
500
1000
1500
2000
Distancia (m)
2006
2007
2008
2012


QUEBRADA AZUFRAL -
Municipio de Consacá
OD /mg/l)
8,5
8
7,5
7
6,5
6
5,5
5
0
500
1000
1500
2000
Distancia (m)
2006
2007
2008
2012



MUNICIPIO DE GUALMATAN

El municipio Gualmatán, está ubicado al Sur Occidente del Departamento de Nariño, Limita al occidente con Iles y El Contadero, al sur con Ipiales y al oriente con Pupiales.

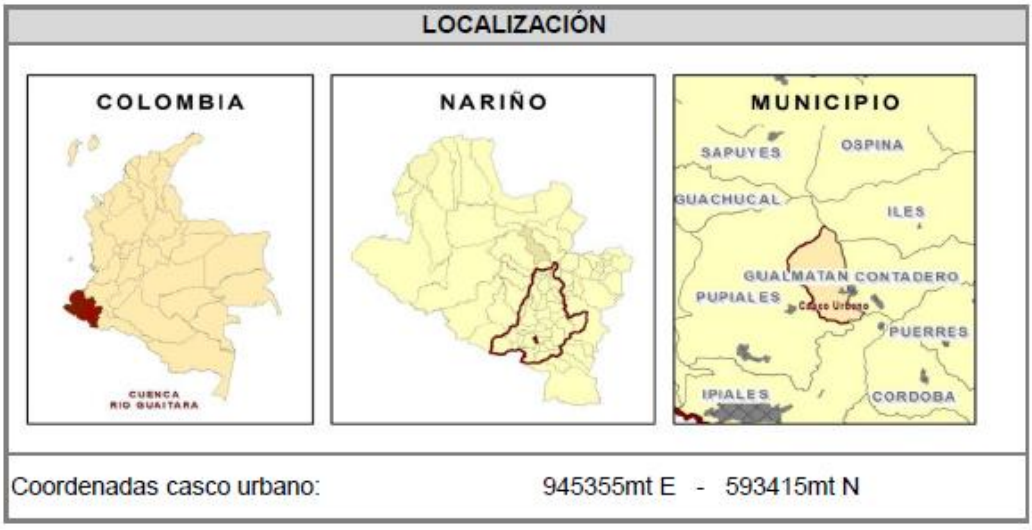
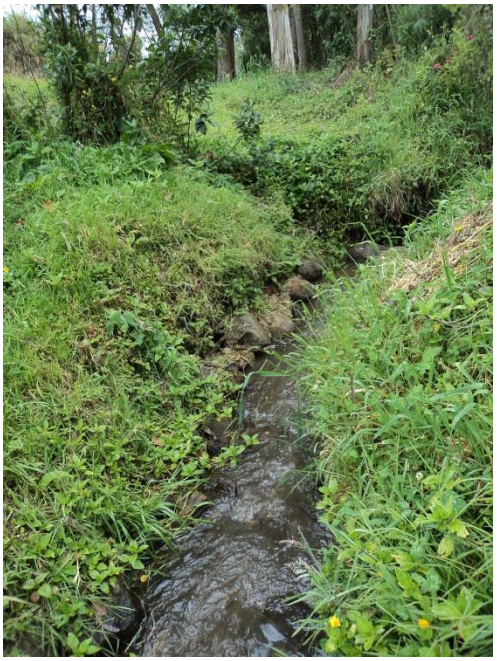
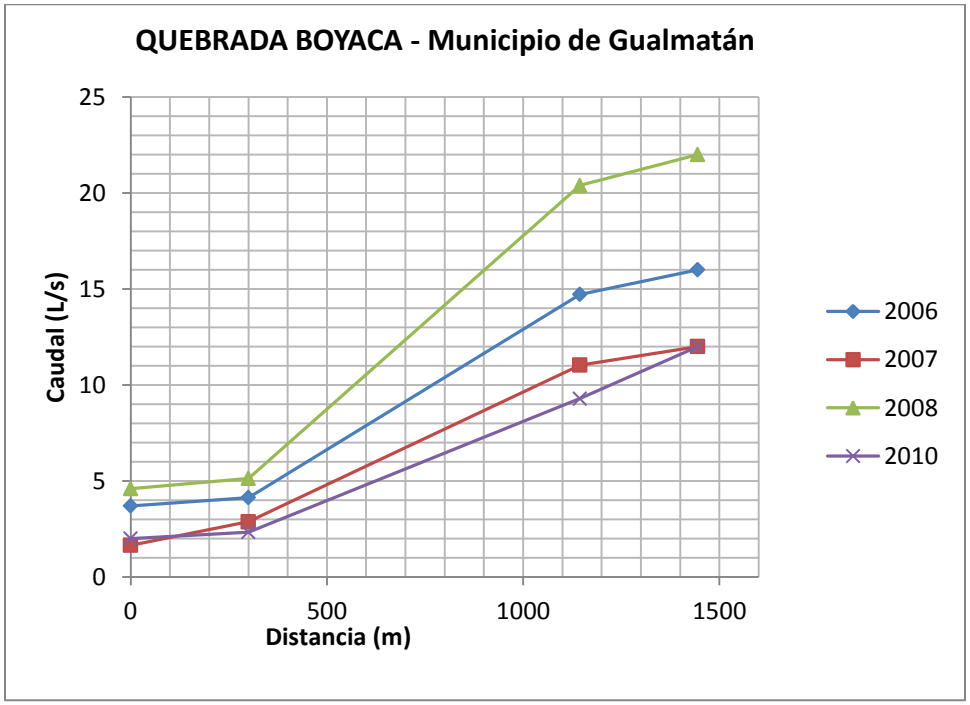


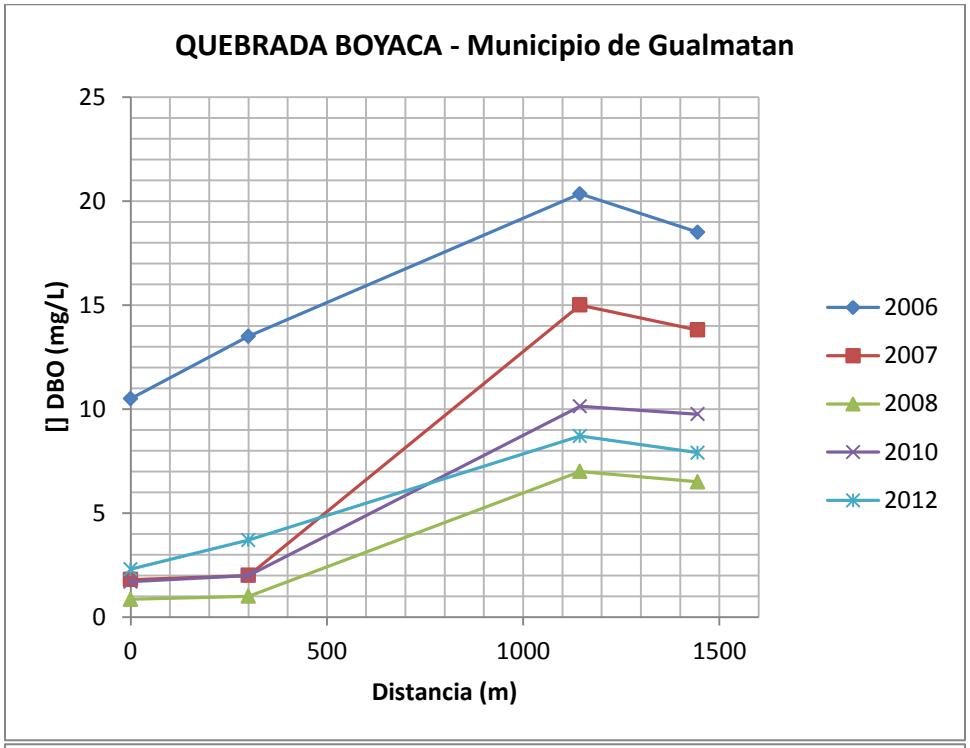
Figura 11 y 12 Quebrada Boyacá

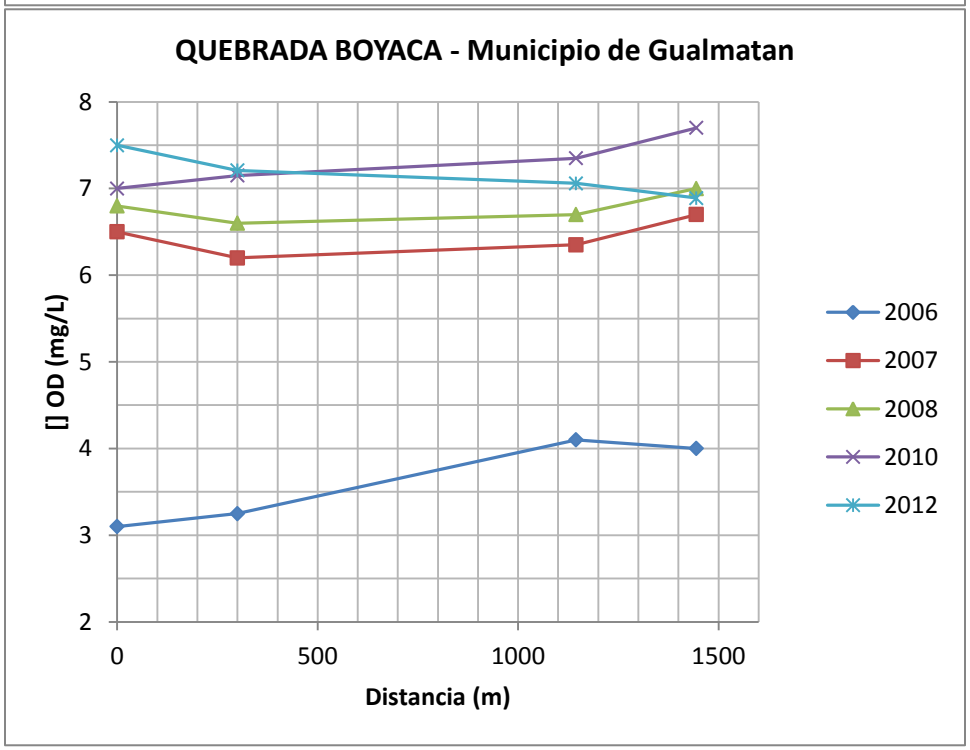


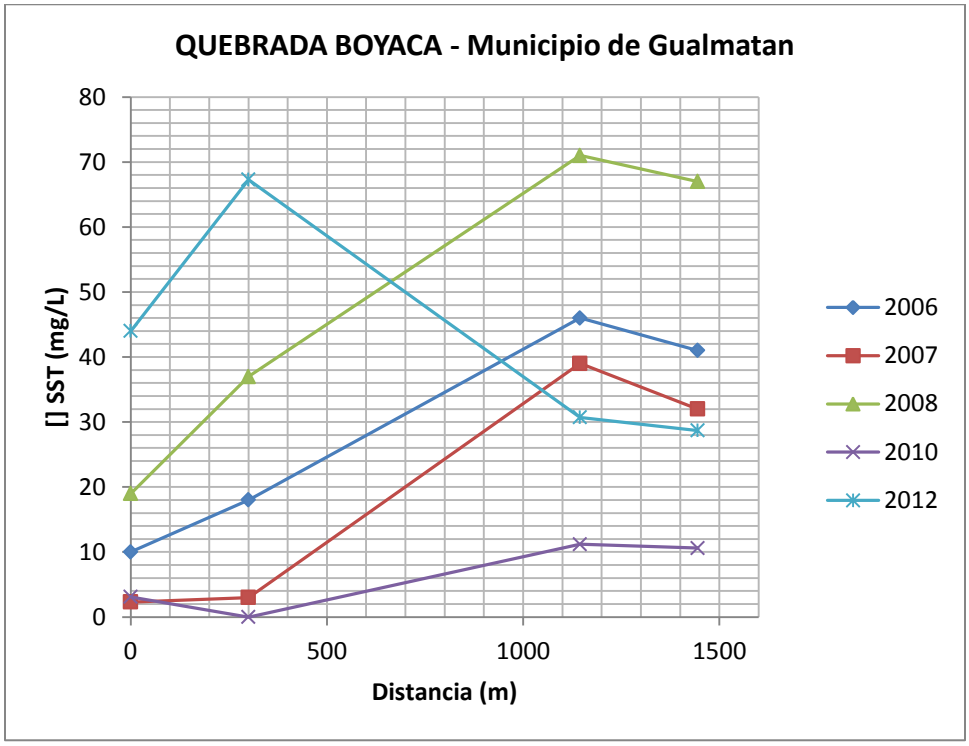


Quebrada Boyacá

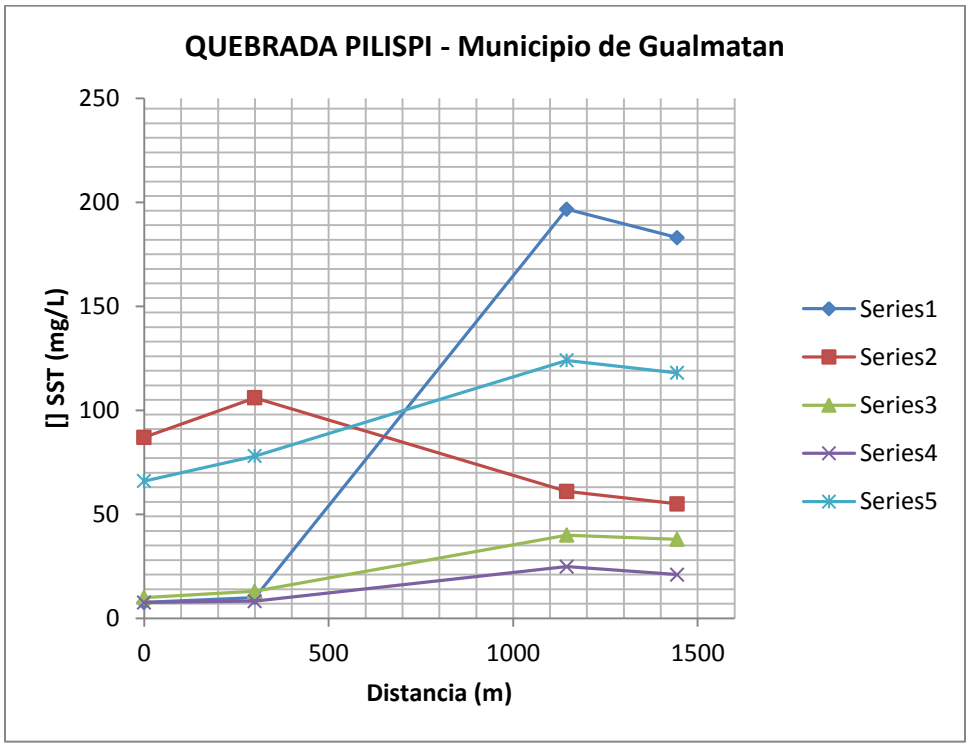


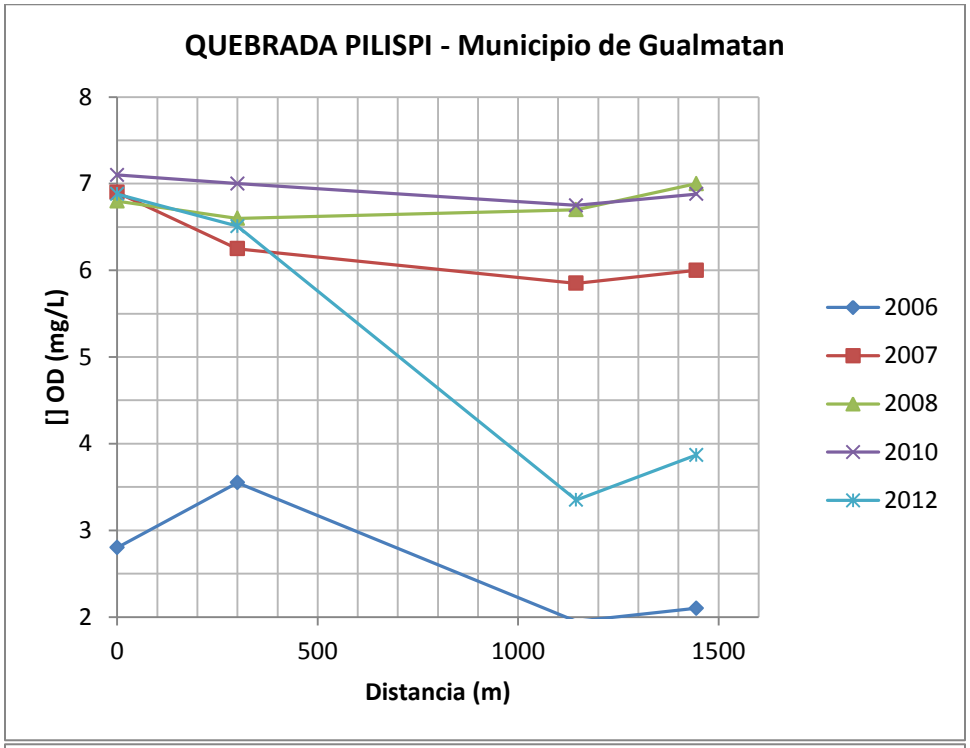

QUEBRADA BOYACA - Municipio de Gualmatan
[] DBO (mg/L)
25
20
15
10
5
0
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2006
2007
2008
2010
2012

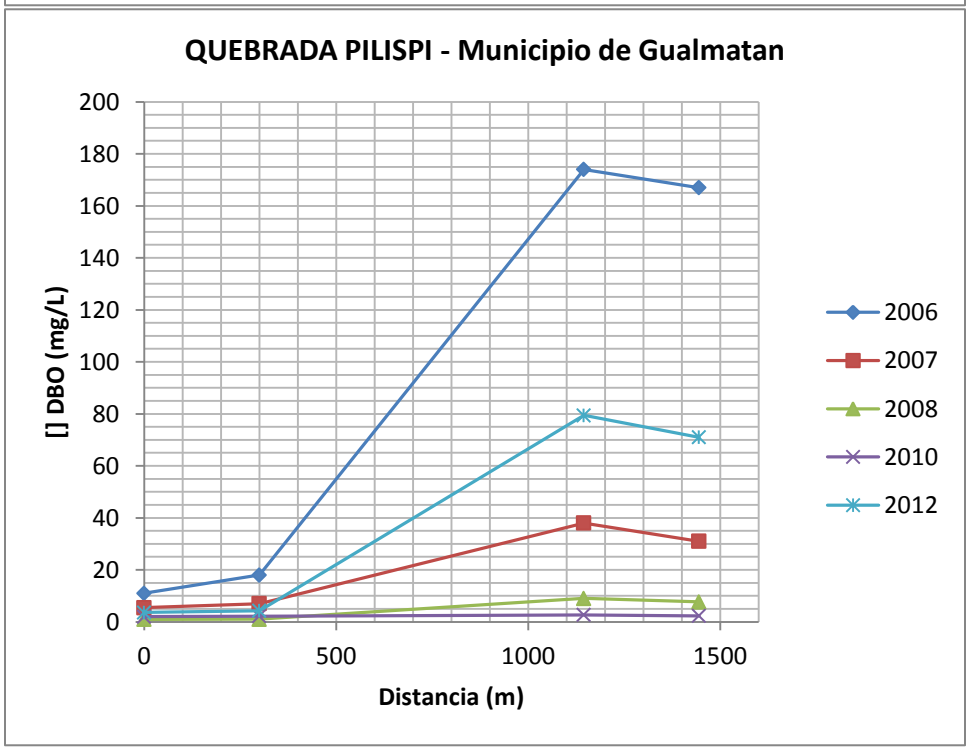

QUEBRADA BOYACA - Municipio de Gualmatan
[] OD (mg/L)
8
7
6
5
4
3
2
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2006
2007
2008
2010
2012

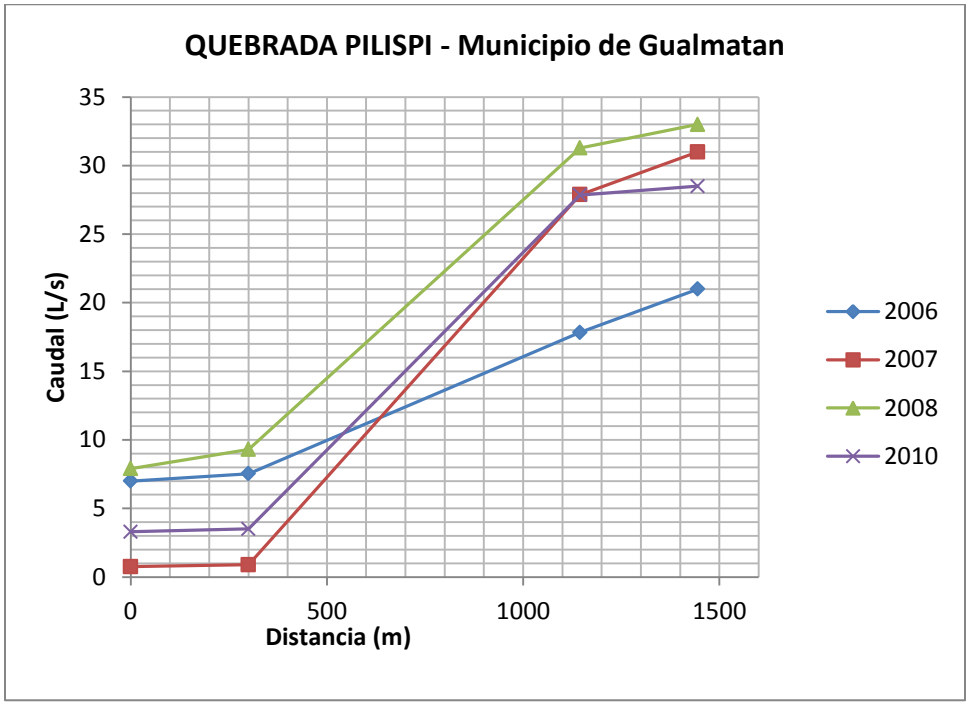


QUEBRADA PILISPI




QUEBRADA PILISPI - Municipio de Gualmatan
[] OD (mg/L)
8
7
6
5
4
3
2
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2006
2007
2008
2010
2012


QUEBRADA PILISPI - Municipio de Gualmatan
[] DBO (mg/L)
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2006
2007
2008
2010
2012

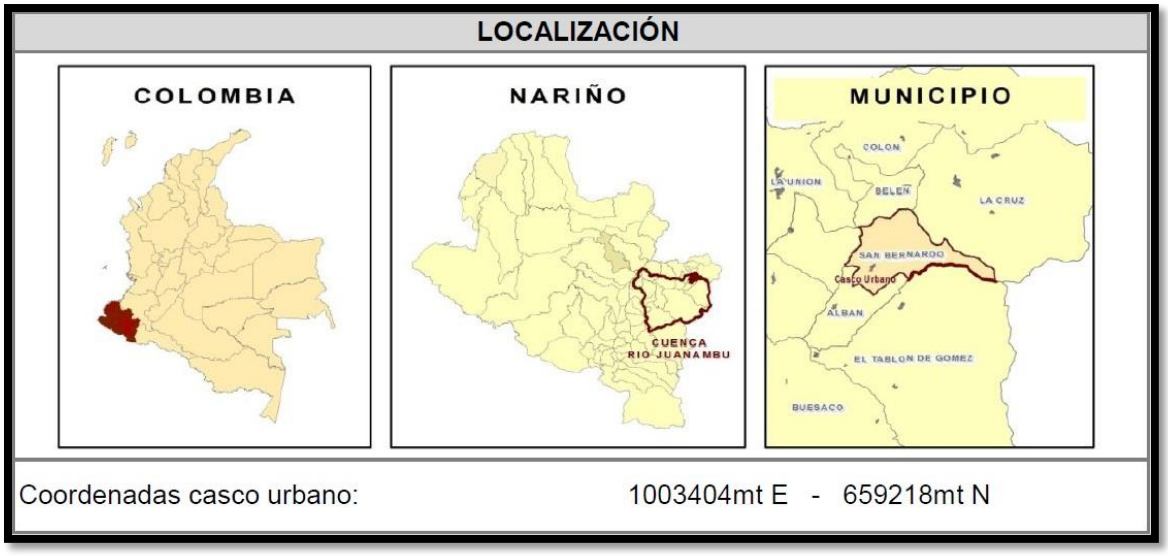


CUENCA DEL RIO JUANANMBU

MUNICIPIO DE SAN BERNARDO

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio se encuentra localizado al Noroeste de la capital del Departamento de Nariño. Limita al Norte con los municipios de Belén y La Cruz; al Sur con Alban y El Tablón de Gómez; y al Oriente con el municipio de San Pedro de Cartago.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio de San Bernardo cuenta con una población actual y proyectada según el DANE de:

AÑO	POBLACIÓN URBANA (hab)
2006	3165
2007	3256
2009	3445
2012	3740
2017	4271
2022	4859
2027	5513

Fuente: DANE.

3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

Los vertimientos líquidos generados por la población urbana del municipio de San Bernardo son descargados mediante cinco (5) puntos.

DESCARGA	POBLACIÓN AFERENTE (hab)	CAUDAL (lps)
1	1205	3.74
2	391	1.213
3	195	0.606
4	619	1.921
5	847	2.628

Fuente: PSMV Municipio de San Bernardo.

4. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

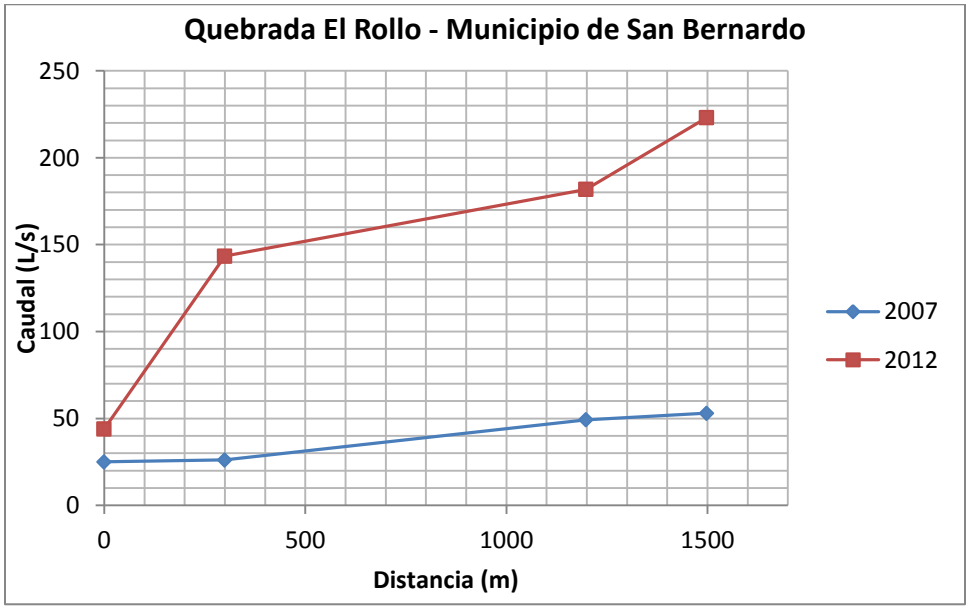
MUNICIPIO DE SAN BERNARDO						
(Quebrada El Rollo)						
AÑO	PUNTO	CAUDAL (L/s)	DBO (mg/L)	DQO (mg(L)	OD (mg O_2/L)	SST (mg/L)
2007	A. Arriba	26.08	< 2	13	5.8	69
	A. Abajo	49.195	< 1	10	7.2	11
2012	A. Arriba	143.437	<3.70	<20.00	7.32	78.8
	A. Abajo	181.808	<3.70	<20.00	6.63	344

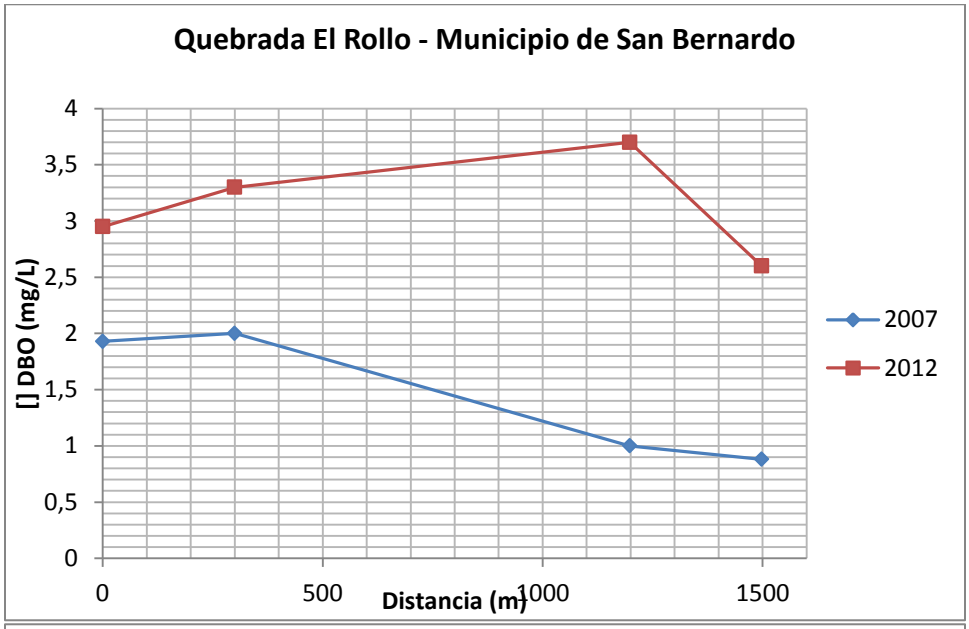
Fuente: el presente estudio.

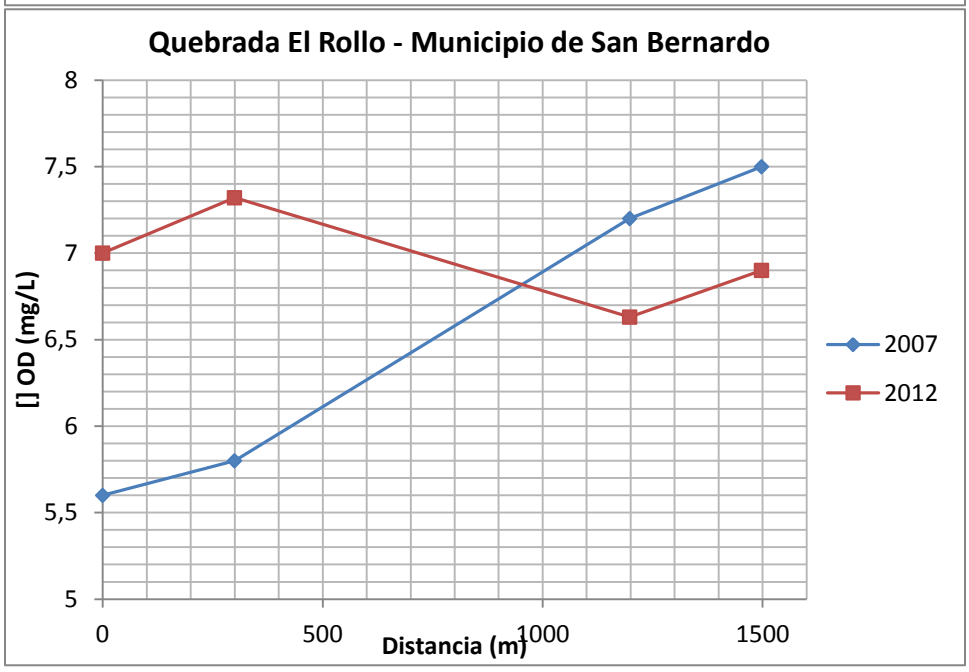
Figura 13 y 14. Quebrada el Rollo

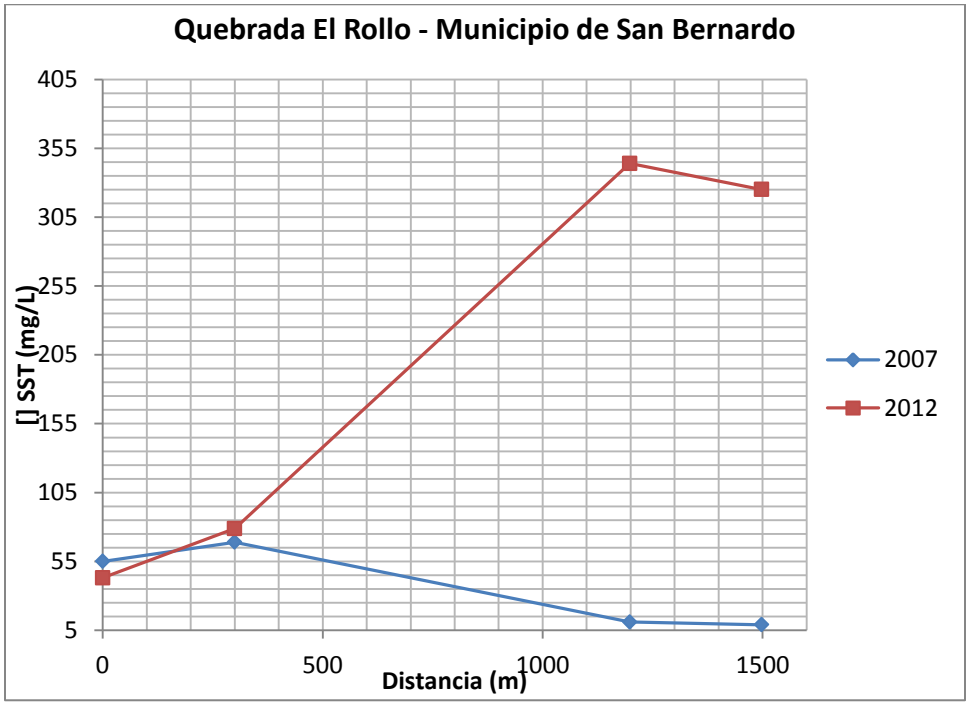



5. GRAFICAS (parámetros de Caudal, DBO, OD y SST).




Quebrada El Rollo - Municipio de San Bernardo
[] DBO (mg/L)
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2007
2012


Quebrada El Rollo - Municipio de San Bernardo
[] OD (mg/L)
8
7,5
7
6,5
6
5,5
5
0
500
1000
1500
Distancia (m)
2007
2012

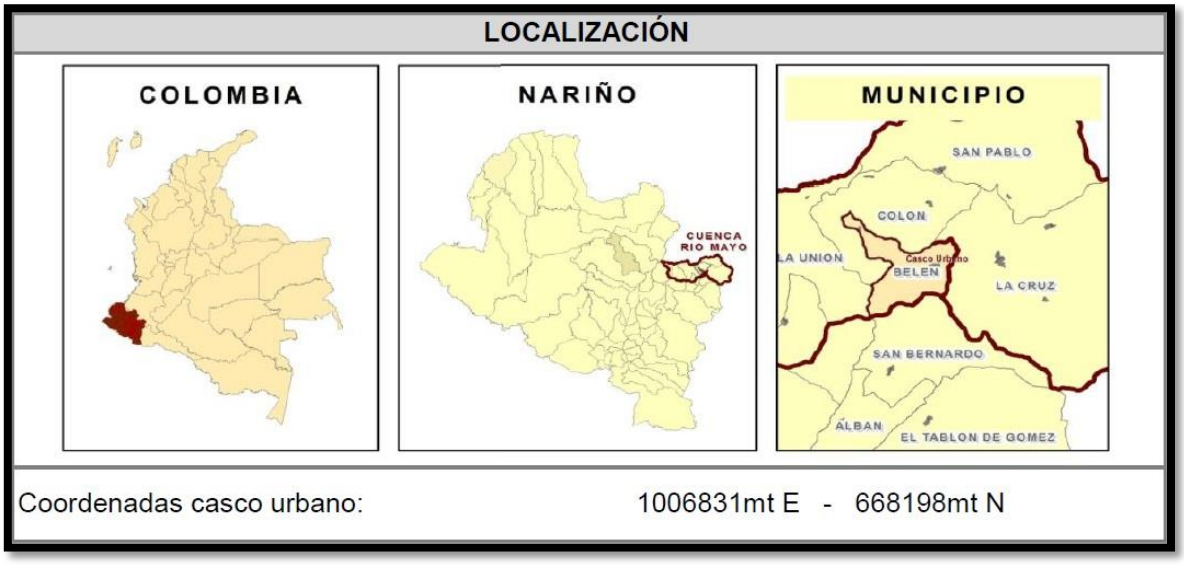


CUENCA RIO MAYO

MUNICIPIO DE BELÉN

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de Belén se encuentra localizado al Nororiente del Departamento de Nariño en la región Andina, a una distancia de 92 kilómetros de la cuidad San Juan de Pasto.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

El municipio de Belén cuenta con una población urbana de 2528 habitantes según DANE.

3. DATOS DE CALIDAD.

MUNICIPIO DE BELEN (QUEBRADA DE MOCONDINO)						
AÑO	**PUNTO**	**CUADAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2006	A. Arriba	67.69	10.5	14.4	3.4	385.85
	A. Abajo	443.52	54	246.4	0.8	207.5
2007	A. Arriba	27.24	4.5	7.68	5.65	208
	A. Abajo	253.42	90	140.8	2.3	131
2008	A. Arriba	8.4087	< 1	< 10	-	34
	A. Abajo	114.89	30	100	-	60
2009	A. Arriba	-	< 2	< 15	6.9	6.6
	A. Abajo	-	46.87	115.84	3.65	122.86
2010	A. Arriba	9.38	< 2	< 15	6.85	20.8
	A. Abajo	-	-	-	-	-
2012	A. Arriba	-	4.35	<20.00	5.81	46
	A. Abajo	83.395	239.37	519.35	1.4	229.2

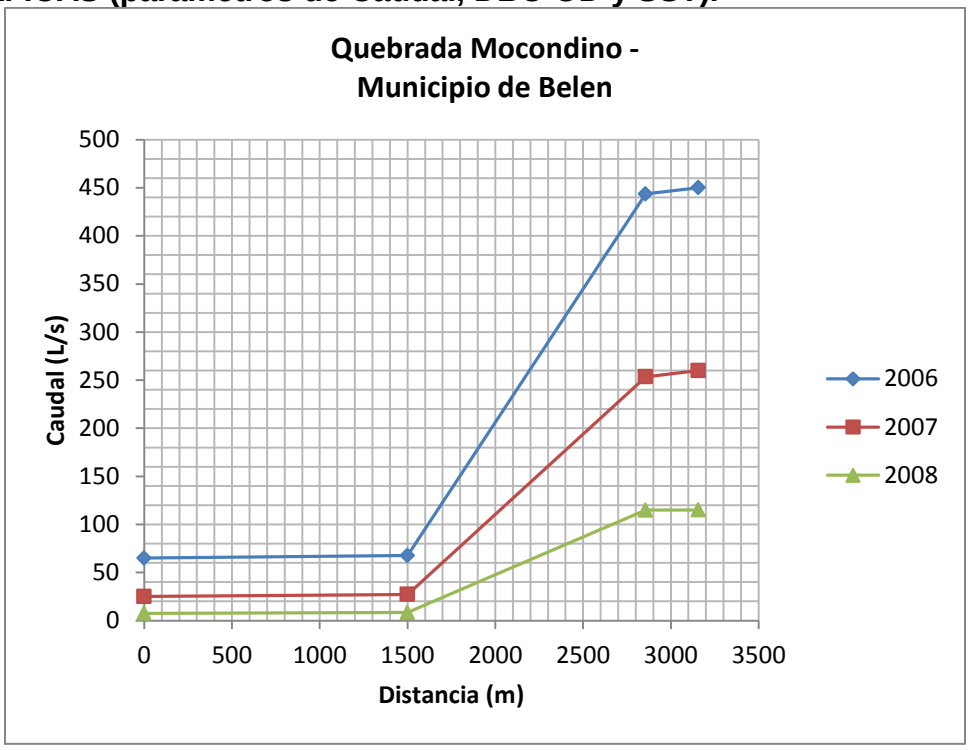
Fuente: el presente estudio.

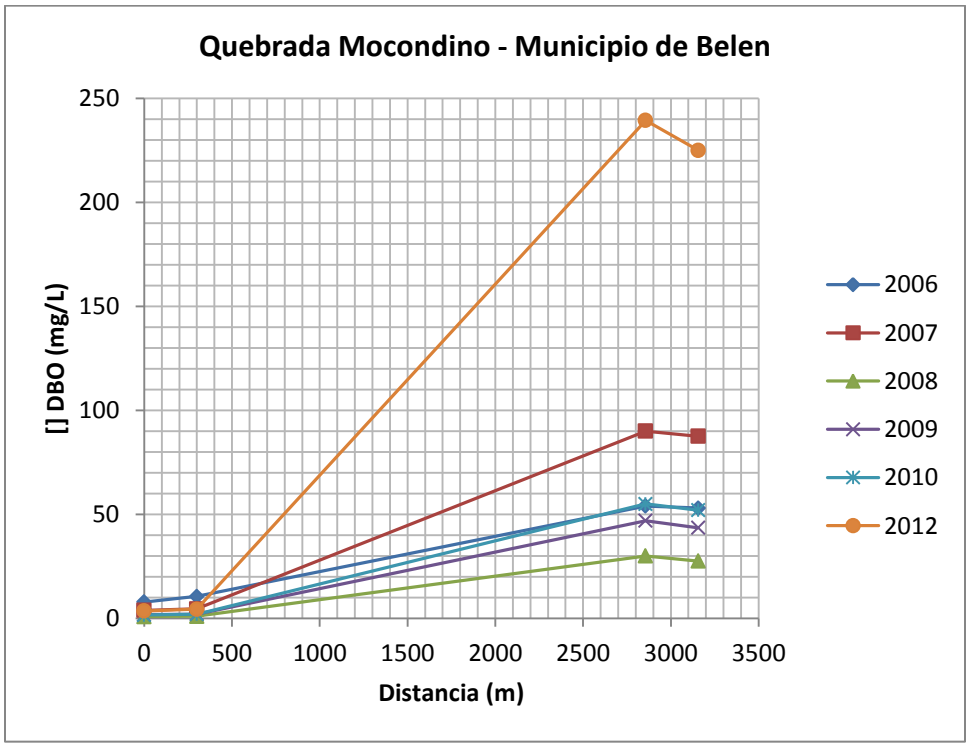
Figura 15 y 16. Quebrada Mocondino

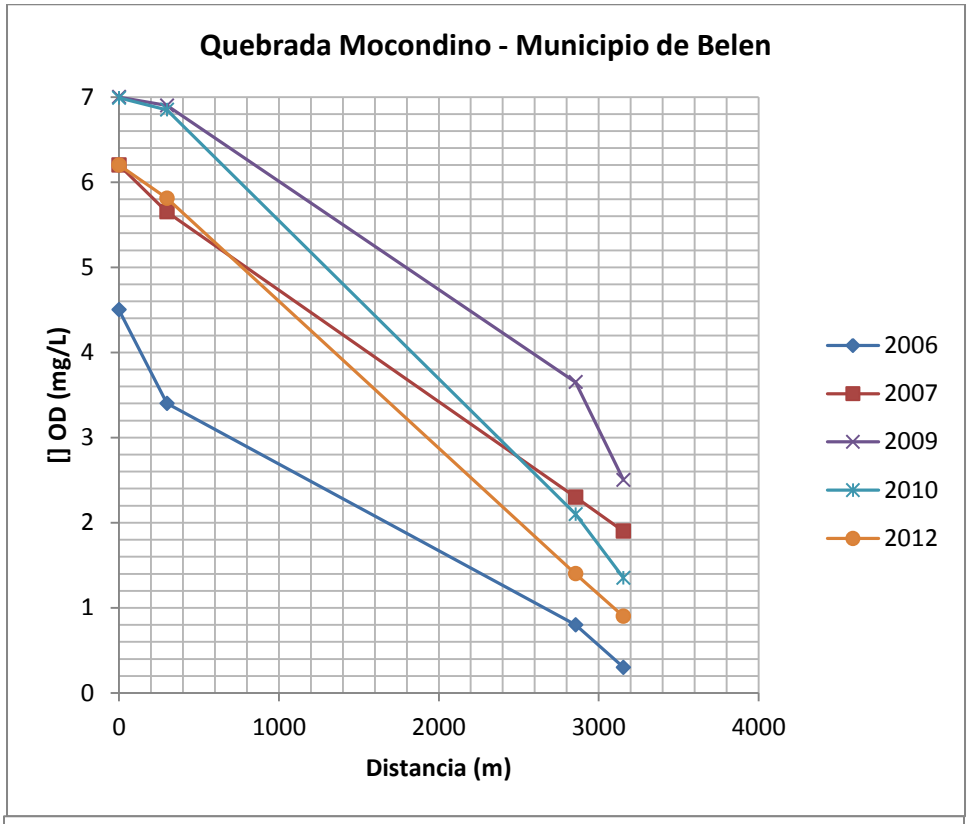


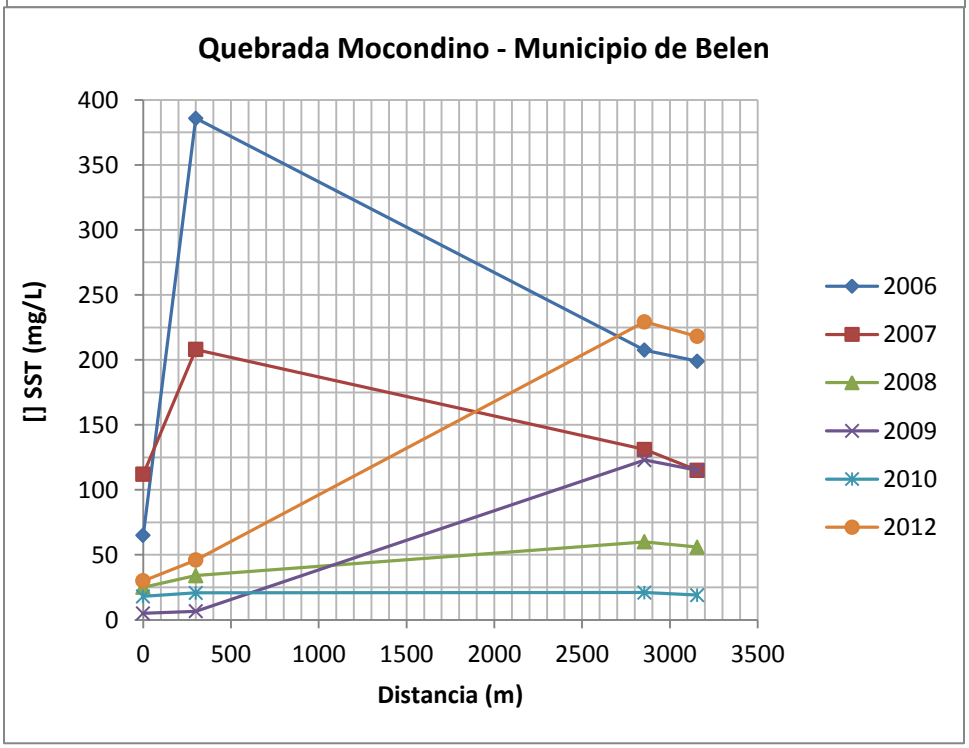


4. GRAFICAS (parámetros de Caudal, DBO OD y SST).





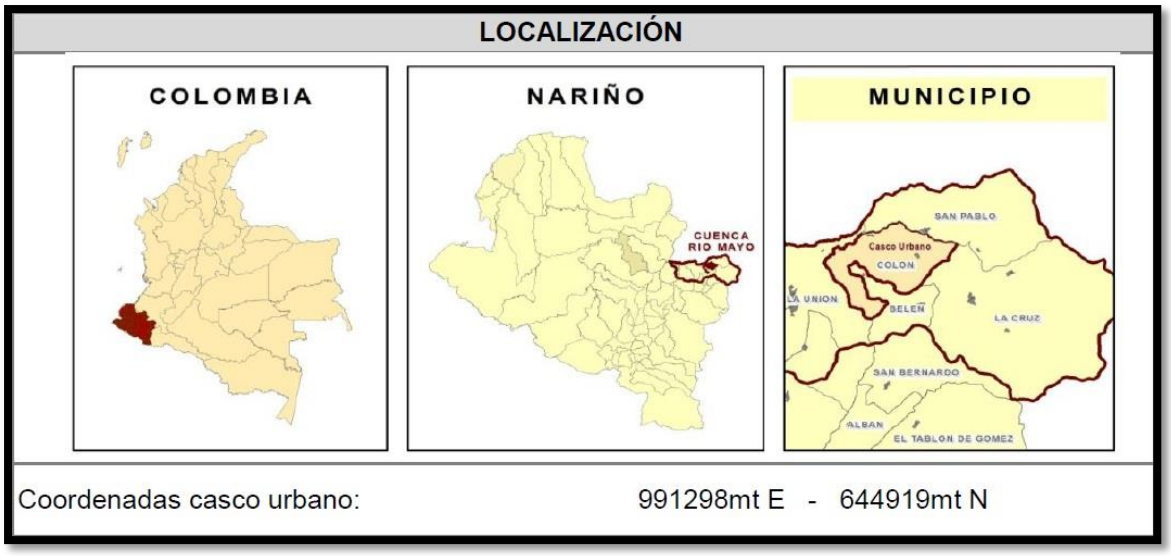




MUNICIPIO COLÓN GÉNOVA

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El Municipio de Colón se sitúa al Norte del Departamento de Nariño. Limita al Norte con el Municipio de San Pablo; por el Sur con el Municipio de Belén; al Oriente con La Cruz y al Occidente con el Municipio de La Unión.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN.

La población para el Municipio de Colón Génova tiene una proyección según el DANE de 1297 habitantes casco urbano.

AÑO	POBLACIÓN URBANA (hab)
2008	925
2010	980
2013	1130
2016	1504

Fuente: DANE.

3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

Los puntos de vertimientos para el municipio de Colón son tres (3):

DESCARGA	CUERPO RECEPTOR	POBLACIÓN AFERENTE (hab)	CAUDAL (lps)
1	El Rincón	813	11.5
2	El Rincón	78	1.1
3	El Rincón	14	0.2

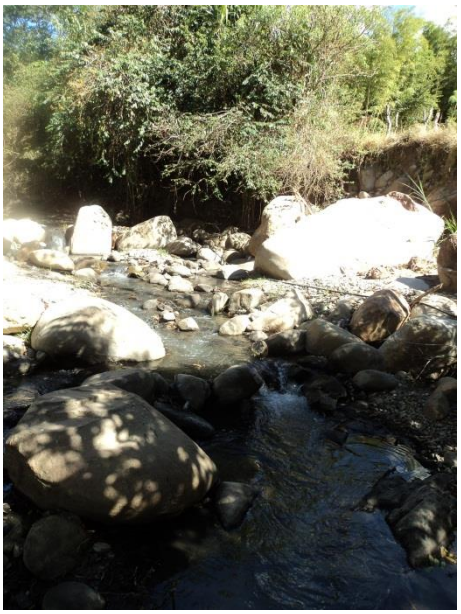
Fuente: PSMV Municipio de Colón Génova.

4. DATOS DE CALIDAD DEL AGUA.

MUNICIPIO DE GENOVA						
(Quebrada El Rincon)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2012	A. Arriba	-	<3.70	<20.00	6.97	<12.0
	A. Abajo	-	12.98	40.99	5.01	19.8
(Quebrada El Wilke)						
AÑO	**PUNTO**	**CAUDAL (L/s)**	**DBO (mg/L)**	**DQO (mg(L)**	**OD (mg O_2/L)**	**SST (mg/L)**
2012	A. Arriba	-	<3.70	<20.00	6.97	14.8
	A. Abajo	-	21.59	54.19	2.96	21.2

Fuente: el presente estudio.

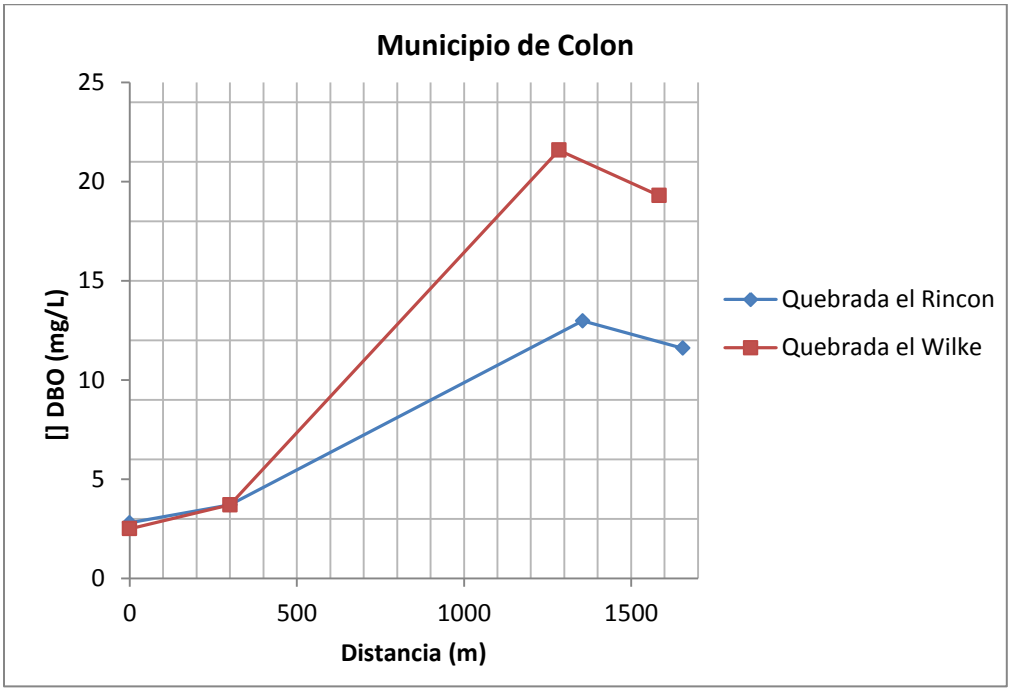
Figura 17 y 18. Quebrada el Rincón

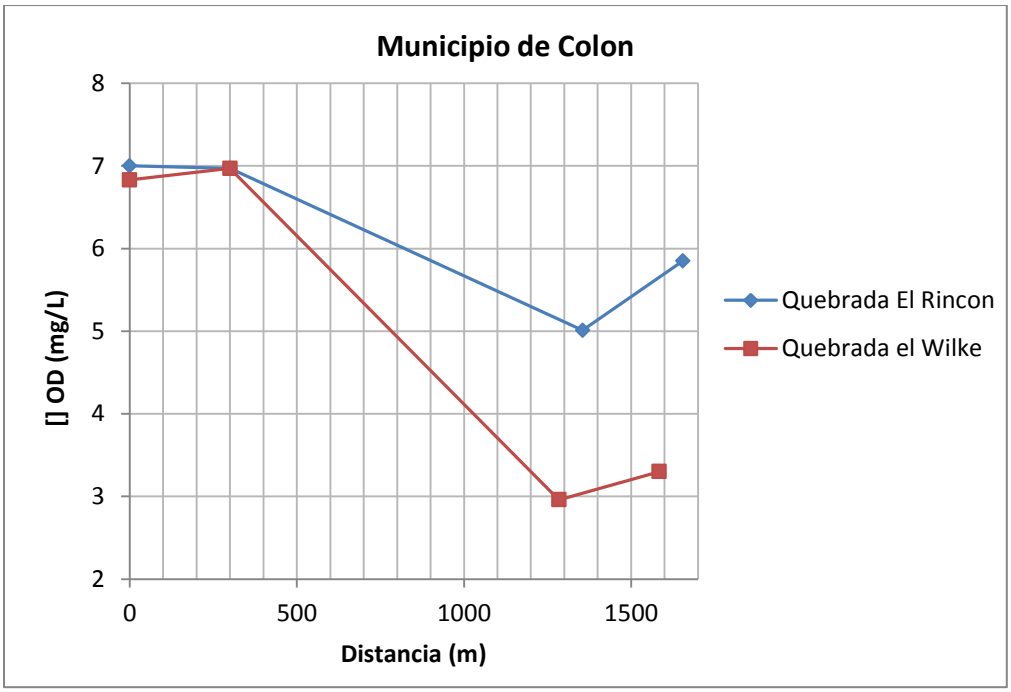


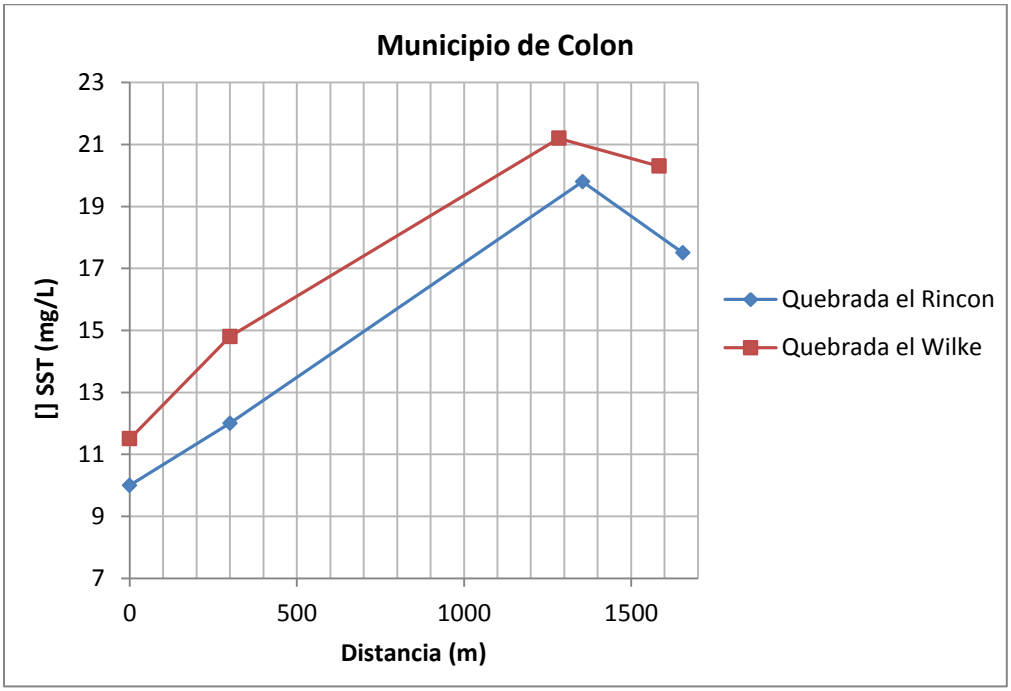


5. GRAFICAS (parámetros de Caudal, DBO, OD y SST).

5.1 Quebrada El Rincón y Wilke.



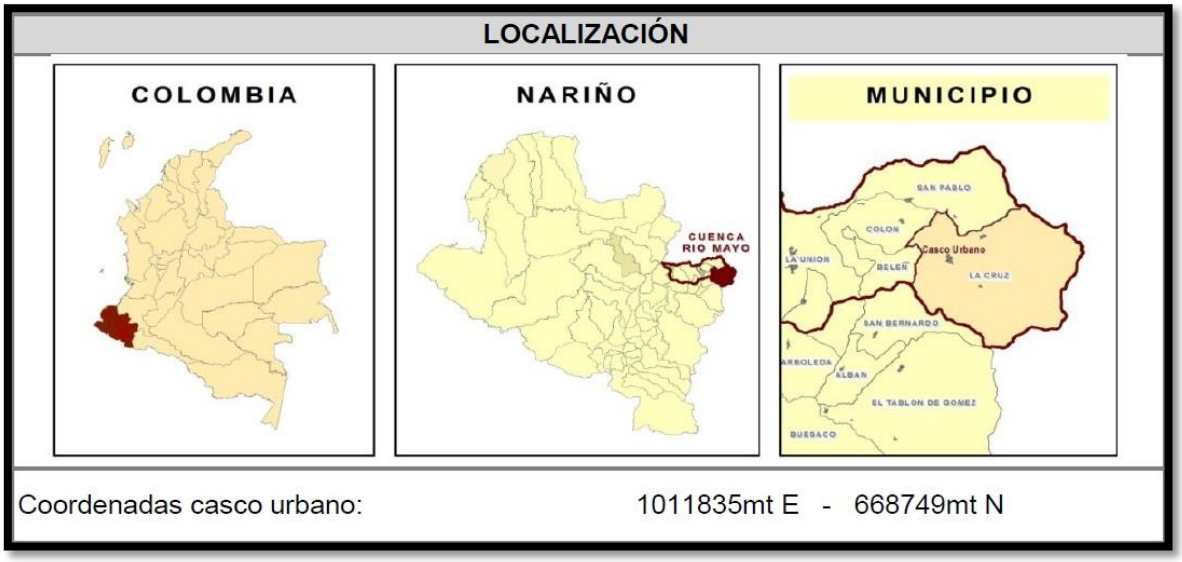




MUNICIPIO DE LA CRUZ

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.

El municipio de la Cruz se localiza al Nororiente del Departamento de Nariño. Limita al Norte con el municipio de San Pablo y Bolivar (Cauca); al Oriente con los municipios de Bolivar y Santa Rosa (Cauca); por el Sur con Tablón de Gómez, San Bernardo y Belén; y al Occidente con Belén y Colón Genova.



Fuente: Caracterización Ambiental de Nariño.

2. POBLACIÓN

La población según la proyección del DANE para el municipio de La Cruz, es la siguiente.

AÑO	POBLACIÓN URBANA (hab)
2008	6568
2010	6773
2013	7094
2016	7662

Fuente: DANE.

3. PUNTOS DE VERTIMIENTO.

Las fuentes receptoras de los vertimientos líquidos del municipio de La Cruz son cuatro (4), se presentan a continuación:

DESCARGA	EMISARIO	CAUDAL (lps)
1	La Floresta	1.71
2	Chorillo	15.14
3	San Antonio 1	16.6
4	San Antonio 2	3.45

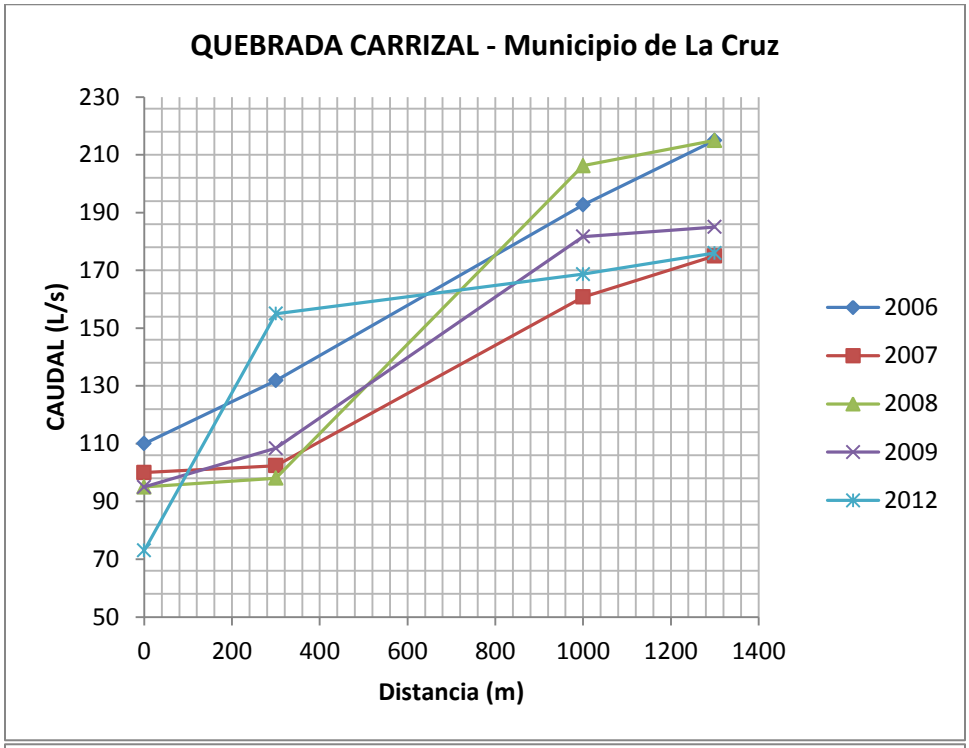
Fuente: PSMV Municipio de La Cruz.

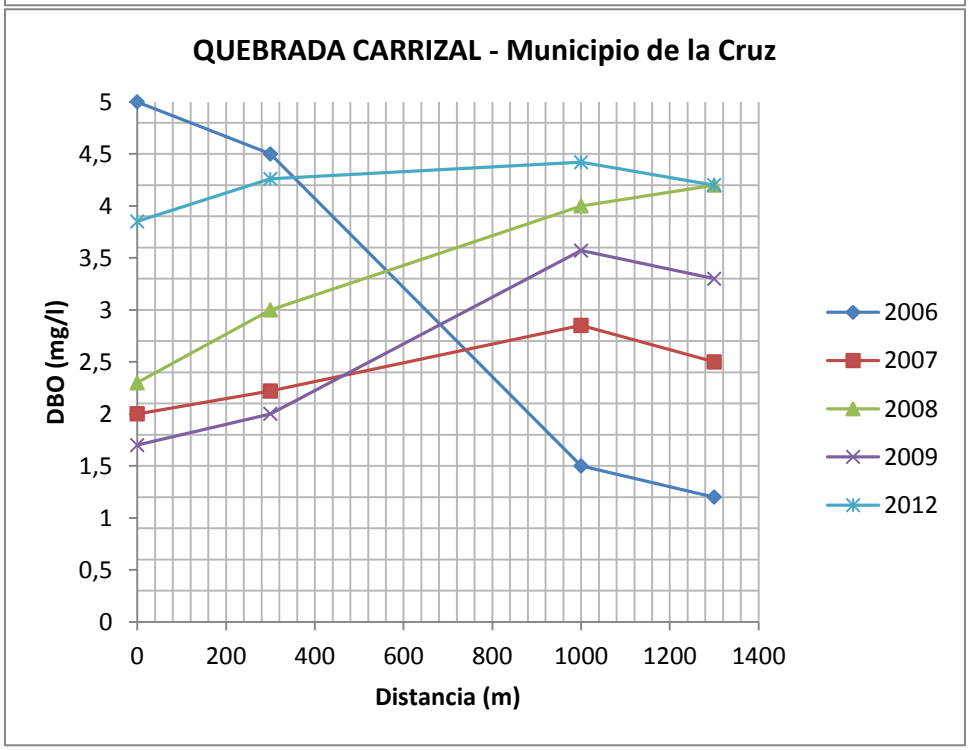
4. DATOS DE CALDAD DEL AGUA.

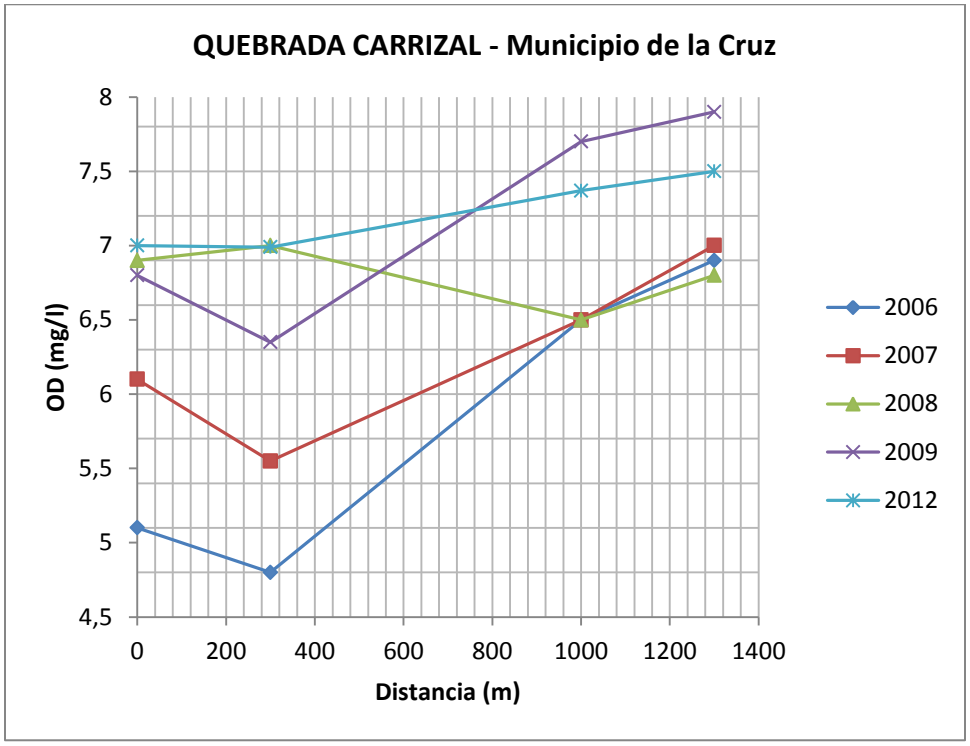
MUNICIPIO DE LA CRUZ (QUEBRADA CARRIZAL)						
AÑO	PUNTO	CUADAL (L/s)	DBO (mg/L)	DQO (mg(L)	OD (mg O_2/L)	SST (mg/L)
2006	A. Arriba	131.84	4.5	20.4	4.8	6
	A. Abajo	192.65	1.5	14.93	6.5	6
2007	A. Arriba	102.36	2.22	8.96	5.55	1.75
	A. Abajo	160.74	2.85	19.2	6.5	8
2008	A. Arriba	98.07	3	17	7	26
	A. Abajo	206.2	4	27	7	16
2009	A. Arriba	108.4	< 2	26.88	6.35	13
	A. Abajo	181.7	3.57	40.96	7.7	38.67
2012	A. Arriba	-	4.26	<20.00	6.99	<12.0
	A. Abajo	168.644	4.42	20.37	7.37	15

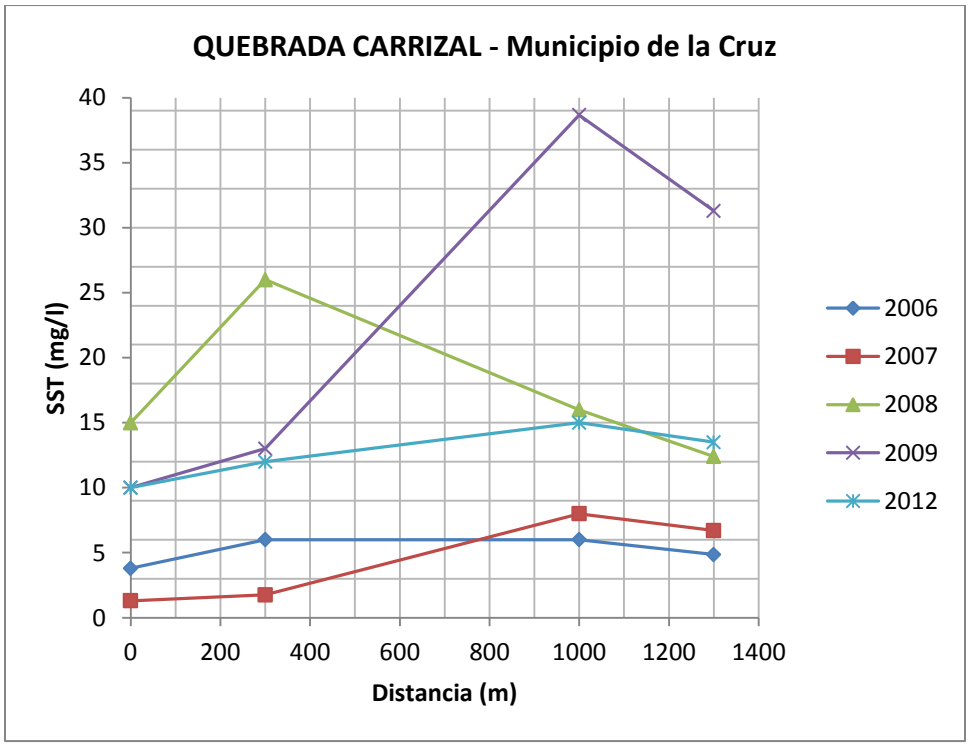
Fuente: el presente estudio.

5. GRACFICAS (parámetros Caudal, DBO, OD y SST).


QUEBRADA CARRIZAL - Municipio de La Cruz
CAUDAL (L/s)
230
210
190
170
150
130
110
90
70
50
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Distancia (m)
2006
2007
2008
2009
2012


QUEBRADA CARRIZAL - Municipio de la Cruz
DBO (mg/l)
5
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Distancia (m)
2006
2007
2008
2009
2012


QUEBRADA CARRIZAL - Municipio de la Cruz
OD (mg/l)
8
7,5
7
6,5
6
5,5
5
4,5
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Distancia (m)
2006
2007
2008
2009
2012


QUEBRADA CARRIZAL - Municipio de la Cruz
SST (mg/l)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Distancia (m)
2006
2007
2008
2009
2012

CONCLUSIONES.

- Es prioritario que las administraciones municipales ejecuten a corto plazo los proyectos relacionados con la construcción de los sistemas de alcantarillado e implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, esto con el objeto de mejorar las condiciones de calidad sin poner en riesgo ni restringir el uso para consumo humano en algunos casos.

- La eliminación de puntos de vertimiento en las áreas urbanas son uno de los proyectos más impactantes sobre la calidad del recurso hídrico ya que de esta manera se dará cumplimiento con los objetivos de calidad propuestos por la Corporación.

- Aunque algunas corrientes hídricas presentan condiciones favorables en cuanto a la asimilación de la carga contamínate vertida por ciertos municipios, deberá evaluarse y analizarse en su momento, la descarga en un solo punto de toda el agua residual generada por cada centro poblado, ya que según lo planteado en los escenarios la capacidad de asimilación se afecta presentando condiciones críticas aguas abajo.

- Es indispensable llevar a cabo obras tendientes a la protección y recuperación de la ronda hídrica de cada corriente, debido a que en la actualidad existen puntos de vertimientos provenientes de viviendas y algunos sectores productivos los vuales fueron evidenciados en las labores de monitoreo.

- El crecimiento de la población en las cabeceras urbanas y corregimentales como también de las actividades productivas industriales asentadas principalmente en sus afluentes, contribuyen al deterioro del recurso y el uso indiscriminado del mismo, sin considerar los efectos futuros que pueden generar.

- Las empresas de servicios públicos deberán incluir dentro de su presupuesto a la ejecución de los planes para el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico

- En el programa de educación ambiental se hace necesario la articulación de todas las entidades involucradas en la recuperación del recurso hídrico.

BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA MUNICIPAL Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial Municipio de Pasto.

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

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

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.

Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de los municipio objeto de estudio,

Calculo Índice de Escases cuenca del Rio Pasto – CORPONARIÑO año 2009

Documento de evaluación del impacto ambiental y social del programa de agua potable y saneamiento para Pasto – Simulación de la calidad de agua del Rio Pasto y quebrada Chapal Fase II – MANOV ingeniería LTDA, EMPOPASTO E.S.P y CORPONARIÑO.

IGAC. Estudio de suelos y Zonificación de tierras del departamento de Nariño. Bogotá, año 2004.

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.

METCALF Y EDDY, INC. Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización. España: Mc Graw Hill, 1995. 1459

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DESARROLLO SOSTENIBLE, COLOMBIA. Decreto 3930 de 2010.

MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guía metodológica para el establecimiento de objetivos de calidad de los cuerpos de agua, en ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. Bogotá, Septiembre de 2005.

Decreto – Ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales.

Guía para el manejo, tratamiento y disposición de las aguas residuales municipales. 2002. 64 p.

Ley 99 de 1993. Creación del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y del SINA
Decreto 1729 de 2002

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. Titulo E. Tratamiento de aguas residuales. Bogotá: RAS, 2000. 98 p.

SALAZAR CANO, Roberto. Teoría y diseño de los tratamientos de aguas residuales. 1ª Ed. Pasto: Universidad de Nariño, 2002. 363 p.