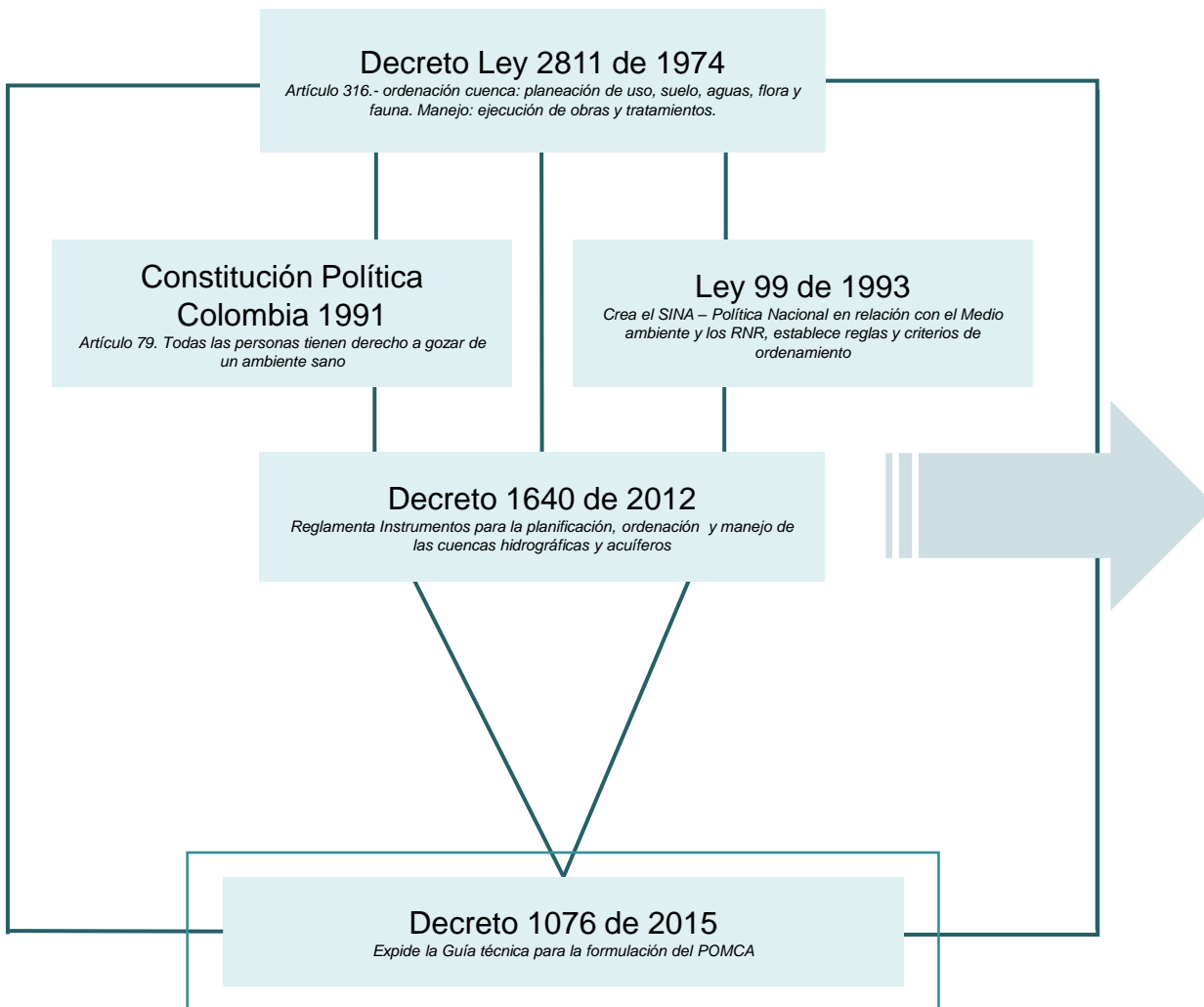




*Formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico -
PORH del Lago de Tota y Ríos Tobal, Olarte, Hatolaguna y
Las Quebradas La Mugre y Los Pozos*



2.2.3.3.1.4 del Decreto 1076 de 2015. Los resultados del PORH deberán ser considerados como un determinante ambiental en la actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial en lo relacionado con la oferta hídrica disponible, los objetivos de calidad y las prohibiciones y condicionamientos derivadas de ello.

Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible la elaboración de los PORH de su jurisdicción, así como la coordinación de la ejecución, seguimiento y evaluación de los mismos.

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO PORH

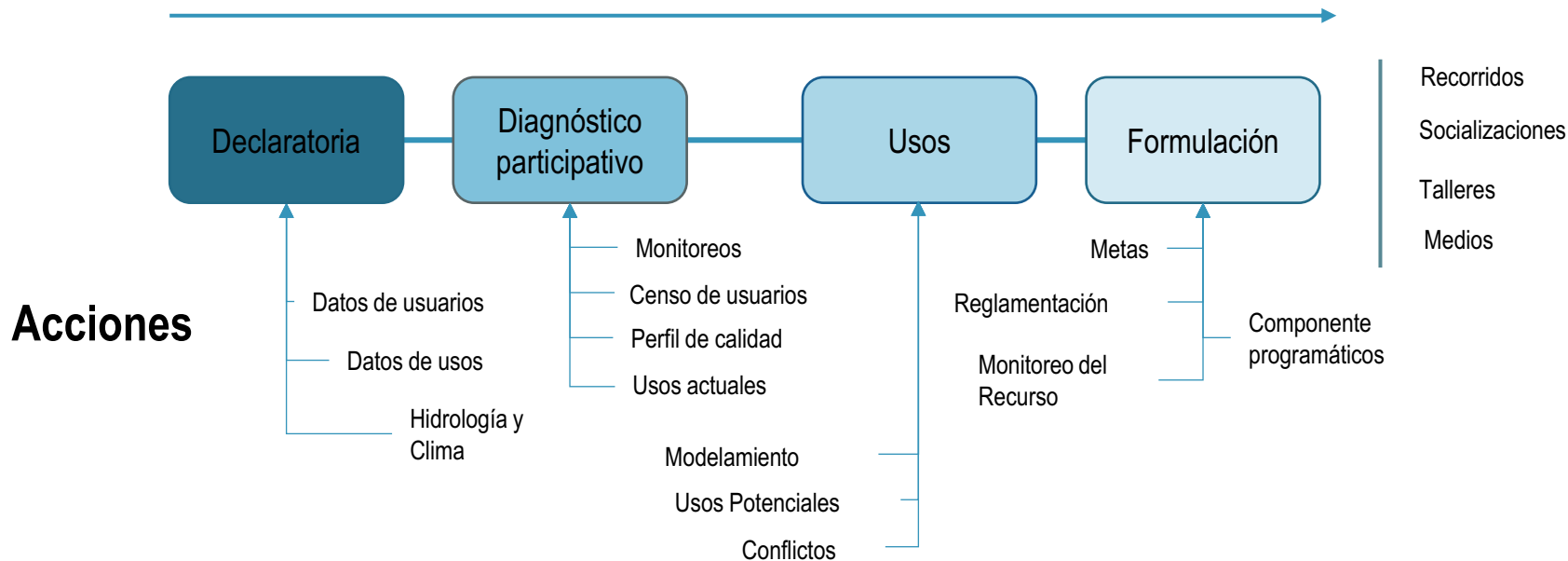
Lineamientos

PNGRH

Ficha Técnica

Guía PORH

Directrices comunicativas



El ordenamiento del recurso hídrico es un instrumento de planificación que incide en la administración del recurso hídrico superficial continental y le permite a la Autoridad Ambiental competente fijar la destinación y uso de los cuerpos de agua continentales superficiales, establecer las normas, las condiciones y el programa de seguimiento para alcanzar y mantener los usos potenciales del agua, además de conservar los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies, en un horizonte mínimo de diez años.

FASE DE DECLARATORIA (ALISTAMIENTO INSTITUCIONAL)

La Autoridad Ambiental competente o comisión conjunta según el caso, mediante resolución debe declarar en ordenamiento el cuerpo de agua.

Recopilación y análisis de información secundaria consolidada por parte de la autoridad ambiental en competencia - Corpoboyacá

Resolución No. 00421 del 24 de marzo de 2022

Por medio de la cual se declara en ordenamiento el recurso hídrico del Lago de Tota y ríos Tobal, Olarte, Hato Laguna y las Quebradas La Mugre y Los pozos (El Pozo), en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá - Corpoboyacá

Codificación de la Cuenca del Lago de Tota 3516

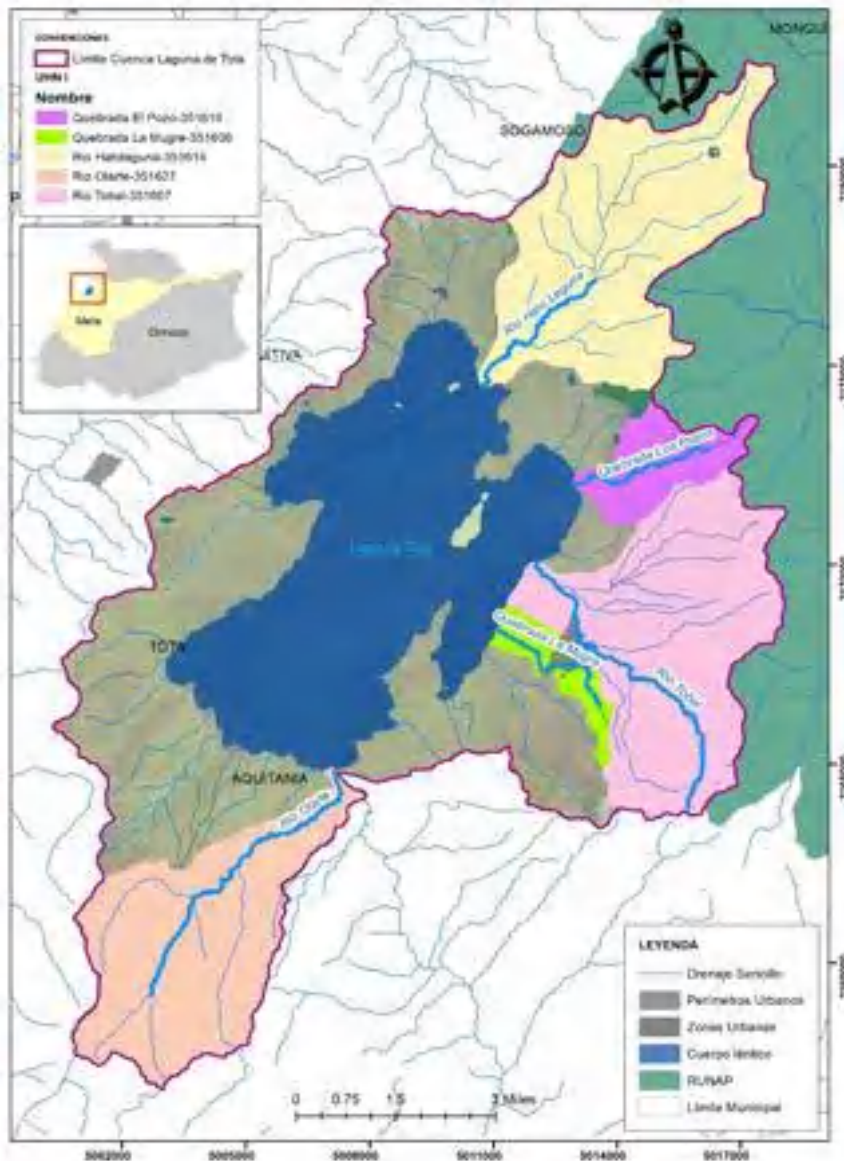
Municipio	Área total del municipio (Ha)	Área del municipio en la cuenca (ha)	Porcentaje que ocupa cada municipio en la cuenca (%)
Aquitania	94.214,66	13.944,44	61,77
Tota	19.604,60	4707,17	20,85
Sogamoso	20.892,63	1857,95	8,23
Cuitiva	4413,31	2061,65	9,13



ÁREA DE ESTUDIO – MUNICIPIOS - VEREDAS

MUNICIPIO	VEREDA	ÁREA TOTAL VEREDA (ha)	ÁREA VEREDA EN LA CUENCA LAGO DE TOTA (ha)
AQUITANIA	PÉREZ	1340,210	1024,928
	QUEBRADAS	20,093	20,093
	VARGAS	181,878	181,878
	HATO VIEJO	2228,942	1995,890
	EL CAJÓN	758,637	735,779
	SUSACA	1055,548	829,652
	TOBAL	536,430	507,105
	HIRVA	11713,975	0,000
	SORIANO	6404,423	1,063
	TOQUILLA	16648,652	24,560
	HATO LAGUNA	5020,260	4321,363
	SUSE	12446,284	3016,613
	DAITO	2885,196	1105,800
CUÍTIVA	BOQUERÓN	232,184	83,447
	ARBOLOCOS	139,700	53,376
	BUITREROS	678,687	639,377
	CORDONCILLOS	252,841	0,997
	AMARILLOS	362,303	319,020
SOGAMOSO	LAS CINTAS	1827,375	1728,190
	LAS CAÑAS	4100,005	10,337
	MORTIÑAL	2347,931	112,416
	PILAR Y CEIBITA	1428,360	0,244
	SEGUNDA CHORRERA	1570,764	5,937
	PRIMERA CHORRERA	1420,401	3,974
TOTA	GUAQUIRA	1119,143	668,070
	TOTA	1102,904	501,235
	LA PUERTA	1505,533	1489,034
	TOBAL	1207,323	82,455
	TOQUECHA	1603,611	158,532
	RANCHERIA	1067,066	0,268

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

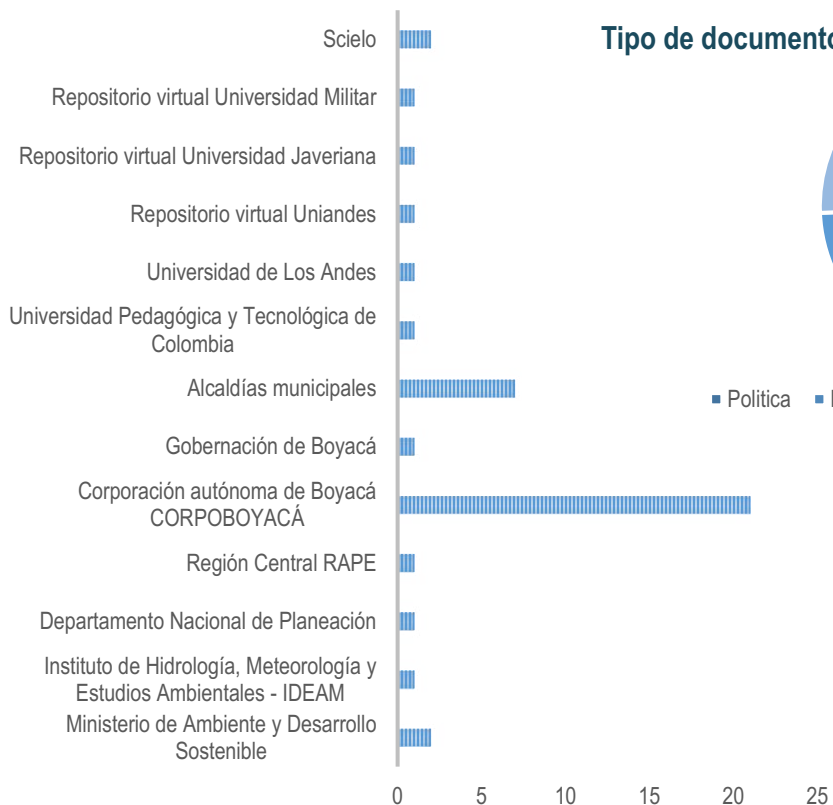


Unidad hidrográfica	Área (Ha)	Porcentaje dentro de la cuenca (%)
Río Hato Laguna	3.104,88	13,81
Quebrada Los Pozos	660,09	2,93
Río Tobaí	3.153,49	14,02
Quebrada La Mugre	344,05	1,53
Río Olarte	2.580,60	11,47

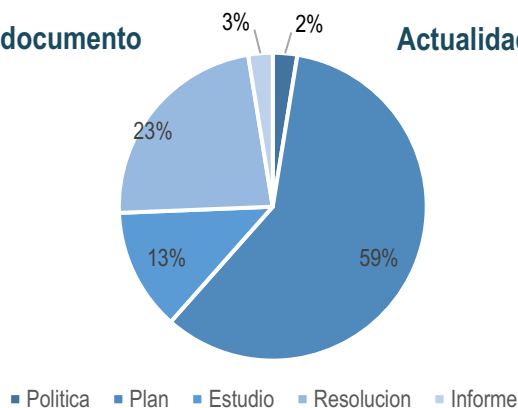
Las zonas hidrográficas de nivel uno (I) corresponden a los cuerpos de agua objeto de ordenación los cuales serán estudiados desde su origen hasta su desembocadura. Las áreas de trabajo comprenden 4 municipios de Boyacá, a saber, Aquitania, Tota, Cuítiva y Sogamoso.

ALISTAMIENTO INSTITUCIONAL

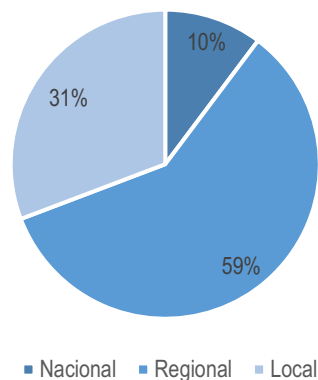
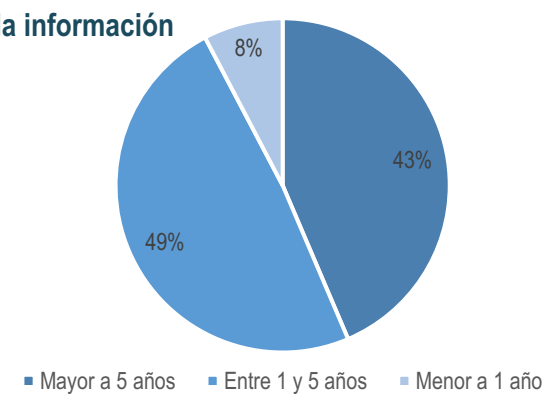
- Recopilación y análisis de información secundaria consolidada por parte de la autoridad ambiental en competencia - Corpoboyacá



Tipo de documento

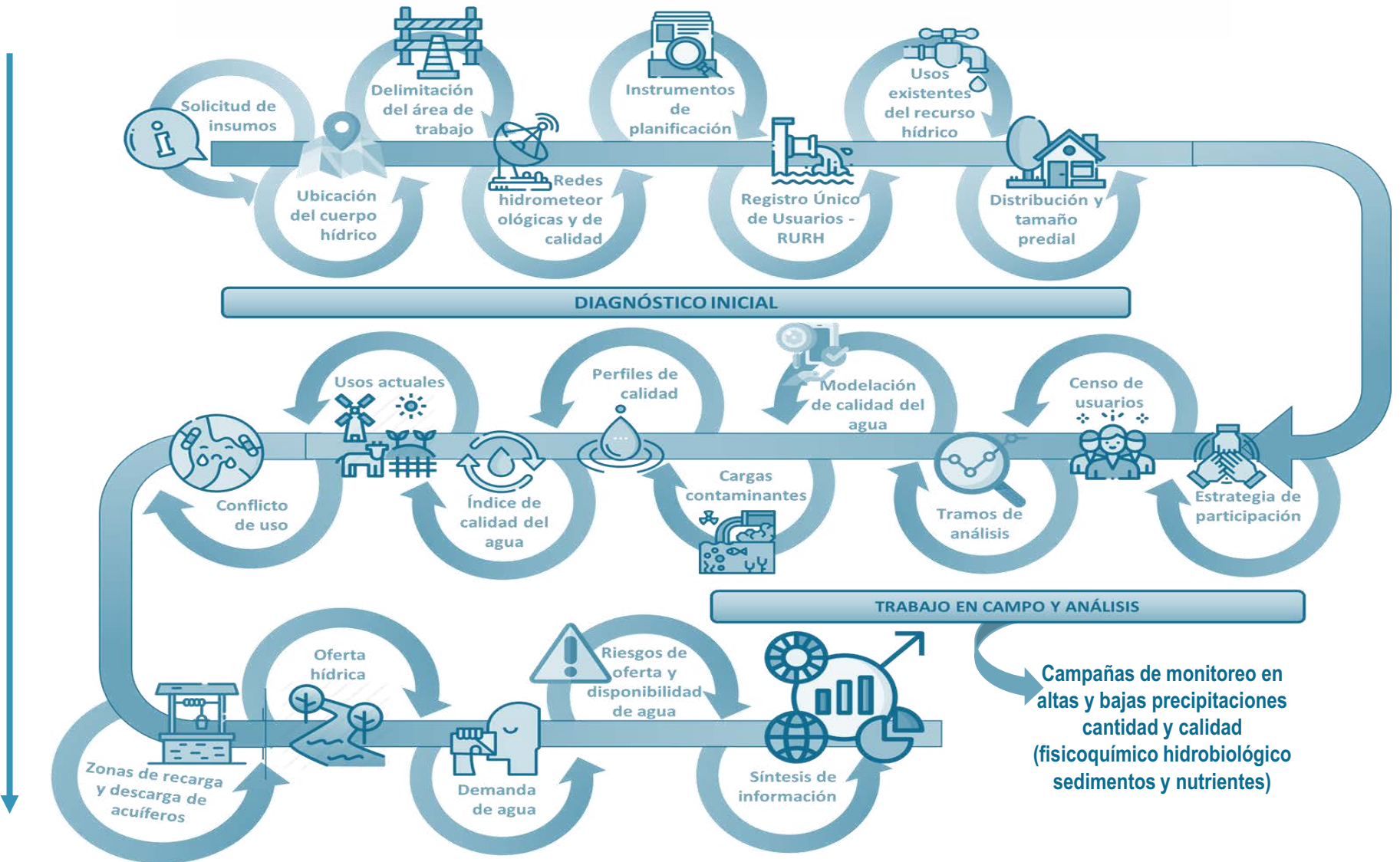


Actualidad de la información

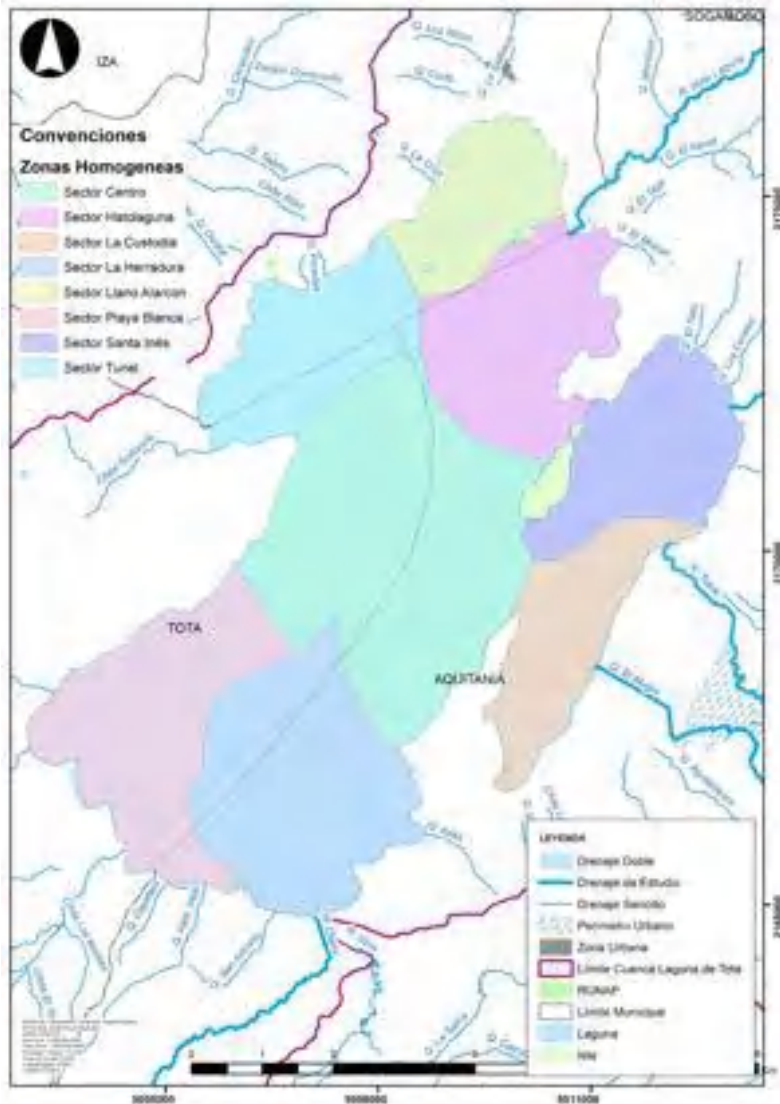


Escala de cobertura territorial de las fuentes de información

FASE DE DIAGNÓSTICO



DEFINICIÓN DE LOS TRAMOS Y SECTORES DE ANÁLISIS



Zonas homogéneas del Lago de tota

Zona	Área (ha)	Porcentaje (%)
Sector centro	1380,16	25,18
Sector La Herradura	861,33	15,72
Sector Playa blanca	764,91	13,96
Sector Llano de Alarcón	376,81	6,88
Sector Túnel	507,67	9,26
Sector Santa Inés	520,66	9,50
Sector La custodia	439,60	8,02
Sector Hatolaguna	629,42	11,48
TOTAL	5480,56	100

TRAMOS Y SECTORES DE ANÁLISIS

Unidad Hidrográfica	Número de Tramos
Río Hatolaguna	6
Quebrada Los Pozos	4

Río Hatolaguna



Quebrada Los Pozos



TRAMOS Y SECTORES DE ANÁLISIS

Río Tobal



Quebrada La Mugre



Río Olarte



Unidad Hidrográfica	Número de Tramos
Río Tobal	11
Quebrada La Mugre	5
Río Olarte	6

CENSO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO



PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO
EL AGUA FUENTE DE VIDA



Corpoboyacá informa que un equipo de técnicos uniformados y carnetizados, estará recorriendo las casas y fincas de las veredas aledañas al Lago de Tota, en el marco del censo de usuarios.

¿QUÉ ES EL CENSO DE USUARIOS?

El censo de usuarios es una actividad de conteo que como insumo fundamental del PORH permite conocer el número de usuarios que hacen uso del recurso hídrico, con el objeto de realizar la distribución del agua para todas las personas que la utilizan, de acuerdo a los respectivos usos existentes, en función de la sostenibilidad de dicho recurso.

¿CUÁL INFORMACIÓN SE SOLICITA EN LAS VISITAS DEL CENSO?

- Nombre del usuario del recurso hídrico
- Ubicación de la captación.
- Ubicación del lugar donde usa el recurso hídrico, sea casa o cultivo.
- Número de identificación de la persona que usa el recurso.
- Tipo de captación del recurso.
- Tipo de uso del recurso.
- Caudal utilizado o concesionado en caso de que exista.
- Información de la cantidad de personas que se abastecen de esa captación.
- Información Catastral: Cédula Catastral.
- Documento de identidad de la persona que hace la captación.
- Información acerca de las problemáticas que puedan presentarse en el marco del uso del RH.

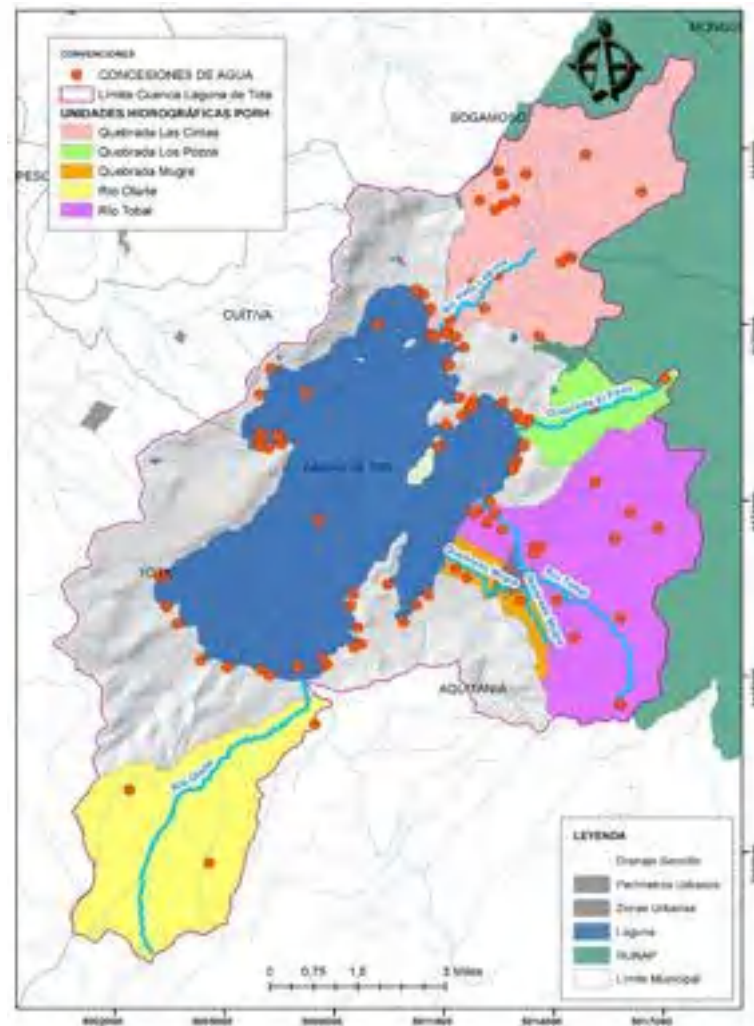
Información adicional:
☎ 313 347 2253 - www.corpoboyaca.gov.co

CENSO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO

Expedientes existentes en la cuenca

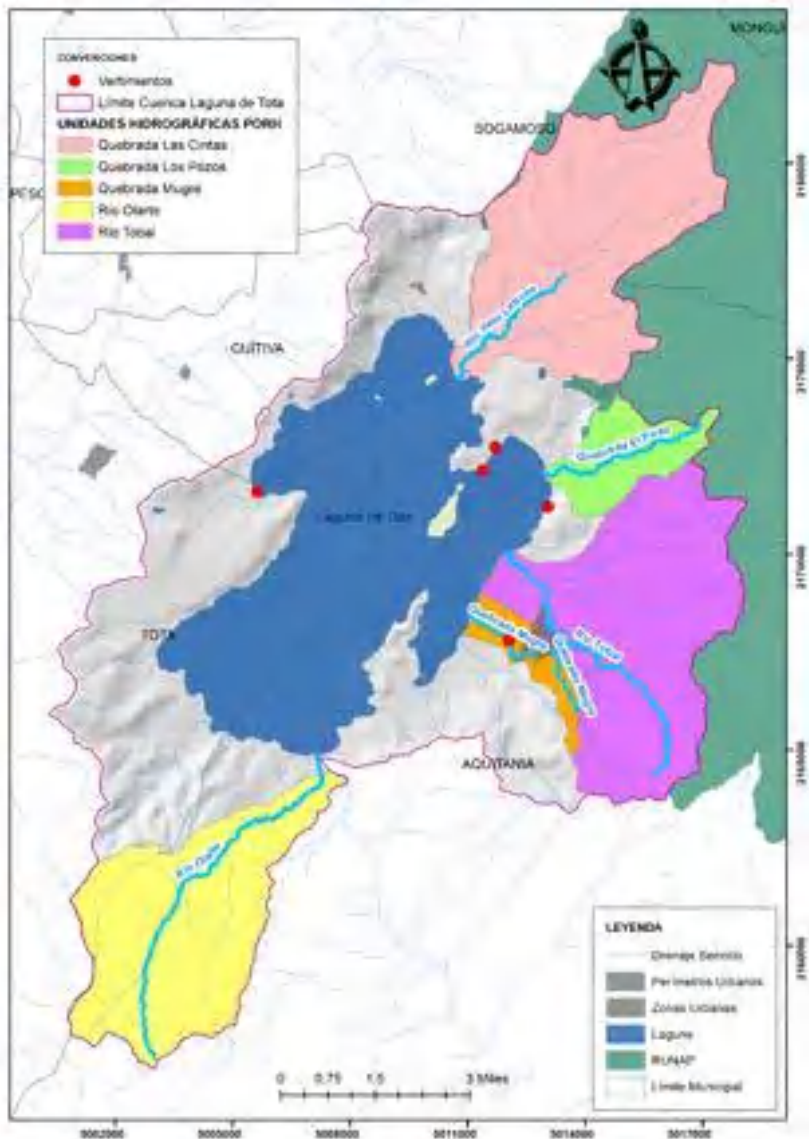
Dentro de la cuenca del Lago de Tota existen 185 **concesiones de agua**, de las cuales 151 concesiones se encuentran dentro del área de estudio.

Microcuenca	No. concesiones
Río Tobal	18
Río Olarte	3
Río Hatolaguna	29
Quebrada El Pozo	4
Quebrada La Mugre	3
Lago Tota y zona buffer	94



	USO DOMÉSTICO	USO PECUARIO	USO AGRÍCOLA	USO ACUÍCOLA	USO INDUSTRIAL
CAUDAL	542,85 l/s	52,494 l/s	351,54 l/s	2,32 l/s	45,88 l/s

CENSO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO



Expedientes existentes en la cuenca

En la cuenca del Lago Tota existen 12 **permisos de vertimientos**, de los cuales 6 permisos se encuentran dentro del área de estudio.

Microcuenca	No. permisos
Quebrada La Mugre	2
Lago Tota y zona buffer	4

	VERTIMIENTO DOMÉSTICO	VERTIMIENTO INDUSTRIAL	SIN INFORMACIÓN
No. permisos	2	3	1

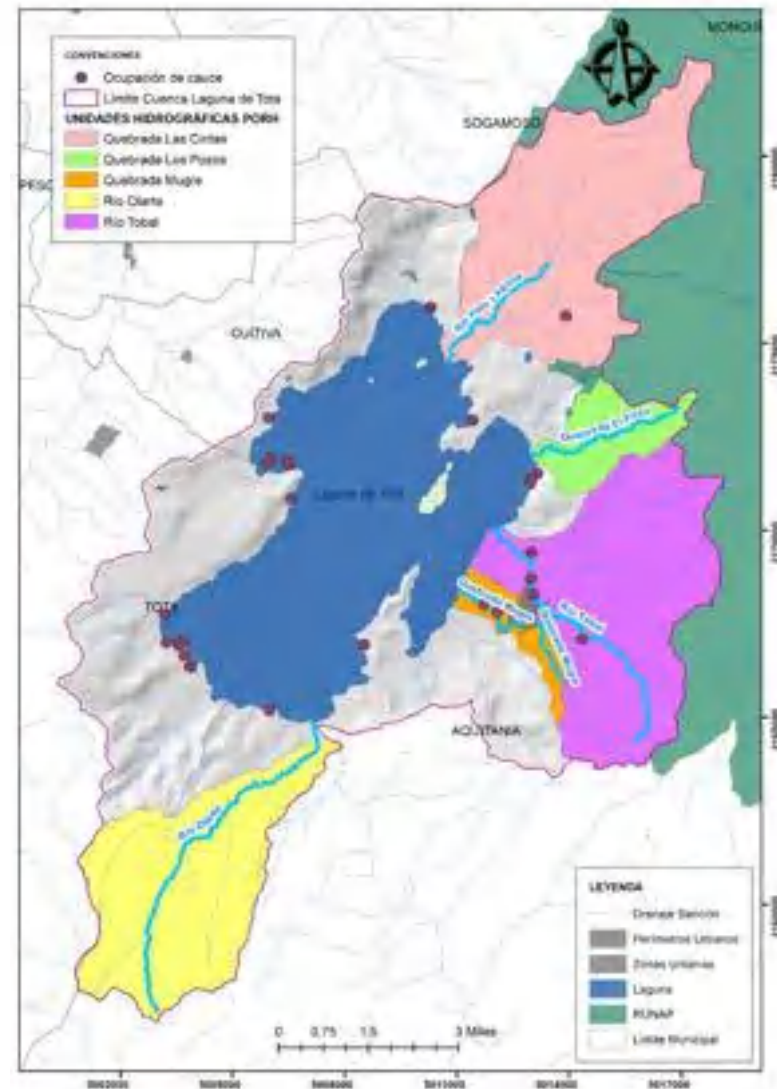
CENSO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO

Expedientes existentes en la cuenca

Se identificaron 47 **ocupaciones de cauce** dentro de la cuenca del Lago Tota, de las cuales 34 ocupaciones se encuentran dentro del área de estudio.

Microcuenca	No. ocupaciones
Río Tobal	4
Río Hatolaguna	1
Quebrada La Mugre	2
Lago Tota y zona buffer	27

Se identificaron 5 procesos sancionatorios, 4 de ellos debido a la ocupación ilegal de cauces y uno por la intervención de la ronda hídrica de protección de una fuente hídrica



CENSO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO

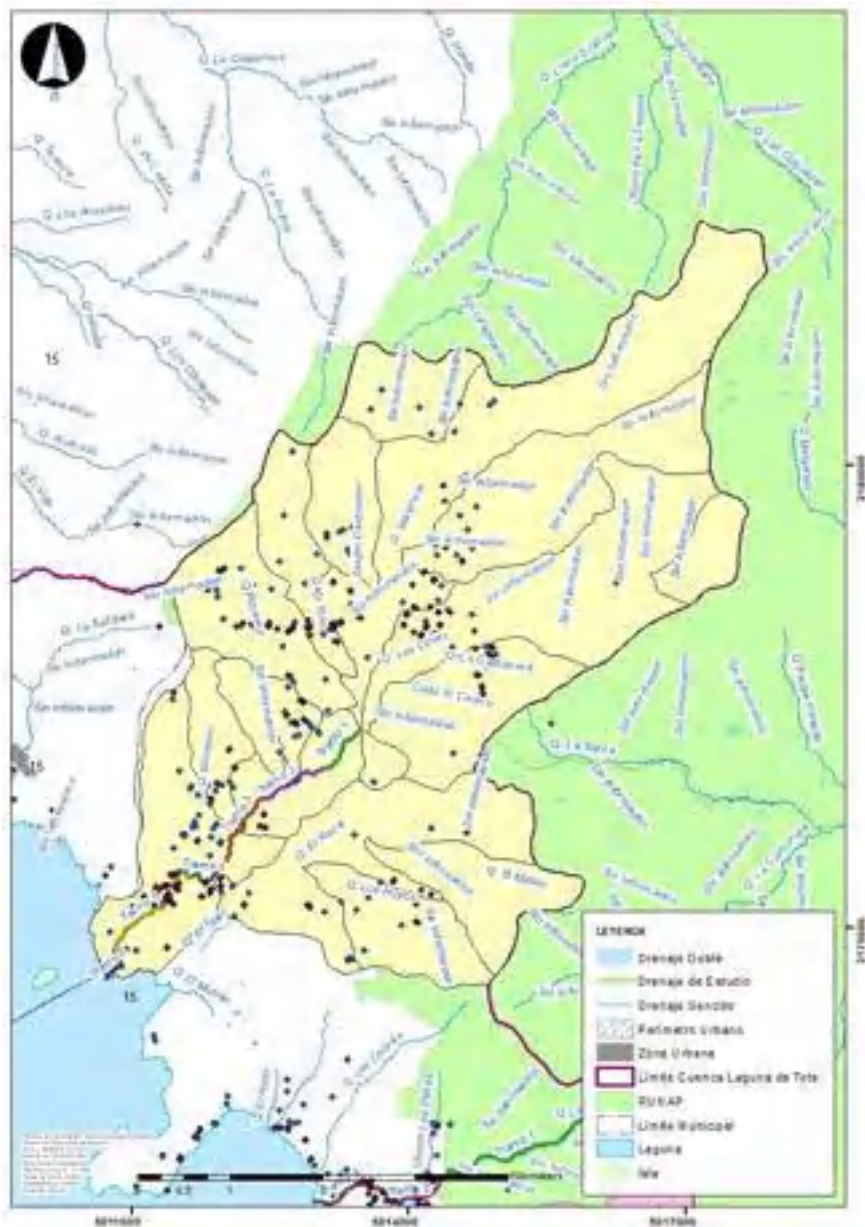
Actividad de campo

- FASE 1: Del 19 de septiembre al 29 de octubre de 2022
- FASE 2: Del 16 de enero de 2023 al 3 de febrero de 2023



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ		SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD		SECTOR/PROYECTOS AMBIENTALES	
CORPoboyacá		REGISTRO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO		FORMATO DE REGISTRO	
		FOP-01		Página 1 de 4	
		Versión 3		2-4-2020	
Registro Número (Código asociado a la comuna y al usuario)		Fecha diligenciamiento (dd/mm/aaaa)			
I IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO Y EL PREDIO					
DATOS DEL USUARIO			DATOS DEL PREDIO		
Tipo de persona - Usuario	Natural	Jurídica	Nombre Predio		
Nombre o Razón Social			Área Total (Ha)	Área Afectada (Ha)	
Tipo documento identificación	CC	CE	NET	Departamento	
Nº documento identificación			Vereda	Municipio	
Perteneciente a una asociación que presta el servicio y/o servicio de riesgo	Si	No			
Cual?					
Actividad Económica (P. Jact)	Actividad ejercida en el predio				
Representante Legal			Cédula (Categoría)	Municipio (Municipalidad)	
Tipo documento identificación	CC	CE	NET	Departamento	
Nº documento identificación			Derecho sobre el inmueble	[Procedido, propietario, tercero]	
Dirección correspondiente	Barrio		Coordenadas Geográficas del Predio		
Ciudad o Municipio	Vereda		Longitud (X)	Latitud (Y)	Altura (metros)
Teléfono(s)					
Código telefónico					
Código telefónico alterno					
II IDENTIFICACIÓN DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN					
del COMARCADO de BOYACÁ					
Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica		Instituto Meteorológico o Nivel Subterráneo (IGTA) de Boyacá		
Código Área Hidrográfica	Cód. Zona Hidrográfica		Inst. Hidrográfico Meteorológico o Nivel Subterráneo IGTA de Boyacá		
Departamento					
Municipio donde realiza la captación	Coordenadas geográficas del punto de captación				
Vereda donde realiza la captación	Barrio		Longitud (X)	Latitud (Y)	Altura (metros)
	Procedimiento del sitio				

UHNI RÍO HATOLAGUA



USUARIOS	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
193	14
CAPTACIONES	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
40	13
USOS DEL RECURSO	
<i>Usos</i>	<i>Porcentaje de representatividad</i>
Consumo humano y doméstico (159)	51,4%
Agrícola (89)	28,8%
Pecuario (61)	19,7%
ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	
175	

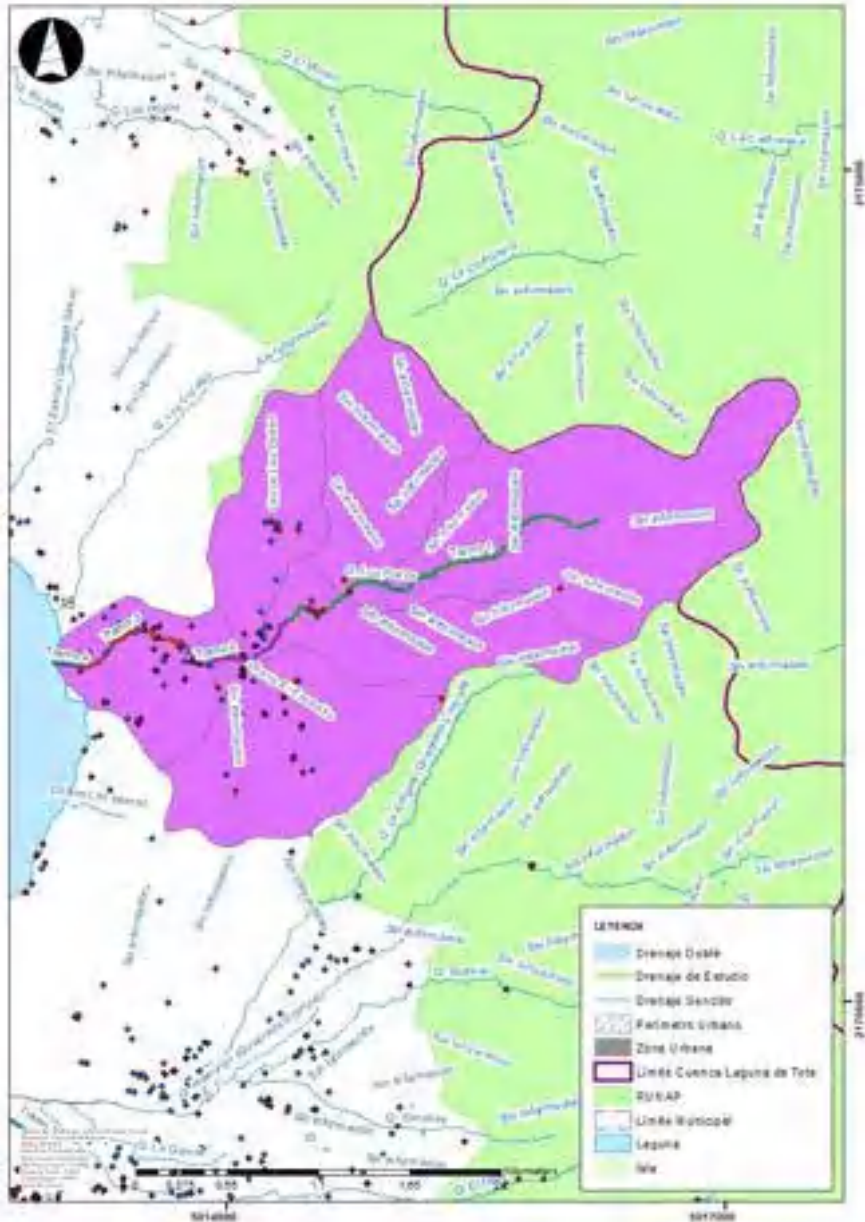
Usuarios que
tienen sistema
de medición

Si
21

No
126

CENSO DE USUARIOS - USOS ACTUALES

UHNI QUEBRADA LOS POZOS

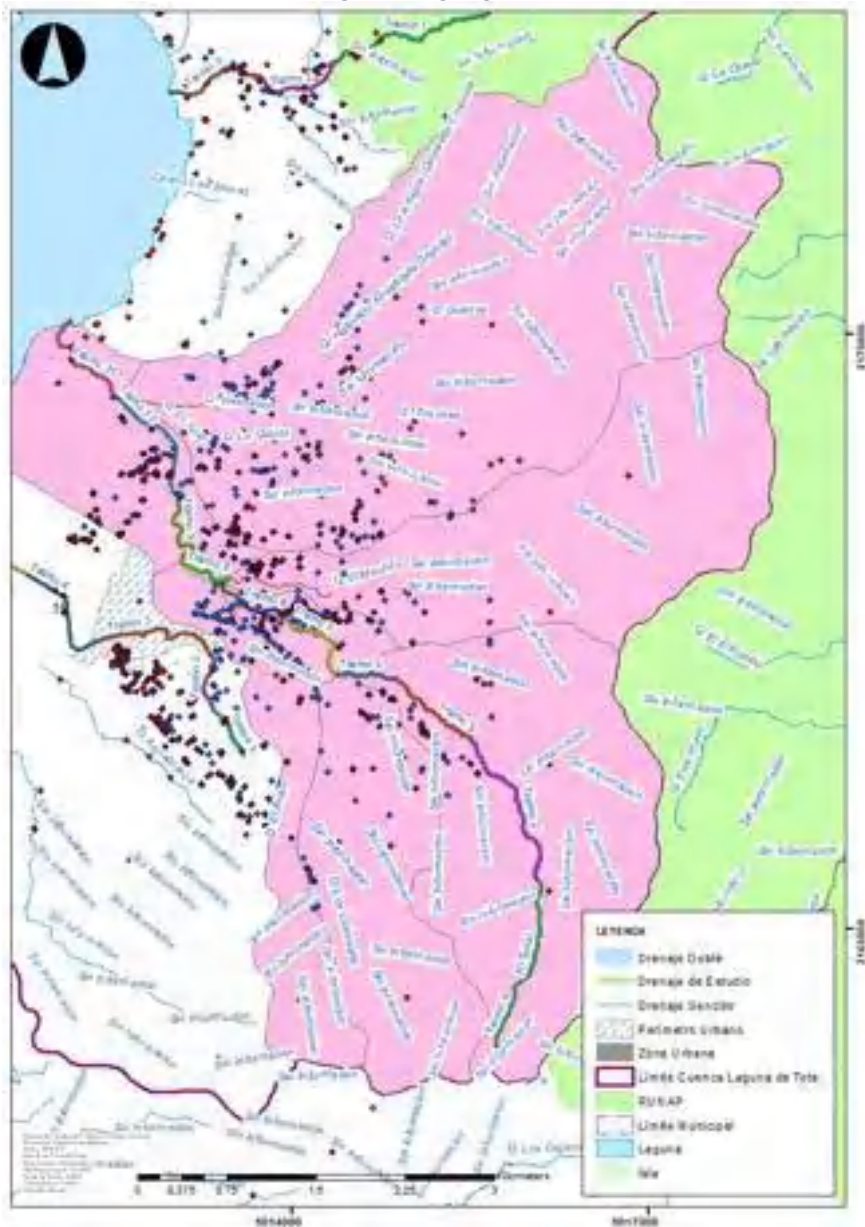


USUARIOS	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
53	5
CAPTACIONES	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
19	4
USOS DEL RECURSO	
<i>Usos</i>	<i>Porcentaje de representatividad</i>
Consumo humano y doméstico (52)	50,5%
Agrícola (44)	42,7%
Pecuario (7)	6,8%
ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	
12	

Usuarios que tienen sistema de medición



UHNI RÍO TOBAL

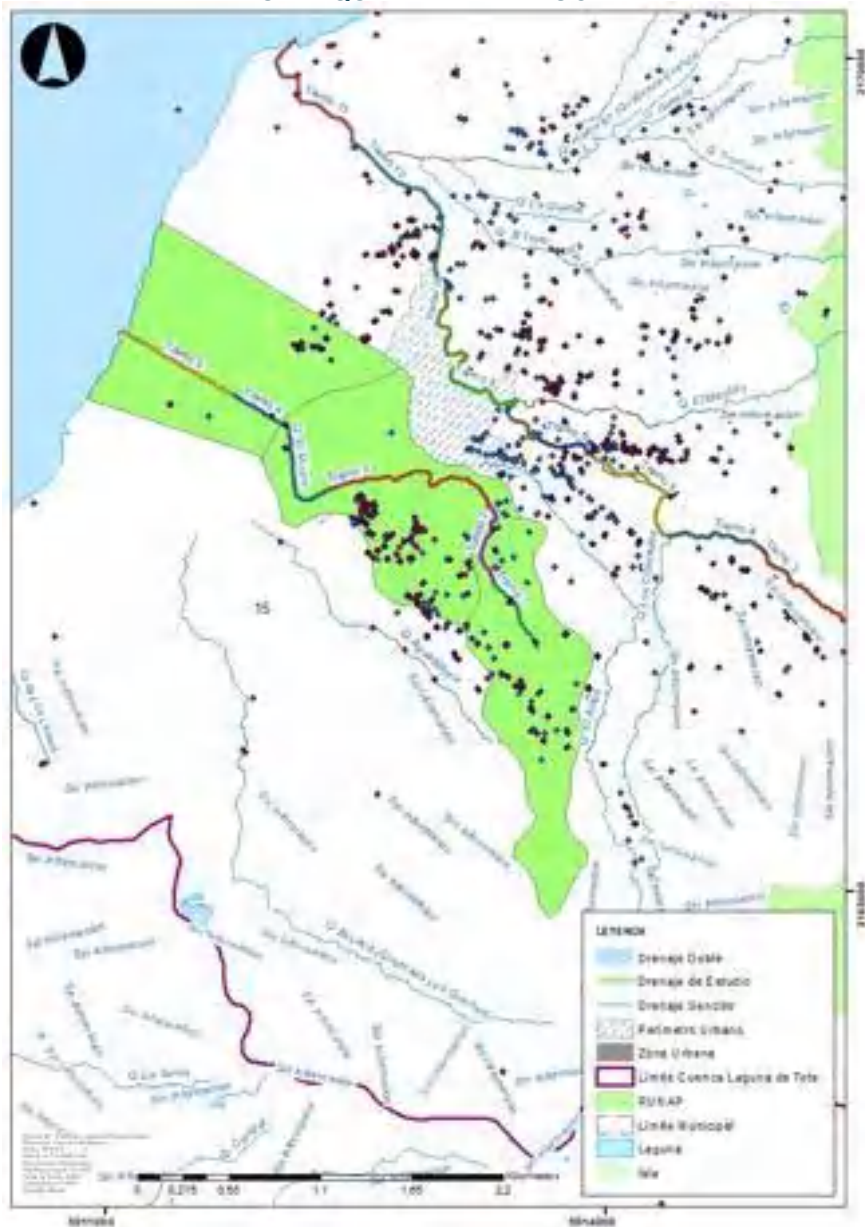


USUARIOS	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
439	15
CAPTACIONES	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
15	17
USOS DEL RECURSO	
<i>Usos</i>	<i>Porcentaje de representatividad</i>
Consumo humano y doméstico (370)	51,6%
Agrícola (307)	42,8%
Pecuario (40)	5,6%
ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	
28	

Usuarios que tienen sistema de medición



UHNI QUEBRADA LA MUGRE



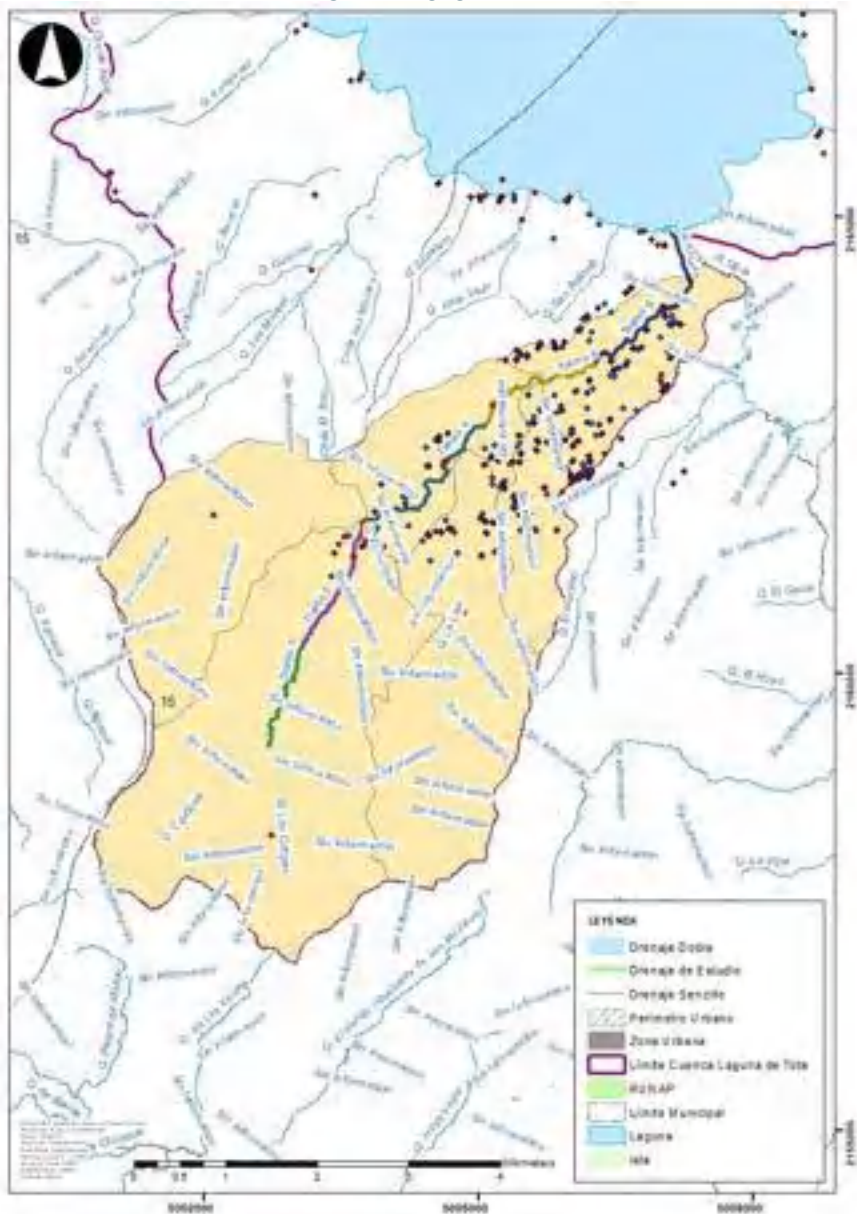
USUARIOS	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
137	5
CAPTACIONES	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
10	7
USOS DEL RECURSO	
<i>Usos</i>	<i>Porcentaje de representatividad</i>
Consumo humano y doméstico (158)	56,6%
Agrícola (67)	24%
Pecuario (54)	19,3%
ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	
7	

Usuarios que
tienen sistema
de medición



CENSO DE USUARIOS - USOS ACTUALES

UHNI RÍO OLARTE



USUARIOS	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
149	9
CAPTACIONES	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
18	6
USOS DEL RECURSO	
<i>Usos</i>	<i>Porcentaje de representatividad</i>
Consumo humano y doméstico (175)	47,2%
Agrícola (104)	28%
Pecuario (92)	24,8%
ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	
11	

Usuarios que
tienen sistema
de medición



UHNI RÍO OLARTE



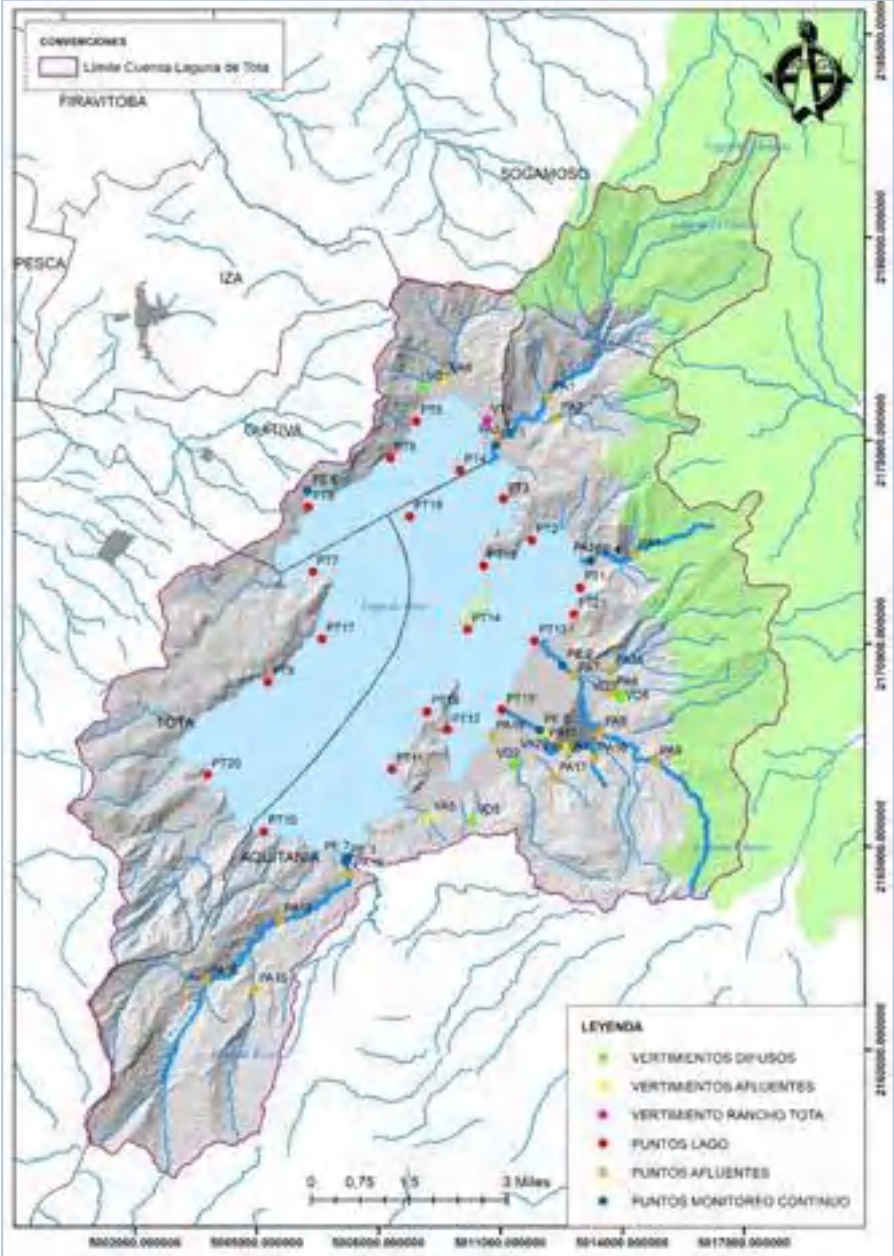
USUARIOS	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
270	27
CAPTACIONES	
<i>Persona natural</i>	<i>Persona jurídica</i>
46	24
USOS DEL RECURSO	
<i>Usos</i>	<i>Porcentaje de representatividad</i>
Consumo humano y doméstico (118)	31,7%
Agrícola (228)	61,3%
Pecuario (21)	5,6%
Pesca (5)	1,3%
ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	
77	

Usuarios que tienen sistema de medición

Si
9

No
34

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA



- 21 • Puntos en el lago
- 18 • Puntos en los afluentes
- 5 • Vertimientos difusos (cultivos de cebolla)
- 7 • Vertimientos en los afluentes y lago
- 7 • Puntos de monitoreo continuo

- **1ERA CAMPAÑA** 24 de Julio – 22 de agosto 2022. Altas precipitaciones.
- **2DA CAMPAÑA** 16 de enero – 14 de febrero 2023. Bajas precipitaciones.

- Resultados de medición de parámetros in situ
- Resultados ejecución ensayo de trazadores
- Resultados y análisis de resultados de laboratorio hidrobiológicos
- Resultados y análisis de resultados de laboratorio físico químicos
- Índices de calidad del agua
- Perfiles de calidad



Índice de la calidad del agua - ICA - 7 Variables

RANGO DE VALORES QUE PUEDE TOMAR EL INDICADOR	CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	SEÑAL DE ALERTA
0,00 - 0,25	Muy mala	Rosco
0,26 - 0,50	Mala	Naranja
0,51 - 0,70	Regular	Amarillo
0,71 - 0,80	Aceptable	Verde
0,91 - 1,00	Buena	Azul

Índices de contaminación.

ICOpH

ICOMI (CE,
Dureza Total y
Alcalinidad)

ICOSUS

ICOMO (DBO,
Coliformes Totales
y %OD)

VALOR ICO	CLASIFICACIÓN CONTAMINACIÓN	ESCALA DE COLOR
0,0 - 0,20	NINGUNA	
0,20 - 0,40	BAJA	
0,40 - 0,60	MEDIA	
0,60 - 0,80	ALTA	
0,80 - 1,00	MUY ALTA	

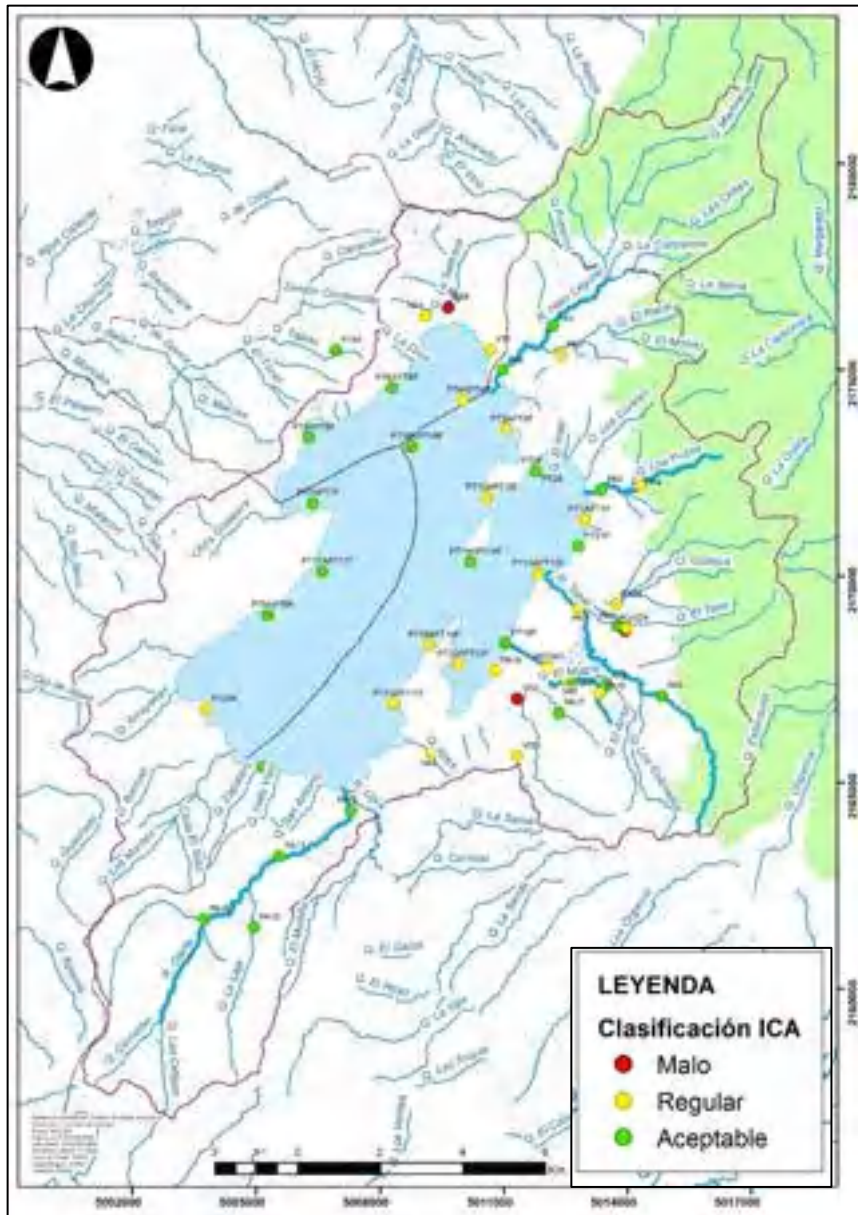
Fuente: Piedrahita, 2018.

Parámetros muestreados

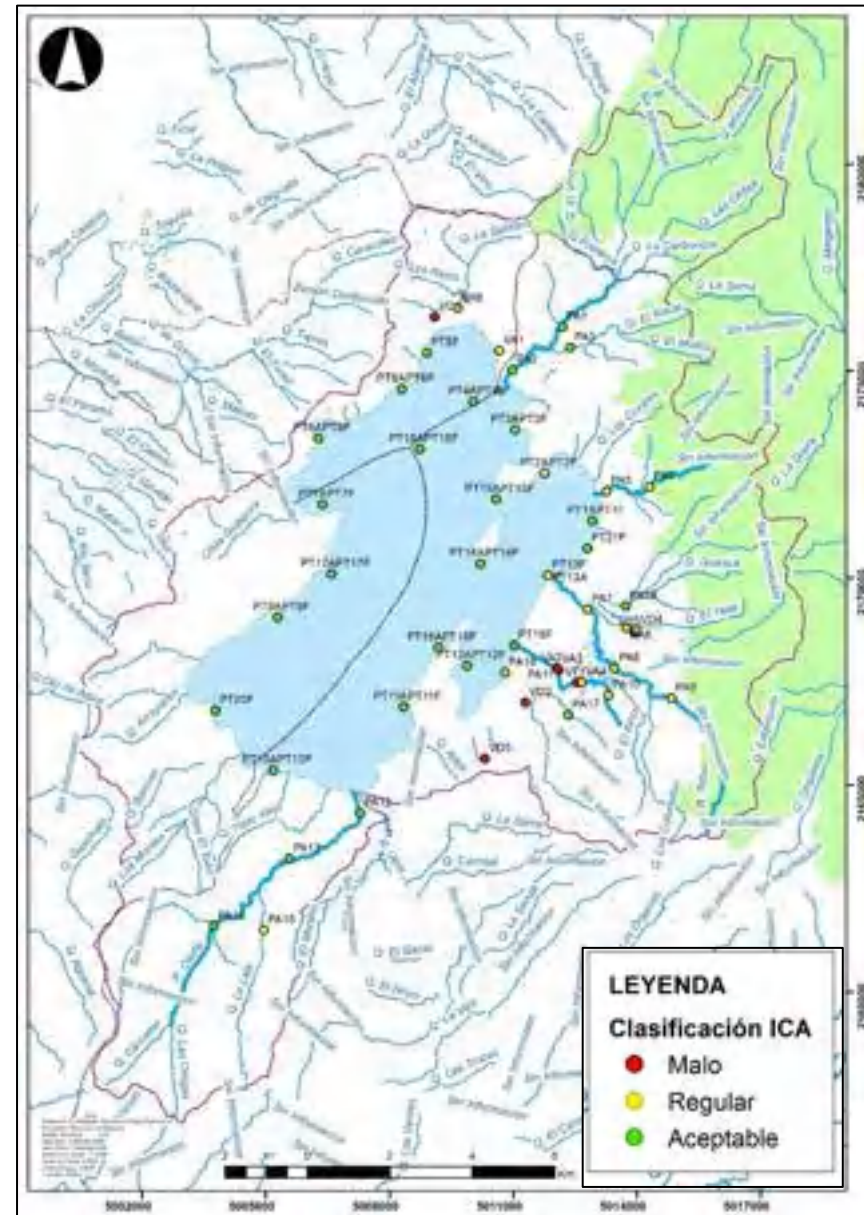
NO.	PARÁMETROS	UNIDADES	ANALIZAR EN:	
			Vertimientos	Cuerpos de agua superficial
In situ				
1	pH*	[Unidades de pH]	X	X
2	Conductividad eléctrica	[μS/cm]	X	X
3	Oxígeno disuelto	[mg/L O2]	X	X
4	Temperatura del agua	[°C]	X	X
5	Medición de caudal	L/s	X	X
Fisicoquímicos básicos				
6	Alcalinidad	[mg/L CaCO3]	X	X
7	Dureza Total	[mg/L CaCO3]		X
8	DBO5 Total	[mg/L O2]	X	X
9	DBO5 Filtrada	[mg/L O2]	X	X
10	DBO5 Soluble	[mg/L O2]	X	X
11	DQO Total	[mg/L O2]	X	X
12	Sólidos suspendidos totales	[mg/L]	X	X
13	Sólidos sedimentables	[mL/L]	X	
14	Turbiedad	[UNT]	X	X
15	Nitrógeno total	[mg/L N]	X	X
16	Nitrógeno amoniacal	[mg/L N-NH3]	X	X
17	Nitritos	[mg/L N-NO2]	X	X
18	Nitratos	[mg/L N-NO3]	X	X
19	Fósforo total	[mg/L P]	X	X
20	Fósforo Reactivo Disuelto	[mg/L P-PO4]	X	X
21	Grasas y aceites	[mg/L]	X	X
22	Tensoactivos aniónico método SAAM	[mg/L]	X	X
23	Fenoles	[mg/L]	X	X
24	Hidrocarburos totales del petróleo	[mg/L]	X	X

METALES Y METALOIDES				
25	Arsénico (As)	[mg/L]	X	X
26	Bario (Ba)	[mg/L]	X	X
27	Cadmio (Cd)	[mg/L]	X	X
28	Cinc (Zn)	[mg/L]	X	X
29	Cobre (Cu)	[mg/L]	X	X
30	Cromo Total (Cr)	[mg/L]	X	X
31	Hierro (Fe)	[mg/L]	X	X
32	Manganeso (Mn)	[mg/L]	X	X
33	Mercurio (Hg)	[mg/L]	X	X
34	Níquel (Ni)	[mg/L]	X	X
35	Plomo (Pb)	[mg/L]	X	X
36	Selenio (Se)	[mg/L]	X	X
37	Vanadio (Va)	[mg/L]	X	X
Iones				
38	Cianuros	[mg/L CN-]	X	X
39	Cloruros	[mg/L Cl-]	X	X
40	Sulfatos	[mg/L SO42-]	X	X
41	Calcio	[mg/L]		X
42	Magnesio	[mg/L]		X
43	Sodio	[mg/L]		X
Microbiológicos				
44	Coliformes termotolerantes	[NMP/100mL]	X	X
45	Coliformes totales	[NMP/100mL]	X	X
46	E. Coli	[NMP/100mL]	X	X
Hidrobiológicos				
47	Perifiton	[# individuos/unidad de área] o [biomasa]		X
48	Macroinvertebrados	[# individuos/unidad de área] o [total de individuos por taxón] o [biomasa]		X
49	Macrófitas	[# individuos/unidad de área] o [total de individuos por taxón] o [biomasa]		X
50	Peces	[# individuos por especie] o [biomasa]		X

Primera campaña de monitoreo – Altas precipitaciones



Segunda campaña de monitoreo – Bajas precipitaciones



MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA – RESULTADOS - ICA

Primera campaña de
monitoreo – Altas
precipitaciones

Índice de la calidad del agua
– ICA – 7 Variables

ID	Nombre	Cuerpo de agua	ICA	ICOPH	ICOMI	ICOSUS	ICOMO
28	PT5A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
29	PT5F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
30	PT7A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
31	PT7F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
32	PT3A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
33	PT3F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
34	PT3A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
35	PT3F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
36	PT15A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
37	PT15F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
38	PT11A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
39	PT11F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
40	PT12A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
41	PT12F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
42	PT13A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
43	PT13F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
44	PT14A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
45	PT14F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
46	PT15A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
47	PT15F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
48	PT16A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
49	PT16F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
50	PT17A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
51	PT17F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
52	PT18A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
53	PT18F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
54	PT19F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
55	PT20F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
56	PT21F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala

ID	Nombre	Cuerpo de agua	ICA	ICOPH	ICOMI	ICOSUS	ICOMO
1	PA1	Rio Habaguna	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
2	PA2	Rio Habaguna	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
3	PA3	Quebrada El Rascal	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
4	PA4	Quebrada Los Pozos	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
5	PA5	Quebrada Los Pozos	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
6	PA6	Quebrada El Injer	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
7	PA7	Rio Tobal	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
8	PA8	Rio Tobal	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
9	PA9	Rio Tobal	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
10	PA10	Quebrada La Magna	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
11	PA11	Quebrada La Magna	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
12	PA12	Rio Claro	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
13	PA13	Rio Claro	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
14	PA14	Quebrada Hato Viejo	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
15	PA15	Quebrada La Laja	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
16	PA16	Quebrada Los Colorados	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
17	PA17	Quebrada Aguablanca	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
18	PA18	Quebrada Aguablanca	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
19	PT1A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
20	PT1F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
21	PT2A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
22	PT2F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
23	PT3A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
24	PT3F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
25	PT4A	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
26	PT4F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala
27	PT5F	Lago de tota	Regular	Muy mala	Muy mala	Muy mala	Muy mala



MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA – RESULTADOS - ICA

Segunda campaña de
monitoreo – Bajas
precipitaciones

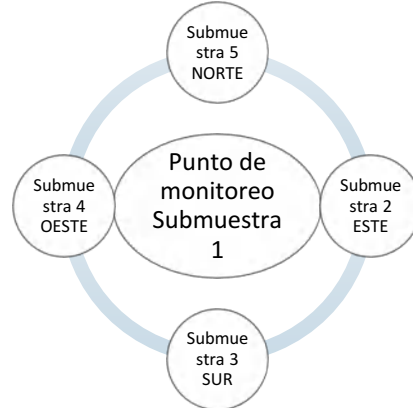
Índice de la calidad del agua
– ICA – 7 Variables

ID	Nombre	Cuerpo de agua	ICA	ICOPH	ICOMI	ICOSUS	ICOMO
1	FA1	Río Habigagua	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
2	FA2	Río Habigagua	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
3	FA3	Quebrada El Rascal	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
4	FA4	Quebrada Los Pozos	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
5	FA5	Quebrada Los Pozos	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Medio
6	FA6	Quebrada El Injier	Regular	Negativo	Bajo	Negativo	Medio
7	FA7	Río Tobal	Regular	Negativo	Alto	Negativo	Medio
8	FA8	Río Tobal	Regular	Negativo	Bajo	Negativo	Medio
9	FA9	Río Tobal	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
10	FA10	Quebrada La Mujer	Regular	Negativo	Alto	Negativo	Negativo
11	FA11	Quebrada La Mujer	Medio	Negativo	Alto	Negativo	Alto
12	PA12	Río Olané	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
13	PA13	Río Olané	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
14	PA14	Quebrada Hato Viejo	Regular	Negativo	Medio	Negativo	Bajo
15	PA15	Quebrada La Lapa	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
16	PA16	Quebrada Los Coronados	Regular	Negativo	Bajo	Negativo	Bajo
17	PA17	Quebrada Aguaitencia	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
18	PA18	Quebrada Aguaitencia	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
19	PT1A	Lago de tota	Regular	Negativo	Medio	Negativo	Bajo
20	PT1F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
21	PT2A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
22	PT2F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
23	PT3A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
24	PT3F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
25	PT4A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
26	PT4F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
27	PT5F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

ID	Nombre	Cuerpo de agua	ICA	ICOPH	ICOMI	ICOSUS	ICOMO
28	PT5A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Alto	Bajo
29	PT6F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
30	PT7A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
31	PT7F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
32	PT8A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Alto	Bajo
33	PT8F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
34	PT9A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
35	PT9F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Bajo	Negativo
36	PT10A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
37	PT10F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
38	PT11A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Bajo	Bajo
39	PT11F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
40	PT12A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
41	PT12F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
42	PT13A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
43	PT13F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
44	PT14A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
45	PT14F	Lago de tota	Regular	Negativo	Medio	Negativo	Negativo
46	PT15A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Medio
47	PT15F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
48	PT16A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
49	PT16F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
50	PT17A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Bajo
51	PT17F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
52	PT18A	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Bajo	Medio
53	PT18F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
54	PT19F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Medio
55	PT20F	Lago de tota	Regular	Alto	Negativo	Negativo	Bajo
56	PT21F	Lago de tota	Regular	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo



Análisis de sedimentos y agua de poros



Análisis físico y bacteriológico en el sedimento de fondo del Lago con el fin de conocer la composición de este

Trabajo de campo del 17 al 24 de octubre de 2023

21 puntos sobre el Lago



ID	PARÁMETRO	UNIDADES
PROPIEDADES FÍSICAS		
1	Densidad bulk	Kg/m ³
2	Densidad real	g/cm ³
3	Granosimetría	%
Características químicas en la fase sólida		
4	DBO Total	MgO/L
5	DQO Total	MgO/L
6	Nitrógeno Total	Mg/L
7	Fósforo Total	Mg/L
8	Carbonatos	%
Características químicas en el agua de poros		
9	Oxígeno disuelto	Mg/L
10	Nitratos	Mg/L
11	Fosfatos	Mg/L
12	pH	Unidades
13	Alcalinidad	Mg/L
14	Nitrógeno amoniacal	Mg/L
15	Sulfatos	Mg/L
16	Sulfuros	Mg/L
17	Cloruros	Mg/L
18	Sodio	Mg/L
19	DBO Total	MgO/L
20	DQO Total	MgO/L
Características Biológicas		
21	E. Coli	NMP/100mL
22	Coliformos Totales	NMP/100mL
23	Coliformos Fecales	NMP/100mL



Toma de muestra de sedimentos

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA - HIDROBIOLOGÍA

N°	Parámetros	Unidades	Cuerpos lóticos	Cuerpo lentic
1	Algas Perifíticas	[#individuos/unidaddeárea] o [biomasa]	X	X
2	Fitoplancton	[#individuos/unidaddeárea] o [biomasa]		X
3	Zooplancton	[#individuos/unidaddeárea] o [biomasa]		X
4	Macroinvertebrados bentónicos	[#individuos/unidaddeárea] o [total de individuos por taxón]o[biomasa]	X	X
5	Macrófitas	[#individuos/unidaddeárea] o [total de individuos por taxón]o[biomasa]	X	X
6	Peces	[#individuos por especie]	X	X

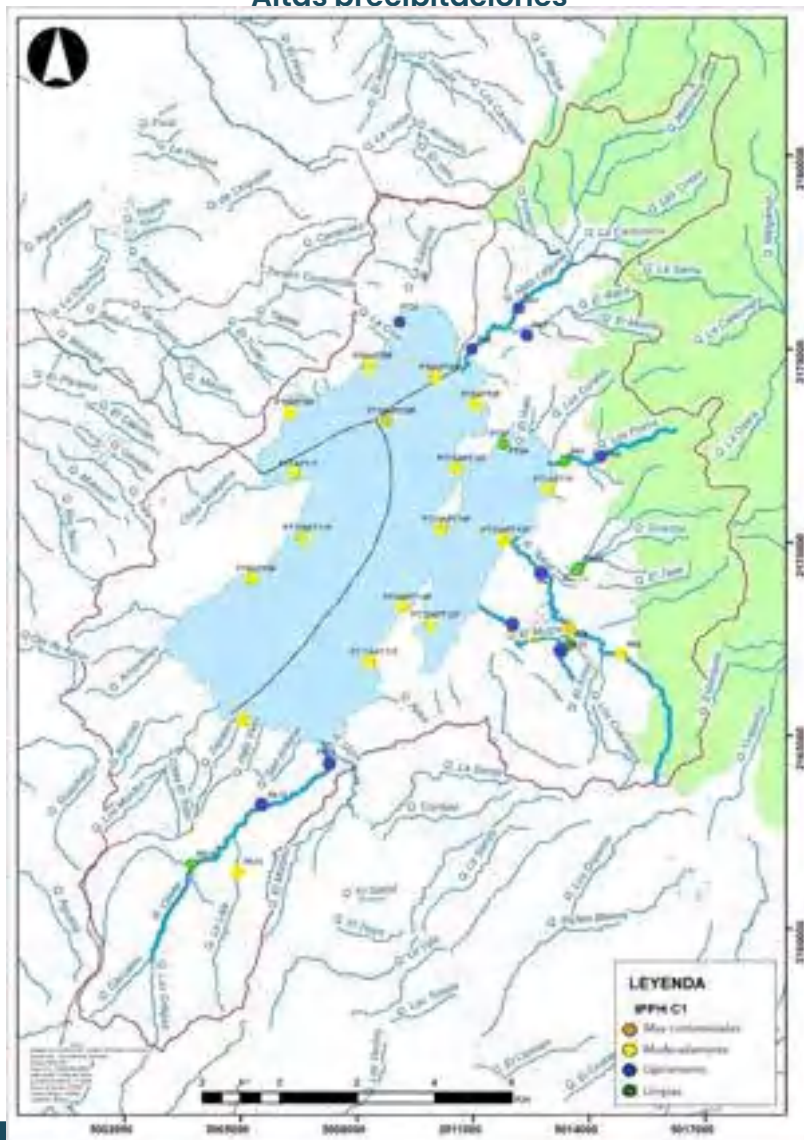


El **Índice Promedio Ponderado hidrobiológico** es la obtención de un único valor indicador que se basa en los valores de calidad hidrobiológica de cada comunidad evaluada.

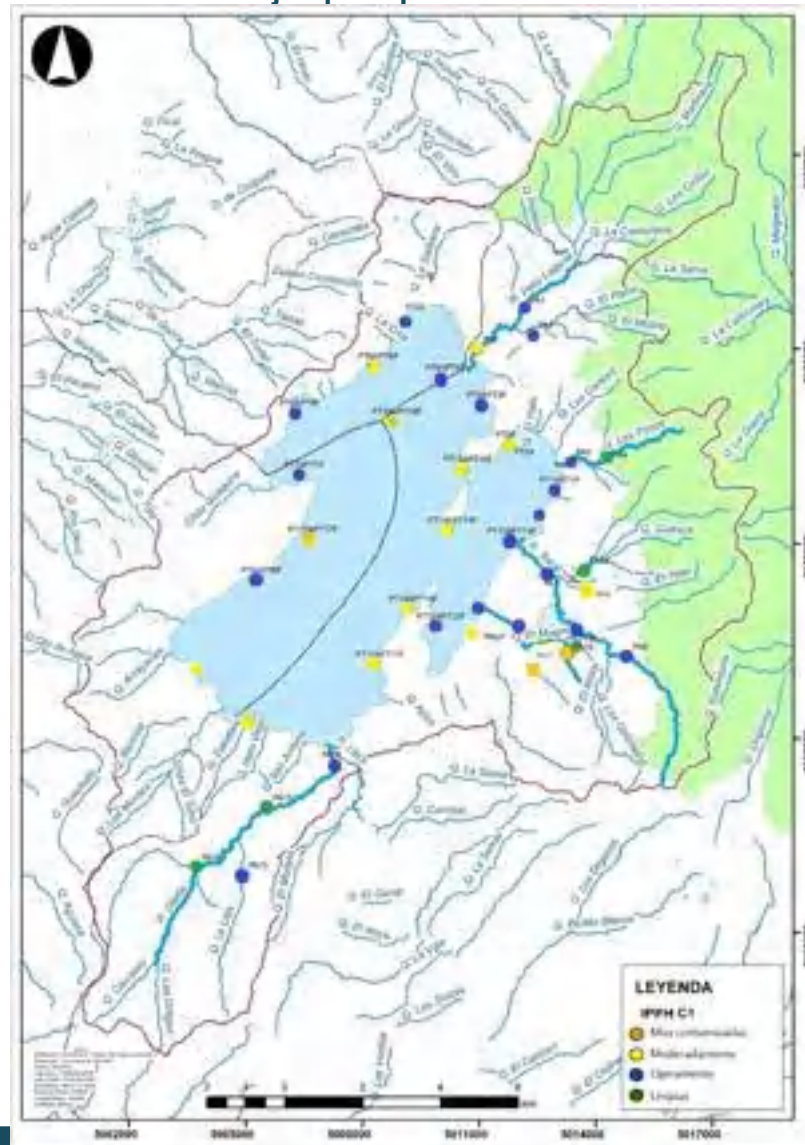
Valor	Interpretación	Color
>7,0-<=10,0	Aguas muy limpias	Verde
>5,0-<=7,0	Aguas ligeramente contaminadas	Azul
>3,0-<=5,0	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
>1,0-<=3,0	Aguas muy contaminadas	Naranja
<=1,0	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA – HIDROBIOLOGÍA- IPPH

Primera campaña de monitoreo
Altas precipitaciones



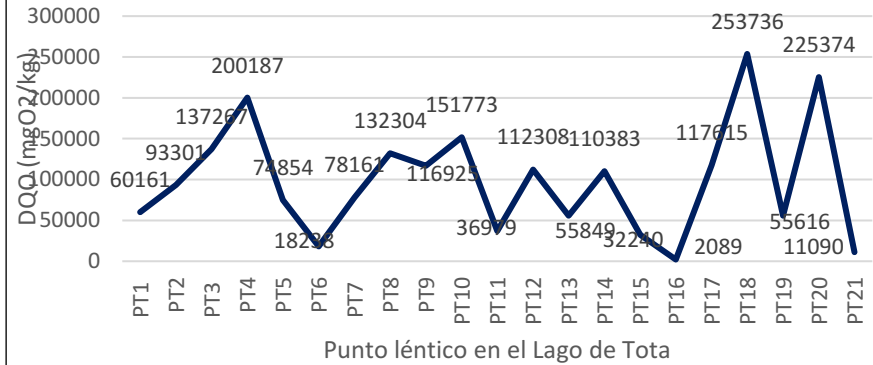
Segunda campaña de monitoreo
Bajas precipitaciones



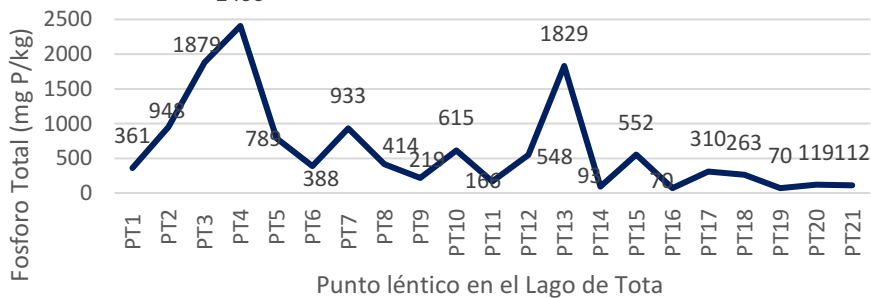
DBO sedimentos (mg O₂/kg)



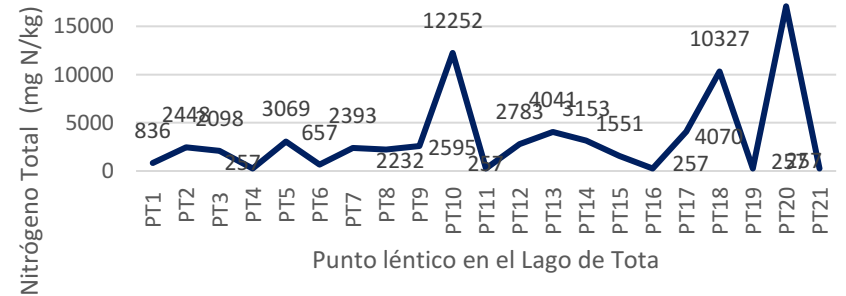
DQO sedimentos (mgO₂/kg)

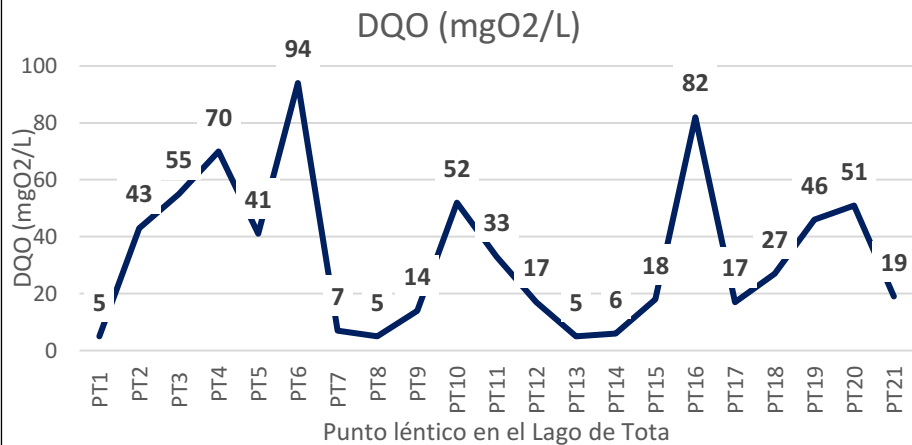
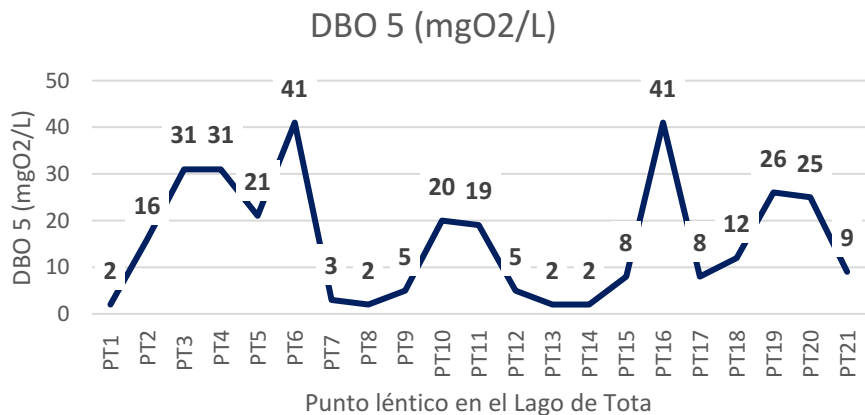
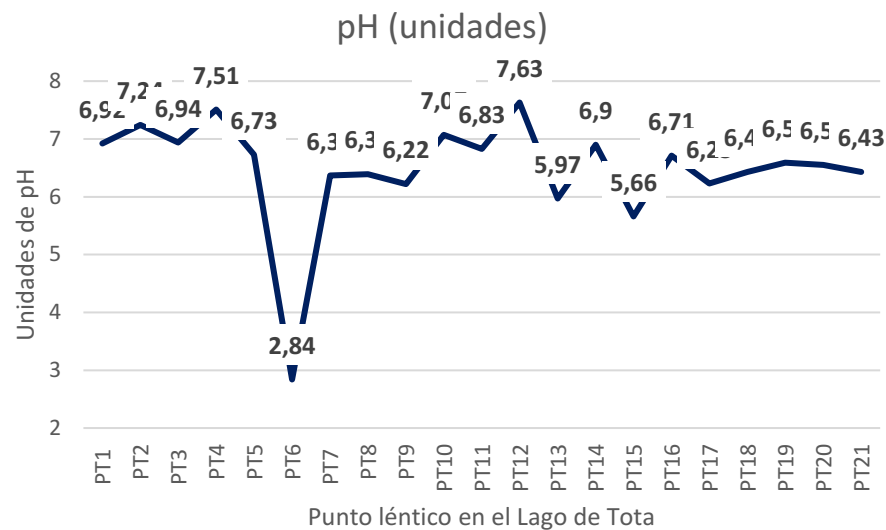
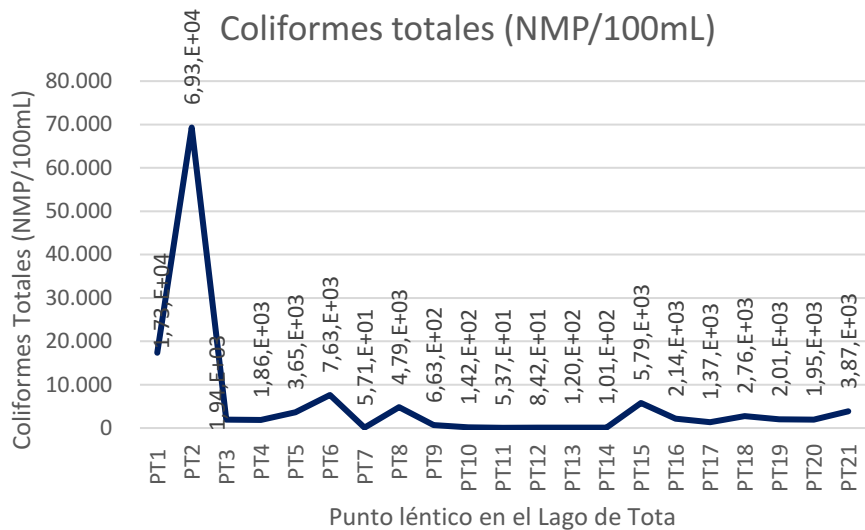


Fósforo Total (mg/kg) (BS)



Nitrógeno Total (mg/kg) (BS)





DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE BIOMASA DE EGERIA DENSA (ELODEA)

1. Establecer el área de ocupación de *Egeria densa* en el litoral del lago de Tota.
2. Identificar la distribución de la biomasa de *Egeria densa* en el lago de Tota.
3. Estimar la capacidad de remoción de nutrientes y materia orgánica de *Egeria densa* en condiciones de laboratorio.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Macrófitas (Biomasa- peso seco)
2	Nitrogeno total
3	Fosforo total
4	DQO

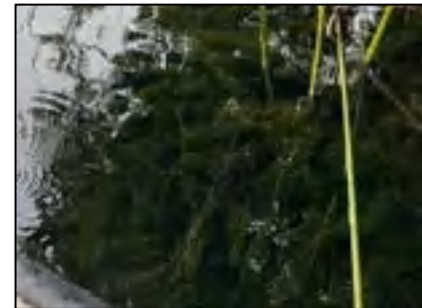


DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE BIOMASA DE EGERIA DENSA (ELODEA)

Según el análisis de distribución de la Elodea, y al compararlo con el estudio realizado en el año 2018, se evidenció un leve aumento en el área de colonización de la macrófita, que se presentó principalmente en el sector occidental de Playa Blanca. Sin embargo, sectores como Llano Alarcón, continúan registrando la mayor cobertura.

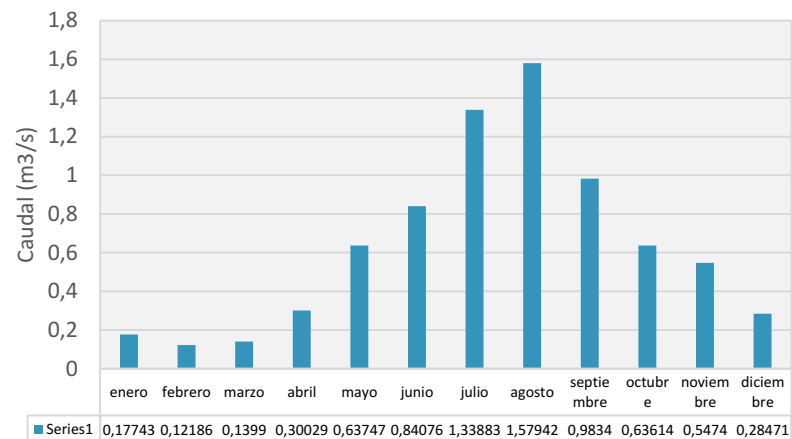
La biomasa de E. densa presentó pesos medios diferentes entre los sectores del lago, evidenciando una mayor biomasa en puntos cercanos a actividades antrópicas como Llano Alarcón, Hatolaguna y La Custodia.

El estudio de remoción de nutrientes y materia orgánica evidencia que a mayor cantidad de nutrientes la biomasa utilizada no logra asimilar los nutrientes, lo cual se corrobora con los ensayos a menores concentraciones de nutrientes. El Fósforo total y Nitrógeno total presentaron mayores porcentajes de remoción en el tratamiento 3 (T3), lo cual indica que la macrófita acuática tiene la capacidad de fitorremediación

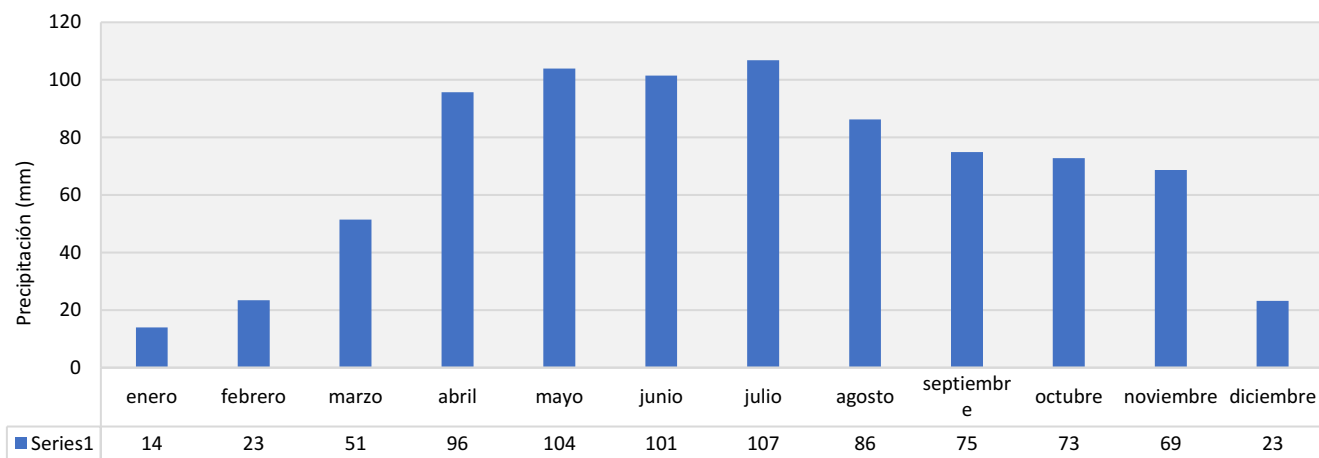


ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA

1. Tener una caracterización del régimen de caudales a escala diaria, en el marco de la Guía PORH y metodología de estimación del caudal ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; IDEAM, 2019).
2. Otorgar la información pertinente que permita entender las dinámicas del régimen de caudales. (Fortalecimiento del conocimiento)
3. Identificar la influencia de los fenómenos de variabilidad climática intra e inter anual al interior de las unidades de análisis.
4. Identificar zonas con potencialidades y debilidades en relación a la oferta hídrica.



El volumen de agua que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial. Es el agua que fluye por la superficie de suelo, que no se infiltra o se evapora y se concentra en los cauces de los ríos y/o en los cuerpos de agua lénticos (IDEAM, 2010).



ANÁLISIS DEL RECURSO HÍDRICO

Alcance

Estudio

Producto

Estimación de la oferta hídrica disponible e indicadores de estado

Estudio climático con objeto de modelación hidrológica de simulación continua

Estudio hidrográfico

Estudio de la oferta hídrica total

Caudal ambiental considerando el funcionamiento ecológico

Estudios de la demanda e indicadores de presión sobre el recurso hídrico superficial

Estudio de demanda de agua

Indicadores de Presión

Recopilación y tratamiento de información de las redes hidrometeorológicas

Caracterización Variables climáticas

Espacialización de Precipitación y temperatura

Balance climático de largo plazo

Caracterización de unidades hidrográficas

Modelos lluvia-escorrentía para las UNH afluentes del Lago de Tota

Balance hídrico para el Lago de Tota

Caudales ambientales según Metodología de MINAMBIENTE e IDEAM 2019.

Estimar la demanda uso doméstico, pecuaria, agrícola, industrial. Empleando el censo de usuarios y los módulos de consumo

Calculo de los índices IRH, IUA, IVH, IDEAM 2014.

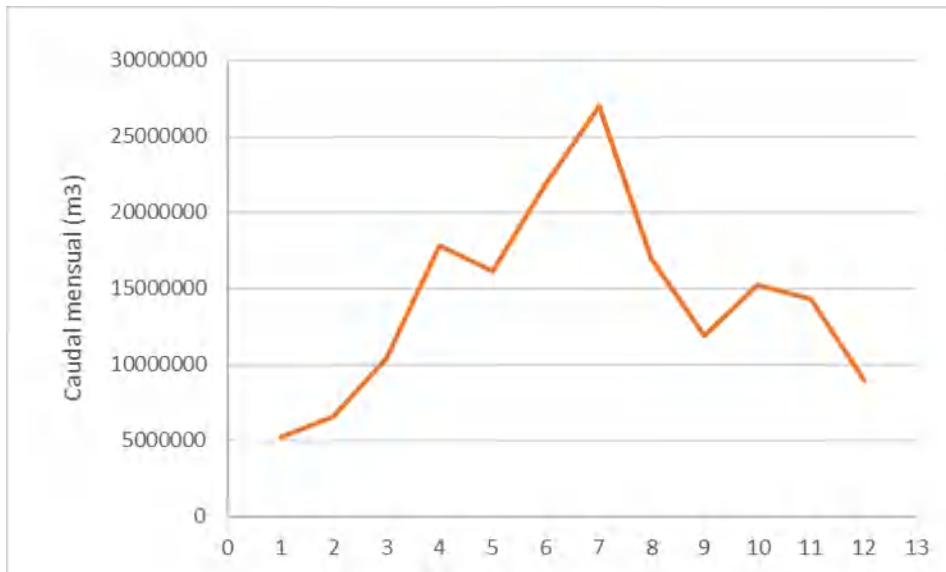
ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA

Balace hídrico/ Cambio Volumen almacenamiento

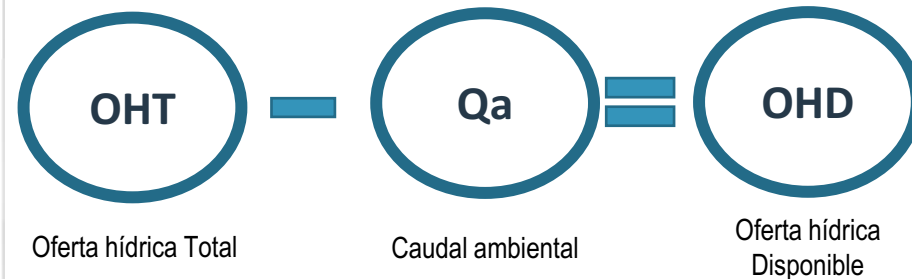
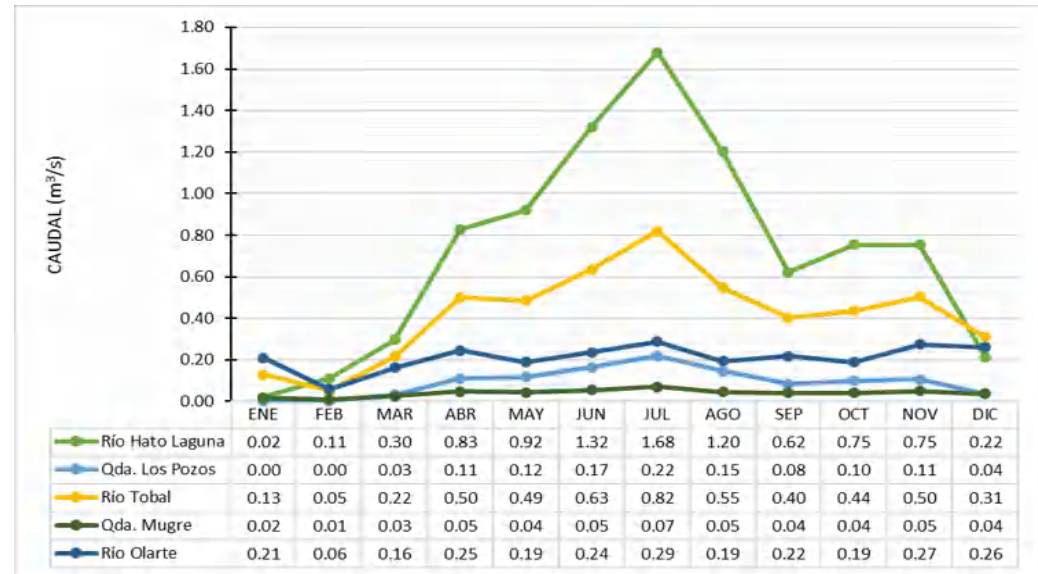
$$\frac{dS}{dT} = I(t) - Q(t)$$

Donde S es el almacenamiento, I son las entradas de agua y Q las salidas de agua.

Oferta hídrica disponible(m3/s) – Lago de Tota



Oferta hídrica disponible(m3/s) cuerpos lóticos



ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

Estimar la demanda uso doméstico, pecuaria, agrícola, industrial. Empleando el censo de usuarios y los módulos de consumo

$$D_H = D_{u,D} + D_{u,A} + D_{u,P} + D_{u,H}$$

D_H : Demanda hídrica total.

$D_{u,D}$: Demanda de agua para uso doméstico.

$D_{u,A}$: Demanda de agua para uso agrícola.

$D_{u,P}$: Demanda de agua para uso pecuario.

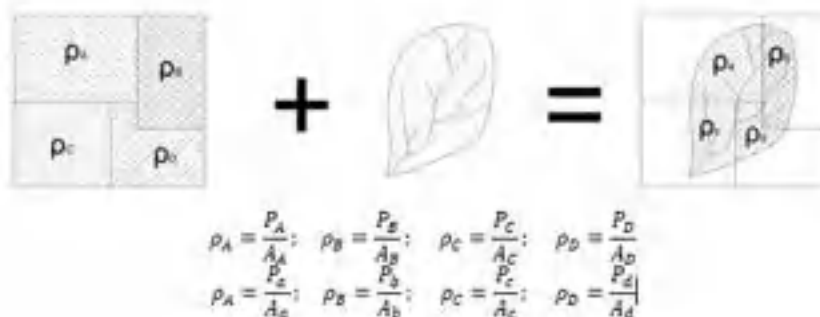
$D_{u,H}$: Demanda de agua para industria.

Indicadores de Presión

Calculo de los índices IRH, IUA, IVH, MAVDT, 2010, IDEAM 2014



Demanda doméstica



Demanda agrícola

$$ET_c = k_c * ETP \left(\frac{mm}{año} \right)$$

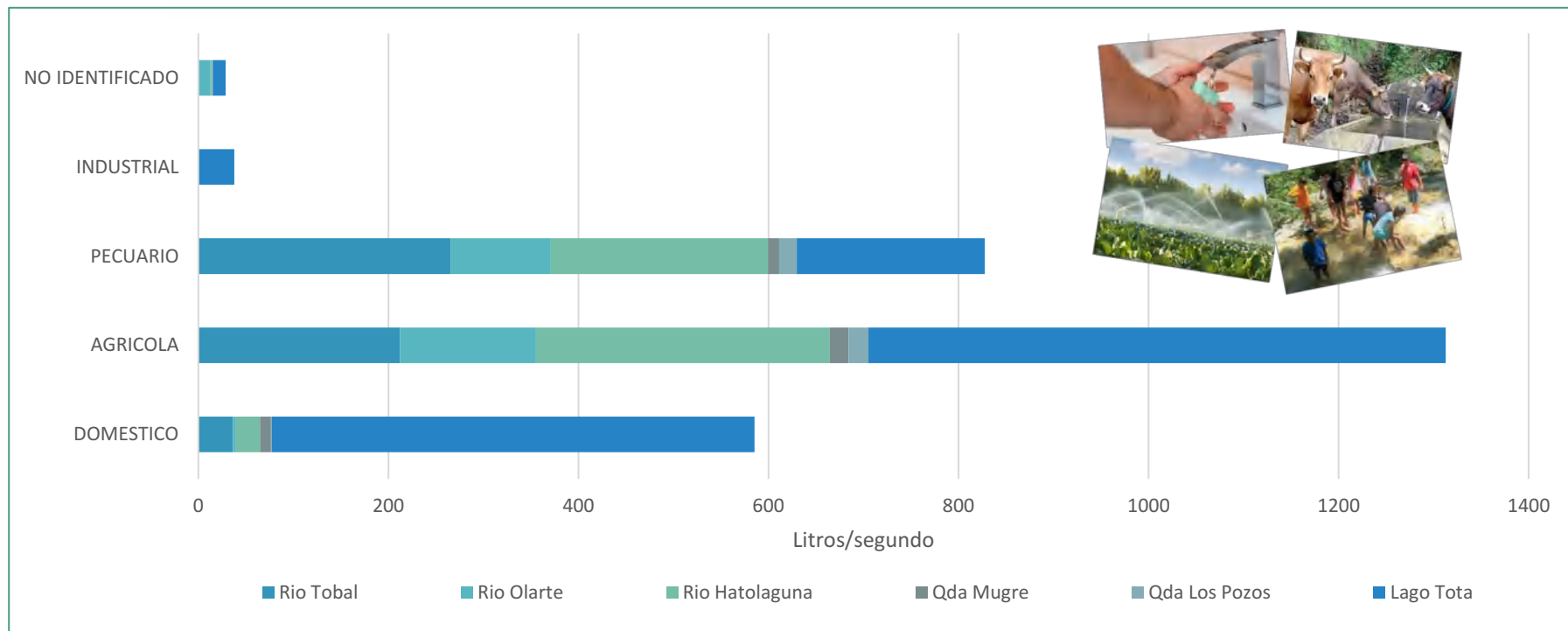
Demanda pecuaria

Descripción pecuaria	Módulo (l/s-cabeza)
Aves	20
Caprinos	40
Equinos	80
Ovinos	40

Demanda Industrial

Concesiones de agua

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA



Demanda hídrica sectorial censada (l/s)

SECTOR	DOMESTICO	AGRICOLA	PECUARIO	INDUSTRIAL	NO IDENTIFICADO
Rio Tobal	36.287216	212.304137	265.716659	0	0.0543
Rio Olarte	3.188632	143.140632	105.180758	0	12.746
Rio Hatolaguna	25.554118	309.158568	228.412918	0	1.6135
Qda Mugre	11.260023	19.528251	11.897549	0	0
Qda Los Pozos	0.886864	21.18342	18.579112	0	0.83
Lago Tota	508.253384	607.3928474	197.976621	37.87	13.486
Total	585.430237	1312.707855	827.763617	37.87	28.7298

Se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos

INDICADORES DE PRESIÓN

El **Índice del uso del agua (IUA)** se calcula como la relación porcentual entre la demanda de agua total realizada por los diferentes sectores, respecto a la oferta hídrica disponible o aprovechable

Significado	Categoría
La presión supera las condiciones de la oferta superficial disponible	Crítico
La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible	Muy Alto
La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	Alto
La presión de la demanda es moderada respecto a la oferta disponible	Moderado
La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	Bajo

Río Hatolaguna



Río Tobal



Río Olarte

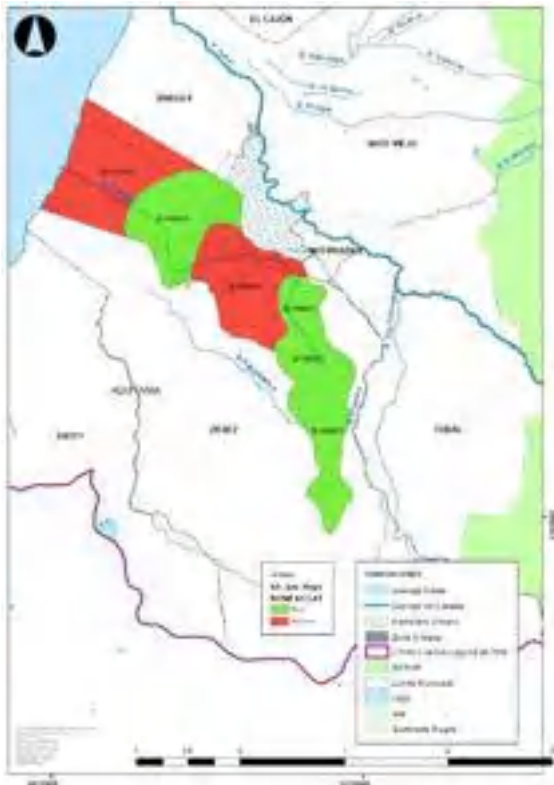


INDICADORES DE PRESIÓN

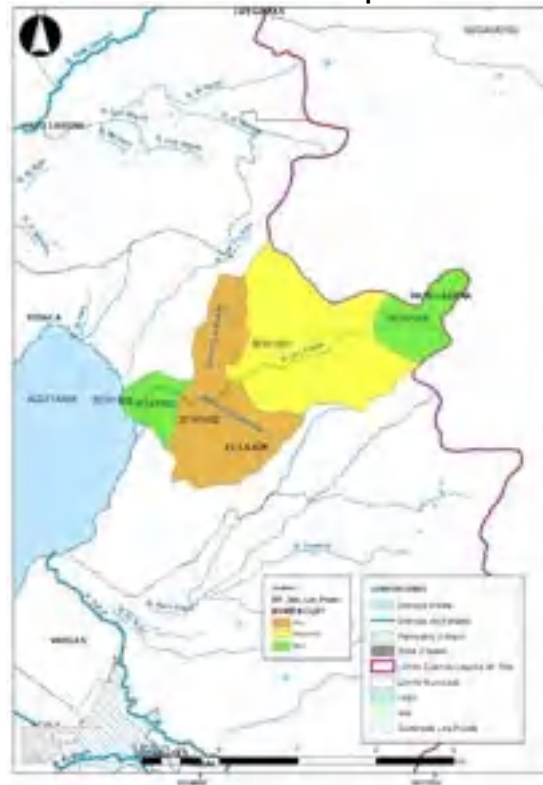
Índice del uso del agua (IUA)

Lago de Tota

Quebrada la mugre



Quebrada los pozos



INDICADORES DE PRESIÓN

El Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH permite calificar el grado de fragilidad del sistema del recurso hídrico, definiendo el riesgo potencial por desabastecimiento de las fuentes hídricas ante amenazas tales como la variabilidad climática

Río Hatolaguna



Río Tobal



Río Olarte



INDICADORES DE PRESIÓN

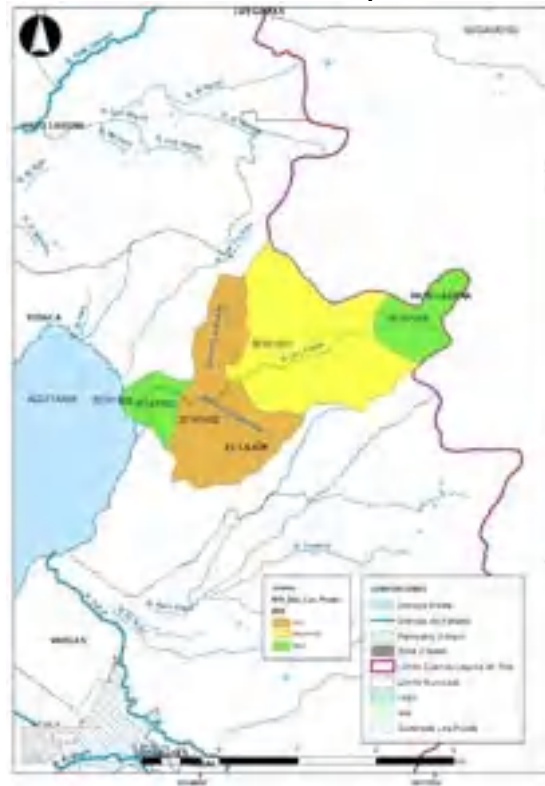
Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH

Lago de Tota

Quebrada la mugre



Quebrada los pozos



IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS Y CONFLICTOS ASOCIADOS AL USO DEL AGUA



Recursos Naturales afectados

afectación al agua, el suelo, el aire, flora y fauna.



Afectación al paisaje, deforestación, vertimientos, contaminación



Contaminación en la Fuente, deterioro en el ecosistema, saneamiento básico, uso inadecuado del suelo y escasez

FASE DE IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES



PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO

La proyección de la demanda se realiza para cada una de las unidades hidrológicas de modelación, de tal forma que se obtenga la tendencia de crecimiento en función de los potenciales desarrollos socioeconómicos en las regiones aferentes.

Modelo aritmético proyección de población

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

- P_f* : Población (hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar
- P_{uc}* : Población (hab) correspondiente a la proyección del DANE
- P_{ci}* : Población (hab) correspondiente al censo inicial con información
- T_{uc}* : Año correspondiente al último año proyectado DANE
- T_{ci}* : Año correspondiente al censo inicial con información
- T_f* : Año al cual se quiere proyectar la información



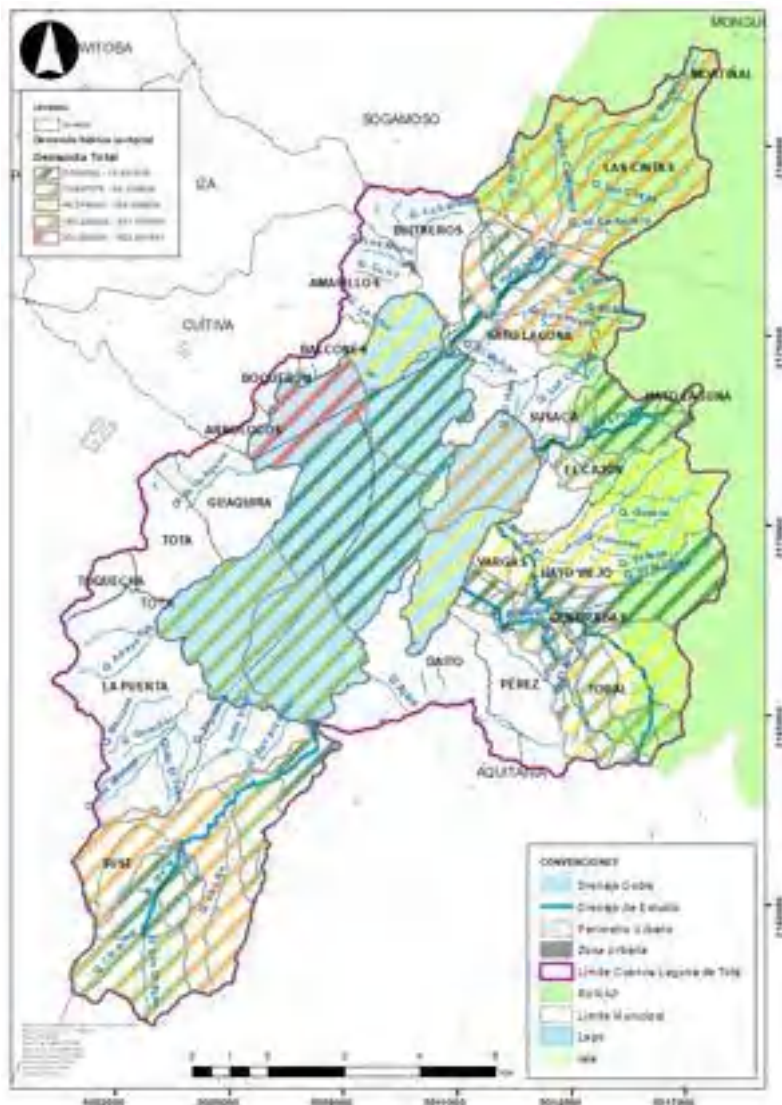
Tasa de crecimiento periodo de ejecución (año actual) corto plazo(3 años), mediano plazo (6 años) y largo plazo (10 años)



Proyección de la demanda años 2023, 2026, 2029 y 2033



PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO

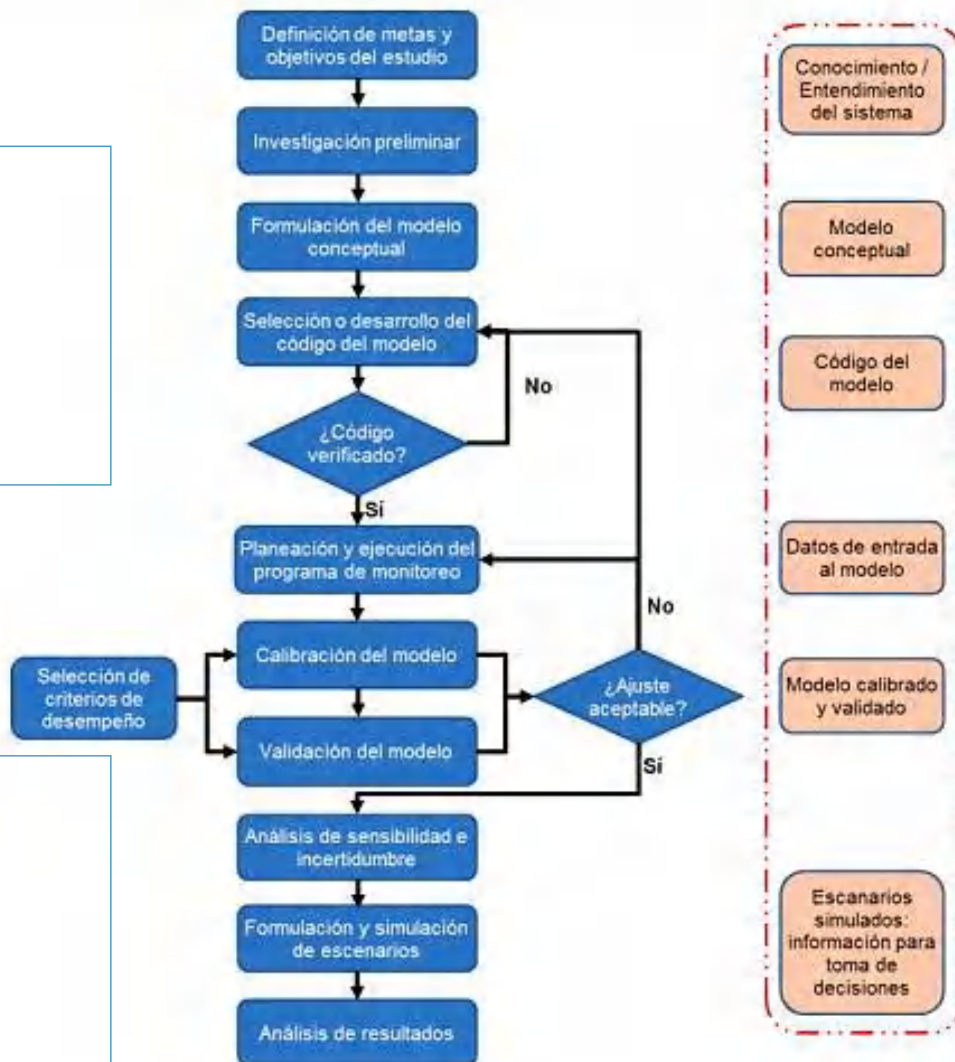


En relación con la proyección de la demanda el Río Hatolaguna, situado en los municipios de Sogamoso y Aquitania, se prevé un incremento del 13%. Asimismo, en las quebradas Los Pozos y La Mugre, y en los ríos Tobal y Olarte, ubicadas en la misma área geográfica, se espera un crecimiento de 12% en la demanda. Estas unidades presentan valores de proyección de demanda superiores a la unidad hidrográfica del Lago de Tota, que se extiende por los municipios de Aquitania, Cuítiva y Tota, y muestra un aumento del 0.1% en la demanda hídrica

ESTRUCTURA O MODELO CONCEPTUAL PARA LA MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Guía para el ordenamiento del recurso hídrico continental superficial (Minambiente - 2018) numeral 3.2.1.3

Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales (minambiente-2018) numeral 4.4 Formulación del modelo conceptual



ESTRUCTURA O MODELO CONCEPTUAL PARA LA MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

MODELO UTILIZADO PARA CUERPOS LÓTICOS

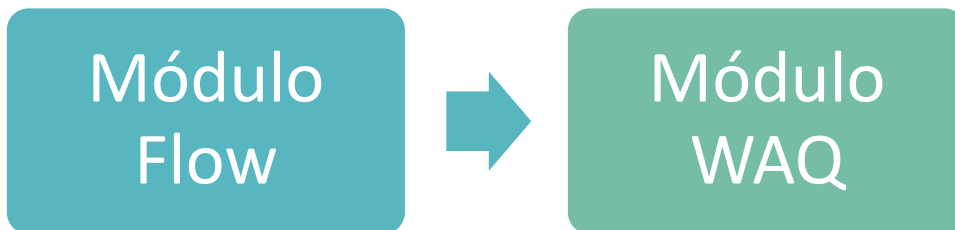
QUAL2Kw corresponde a un modelo unidimensional de flujo uniforme y permanente que permite el cálculo de



MODELO UTILIZADO PARA EL LAGO DE TOTA

Módulo FLOW Y WAQ de DELFT3D, centrado en específicamente la predicción de la calidad del agua en sistemas acuáticos, incluidos ríos, estuarios, embalses y lagos.

Para poder ejecutar el modelo de calidad de agua del Lago de Tota se requiere desarrollar un acople entre el módulo FLOW, el cual contiene los resultados de la hidrodinámica del Lago, y el módulo WAQ.



Para poder desarrollar este acople se deben trabajar con escalas de tiempo diferentes, principalmente por un tema de almacenamiento.

El paso de tiempo del modelo hidrodinámico fue de 0.5 minutos y las salidas del modelo hidrodinámico para el acople de calidad de agua fueron de 60 minutos.

ESTRUCTURA O MODELO CONCEPTUAL PARA LA MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Topología seleccionada para los sistemas lóticos

Modelo	Paso de calculo	Número de tramos
Río Olarte	1	27
Quebrada La Mugre	1	20
Río Tobal	1	27
Quebrada Los Pozos	1	27
Río Hato Laguna	1	12

Función objetivo

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (OBS_i - SIM_i)^2}$$

$$RMSE - N = \frac{RMSE}{Obs}$$

$$1 - (RMSE - N)$$

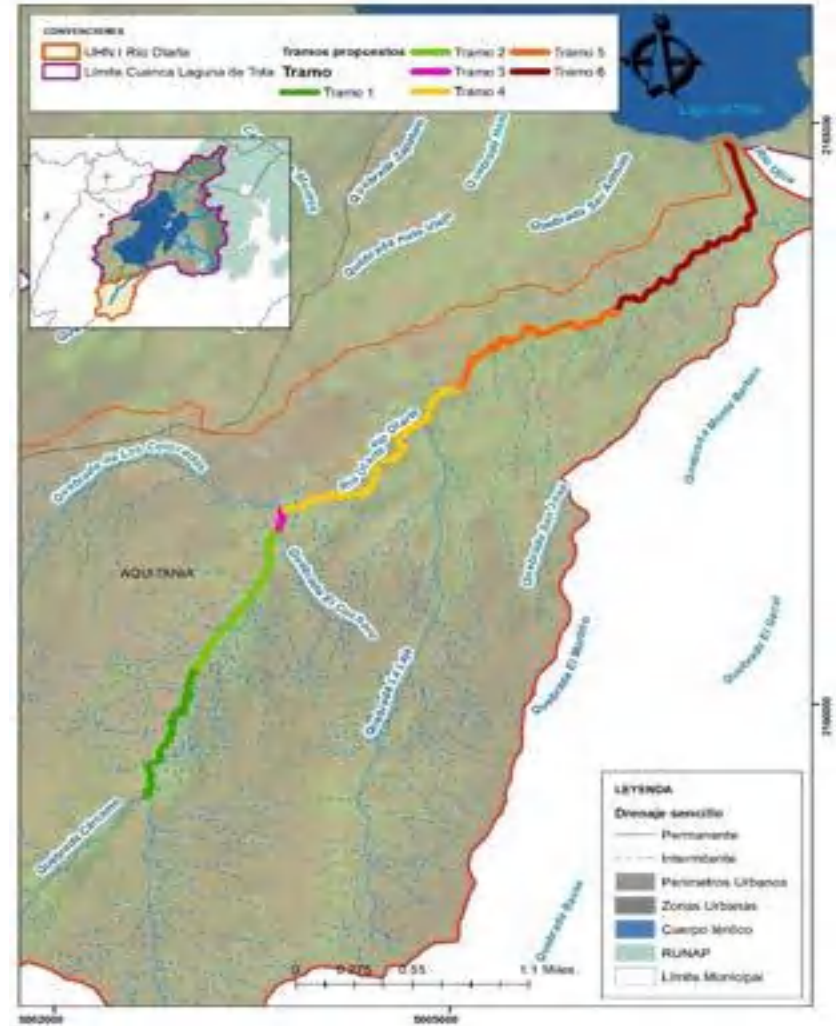
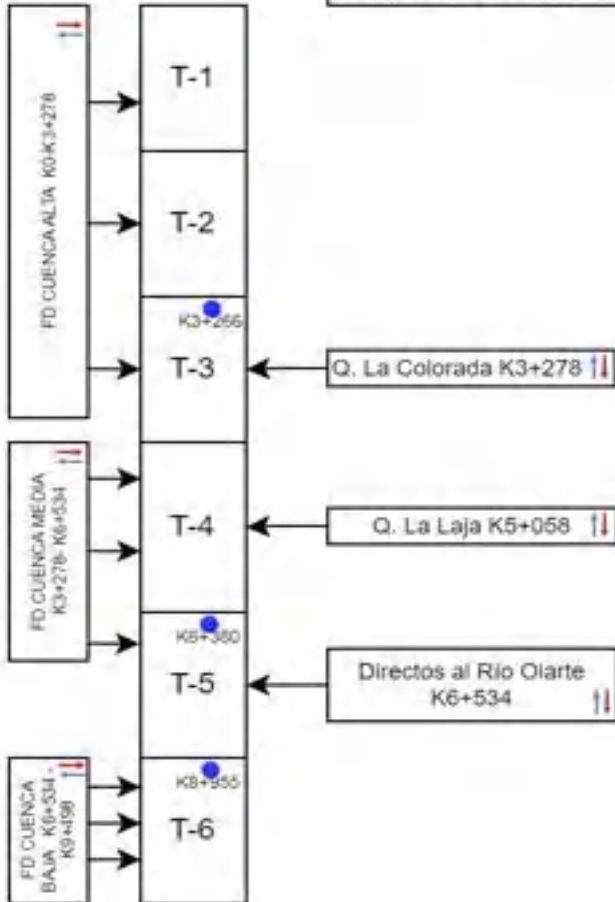
VALOR E(Q)	AJUSTE
< 0,2	Insuficiente
0,2 a 0,4	Aceptable
0,4 a 0,6	Bueno
0,6 a 0,8	Muy bueno
> 0,8	Excelente

Para la calibración automática del modelo matemático se utilizó la herramienta incorporada en QUAL2Kw, que utiliza un algoritmo genético como técnica iterativa de búsqueda del set de parámetros óptimos, que maximiza el ajuste entre los valores simulados y los medidos. La configuración de dicho algoritmo se dejó por defecto, a excepción del número de generaciones y la población de cada generación, los cuales se definieron en 50 y 100, respectivamente, para un total de 5050 simulaciones, incluyendo la población inicial (generación 0).

MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA

RÍO OLARTE

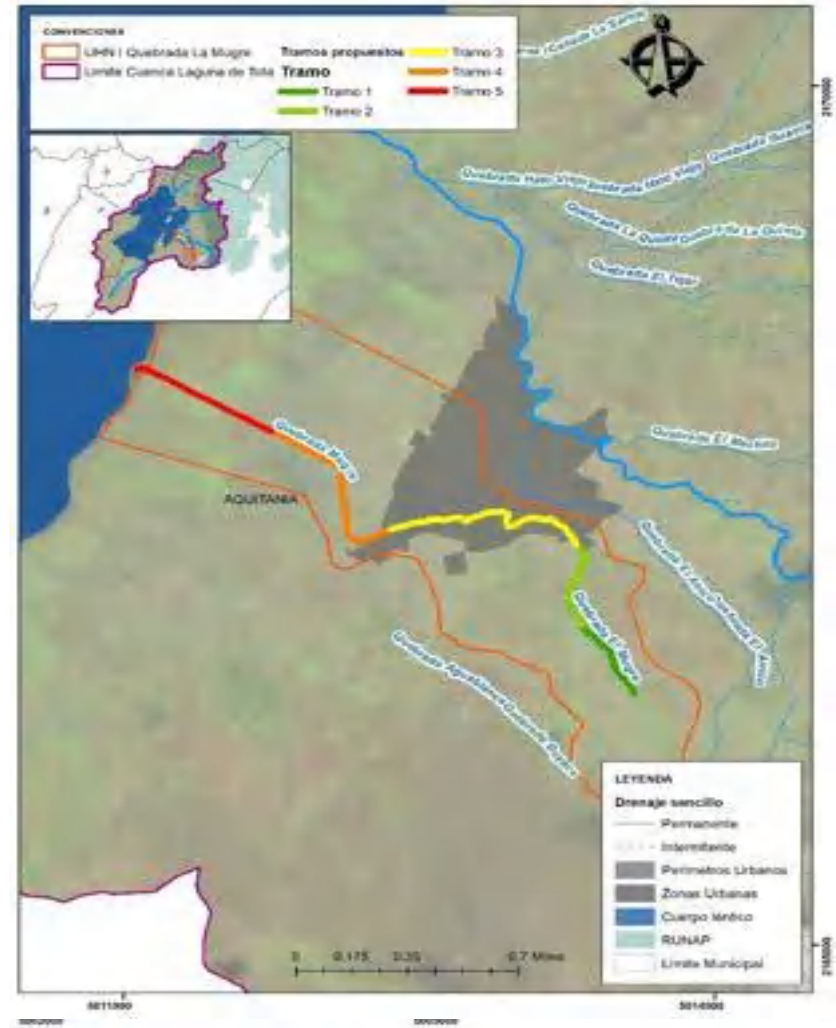
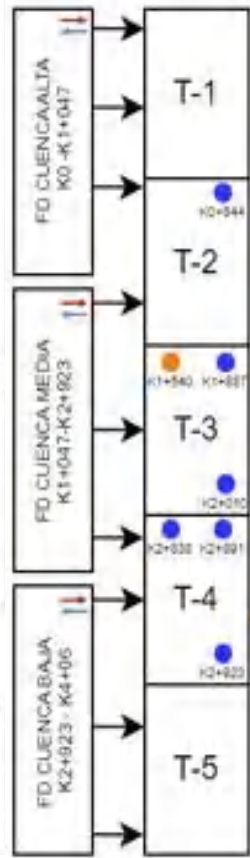
- Monitoreo PORH
- Red Lago de Tota
- || Vertimientos domésticos rurales
- || Demanda doméstica rural, pecuaria, acuícola, agrícola y/o avícola



MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA

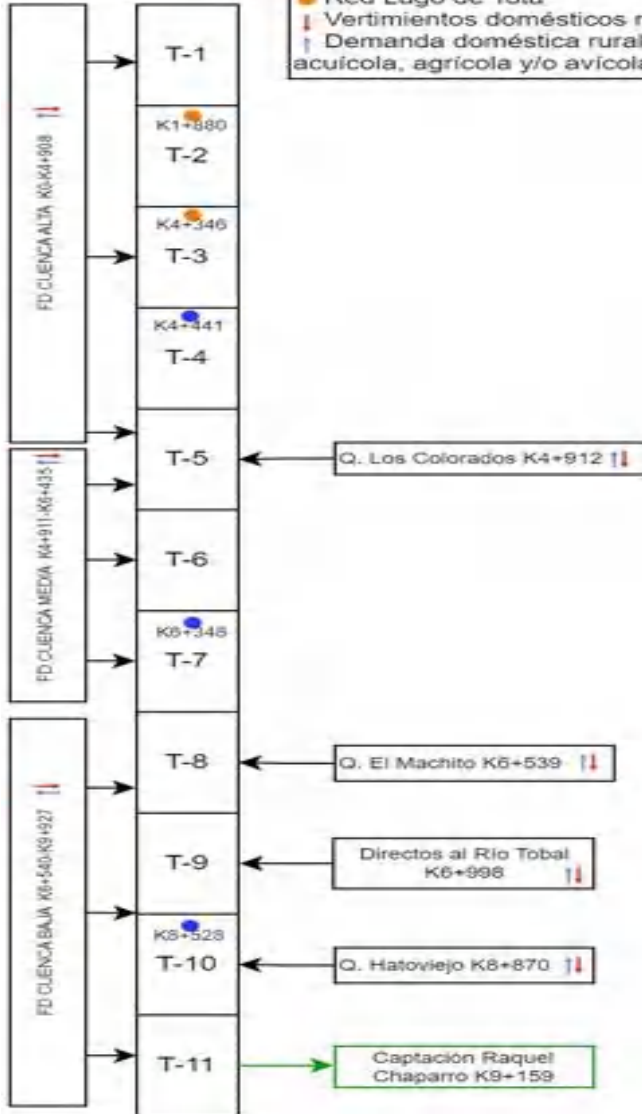
QUEBRADA LA MUGRE

- Monitoreo PORH
- Red Lago de Tota
- || Vertimientos domésticos rurales
- | Demanda doméstica rural, pecuaria, acuícola, agrícola y/o avícola

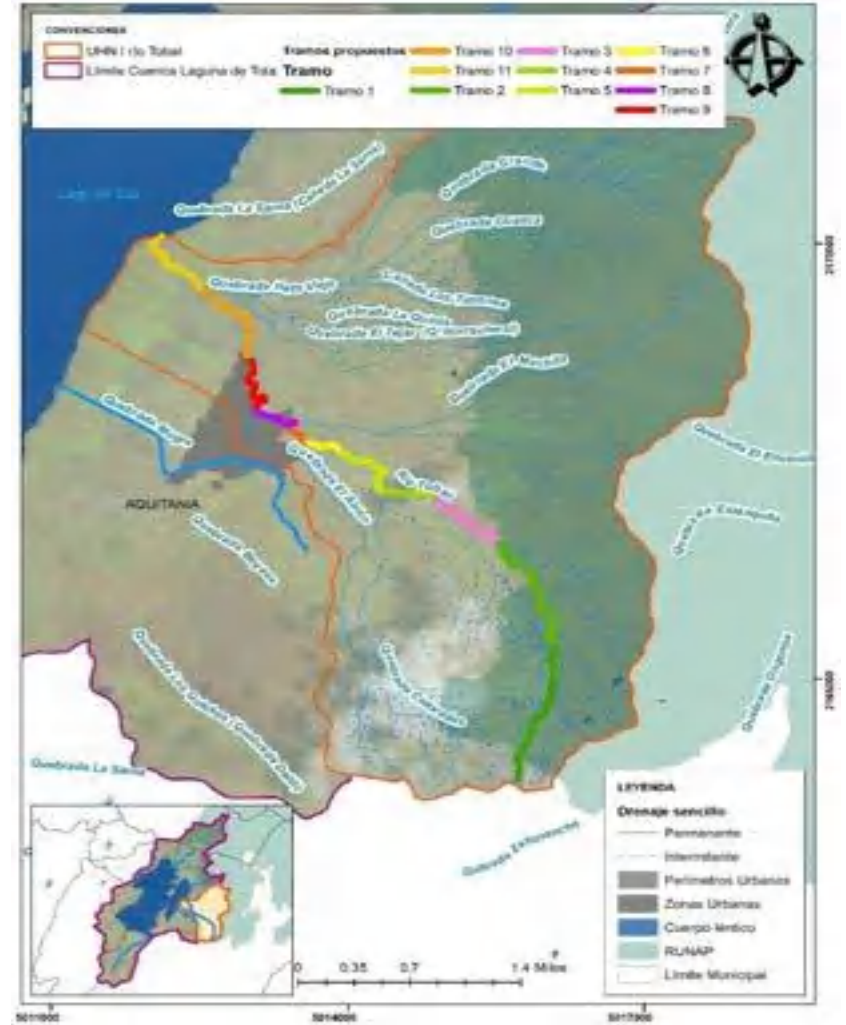


MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA

RÍO TOBAL



- Monitoreo PORH
- Red Lago de Tota
- || Vertimientos domésticos rurales
- || Demanda doméstica rural, pecuaria, acuícola, agrícola y/o avícola

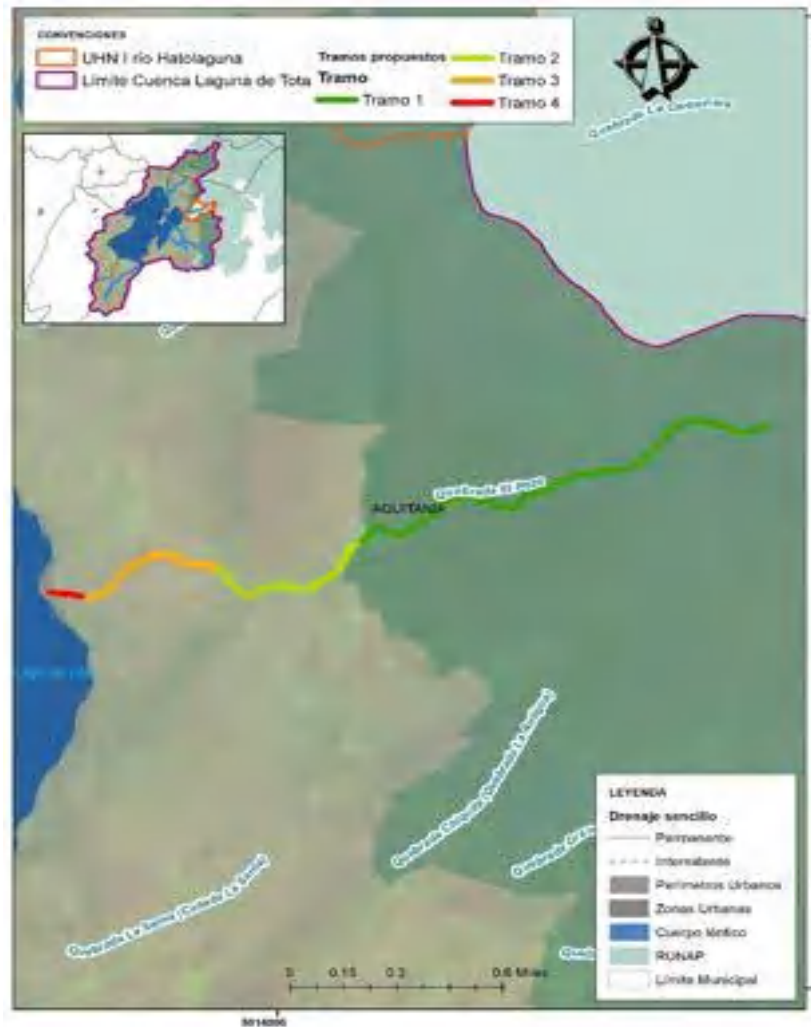
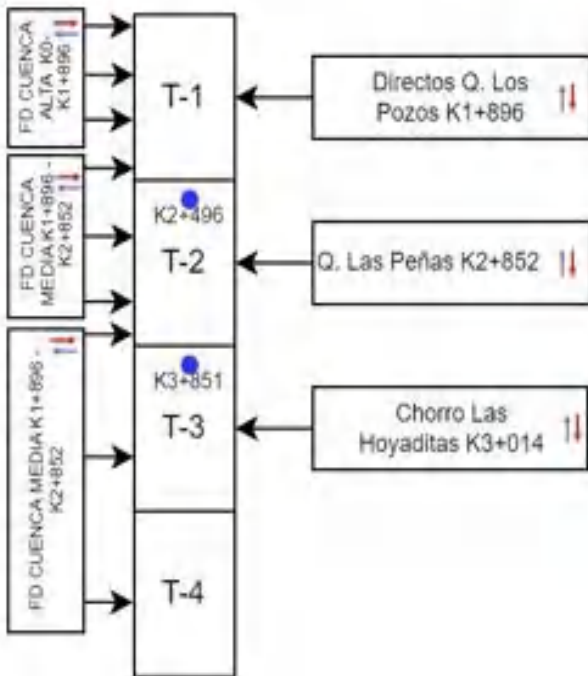


MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA

QUEBRADA LOS POZOS

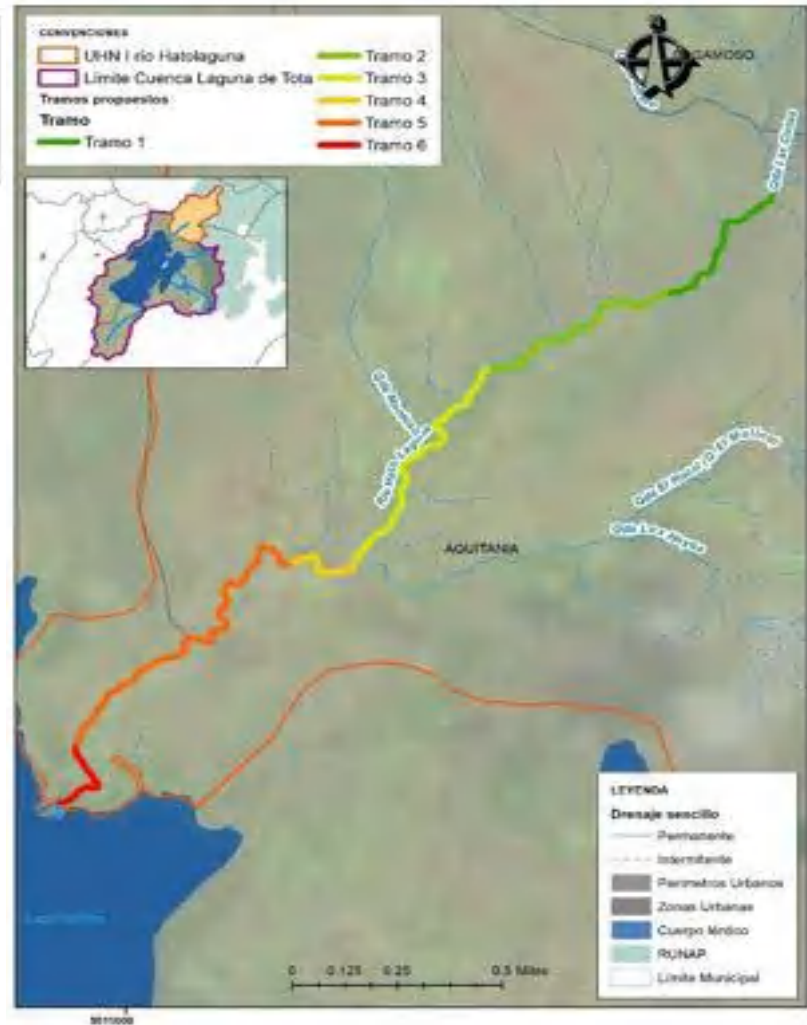
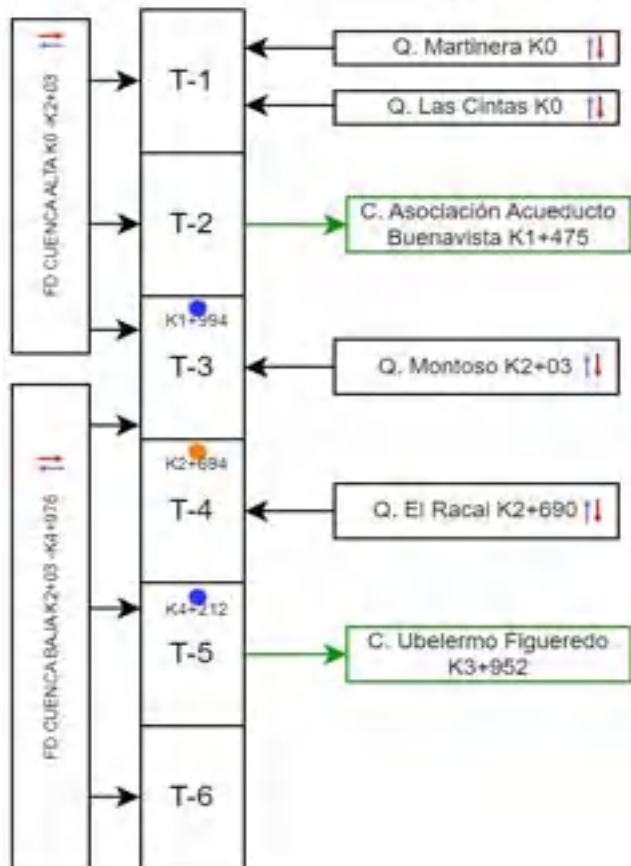
- Monitoreo PORH
- Red Lago de Tota
- ↓ Vertimientos domésticos rurales
- ↑ Demanda doméstica rural, pecuaria, acuícola, agrícola y/o avícola



MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA

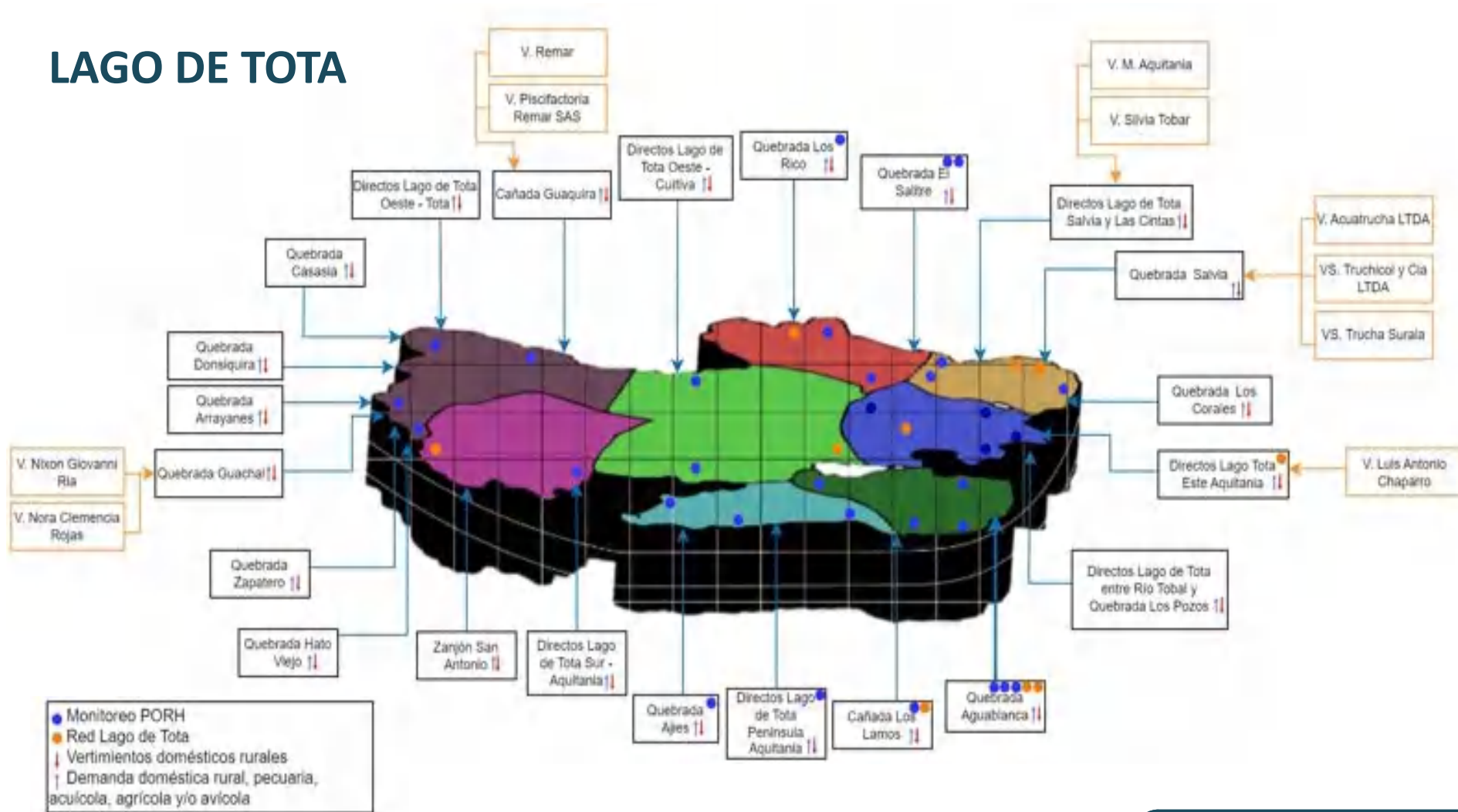
RÍO HATO LAGUNA

- Monitoreo PORH
- Red Lago de Tota
- | Vertimientos domésticos rurales
- | Demanda doméstica rural, pecuaria, acuícola, agrícola y/o avícola

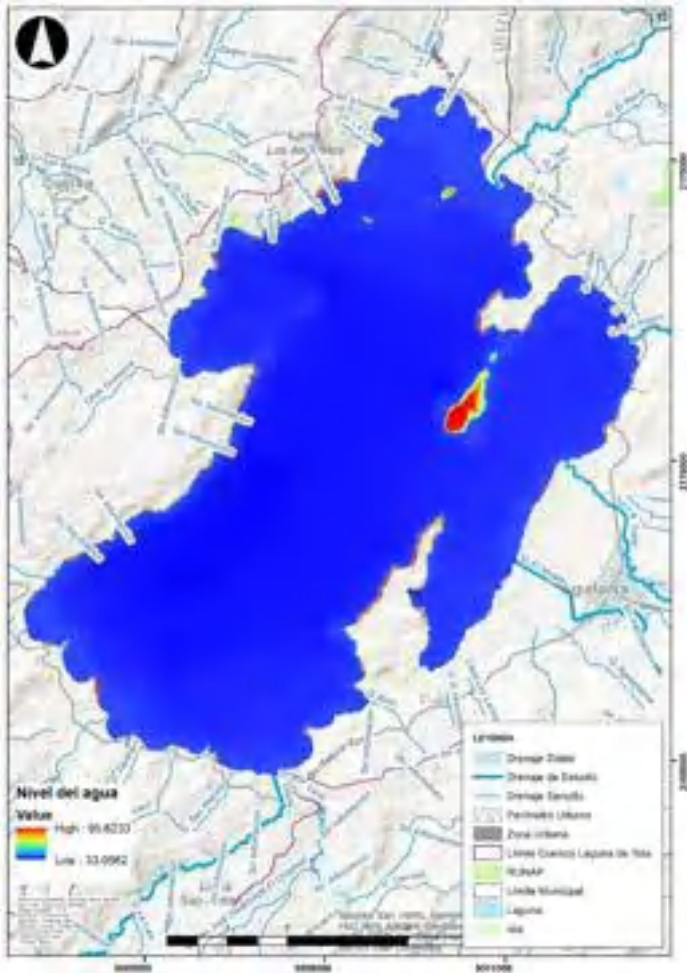


MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA

LAGO DE TOTA



MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DEL LAGO DE TOTA

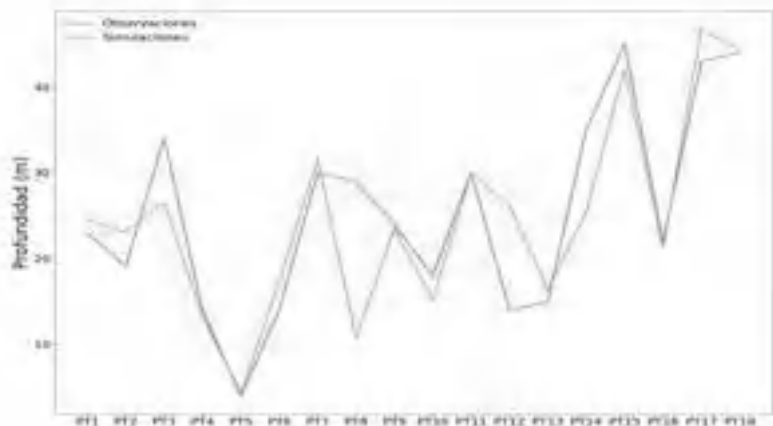


Los valores más altos indican que se encuentran en cotas mayores mientras que los valores más bajos en una cota menor.

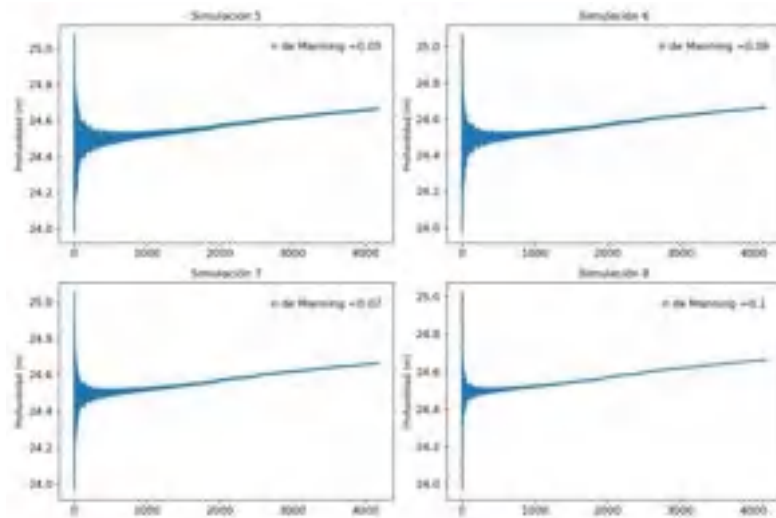
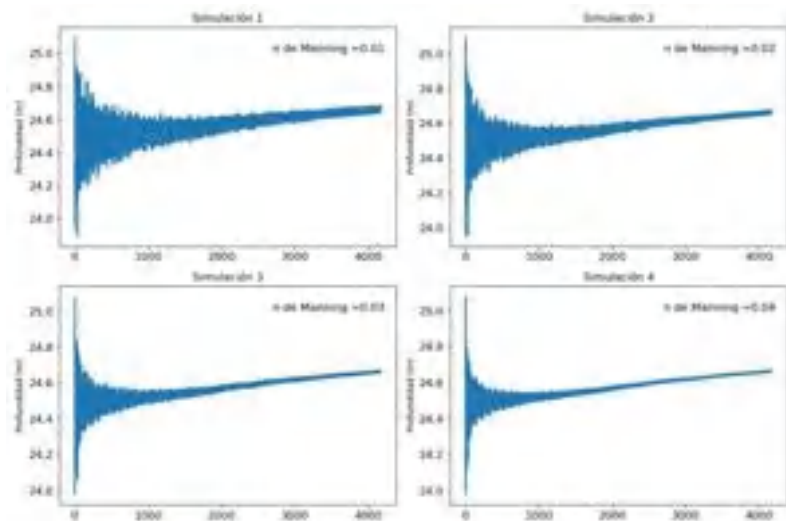
En el proceso de modelación hidrodinámico se hicieron diferentes pruebas con respecto a las condiciones de frontera del modelo, no obstante, se decidió que por estabilidad numérica la mejor opción era modelar las entradas al Lago como descargas.

MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DEL LAGO DE TOTA

Calibración del modelo hidrodinámico en DELFT3D



El KGE obtenido fue de 0.84, el cuál se clasifica como excelente. En general se observa un buen ajuste entre la simulación y las observaciones. Es importante también resaltar que los puntos de observación 19 a 21, no se presentan en la gráfica dado que las observaciones son del seis (6) de septiembre y la simulación del modelo solo es del 24/07/2022 al 22/08/2022.



MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL LAGO DE TOTA

Calibración del modelo del Lago de Tota

El proceso de calibración se desarrolló en dos (2) partes, un proceso de calibración con el acople del modelo hidrodinámico con dos (2) capas y otra calibración con tres (3) capas.

La calibración del modelo del Lago de Tota consistió en hacer iteraciones de las diferentes constantes de reacción utilizadas en el modelo, el número de iteraciones alcanzadas fue de 77, esto dado que, a diferencia de los modelos unidimensionales, hacer ocho (8) corridas dura aproximadamente 7 días.

Para poder hacer ocho (8) corridas en simultaneo con diferentes constantes de reacción, fue necesario desarrollar un código en Python que utilizara una técnica de multiprocesamiento que ejecutó las diferentes corridas desde Batch en diferentes procesadores del computador.

Constante	Rango
Vertical dispersion (VertDisper) (m ² /s)	0.05-0.7
Background dispersion (Dback) (m ² /s)	0.05-0.7
Zero-order denitrification r rate in water column	0.05-0.7
MM-denitrification reaction rate at 20 °C	0.05-0.7
first-order denitrification rate in water column (1/d)	0.05-0.7
Zero-order nitrification flux (gN/m ³ /d)	0.01-0.7
MM-nitrification rate at 20 °C (gN/m ³ /d)	0.01-0.7
first-order nitrification rate (1/d)	0.01-0.7
Reaeration transfer coefficient (m/d)	4-20
Decay rate BOD (first pool) at 20 °C (1/d)	0.01-0.7
Decay rate COD at 20 °C (1/d)	0.01-0.7
First-order mineralisation rate BODN (1/d)	0.01-0.7
Efficiency of Mn method for COD	0.01-0.7
amount oxygen used for nitrogen in miner. (gO ₂ /gC)	0.01-0.7
Zeroth-order sedimentation flux CBOD5 (g/O ₂ /m ² /d)	0.01-0.7
Sedimentation velocity CBOD5 (m/d)	0.01-0.7
Zeroth-order sedimentation flux COD_Mn (gO ₂ /m ² /d)	0.01-0.7
Sedimentation velocity COD_Mn (m/d)	0.01-0.7
Zeroth-order sedimentation flux IM1 (g/m ² /d)	0.01-0.7
Sedimentation velocity IM1 (m/d)	0.01-0.7
Diffusive waste flux IM1 (g/m ² /d)	0.01-0.7
mineralization rate dissolved detr. at 20 °C (k_DOCdc20) (1/d)	0.01-0.7
Diffusive waste flux NH ₄ (fDfwastNH ₄) (gN/m ² /d)	0.01-0.7
Diffusive waste flux NO ₃ (fDfwastNO ₃) (gN/m ² /d)	0.01-0.7
Diffusive waste flux PO ₄ (fDfwastPO ₄) (gP/m ² /d)	0.01-0.7
Diffusive waste flux SO ₄ (fDfwasteSO ₄) (gS/m ² /d)	0.01-0.7
first-order mortality rate Ecoli (RcMrtEcoli) (1/d)	0.01-0.7
First-order mortality rate Fcoli (RcMrtFcoli) (1/d)	0.01-0.7

MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL LAGO DE TOTA- CONCLUSIONES

La inclusión del monitoreo de sedimentos y macrófitas como E Densa, en los sistemas lenticos, como el lago de Tota, es de vital importancia debido a su papel crucial en el ciclo de nutrientes, la sedimentación de contaminantes y la estructura del ecosistema acuático. Ya que estos actúan como reservorio y fuente de nutrientes y contaminantes, lo que influye en la calidad del agua y en la salud general del ecosistema acuático.

Sin embargo, en el caso particular del lago de Tota, en la modelación realizada, la inclusión del monitoreo de sedimentos presentó desafíos significativos que afectaron la calibración del modelo. La razón principal de esta discrepancia radica en la interacción compleja entre los sedimentos y otros parámetros de calidad del agua en el lago. La alta concentración de sedimentos puede distorsionar los datos y llevar a una calibración deficiente, especialmente cuando los valores de los sedimentos son altos y se combinan con la limitada sensibilidad de los parámetros de calidad de agua.

MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL LAGO DE TOTA- CONCLUSIONES

Es esencial destacar que, aunque los sedimentos y las macrófitas del Lago de Tota constituyen variables inherentes al sistema natural, la complejidad añadida por el modelo de tres capas no garantiza una mayor precisión. Por consiguiente, este modelo fue excluido del proceso de validación y de los escenarios de simulación presentados posteriormente.

A pesar de estos desafíos, es imperativo continuar con el monitoreo de sedimentos y macrófitas debido a su importancia en la comprensión integral de la dinámica del ecosistema acuático y su relevancia para futuros estudios y acciones de gestión. Sin embargo, es fundamental abordar las limitaciones técnicas identificadas y mejorar la precisión de la medición y la calibración del modelo para obtener resultados más confiables y representativos.

Se recomienda adicionalmente a realizar un monitoreo continuo y a largo plazo de los sedimentos y la calidad del agua en el lago para evaluar las tendencias a lo largo del tiempo y detectar posibles cambios a medida que se implementan medidas de gestión. Este monitoreo puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones informada y la planificación de la gestión sostenible del recurso hídrico.

SIMULACIÓN DE CALIDAD ESCENARIOS PROPUESTOS

1. Seleccionar usuarios relevantes

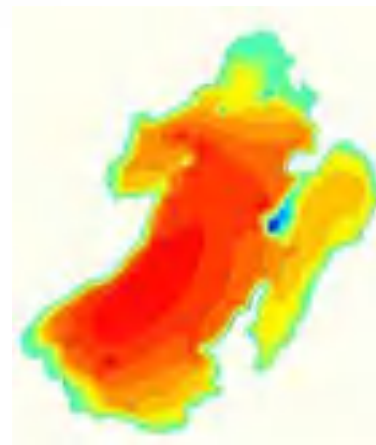
- Objeto de cobro de tasa retributiva (CORPOBOYACÁ)
- Identificados por Corpoboyacá en el proceso de Cargas Contaminantes
- Usuarios principales

2. Calcular línea Base

- Información tasa retributiva
- Verificación de tratamiento en los vertimientos principales – (sin tratamiento/ teórico/ bibliografía, con tratamiento/cumplimiento 631)

3. Proyección caudales y cargas (corto plazo, mediano plazo, largo plazo)

- Cantidad (proyección de demanda * factor de retorno)
- Calidad (verificación de proyecciones de saneamiento – PSMV)



Escenario	Cuerpo de agua receptor (Principal)		Tributarios		Cargas puntuales o difusas (vertimientos)	
	Caudal	Calidad del agua - Cabecera	Caudal	Calidad del agua	Caudal	Calidad del agua
1. Línea Base				Condiciones medidas para el escenario base con caudal bajo		Condiciones actuales
2. Corto plazo				Condiciones medidas para el escenario base con caudal bajo	Máximo proyectado al corto plazo	Concentraciones máximas proyectadas al corto plazo
3. Mediano plazo	Caudal ambiental	Condiciones medidas para el escenario base con caudal bajo	Caudal ambiental	Condiciones medidas para el escenario base con caudal bajo	Máximo proyectado al mediano plazo	Concentraciones máximas proyectadas al mediano plazo
4. Largo plazo					Máximo proyectado al largo plazo	Concentraciones máximas proyectadas al largo plazo
5. Carga Máxima Permisible				Condiciones medidas para el escenario base con caudal bajo	Proceso iterativo de verificación para determinar las cargas máximas permisibles para cada vertimiento puntual	

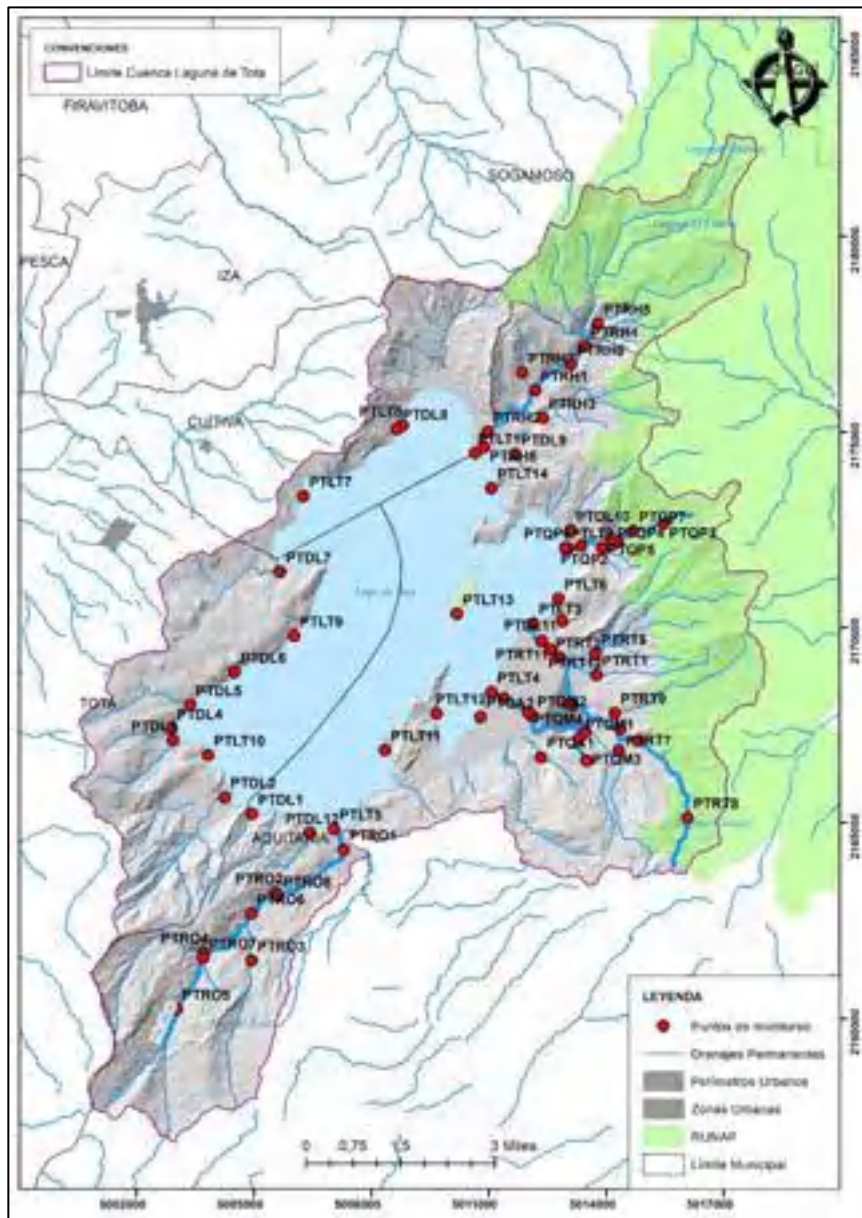
ORIENTACIONES

- 71 PARAMETROS DE MONITOREO
- 69 PUNTOS PROPUESTOS
- 2 JORNADAS DE MONITOREO ANUALES

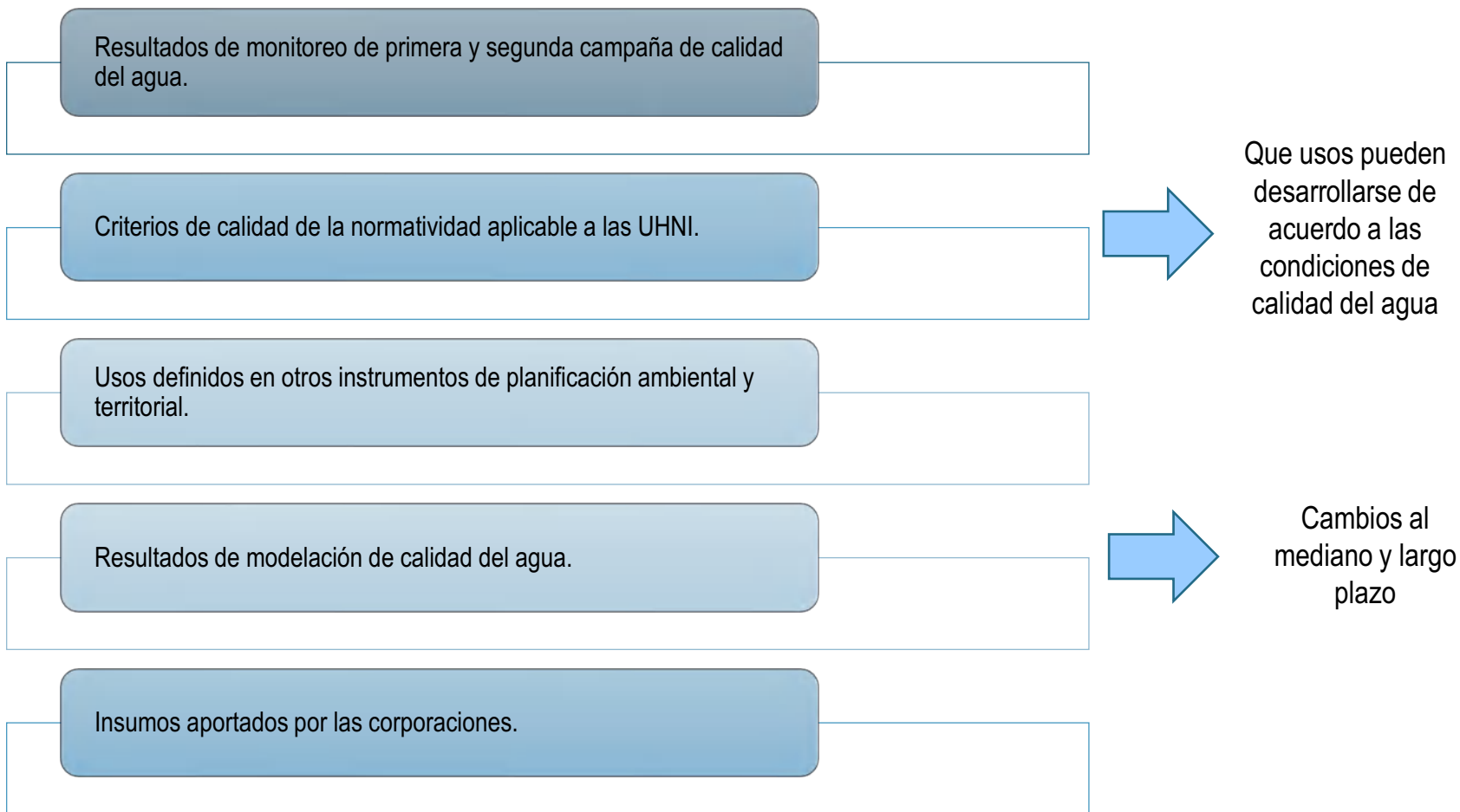
CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Aguas arriba y debajo de vertimientos municipales principales.
- Facilidad de acceso al tramo del cuerpo de agua.
- Evidencia de impactos contaminantes por vertimiento de aguas residuales.
- Identificación de zonas influenciadas por actividades económicas que generan afectación del recurso hídrico.
- Presencia de vertimientos de agua residual doméstica municipal.
- Resultados de análisis de laboratorio.
- Puntos con ICA similar que se ubicaron en la misma zona homogénea del Lago.

Con base a los resultados obtenidos en los monitoreos de se estableció la necesidad de monitorear de manera periódica junto con las matrices de agua los sedimentos teniendo en cuenta que los parámetros presentaron resultados de contaminación considerable por las actividades productivas.



METODOLOGÍA IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES



METODOLOGÍA IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES

UHNI	TRAMO O SECTOR	USO ACTUAL (Censo)	USOS CONSOLIDADOS FASE DIAGNOSTICO	USOS DEFINIDOS ARTICULACIÓN INFORMACIÓN EXISTENTE	USO ACTUAL PREDOMINANTE	PARTICULARIDADES LIMITANTES
Río Hatolaguna	Tramo 1	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico Acuícola	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola	Áreas de exclusión legal Vulnerabilidad al cambio climático
	Tramo 2	No usos	No usos	Industrial (minería) Pecuario Preservación de fauna y flora	Ninguno	Áreas de exclusión legal Vulnerabilidad al cambio climático
	Tramo 3	Agrícola Consumo humano y doméstico Pecuario	Agrícola Consumo humano y doméstico Pecuario	Agrícola Consumo humano y doméstico Pecuario Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola	Áreas de exclusión legal Vulnerabilidad al cambio climático
	Tramo 4	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario Preservación de fauna y flora	Consumo humano y domestico Agrícola	Áreas de exclusión legal Vulnerabilidad al cambio climático
	Tramo 5	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario Preservación de fauna y flora	Consumo humano y domestico	Vulnerabilidad al cambio climático
	Tramo 6	Agrícola	Agrícola	Agrícola	Agrícola	Vulnerabilidad al cambio climático

IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES

Acorde con la normativa actual aplicable los usos se clasificaron de la siguiente manera y acorde con lo identificado en campo y con aportes de los actores se pueden encontrar en cada zona varios de los usos, asimismo su potencial según lo cambios proyectados

USOS	DESCRIPCIÓN
Consumo humano y doméstico	Se refiere a la utilización del agua en actividades tales como: Bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales y utensilios. Preparación de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución, que no requieran elaboración.
Preservación de flora y fauna	Son las actividades destinadas al mantenimiento de la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados sin causar alteraciones.
Pesca, maricultura y acuicultura	Actividades destinadas a la reproducción, supervivencia, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas.
Agrícola	La utilización del agua es destinada para irrigación de cultivos y actividades conexas
Pecuario	Consumo del ganado en sus diferentes especies y demás animales, así como en otras actividades conexas y complementarias.
Recreativo	Se entiende como uso recreativo cuando se produce: Contacto primario: natación, buceo Contacto secundario: deportes náuticos y pesca
Industrial	El agua es utilizada en: procesos de manufactura, hidroelectricidad, minería, hidrocarburos, fabricación de medicamentos, elaboración de alimentos, entre otros
Estético	La utilización del agua es destinada a la armonización y embellecimiento del paisaje
Navegación y transporte acuático	Se refiere a la utilización del agua para la navegación de cualquier tipo de embarcación o movilización de materiales por contacto directo.

IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES

Acorde con las condiciones del territorio se parte del uso que se da actualmente y según las proyecciones se plantean cambios al corto y mediano y plazo en algunos sectores o el mantenimiento de los usos asimismo la visión de los usos permite establecer proyectos para el mejoramiento de las condiciones de disponibilidad y de calidad

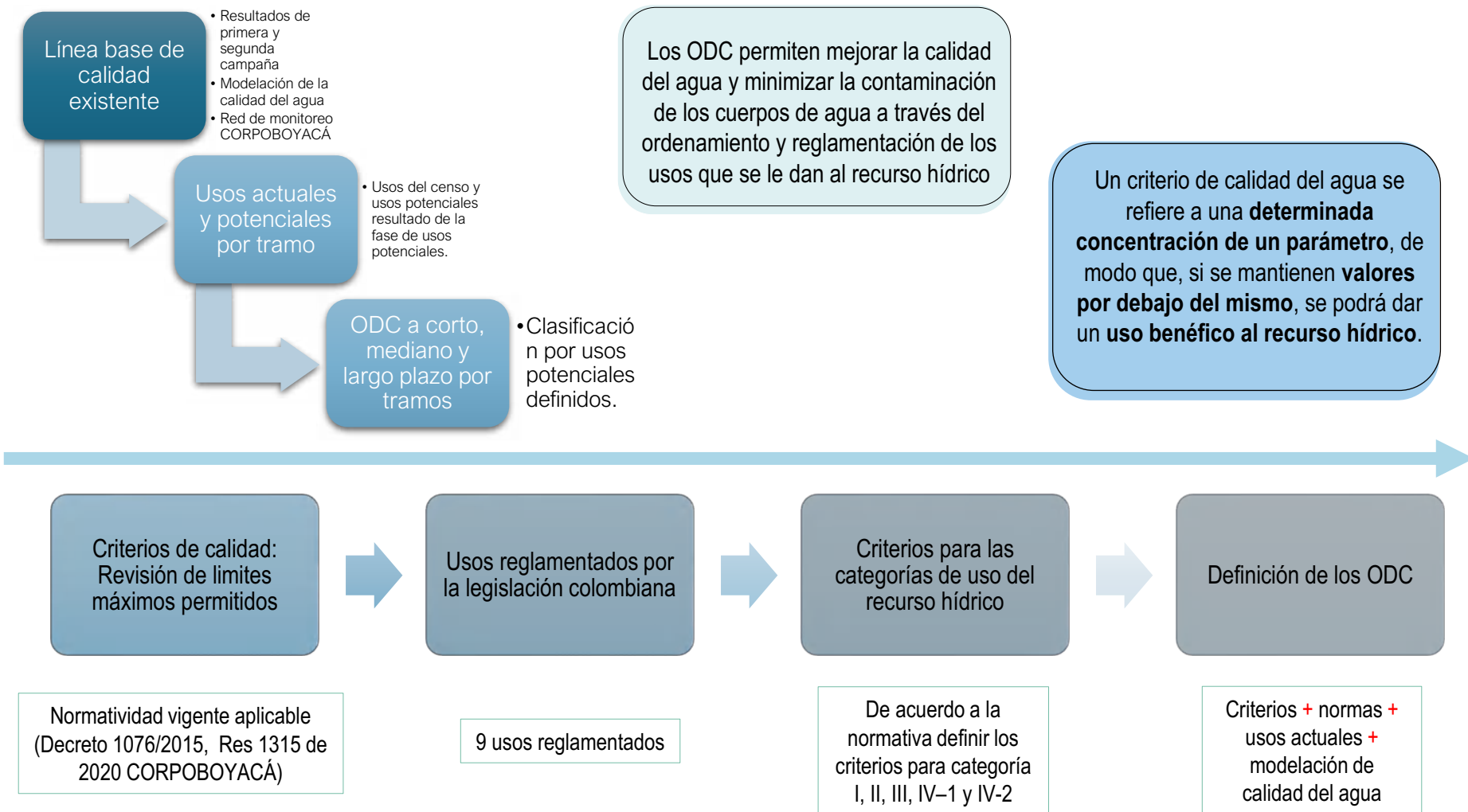
UHNI	TRAMO O SECTOR	USO ACTUAL	USOS POTENCIALES			USO PREDOMINANTE
			Corto	Mediana	Largo	
Río Hatolaguna	1	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico Acuícola	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola
	2	Sin usos identificados	Industrial (minería) Pecuario Preservación de fauna y flora	Industrial (minería)	Industrial (minería)	Preservación fauna y flora Industrial (minería)
	3	Agrícola Consumo humano y doméstico Pecuario	Agrícola Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Pecuario Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Pecuario Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Pecuario Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola
	4	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola Pecuario Preservación de fauna y flora	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola Pecuario Preservación de fauna y flora	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola Pecuario Preservación de fauna y flora	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Agrícola

FASE DE ELABORACIÓN DEL PLAN



METODOLOGÍA OBJETIVOS DE CALIDAD

La definición de los objetivos de calidad se desarrolla de acuerdo con los criterios de la Guía Técnica PORH 2018



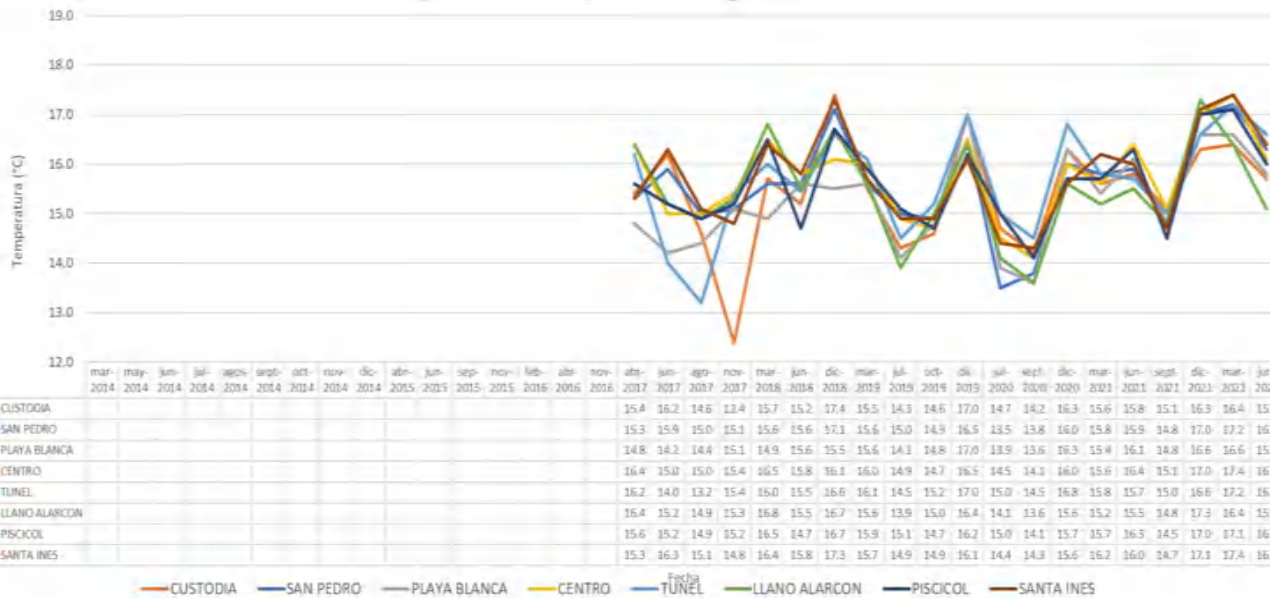
DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD

Classification ODC en 5 clases.

- Clase I (Doméstico, Consumo humano con tratamiento convencional, Preservación de fauna y flora, Recreativo con contacto primario)
- Clase II (Doméstico, Consumo humano con tratamiento de desinfección, Pecuario, Agrícola sin restricción, Pesca y acuicultura.)
- Clase III (Industrial, Agrícola con restricción, Recreativo con contacto secundario, Navegación y transporte acuático)
- Clase IV – 1: Consumo humano y doméstico, estético, recreativo con contacto primario, preservación de fauna y flora e industrial (Transformación de trucha).
- Clase IV – 2: Agrícola, Pecuario, Recreativo con contacto secundario, Pesca y Acuicultura y navegación y transporte acuático.

ODC a Corto, Mediano y Largo plazo.

Mejora de la calidad del agua disponible de las fuentes hídricas receptoras de vertimientos



COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS PARÁMETROS DE INTERÉS ANALIZADOS EN CUERPOS LÓTICOS Y LÉNTICOS DEL LAGO DE TOTA. RED CORPOBOYACÁ

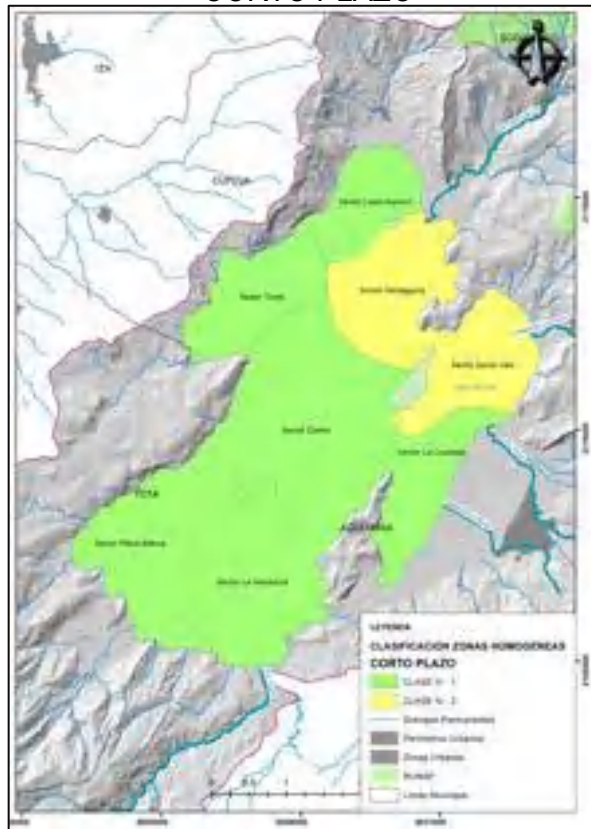
DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD

LAGO DE TOTA		CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO DE TOTA		
Sector Centro				
ÁREA DE ZONA HOMOGÉNEA (Ha)		1380,16		
OBJETIVOS DE CALIDAD				
Usos Actuales	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario Estético Recreativo Navegación y transporte acuático Preservación de flora y fauna	Corto Plazo (3 años)	Mediano Plazo (6 años)	Largo Plazo (10 años)
		Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario Estético Recreativo Navegación y transporte acuático Preservación de flora y fauna	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario Estético Recreativo Navegación y transporte acuático Preservación de flora y fauna	Consumo humano y doméstico Agrícola Pecuario Estético Recreativo Navegación y transporte acuático Preservación de flora y fauna
Clasificación para Objetivos de Calidad		CLASE IV - 1	CLASE IV - 1	CLASE IV - 1
Afluentes Principales		Río Hatolaguna		
		Quebrada Los Pozos		
		Río Tobal		
		Quebrada La Mugre		
		Quebrada Aguablanca		
		Río Olarte		

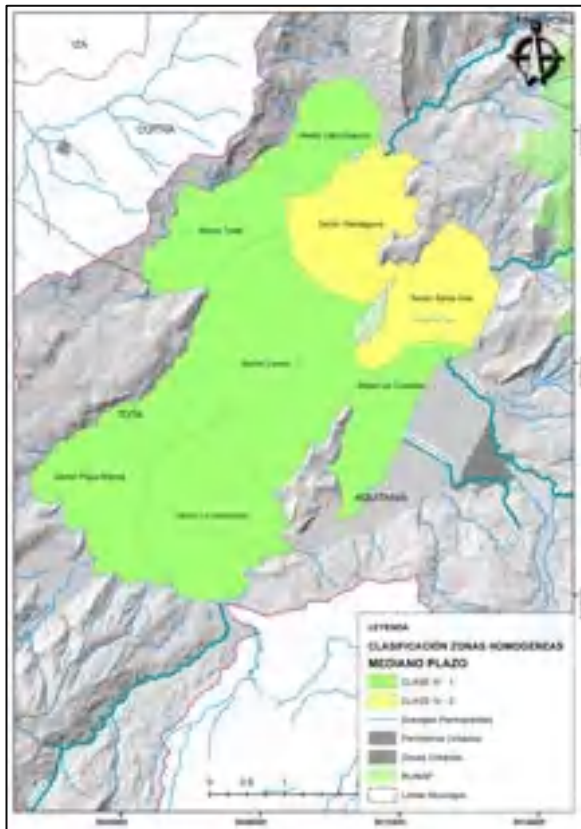
RÍO HATOLAGUNA		UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO HATOLAGUNA					
TRAMO 1							
COORDENADAS INICIO DEL TRAMO		COORDENADAS FINAL DEL TRAMO					
NORTE	ESTE	NORTE	ESTE				
2177132,87	5013473,265	2176716,953	5013063,03				
LONGITUD DEL TRAMO (m)		676,04					
OBJETIVOS DE CALIDAD							
Usos Actuales	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico	Corto Plazo (3 años)	Mediano Plazo (6 años)	Largo Plazo (10 años)			
		Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora	Agrícola Pecuario Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional Acuícola Industrial (minería) Preservación de fauna y flora		
		CLASE III	CLASE III	CLASE II			
Afluentes Principales		Quebrada Martinera					
		Quebrada El Vino					
		Quebrada Potreros					
		Quebrada Las Cintas					
		Quebrada Carbonera					

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD

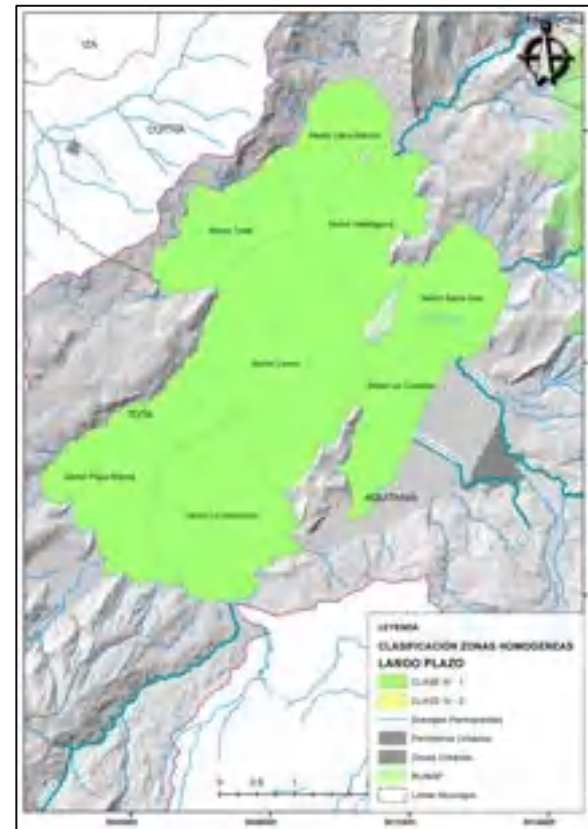
CORTO PLAZO



MEDIANO PLAZO



LARGO PLAZO

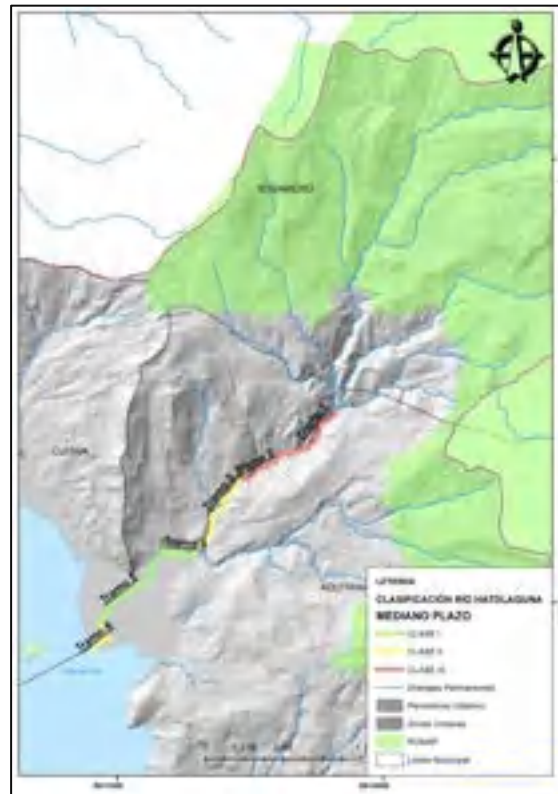


DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD

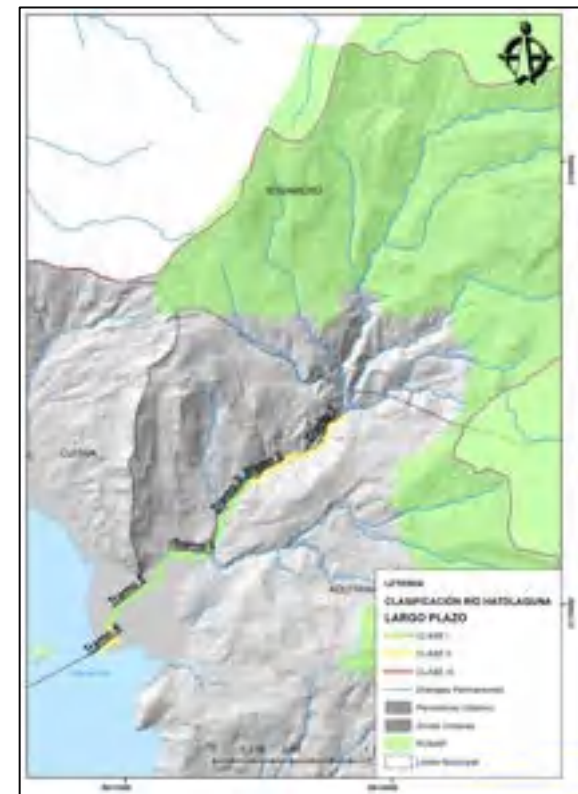
CORTO PLAZO



MEDIANO PLAZO



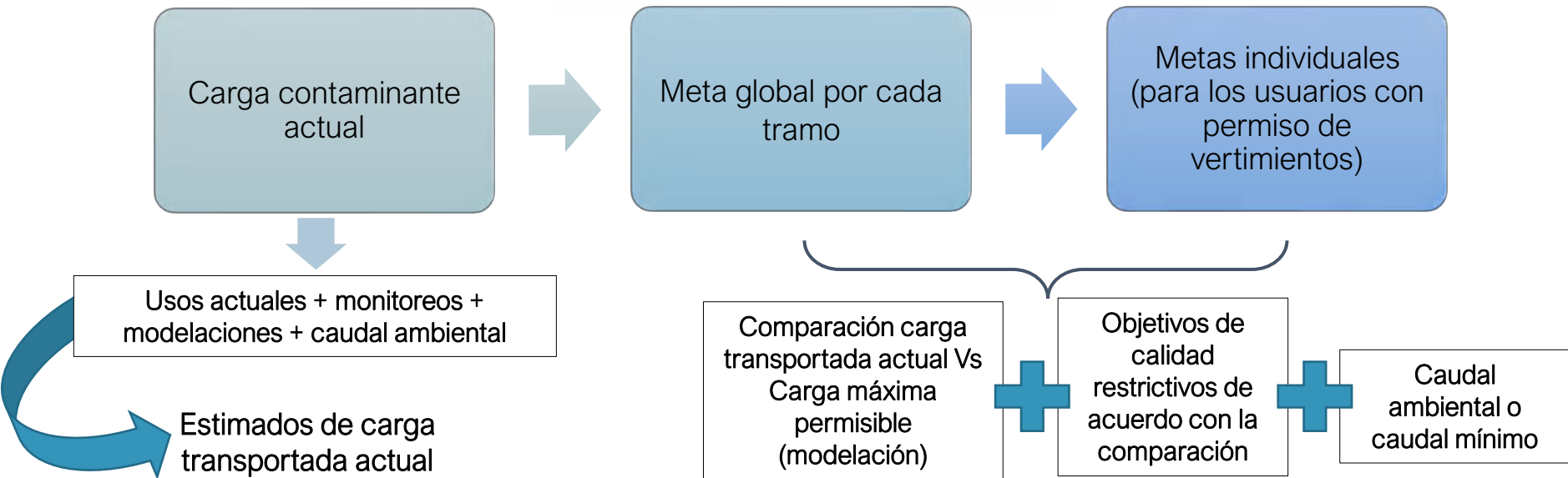
LARGO PLAZO



DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD

PARÁMETRO	UNIDADES	CUERPOS LÓTICOS									CLASE IV: Lago de tota y demás cuerpos lénticos.						
		CLASE I: Doméstico y consumo humano con tratamiento convencional, Preservación de fauna y flora, Estético y Recreativo con contacto primario			CLASE II: Doméstico y consumo humano con tratamiento de desinfección, Pecuario, Agrícola sin restricción y Pesca y acuicultura			CLASE III: Industrial, Agrícola con restricción, Recreativo con contacto secundario y Navegación y transporte acuático			CLASE IV - 1: Doméstico y consumo humano, Preservación de fauna y flora, Estético y Recreativo con contacto primario			CLASE IV - 2: Agrícola, Pecuario, Recreativo con contacto secundario, Pesca y Acuicultura, Industrial y Navegación y transporte acuático			
		5,5 - 9,0	5,5 - 9,0	5,5 - 8,5	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades de pH	> 4,5	> 4,5	> 5,0	> 4,0	> 4,0	> 4,5	> 4,0	> 4,0	> 4,5	> 4,0	> 4,0	> 5,0	> 4,0	> 4,0	> 4,5	
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	750	700	700	1000	750	750	1000	850	750	700	600	450	700	500	450	
Conductividad eléctrica	μs/cm	75	60	60	75	75	20	75	75	75	75	75	60	75	75	75	
Color	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	10	10	25	20	20	30	25	25	10	8	5	15	10	10	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	30	20	20	40	30	30	40	35	35	30	25	25	40	35	35	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	1	0.5	0.5	2	1.5	1	5	2	2	0.5	0.5	0.5	1	1	0.5	
Grasas y Aceites	mg/L	1	0.5	0.1	1	1	0.5	1	1	1	1	0.5	0.1	1	0.5	0.5	
Fósforo Total	mg/L	5	5	4	15	10	10	20	15	15	10	8	8	20	15	10	
Nitratos	mg NO ₃ /L	0.5	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4	1	1	0.7	0.5	0.3	0.3	1	0.5	0.5	
Nitritos	mg NO ₂ /L	20	15	15	35	30	25	50	50	40	30	25	25	50	35	35	
Nitrógeno total	mg N/L	55	40	40	150	100	100	200	150	150	30	25	25	55	40	40	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	200	180	150	450	400	400	450	400	400	150	100	100	250	250	200	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	1	0.8	0.8	
Tensoactivos	mg SAAM/L	0.1	0.05	0.05	0.1	0.1	0.05	0.2	0.2	0.1	0.05	0.05	0.02	0.1	0.1	0.05	
Arsénico	mg As/L	0.5	0.5	0.4	1	0.7	0.7	1	1	0.7	0.5	0.4	0.2	1	0.7	0.7	
Bario	mg Ba/L	0.01	0.005	0.005	0.02	0.01	0.01	0.05	0.05	0.02	0.01	0.01	0.005	0.05	0.02	0.02	
Cadmio	mg Cd/L	20	15	15	20	20	15	20	20	18	20	18	15	20	20	18	
Calcio	mg Ca/L	0.05	0.05	0.02	0.1	0.05	0.05	0.1	0.1	0.08	0.05	0.05	0.02	0.1	0.1	0.05	
Cianuro	mg Cn/L	1	0.5	0.5	2	1	1	2	2	1.5	1	0.5	0.5	2	2	2	
Cinc	mg Zn/L	0.5	0.2	0.1	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.1	0.1	1	0.5	0.5	
Cobre	mg Cu/L	0.05	0.01	0.01	0.05	0.05	0.02	0.1	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01	0.1	0.1	0.05	
Cromo	mg Cr/L	5	4	4	10	8	5	10	10	8	5	4	3	8	8	5	
Hierro	mg Fe/L	5	4	4	7	5	5	10	8	5	5	4	4	10	8	5	
Magnesio	mg Mg/L	0.15	0.1	0.1	0.2	0.2	0.15	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	0.2	
Manganeso	mg Mn/L	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.005	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	
Mercurio	mg Hg/L	0.1	0.05	0.05	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.15	0.1	0.1	0.05	0.2	0.2	0.1	
Níquel	mg Ni/L	0.05	0.01	0.01	0.1	0.05	0.03	0.1	0.08	0.08	0.05	0.01	0.01	0.1	0.05	0.05	
Plomo	mg Pb/L	0.01	0.01	0.008	0.025	0.02	0.02	0.1	0.1	0.05	0.01	0.01	0.005	0.02	0.02	0.01	
Selenio	mg Se/L	10	5	5	25	20	20	40	30	30	15	10	10	20	15	10	
Sodio	mg Na/L	100	80	50	120	100	80	200	150	150	80	50	50	100	80	80	
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	1	0.5	0.5	2	1.5	1	2	1.5	1.5	0.5	0.1	0.1	1	0.5	0.5	
Amoniaco	mg CL/L	150	100	100	150	120	120	250	200	200	100	80	80	150	120	100	
Cloruros	mg CL/L	200	150	150	250	200	200	300	250	250	100	60	60	150	100	100	
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	1.5	1.5	1	2	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1	1	2	1.8	1.5	
Fosfatos	mg P-PO ₄ /L	300	200	150	300	250	250	400	300	300	200	100	100	400	250	250	
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L																
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT)	30	20	20	50	40	40	100	100	90	30	30	10	50	50	35	
Coliformes Fecales	NMP/100mL	2000	1000	1000	1000	1000	800	2000	1000	1000	1000	500	500	2000	1000	1000	
Coliformes Totales	NMP/100mL	5000	5000	2500	5000	5000	4000	20000	15000	15000	2000	1000	1000	5000	2000	2000	
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	500	500	500	500	400	1000	500	500	500	300	300	1000	500	500	

DEFINICIÓN DE LAS METAS DE CARGA CONTAMINANTE



Metas de carga contaminante individuales

- Usuarios relacionados a cobro de tasa retributiva + Usuarios identificados como principales aportantes en el censo de usuarios.
- Proyección de carga contaminante a partir del crecimiento poblacional en el horizonte del PORH.
- Información de los PSMV municipales

Metas de carga contaminante globales

- Usuarios sujetos a metas de carga contaminante individuales + usuarios.
- Propuesta de meta global de carga contaminante para las 3 unidades hidrográficas en el horizonte de proyección del PORH.

METODOLOGÍA DEL COMPONENTE PROGRAMÁTICO



Líneas estratégicas	Temática	Objetivo
Gestión de la calidad hídrica	Reducción de la contaminación del recurso hídrico	Minimizar la contaminación y mejorar la calidad del recurso hídrico con acciones de reducción en la fuente y la gestión integral de vertimientos y residuos sólidos
	Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua	Ejecutar el programa de seguimiento y monitoreo del recurso hídrico del Lago de Tota y sus afluentes mediante el seguimiento de los criterios y objetivos de calidad del agua
Gestión de la demanda hídrica	Caracterización y cuantificación de la demanda del agua	Cuantificar la demanda real del agua de cada uno de los afluentes del Lago de Tota de forma periódica.
	Uso eficiente y sostenible del agua	Promover, fomentar y apoyar el uso eficiente y sostenible del agua, optimizando su aprovechamiento y distribución equitativa entre los usuarios.
Gestión de la oferta hídrica	Conservación de los ecosistemas altoandinos de interés, para la regulación hídrica de la cuenca del Lago de Tota	Definir, restaurar y preservar las áreas estratégicas para el mejoramiento de la oferta hídrica en la cuenca del Lago de Tota
	Sostenibilidad del capital natural y la biodiversidad	Implementar acciones y estrategias para la conservación y preservación de ecosistemas estratégicos, a través del fortalecimiento del turismo de naturaleza en la cuenca del Lago de Tota, aprovechando sus particularidades naturales y culturales.
Gestión integral de los riegos del recurso hídrico	Comunicación, divulgación y educación ambiental para la gestión integral del cambio climático	Promover la cultura de la prevención y difundir el conocimiento sobre la vulnerabilidad climática, riesgos y medidas de adaptación y mitigación.
	Estrategias de adaptación al cambio climático y de reducción de la vulnerabilidad	Desarrollar e implementar estrategias de adaptación al cambio climático con el fin de reducir la vulnerabilidad de las comunidades y los ecosistemas ante los impactos del cambio climático A través de la investigación, la planificación y la acción, fortaleciendo la resiliencia de las comunidades.
Gobernanza del agua	Participación comunitaria	Fortalecer y consolidar la participación y apropiación de la gestión sostenible del recurso hídrico, a través de estrategias con esquemas de gestión comunitaria.
	Cultura del agua	Fortalecer la gobernanza del agua a través de estrategias de educación ambiental, que promuevan una comprensión más profunda y una acción más efectiva en la gestión integral del recurso hídrico y cambio climático

Objetivo	PNGIRH		DNP		PORH		Ficha Proyecto Cod.
	Estrategia	Línea de acción	Programa	Programa	Objetivo	Proyecto	
OBJETIVO 1. OFERTA. Conservar los sistemas naturales y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país	1.3 Conservación: Esta estrategia se orienta a la restauración y preservación de los ecosistemas considerados clave para la regulación de la oferta hídrica, tales como acuíferos, glaciares, páramos, humedales, manglares, zonas de ronda, franjas forestales protectoras, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, áreas marinas y costeras, entre otros.	Promover y apoyar procesos nacionales, regionales y locales para la protección, conservación y restauración de los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, a través de acciones como la formulación e implementación de planes de manejo cuando haya lugar.	3203. Gestión integral del recurso hídrico	Protección, conservación, mejoramiento y mantenimiento de la oferta hídrica como servicio ambiental estratégico	Definir, restaurar y preservar las áreas estratégicas para el mejoramiento de la oferta hídrica en la cuenca del Lago de Tota	Identificación, establecimiento y manejo de zonas estratégicas para la regulación de la oferta hídrica en la cuenca del Lago de Tota	GOH001
				Estrategias de conservación y desarrollo sostenible	Implementar acciones y estrategias para la conservación y preservación de ecosistemas estratégicos, a través del fortalecimiento del turismo de naturaleza en la cuenca del Lago de Tota, aprovechando sus particularidades naturales y culturales.	Recuperación, protección y conservación en zonas de ribera de los afluentes del Lago de Tota	GOH002
				Ecoturismo para el desarrollo sostenible del Lago de Tota	GOH003		
OBJETIVO 2. DEMANDA: Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país.	2.1 Caracterización y cuantificación de la demanda del agua en cuencas prioritizadas: Esta estrategia se orienta a medir a nivel de cuencas prioritizadas (aguas superficiales, subterráneas y marino costeras), la oferta y demanda de agua en detalle suficiente para asignar eficiente y eficazmente el recurso hídrico, identificar e intervenir usos no legalizados con el fin de ajustarlos a la reglamentación vigente, garantizando de esta forma su correcta y permanente administración	Realizar inventarios y registros de usuarios (legales y por legalizar) del recurso hídrico, a nivel de cuenca prioritizada en el Plan Hídrico Nacional, en relación con las aguas superficiales, subterráneas y marino costeras.	3203. Gestión integral del recurso hídrico	Gestión integral de la demanda del recurso hídrico	Cuantificar la demanda real del agua de cada uno de los afluentes del Lago de Tota	Actualización de la demanda hídrica	GDH001
				Implementar y hacer seguimiento periódico a los sistemas de medición de los consumos de agua para usuarios prioritizados en el Plan Hídrico Nacional.	Seguimiento a sistemas de medición instalados por los usuarios del recurso hídrico	GDH002	
				Incrementar la implementación de los programas de uso eficiente y ahorro de agua, en empresas de acueducto y alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios, prioritizados en el Plan Hídrico Nacional.	Implementación, optimización y seguimiento de los programas de ahorro y uso eficiente del agua.	GDH003	

Objetivo	PNGIRH		DNP		PORH		
	Estrategia	Línea de acción	Programa	Programa	Objetivo	Proyecto	Ficha Proyecto Cod.
Objetivo 3. CALIDAD: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico.	3.2 Reducción de la contaminación del recurso hídrico: Esta estrategia se orienta a combatir las principales causas y fuentes de contaminación del recurso hídrico mediante acciones preventivas y correctivas, priorizando acciones sobre los diferentes tipos de contaminación de acuerdo con las particularidades del problema en cada región del país.	Reducir en los cuerpos de agua priorizados en el Plan Hídrico Nacional, los aportes de contaminación puntual y difusa implementando, en su orden, acciones de reducción en la fuente, producción limpia y tratamiento de aguas residuales, para reducir además de la contaminación por materia orgánica y sólidos en suspensión, patógenos, nutrientes y sustancias de interés sanitario.	3203. Gestión integral del recurso hídrico.	Acciones de reducción en la fuente	Minimizar la contaminación y mejorar la calidad del recurso hídrico con acciones de reducción en la fuente y la gestión integral de vertimientos y residuos sólidos	Implementación y adopción de buenas prácticas agrícolas, orientadas a la disminución de la contaminación en el recurso hídrico debido al uso de agroquímicos	GCH001
			3201 fortalecimiento del desarrollo ambiental de los sectores productivos			Buenas practicas ambientales en produccion piscicola	GCH002
			3203. Gestión integral del recurso hídrico.	Manejo integral de vertimientos y residuos sólidos		Identificación y actualización de vertimientos en la cuenca	GCH003
			3201 fortalecimiento del desarrollo ambiental de los sectores productivos			Manejo adecuado de residuos sólidos resultantes de la agricultura y piscicultura	GCH004
						Gestión integral para el control y manejo de aguas residuales	GCH005
			3.3 Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua: Esta estrategia se orienta a mejorar las prácticas y herramientas de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico, como medio para realizar una gestión eficiente del agua y medir el logro de los objetivos y metas de la Política Nacional para la GIRH	Incrementar y/o mejorar los sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de los vertimientos, de tal forma que permitan conocer periódicamente su evolución, así como, la calidad y el estado de los cuerpos de agua receptores priorizados en el Plan Hídrico Nacional.		3203. Gestión integral del recurso hídrico.	Mejoramiento de los sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de las condiciones de cantidad, calidad hídrica, hidrobiológica y de sedimentos
3201 fortalecimiento del desarrollo ambiental de los sectores productivos							

Objetivo	PNGIRH		DNP		PORH		Ficha Proyecto Cod.
	Estrategia	Línea de acción	Programa	Programa	Objetivo	Proyecto	
Objetivo 4. RIESGO: Desarrollar la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua.	4.1 Generación y divulgación de información y conocimiento sobre riesgos que afecten la oferta y disponibilidad hídrica: Esta estrategia se orienta a mejorar el conocimiento acerca de las causas y efectos de los principales riesgos que afectan la oferta y disponibilidad del recurso hídrico para los diferentes usos, así como, a brindar información a los usuarios del agua acerca de cómo prevenirlos, manejarlos y restablecer las condiciones normales.	Generar conocimiento sobre los riesgos asociados al recurso hídrico, mediante acciones como la identificación y caracterización de la vulnerabilidad de los ecosistemas clave para la regulación hídrica y de los sistemas artificiales para la regulación hídrica.	3203. Gestión integral del recurso hídrico. 3206. Gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima	Conocimiento en cambio climático	Promover la cultura de la prevención y difundir el conocimiento sobre la vulnerabilidad climática, riesgos y medidas de adaptación y mitigación.	Fomento de la resiliencia hídrica y la gestión integral del cambio climático	GIR001
	4.3 Medidas de reducción y adaptación de los riesgos asociados a la oferta hídrica: Esta estrategia se orienta a fortalecer la formulación e implementación de medidas de adaptación y mitigación a la variabilidad y cambio climático por parte de los usuarios del recurso hídrico que resulten más expuestos a estos fenómenos naturales	Diseñar e implementar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático en los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, así como, por parte de los siguientes sectores: hidroenergía, agricultura, navegación fluvial y, abastecimiento de agua potable.	3203. Gestión integral del recurso hídrico. 3206. Gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima	Gestión del cambio climático para una resiliencia al clima	Desarrollar e implementar estrategias de adaptación al cambio climático con el fin de reducir la vulnerabilidad de las comunidades y los ecosistemas ante los impactos del cambio climático A través de la investigación, la planificación y la acción, fortaleciendo la resiliencia de las comunidades.	Implementación de Sistemas de Alerta Temprana local de la Sequía	GIR002
Objetivo 6. GOBERNABILIDAD: Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico.	6.1 Participación: Esta estrategia se orienta a incentivar el desarrollo de mecanismos y espacios de participación que motiven a los usuarios del agua a que hagan parte de la gestión integral del recurso hídrico y a que conformen grupos de veeduría y control ciudadanos sobre las inversiones y acciones desarrolladas por las instituciones públicas y privadas, así como, por los usuarios del agua en general, en materia de GIRH	Desarrollar e implementar esquemas de gestión comunitaria local hacia el uso y manejo responsable del agua	3208 educación Ambiental	Consolidación de la participación comunitaria	Fortalecer y consolidar la participación y apropiación de la gestión sostenible del recurso hídrico, a través de estrategias con esquemas de gestión comunitaria.	Conformación de comités comunitarios de gestión del agua	GA001
	6.2 Cultura del agua: Esta estrategia se orienta a incrementar en los usuarios del agua la conciencia y el conocimiento sobre la importancia de conservar y hacer uso sostenible del recurso hídrico, así como, de abolir prácticas y hábitos de consumo no sostenibles del agua.	Implementar campañas de sensibilización y campañas educativas acerca de la gestión integral del recurso hídrico, que incluyan a todos los sectores usuarios del agua	3208 educación Ambiental	Fortalecimiento y consolidación de las estrategias educativo ambientales	Fortalecer la gobernanza del agua a través de estrategias de educación ambiental, que promuevan una comprensión más profunda y una acción más efectiva en la gestión integral del recurso hídrico y cambio climático	Establecimiento de estrategias de educación ambiental para el fortalecimiento de la cultura del agua	GA002

PROCEDIMIENTO PARA SEGUIMIENTO DEL PORH LAGO DE TOTA



Las líneas programáticas podrán ser medidas como el promedio de los ponderados de los proyectos.

Líneas programáticas

Los proyectos podrán ser medidos como el promedio de los ponderados de los objetivos planteados

Proyectos

Los objetivos podrán ser medidos como el promedio de los ponderado
Las metas podrán ser medidas como el promedio de los ponderados de las actividades; sin verse afectado el resultado de los indicadores de productos de las metas

Objetivos

Metas

Unidad mínima de medida en la gestión de la ejecución de los proyectos, asignando pesos ponderados a cada actividad de acuerdo a su importancia para el cumplimiento de las metas a las que corresponde.

Actividades

- Proponer acciones preventivas y correctivas
- Definir acciones de mejora y continuidad

Estructura para evaluación de impacto

ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN



Acciones Transversales

- Salidas de Campo
- Socializaciones
- Solicitudes
- Estrategia de Comunicación
- Plan de medios

Análisis
Técnicos

Participación y
Comunicación

Educomunicación

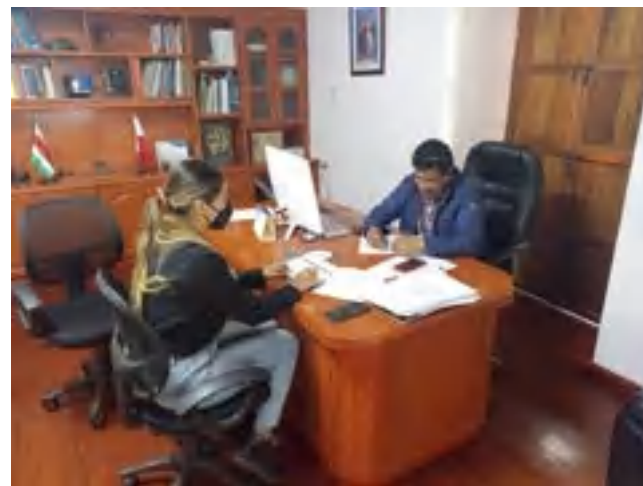
VIVE TU CUENCA
Saberes Culturales + Saberes de la Autoridad Ambiental = Saberes Colectivos



ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN

Visitas previas

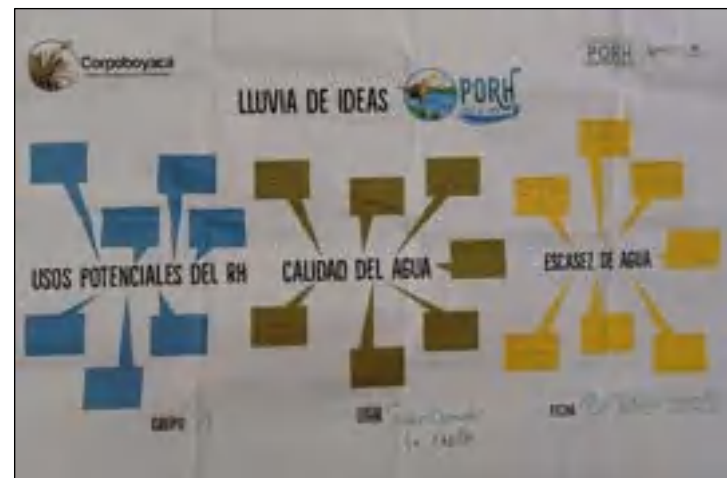
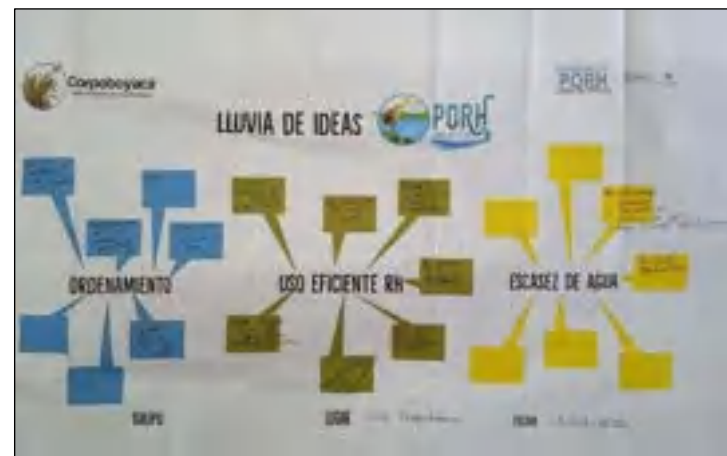
MUNICIPIO	Asistentes	FECHA	Hora	Duración
Aquitania, Sede Santa Inés (reunión primer acercamiento)	Sogamoso, Aquitania, Cuitiva	Martes 14 de junio de 2022	9:00 am	2 horas
Sogamoso	Alcaldía	Jueves 23 de junio de 2022	8:00 am	1:30 hrs
Aquitania	Alcaldía	Jueves 23 de junio de 2022	10:30	1:30 hrs
Cúitiva	Alcaldía	Jueves 23 de junio de 2022	2:00 pm	1:15 hrs
Tota	Alcaldía	Jueves 23 de junio de 2022	3:30 pm	1:15 hrs



FASE 1: ALISTAMIENTO INSTITUCIONAL

UNIDAD HIDROGRÁFICA	MUNICIPIOS CONVOCADOS	UNIDAD TERRITORIAL	PUNTO DE ENCUENTRO	FECHA	HORA
Río Hatolaguna	Aquitania	Rural	Salón Comunal de La Capilla	18/07/2022	5:00 p. m.
	Sogamoso	Rural	Escuela Las Cintas 1	21/07/2022	9:00 a. m.
Río Tobal	Aquitania	Rural	Escuela Hatoviejo	18/07/2022	2:00 p. m.
	Aquitania	Rural	Escuela Hatoviejo	30/07/2022	4:00 p. m.
	Aquitania	Rural	Escuela El Tobal	21/07/2022	9:00 a. m.
Río Olarte	Aquitania	Urbano	Auditorio Unidad de Servicios Públicos	19/07/2022	9:00 a. m.
Quebrada La Mugre	Aquitania	Urbano	Auditorio Unidad de Servicios Públicos	19/07/2022	9:00 a. m.
Quebrada Los Pozos	Aquitania	Rural	Escuela Los Pozos	21/07/2022	2:00 p. m.
Lago de Tota	Cútiva	Rural	Inspección policía Llano Alarcón	19/07/2022	9:00 a. m.
	Tota	Rural	Escuela La Puerta	19/07/2022	4:00 p. m.
	Aquitania	Rural	Sede Santa Inés Corpoboyacá	19/07/2022	2:00 p. m.
	Aquitania	Rural	Sede Santa Inés Corpoboyacá	19/07/2022	4:00 p. m.
General	ASOLAGO	Rural	Sede Santa Inés Corpoboyacá	22/09/2022	9:00 a. m.

FASE 1: ALISTAMIENTO INSTITUCIONAL



CENSO DE USUARIOS



FASE 2: DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO

UNIDADES HIDROGRÁFICAS	MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL	PUNTO DE ENCUENTRO	FECHA	HORA
Hatolaguna	Aquitania	Rural	Salón comunal de La Capilla – Vereda Hatolaguna Centro	13/02/2023	12:00 m.
	Sogamoso	Rural	Escuela Las Cintas 2 – Vereda Las Cintas	14/02/2023	12:00 m.
Lago de Tota	Cuitiva	Rural	Salón de la Inspección de Llano Alarcón	15/02/2023	12:00 m.
	Tota	Rural	Salón comunal de la vereda Tota	16/02/2023	12:00 m.
Quebradas La Mugre y Los Pozos & ríos Tobal y Olarte	Aquitania	Rural	Auditorio de la Unidad de Servicios Públicos de Aquitania	17/02/2023	12:00 m.



FASE 2: DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO



FASE 3: IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES

UNIDADES HIDROGRÁFICAS	MUNICIPIO	PUNTO DE ENCUENTRO	FECHA	HORA
Hatolaguna	Sogamoso	Escuela Las Cintas 2 – Vereda Las Cintas	25/04/2023	12:00 m.
Lago de Tota	Cuitiva	Salón de la Inspección de Llano Alarcón	26/04/2023	12:00 m.
Quebradas La Mugre y Los Pozos & ríos Tobal, Olarte y Hatolaguna	Aquitania y Tota	Auditorio de la Unidad de Servicios Públicos de Aquitania	27/04/2023	12:00 m.



FASE 3: IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES





*Formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico -
PORH del Lago de Tota y Ríos Tobal, Olarte, Hatolaguna y
Las Quebradas La Mugre y Los Pozos*

GRACIAS



Corpoboyacá

porhlagodetota@gmail.com.

Bióloga Claudia Catalina Rodríguez Lache, profesional especializado de Corpoboyacá, quien lidera el equipo de supervisión del contrato:

(8) 7457192 Ext: 119

a los correos electrónicos
ousuario@corpoboyaca.gov.co
ccrodriguez@corpoboyaca.gov.co

www.corpoboyaca.gov.co

