



DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TUNJUELO

CALIDAD DEL AGUA

PRODUCTO 3

REALIZAR UNA PROPUESTA DE ESTRATEGIAS, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS
PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA, ASÍ COMO
PARA DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE
INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO
ORDEN DE SERVICIO No. 2-02-4300-908-2013 EAB - EPAM



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Formato: FI0203F08-02
epam sa esp

BOGOTÁ
HUMANANA

APP/04-12

Objetivo:

PRESENTAR AL IDEAM Y A LOS FUNCIONARIOS DEL DISTRITO LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE:

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TUNJUELO

CALIDAD DE AGUA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02

The Bogotá Humana logo consists of the word 'BOGOTÁ' in a multi-colored, uppercase font (B: blue, O: orange, G: green, O: red, T: purple, Á: yellow) above the word 'HUMANANA' in a black, uppercase font. A small heart symbol is integrated into the letter 'A' of 'HUMANANA'. The logo is positioned in the bottom right corner of the slide, partially overlapping a white, curled-up corner graphic.

ASPECTOS GENERALES



Formato: FI0203F08-02



BOGOTÁ
HUMANANA

The Bogotá Humana logo consists of the word "BOGOTÁ" in a multi-colored, bold, sans-serif font, with "HUMANANA" in a black, bold, sans-serif font below it. A white, curled corner graphic is positioned to the left of the text.

CONCEPTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

- ✓ Calidad del agua
- ✓ Condiciones de calidad
- ✓ Capacidad de asimilación y dilución
- ✓ Características ecológicas asociadas a la calidad ambiental o ecológica de las aguas
- ✓ Procesos de alteración de la calidad del agua
- ✓ Carga contaminante
- ✓ Presión ambiental
- ✓ Afectación potencial
- ✓ Contaminación
- ✓ Vertimiento
- ✓ Objetivos de calidad
- ✓ Usuarios
- ✓ Calidad de las aguas subterráneas



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



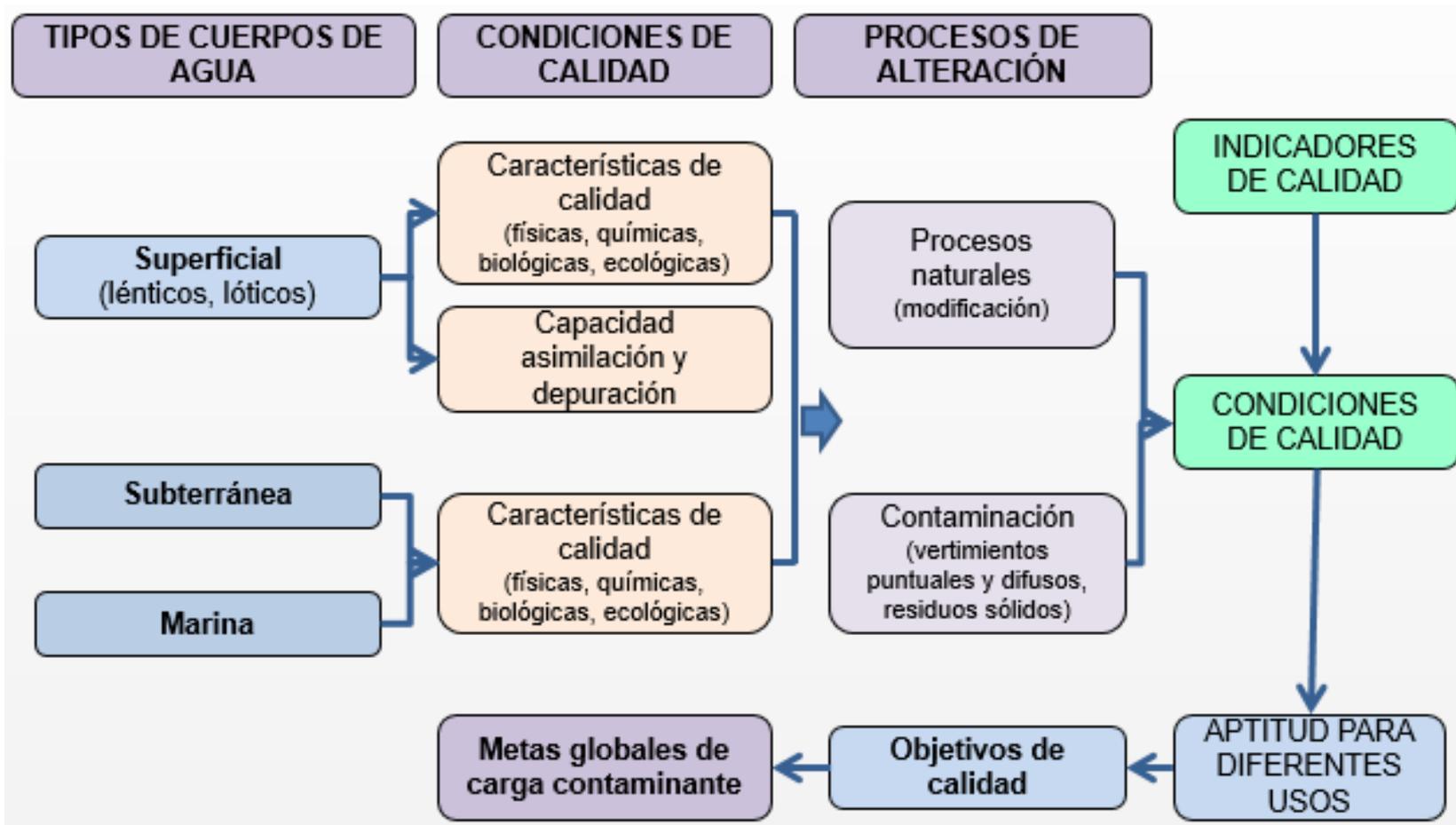
Formato: FI0203F08-02

Fuente: IDEAM, 2013

A white, curled-up corner graphic is positioned behind the Bogotá Humana logo.

BOGOTÁ
HUMANA

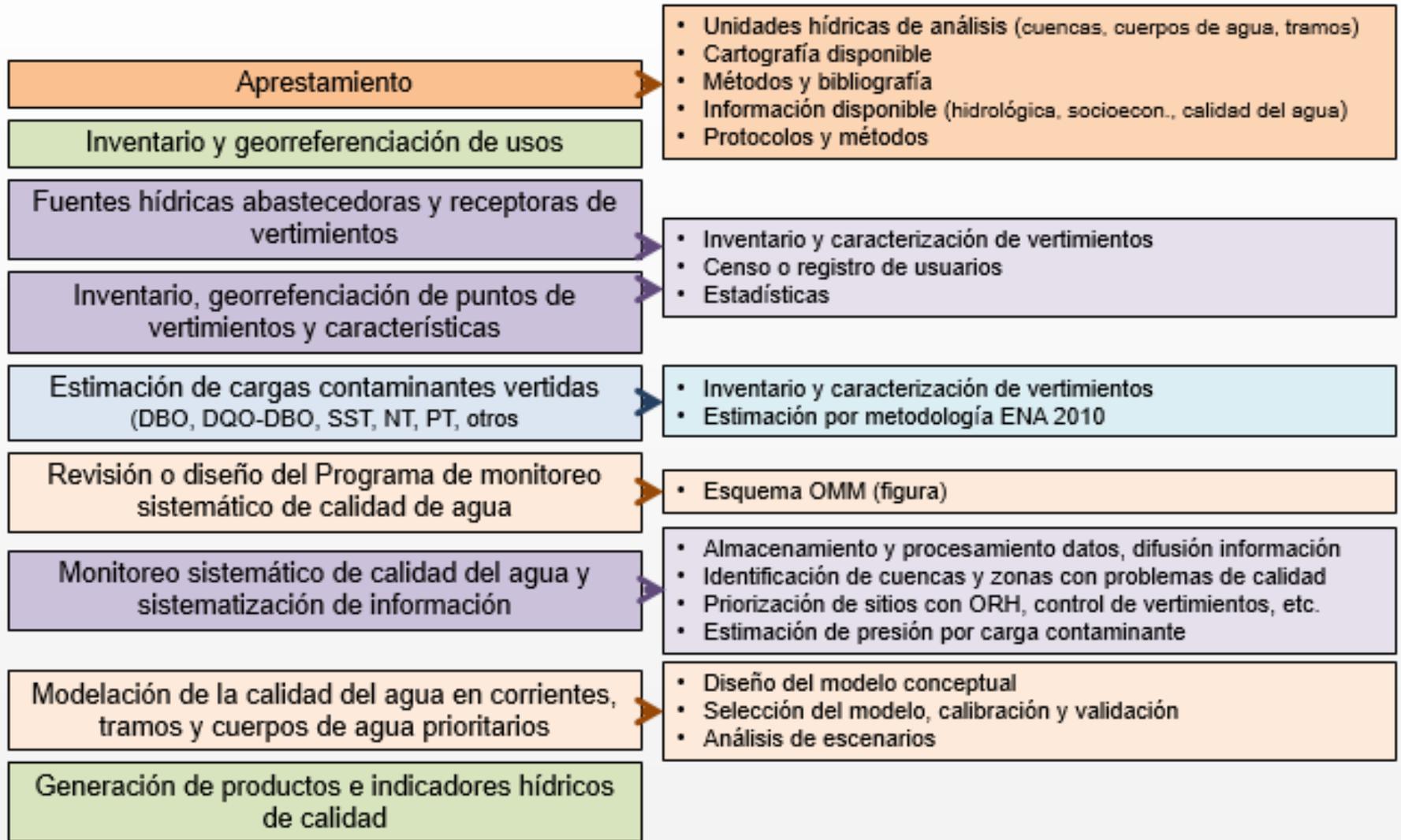
MARCO CONCEPTUAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA



MAPA DE AGENTES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA



PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL



PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Recopilación de información de estudios anteriores

- Estudios geológicos (tipos de roca y minerales predominantes)
- Estudios hidrodinámicos (líneas de flujo, gradiente, fluctuaciones de nivel, relación precipitación – cambios de niveles piezométricos)
- Estudios hidráulicos: parámetros hidráulicos espacializados, conductividad hidráulica, transmisividad, coeficientes de almacenamiento)
- Información disponible (hidrológica, socioecon., calidad del agua)
- Protocolos y métodos

Análisis físico-químicos

- Recolección de análisis realizados por el laboratorio
- Balance iónico
- Análisis de parámetros in situ

Representaciones gráficas y espacialización

- Utilización de diagramas Piper, Stiff, entre otros

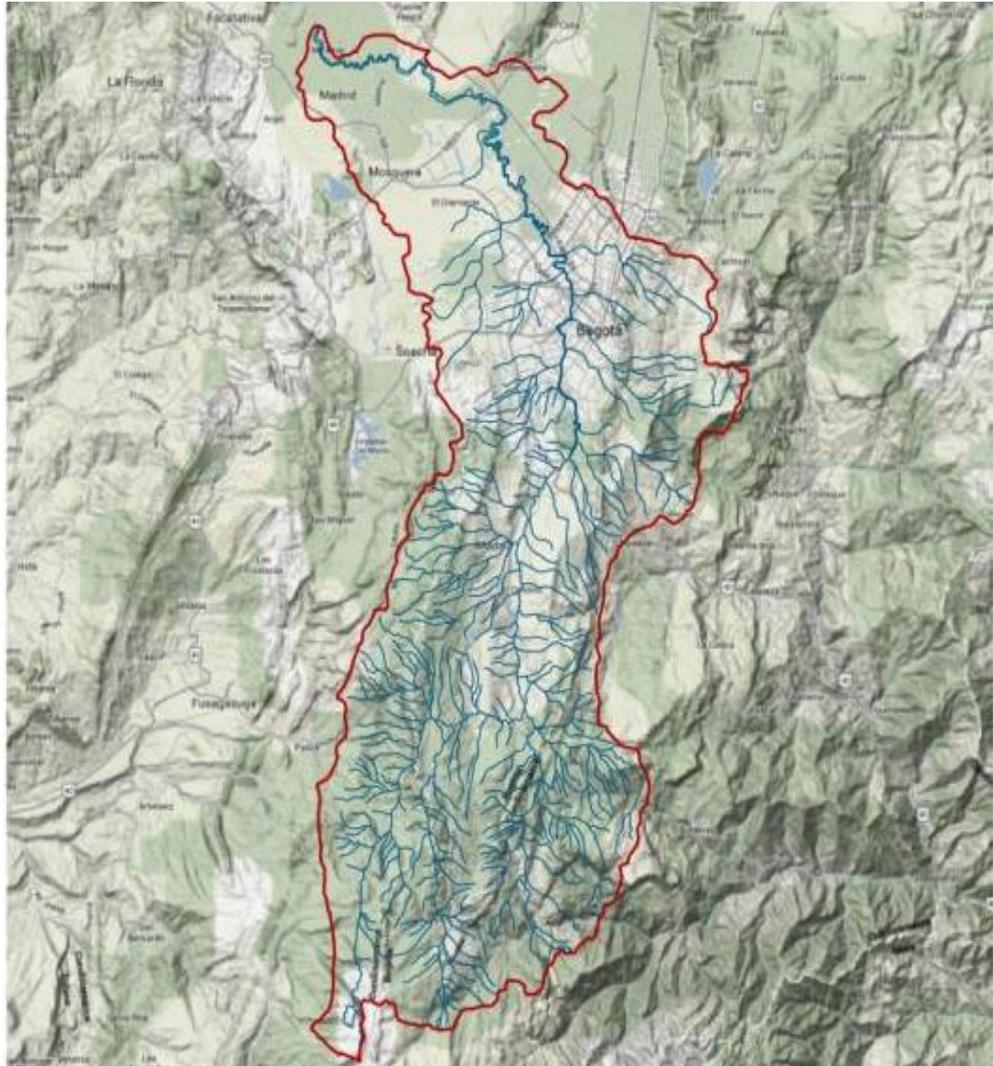
Análisis hidrogeoquímico y de calidad

- Relaciones facies-conductividad eléctrica-geología
- Posibles fuentes de contaminación
- Análisis de las fuentes de contaminación
- Trayectoria de agua subterránea y zonas de recarga
- Análisis de la variabilidad temporal
- Definición de la calidad del agua con diferentes usos



Cuenca del Río Tunjuelo

Se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca y forma parte de la cuenca alta y media del río Bogotá. El río nace en el páramo de Sumapaz, a una altura de, aproximadamente, 3.450 msnm. Lo forman tres cauces principales, los ríos Mugroso, Chisacá y Curubital, que, al unirse, forman el cauce principal del río Tunjuelo.



INFORMACIÓN UTILIZADA

- ✓ **Calidad del agua: Resultados del programa de monitoreo de la calidad del agua de la SDA en los ríos urbanos (RCHB). Se utilizó la campaña del 2012-2013.**
- ✓ **Invertebrados acuáticos: Resultados del programa de monitoreo de la calidad del agua de la SDA en los ríos urbanos (RCHB). Se utilizó la campaña del 2008-2009.**
- ✓ **Carga doméstica y de servicios en zona urbana: Estadísticas de población al año 2012 a nivel de UPZ (SDP), mapas de localización de UPZ y localidad del Distrito Capital. Para la zona rural: datos de población POMCA de la cuenca, estadísticas y proyecciones del DANE. Factores de emisión per cápita del “Estudio de caudales y cargas contaminantes para el diseño de la PTAR Canoas”, EAAB -Alejandro Cifuentes (2010)**
- ✓ **Carga industrial: Número y tipo de industrias según Diagnóstico POMCA de la Universidad Nacional y SDA (2007), Cámara de Comercio de Bogotá, EMPA-SENA, 2008. Caudales y cargas unitarias de vertimiento por tipo y tamaño de industria, según la SDA “Concentraciones de referencia para vertimientos industriales realizados a la red de alcantarillado y de los vertimientos industriales a un cuerpo de agua de la ciudad de Bogotá”, de la Universidad de Los Andes y la SDA (2009).**
- ✓ **Carga relleno sanitario Doña Juana: CGR, Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana SA ESP, Planta de tratamiento de lixiviados del relleno de Doña Juana, Bogotá, 2013 (expediente CAR, 2014).**

METODOLOGÍA DEL PRODUCTO

Calidad del agua



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02

The Bogotá Humana logo consists of the word "BOGOTÁ" in a multi-colored, uppercase font (B: blue, O: orange, G: green, O: red, T: yellow, Á: purple) above the word "HUMANA" in a black, uppercase font. A small heart symbol is integrated into the letter 'U' of "HUMANA".

BOGOTÁ
HUMANA

INFORMACIÓN NECESARIA PARA CALIDAD

Parámetro	Unidad	Índices ERA			Aguas subterráneas	Agua potable	IRCA
		ICA	IACAL	IMA			
Parámetros para índices de calidad básicos							
Coliformes fecales	NMP/100ml	X			X	X	X
Conductividad eléctrica	µS/cm	X				X	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	mg/l	X	X		X		
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	X	X		X		
Fósforo total	mg/l		X				
Macroinvertebrados acuáticos (bentos) (F)	Ind/m ²			X			
Nitrógeno total NKT	mg/l		X				
% de saturación de oxígeno disuelto	%	X			X		
Oxígeno disuelto	mg/l	X					
pH	Unidad	X				X	X
Sólidos suspendidos totales	mg/l	X	X				



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



NOTA: Para aguas subterráneas, agua potable e IRCA se requieren parámetros adicionales

Formato: FI0203F08-02

Fuente: Basado en IDEAM, 2013

BOGOTÁ
HUMANANA

GENERALIDADES CUENCA DEL RÍO TUNJUELO



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02



BOGOTÁ
HUMANANA

The Bogotá Humana logo consists of the word "BOGOTÁ" in a multi-colored, bold, sans-serif font. Below it, the word "HUMANANA" is written in a black, bold, sans-serif font. A small heart symbol is integrated into the letter 'A' of "HUMANANA".

ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

Jurisdicciones ambientales en el territorio de la cuenca

Entidad	Área (Ha)	(%) de Jurisdicción
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR	29.216,45	71,32
Secretaría Distrital de Ambiente – SDA	11.387,03	27,80
Unidad de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN	358,80	0,88
TOTALES	40.962,28	100,00

Participación de las áreas urbana y rural en la cuenca

Localidad	Área total (ha)	Área dentro de la cuenca (ha)	% Área parcial dentro de la cuenca	% Área total dentro de cuenca
Bosa	1.938,32	1.271,88	65,62%	3,11%
Kennedy	1.383,00	794,92	57,48%	1,94%
Tunjuelito	1.049,16	1.017,80	97,01%	2,48%
Rafael Uribe	1.309,41	719,23	54,93%	1,76%
San Cristóbal	1.373,08	777,96	56,66%	1,90%
Usme	3.249,34	3.249,34	100,00%	7,93%
Ciudad Bolívar	3.502,71	3.502,71	100,00%	8,55%
Puente Aranda	692,00	53,18	7,69%	0,13%
Subtotal urbano Bogotá	14.497,02	11.387,03	78,55%	27,80%
Veredas Usme	28.444,13	27.506,43	96,70%	67,15%
Subtotal en Bogotá	42.941,15	38.893,46	90,57%	94,95%
Soacha urbano	2.679,00	1.106,04	41,29%	2,70%
Soacha rural	5.273,14	962,78	18,26%	2,35%
Subtotal en Soacha	7.952,14	2.068,82	26,02%	5,05%
Total cuenca	50.893,29	40.962,28	80,49%	100,00%



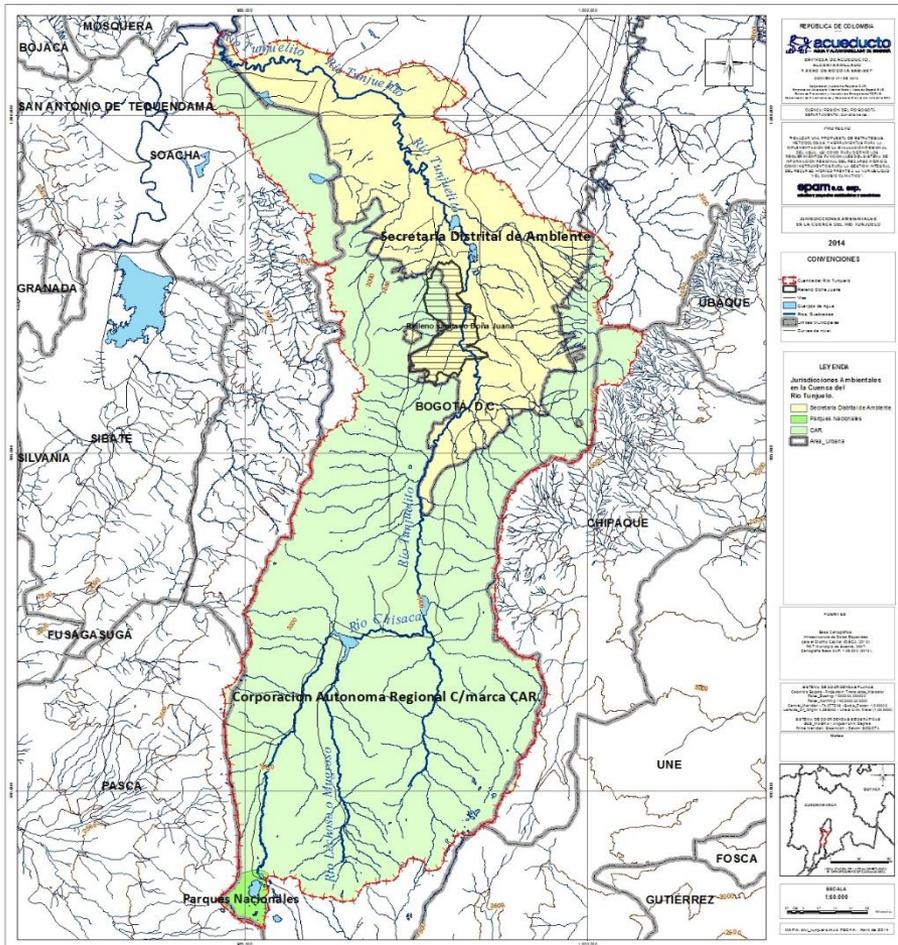
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



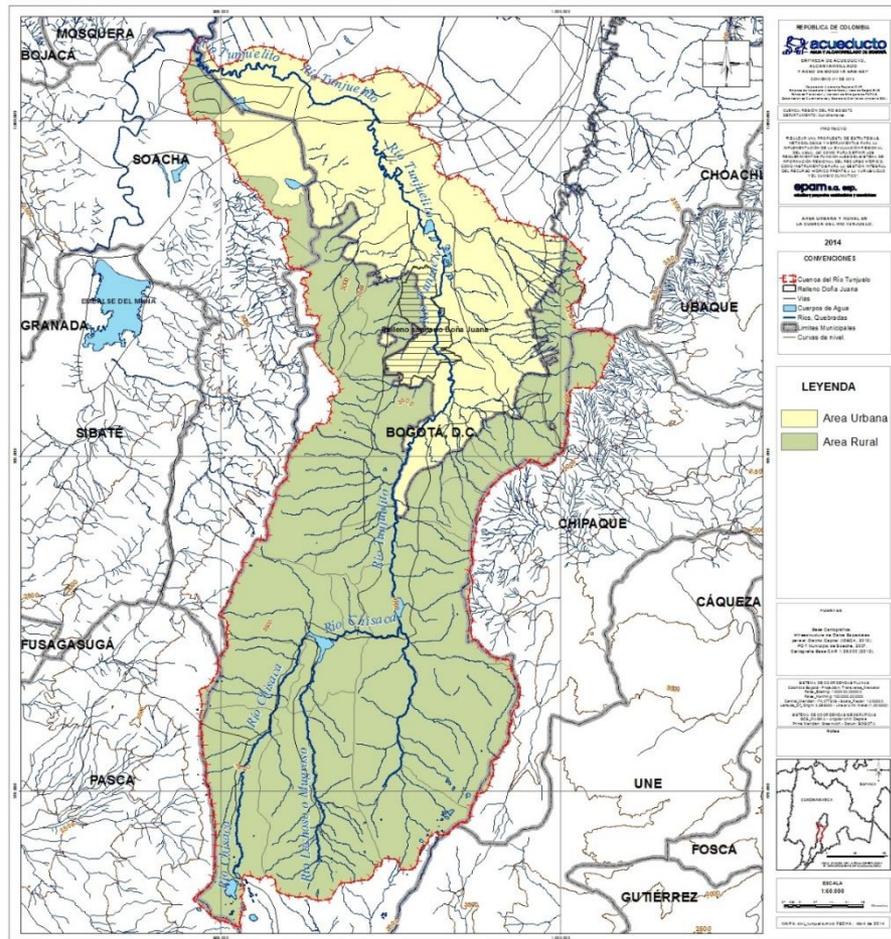
ACUEDUCTO AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

Jurisdicciones ambientales en el territorio de la cuenca



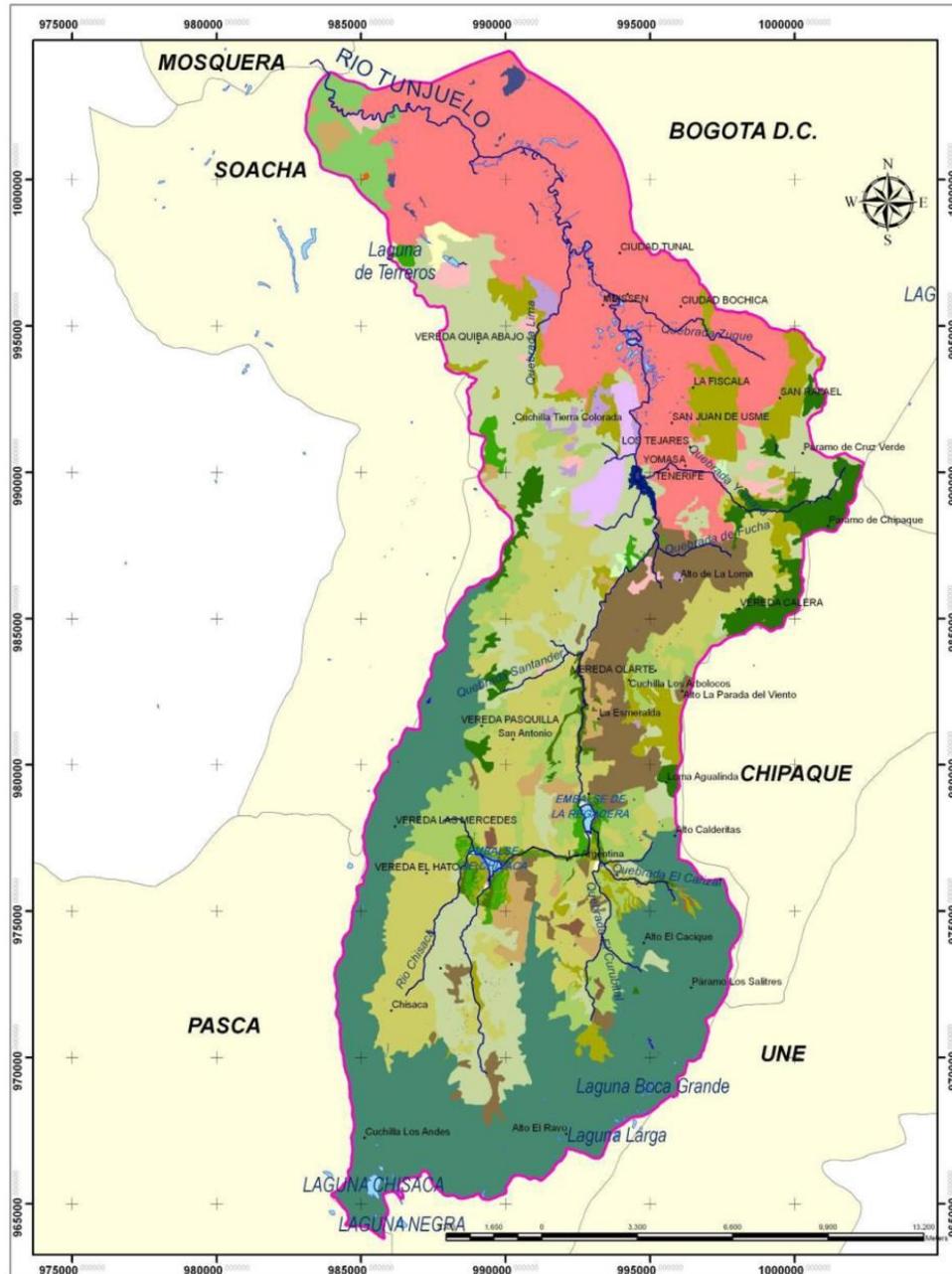
Participación de las áreas urbana y rural en la cuenca



COBERTURA DEL SUELO EN LA CUENCA

GRUPO	USO	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA %
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS URBANIZADAS	Tejido urbano continuo	8.686,77	20,91
		Tejido urbano discontinuo	345,58	0,83
	ZONAS DE EXTRACCIÓN MINERA Y ESCOMBRERAS	Explotaciones mineras	273,20	0,66
		Relleno sanitario Doña Juana	425,52	1,02
Subtotal territorios artificializados			9.731,07	23,43
TERRITORIOS AGRÍCOLAS	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	Papa	2.305,97	5,55
		Otros cultivos transitorios	67,29	0,16
	PASTOS	Cultivos confinados (viveros y flores)	4,84	0,01
		Pastos tecnificados	657,07	1,58
		Pastos limpios	2.489,32	5,99
	MOSAICO DE ÁREAS AGROPECUARIAS HETEREOGÉNEAS	Pastos arbolados – enmalezados o enrastrados	6.109,35	14,71
		Mosaico de cultivos y pastos	811,72	1,95
Mosaico de pastos y cultivos	5.199,41	12,52		
Subtotal territorios agrícolas			17.644,98	42,48
BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	BOSQUES	Bosque alto andino	1.272,80	3,06
		Bosque secundario	242,93	0,58
		Bosque plantado	458,50	1,10
	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVA	Vegetación de páramo y subpáramo	9.303,54	22,40
		Matorrales – arbustales o rastrojos	2.285,46	5,50
		Arbustales de retamo	19,00	0,05
	ÁREAS ABIERTAS SIN O CON POCA VEGETACIÓN	Afloramientos rocosos	0,78	0,00
		Tierras desnudas o degradadas	141,37	0,34
Rastrojos o pajonales en tierras eriales		68,41	0,16	
Subtotal bosques y áreas seminaturales			13.792,79	33,21
SUPERFICIES DE AGUA	AGUAS CONTINENTALES	Ríos	65,07	0,16
		Lagunas – lagos y ciénagas	122,39	0,29
		Embalses y cuerpos de agua artificiales	115,84	0,28
		Presa seca cantarrana	62,36	0,15
Subtotal superficies de agua			365,66	0,88
TOTAL			41.534,50	100,00

COBERTURA DEL SUELO EN LA CUENCA



Fuente:
POMCA Tunjuelo CAR, 2007

RESULTADOS OBTENIDOS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02

El logo de Bogotá Humana, que muestra el texto 'BOGOTÁ' en colores (B: azul, O: naranja, G: verde, O: rojo, TÁ: azul) y 'HUMANANA' en negro con un corazón rojo en la 'A'.

RED DE CALIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO (RCHB)

Tramo	Nomenclatura	Puntos de monitoreo	Tramo de la fuente puntos	Altitud	Coordenadas geográficas	
Cuenca alta Tramo 1	TU-1A	La Regadera	1	2.952	78.878 N	92.546 E
	TU-1B	Universidad A. Nariño	2	2.683	87.211 N	94.924 E
Cuenca media Tramo 2 y 3	TU-2A	100 m. abajo quebrada Yomasa	3	2.613	89.744 N	94.445 E
	TU-2B	Doña Juana	4	2.584	92.188 N	94.556 E
	TU-3A	Barrio México	5	2.557	95.841 N	93.717 E
	TU-3B	Barrio San Benito	6	2.556	96.416 N	93.264 E
Cuenca baja Tramo 4	TU-4A	Makro Autopista Sur	7	2.548	100.543 N	91.694 E
	TU-4B	Transversal 86	8	2.547	101.812 N	88.598 E
	TU-4C	Puente de La Independencia	9	2.546	102.519 N	86.982 E
	TU-4D	Isla Pontón San José	10	2.542	102.175 N	84.478 E



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Formato: FI0203F08-02

Fuente: SDA, 2012-2013

BOGOTÁ
HUMANANA

VALORES PROMEDIOS DE CALIDAD DEL AGUA EN CADA PUNTO DE LA RED DE CALIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA (2012-13)

Parámetro	Unidades	Promedio tramo-1	Promedio tramo-2	Promedio tramo-3	Promedio tramo-4	Tramos - río Tunjuelo. Objetivos de calidad a 10 años Resolución 5131/2008				Decreto 1594/84		
						TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	Criterios de calidad para uso agrícola Decreto 1594/84	Criterios de calidad para uso pecuario decreto 1594/84	Concentraciones para el control de la carga de sustancias de interés sanitario
OD	mg/l	7,66	7,10	1,16	0,65	8	5	2	1	-	-	-
DB05	mg/l	1,7	7,0	26,0	133,9	≤5	≤50	≤50	≤100	-	-	-
DQO	mg/l	14,91	96,00	102,40	363,90	≤30	≤100	≤100	≤200	-	-	-
N total	mg/l	1,12	4,60	11,50	36,40	≤1,5	≤10	≤10	≤20	-	-	-
P total	mg/l	0,17	7,00	1,70	4,60	≤0,1	≤1	≤1	≤1	-	-	-
SST	mg/l	19,70	778,30	82,60	199,10	≤10	≤30	≤30	≤60	-	-	-
Conductividad	μS.cm-1	31,80	171,10	280,70	651,00					-	-	-
pH	Unid.	7,05	7,71	7,64	7,73	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	4,5 – 9,0	5 a 9	5 a 9
Alcalinidad	mg/l	6,13	55,82	84,77	171,47	-	-	-	-	-	-	-
Gras y aceites	mg/l	4,49	6,35	12,84	74,88	-	-	-	-	-	-	-
Colif. fecales	NMP/100 ml	8723	1*10 ⁶	3*10 ⁶	52*10 ⁶	<100	<10 ⁵	<10 ⁵	<10 ⁵	1.000	-	-
Colif. totales	NMP/100 ml	46588	2*10 ⁶	13*10 ⁶	11*10 ⁹	-	-	-	-	5,000	-	-
Arsénico	mg/l	0,013	0,01	0,012	0,012	-	-	-	-	0,10	0,20	0,50
Bario	mg/l	0,036	0,33	0,064	0,052	-	-	-	-	5	-	5,00
Cadmio	mg/l	0,004	0,01	0,004	0,004	-	-	-	-	0,01	0,05	0,10
Cianuro	mg/l	0,500	0,50	0,500	0,500	-	-	-	-	-	-	1
Zinc	mg/l	0,016	0,09	0,139	0,179	-	-	-	-	-	25	-
Cobre	mg/l	0,015	0,02	0,024	0,031	-	-	-	-	0,2	0,5	3
SAAM	mg/l	0,14	0,54	1,10	3,66	-	-	-	-	-	-	-
Fenoles totales	mg/l	0,025	0,08	0,035	0,185							0,2
Cromo total	mg/l	0,015	0,04	0,015	0,418					0,1	0,1	
Manganeso	mg/l	0,058	0,210	0,102	0,087					0,2		
Mercurio	mg/l	0,003	0,003	0,003	0,003							0,02
Níquel	mg/l	0,004	0,01	0,004	0,005					0,2		2
Plomo	mg/l	0,008	0,11	0,034	0,032					5	0,1	0,5

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA –ICA-

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
<p>Índice de calidad del agua ICA</p>	<p>ICA = $\Sigma(0,16 \text{ OD} + 0,14 \text{ SST} + 0,14 \text{ DQO} + 0,14 \text{ CE} + 0,14 \text{ N/P} + 0,14 \text{ pH} + 0,14 \text{ CF})$</p> <p>Los coeficientes representan la ponderación de cada componente del ICA</p>	<p><i>Significado:</i> Representa las condiciones de calidad física, química y bacteriológica de un curso o cuerpo de agua. Varía entre 0 y 1. Mientras más alto mejor es la calidad del agua. Se calcula con periodicidad anual.</p> <p><i>Información necesaria:</i> Concentraciones y/o valores medios de los siguientes parámetros en cada estación de monitoreo de calidad (ver capítulo de calidad):</p> <ul style="list-style-type: none"> Oxígeno disuelto OD (% de saturación) Sólidos en suspensión SST (mg/l) Demanda química de oxígeno DQO (mg/l) Conductividad eléctrica CE ($\mu\text{S/cm}$) Nitrógeno total N (mg/l) Fósforo total P (mg/l) Relación N total/P total pH (unidades de pH) Coliformes fecales CF (UFC/100 ml) Cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000 o mayor. <p><i>Forma de representación:</i> Mapa de tramos (cursos de agua) o áreas (cuerpos de agua lénticos) de iguales condiciones de ICA.</p>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Fuente: Basado en IDEAM, 2013

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13)

Variable	Expresada como	Peso de importancia
Oxígeno disuelto, OD	% saturación	0,16
Sólidos suspendidos totales, SST	mg/L	0,14
Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L	0,14
Conductividad eléctrica, CE	μS/cm	0,14
Relación N total /P total	(mg/l)/(mg/l)	0,14
pH	Unidades de pH	0,14
Coliformes fecales	UFC/100 mL	0,14
Total		1,00

Descriptores	Ámbito numérico	Color
Muy malo	0 – 0.25	rojo
Malo	0.26 – 0.50	naranja
Regular	0.51 – 0.70	amarillo
Aceptable	0.71 – 0.90	verde
Bueno	0.91 – 1.00	azul



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

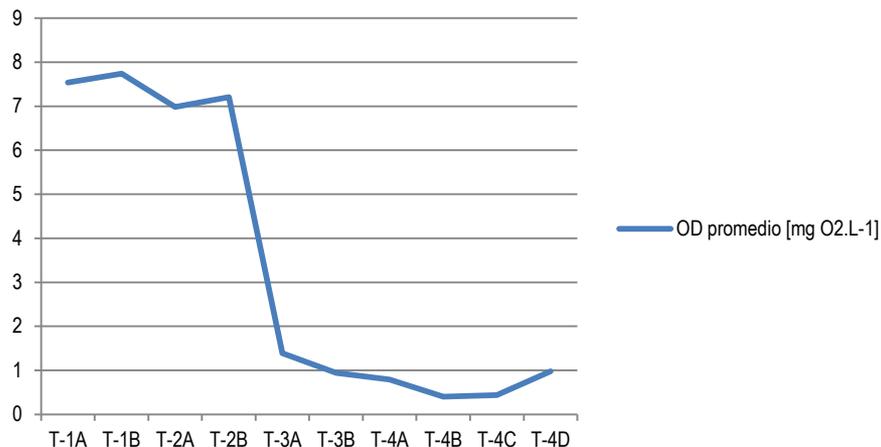
Formato: FI0203F08-02

Fuente: IDEAM, 2013

BOGOTÁ
HUMANA

SUBÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13): OD

OD promedio [mg O2.L-1]



OXÍGENO DISUELT

Cuando el % de saturación de OD $\leq 100\%$:
 $I\% \text{ sat OD} = 1 - (1 - 0,01 * \% \text{ saturación de OD})$

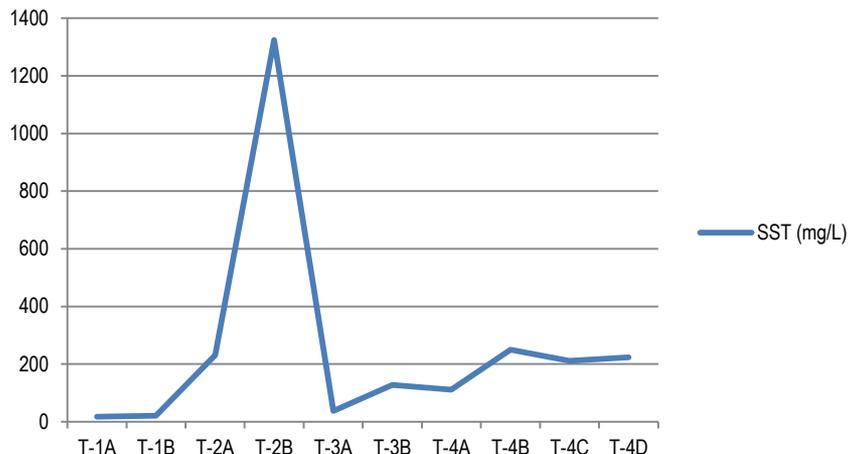
Cuando el % de saturación de OD $> 100\%$:
 $I\% \text{ sat OD} = 1 - (0,01 * \% \text{ saturación de OD} - 1)$

Fuente: ENA,2010

Tramo	Puntos	OD Promedio (mg/L O2)	I OD	Calificación de calidad del agua	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	7,54	0,97	BUENA	
	TU-1B	7,74	0,94	BUENA	
Tramo 2	TU-2A	6,99	0,95	BUENA	
	TU-2B	7,20	0,97	BUENA	
Tramo 3	TU-3A	1,39	0,19	MUY MALA	
	TU-3B	0,94	0,13	MUY MALA	
Tramo 4	TU-4A	0,79	0,11	MUY MALA	
	TU-4B	0,40	0,06	MUY MALA	
	TU-4C	0,44	0,06	MUY MALA	
	TU-4D	0,98	0,14	MUY MALA	

SUBÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13): SST

SST (mg/L)



SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Cuando los SST $\leq 4,5$:

I SST = 1

Cuando los SST $> 4,5 < 320$:

I SST = $1 - (-0,02 + 0,003 * SST_{mg/L})$

Cuando los SST ≥ 320 :

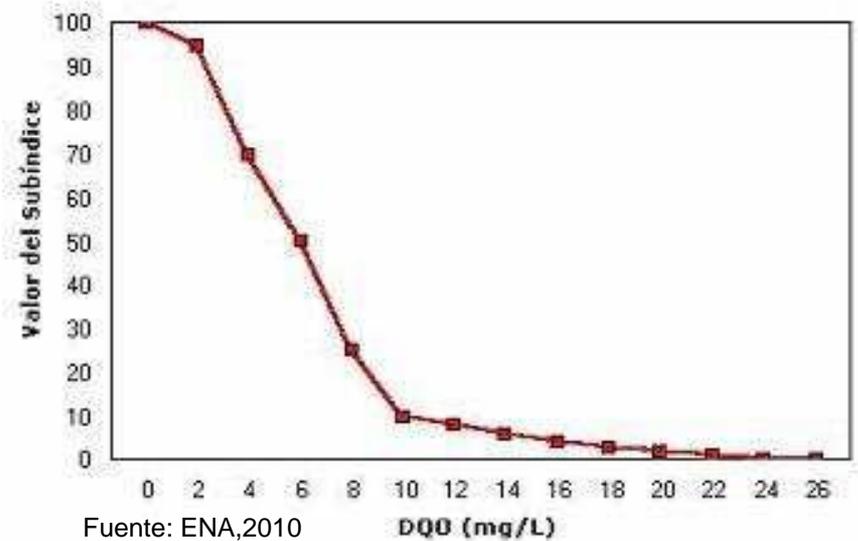
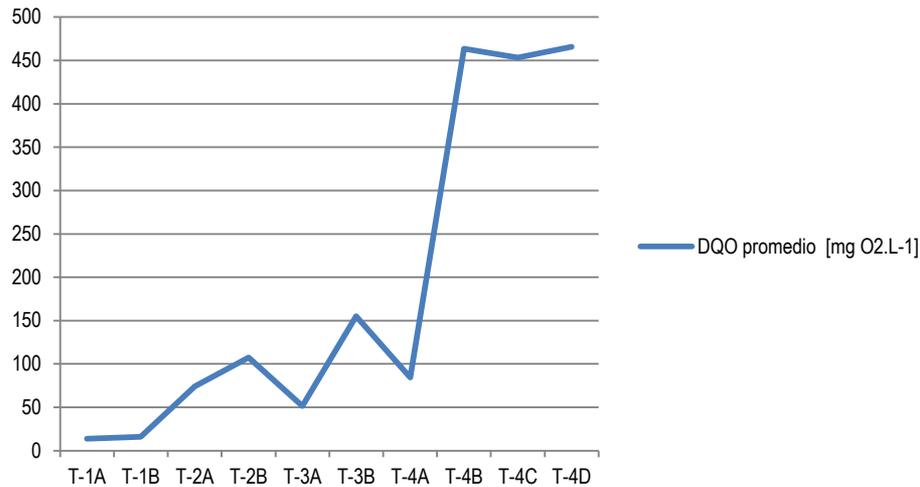
I SST = 0

Fuente: ENA,2010

Tramo	Puntos	SST promedio (mg/L SST)	ISST	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	17,89	0,97	BUENA	
	TU-1B	21,53	0,96	BUENA	
Tramo 2	TU-2A	231,67	0,32	MALA	
	TU-2B	1324,89	0,00	MUY MALA	
Tramo 3	TU-3A	37,33	0,91	BUENA	
	TU-3B	127,89	0,64	REGULAR	
Tramo 4	TU-4A	111,63	0,69	REGULAR	
	TU-4B	250,13	0,27	MALA	
	TU-4C	211,25	0,39	MALA	
	TU-4D	223,38	0,35	MALA	

SUBÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13): DQO

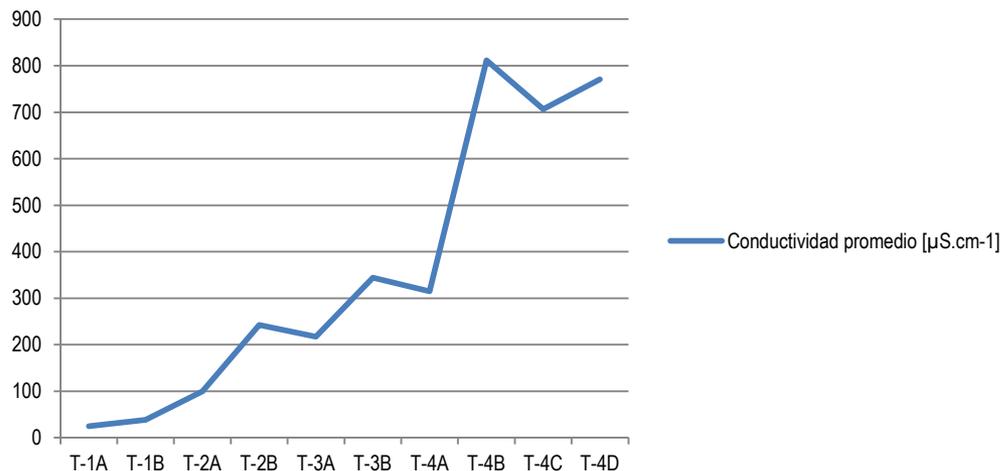
DQO promedio [mg O2.L-1]



Tramos	Puntos	DQO promedio mg O2.L-	IDQO	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	13,95	0,07	MUY MALA	[Red Alert Signal]
	TU-1B	15,87	0,06	MUY MALA	
Tramo 2	TU-2A	74,23	0	MUY MALA	[Red Alert Signal]
	TU-2B	107,33	0	MUY MALA	
Tramo 3	TU-3A	51,65	0	MUY MALA	[Red Alert Signal]
	TU-3B	155,11	0	MUY MALA	
Tramo 4	TU-4A	84,39	0	MUY MALA	[Red Alert Signal]
	TU-4B	463,47	0	MUY MALA	
	TU-4C	453,38	0	MUY MALA	
	TU-4D	465,63	0	MUY MALA	

SUBÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13): CE

Conductividad promedio [$\mu\text{S.cm}^{-1}$]



CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$$I \text{ Cond} = 1 - 10^{-3.26 + 1.34 \log_{10} \text{Conductividad}}$$

Cuando $I \text{ Cond} < 0$ (negativo),

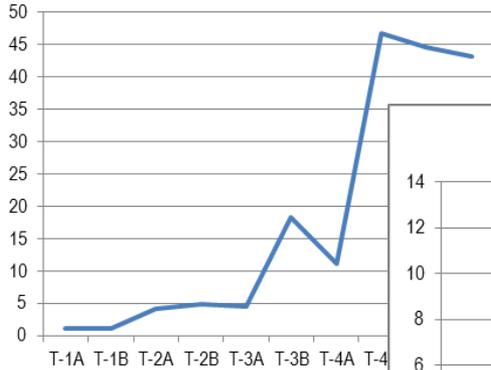
Entonces $I \text{ Cond} = 0$

Fuente: ENA,2010

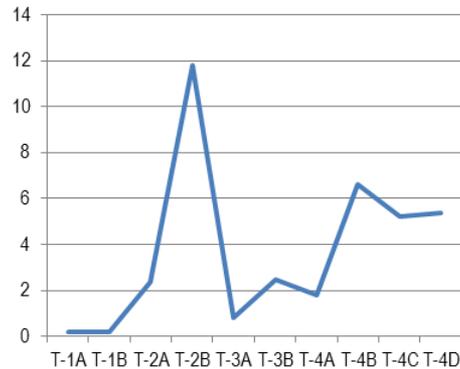
Tramos	Puntos	Conductividad promedio [$\mu\text{S.cm}^{-1}$]	ICE	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	25,00	0,96	BUENA	Blue
	TU-1B	38,61	0,93	BUENA	Blue
Tramo 2	TU-2A	100,03	0,74	ACEPTABLE	Green
	TU-2B	242,17	0,14	MUY MALA	Red
Tramo 3	TU-3A	217,32	0,26	MALA	Yellow
	TU-3B	344,07	0,00	MUY MALA	Red
Tramo 4	TU-4A	314,92	0,00	MUY MALA	Red
	TU-4B	811,91	0,00	MUY MALA	Red
	TU-4C	706,76	0,00	MUY MALA	Red
	TU-4D	770,42	0,00	MUY MALA	Red

SUBÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13): NT/PT

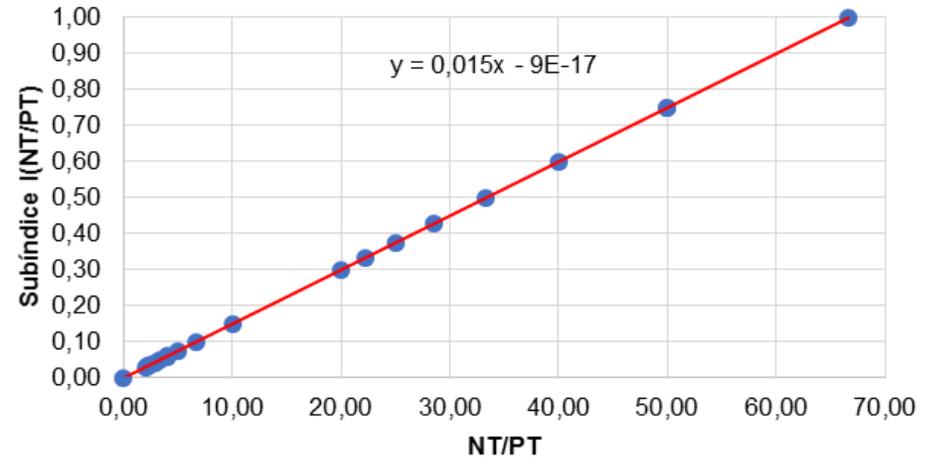
N promedio [mg N.L-1]



P promedio [mg P.L-1]



Subíndice de NT/PT

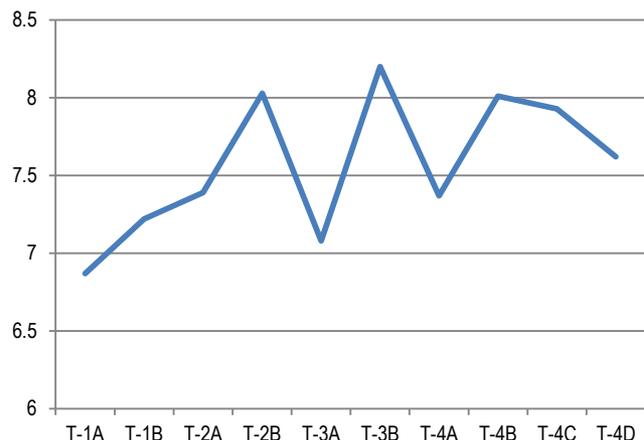


Fuente: Con base en ENA,2010

Tramos	Puntos	NT/PT	I(NT/PT)	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	6,51	0,10	MUY MALA	[Red Alert]
	TU-1B	6,44	0,10	MUY MALA	
Tramo 2	TU-2A	1,81	0,03	MUY MALA	[Red Alert]
	TU-2B	0,42	0,01	MUY MALA	
Tramo 3	TU-3A	5,59	0,08	MUY MALA	[Red Alert]
	TU-3B	7,45	0,11	MUY MALA	
Tramo 4	TU-4A	6,23	0,09	MUY MALA	[Red Alert]
	TU-4B	7,08	0,11	MUY MALA	
	TU-4C	8,55	0,13	MUY MALA	
	TU-4D	7,99	0,12	MUY MALA	

SUBÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13): pH

PH promedio unidades



pH

Cuando el pH < 4:

$$I_{pH} = 0,10$$

Cuando el pH $\geq 4 < 7$:

$$I_{pH} = 0,02628419 * e^{(pH * 0.520025)}$$

Cuando el pH $\geq 7 < 8$:

$$I_{pH} = 1$$

Cuando el pH $\geq 8 \leq 11$:

$$I_{pH} = 1 * e^{((pH-8) * -0.5187742)}$$

Cuando el pH > 11:

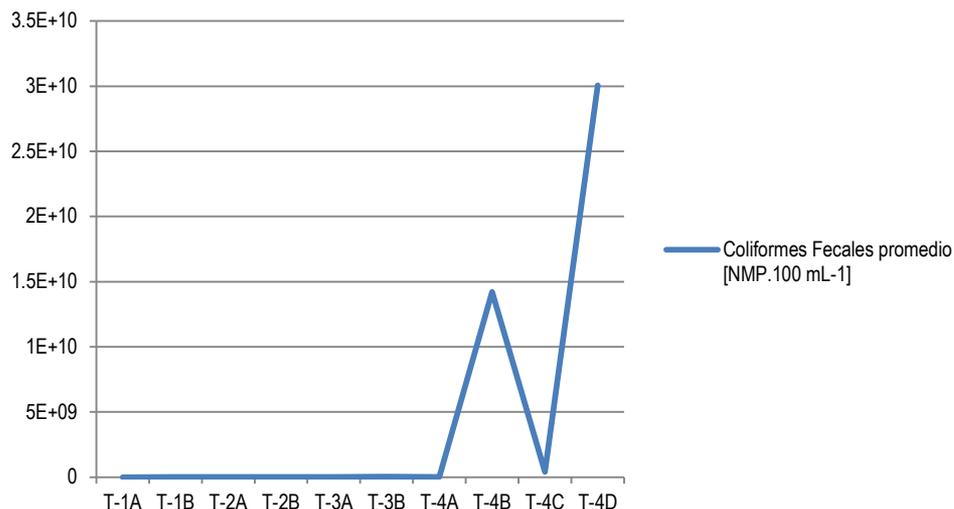
$$I_{pH} = 0,10$$

Fuente: Con base en ENA,2010

Tramos	Puntos	PH promedios	IPH	Calificación de calidad del agua	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	6,87	0,94	BUENA	
	TU-1B	7,22	1,00	BUENA	
Tramo 2	TU-2A	7,39	1,00	BUENA	
	TU-2B	8,03	0,98	BUENA	
Tramo 3	TU-3A	7,08	1,00	BUENA	
	TU-3B	8,20	0,90	ACEPTABLE	
Tramo 4	TU-4A	7,37	1,00	BUENA	
	TU-4B	8,01	0,99	BUENA	
	TU-4C	7,93	1,00	BUENA	
	TU-4D	7,62	1,00	BUENA	

SUBÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13): CF

Coliformes Fecales promedio [NMP.100 mL-1]



COLIFORMES FECALES

Cuando los CF \leq 10000 mL:

ICF = 100

Cuando los CF $>$ 10000 \leq 40000 mL:

ICF = $- 10,857 \cdot \ln(\text{CF}) + 142,47$

Cuando los CF $>$ 100000 mL:

ICF = 0

Fuente: Con base en ENA,2010

Tramo	Puntos	Coliformes fecales promedios NMP/100 ML	ICF	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	679,90	1,00	BUENA	Verde
	TU-1B	16767,78	0,19	MUY MALA	Rojo
Tramo 2	TU-2A	2110444,44	0,00	MUY MALA	Rojo
	TU-2B	279000,00	0,00	MUY MALA	Rojo
Tramo 3	TU-3A	506555,56	0,00	MUY MALA	Rojo
	TU-3B	6183333,33	0,00	MUY MALA	Rojo
Tramo 4	TU-4A	2838637,50	0,00	MUY MALA	Rojo
	TU-4B	93712500,00	0,00	MUY MALA	Rojo
	TU-4C	89512500,00	0,00	MUY MALA	Rojo
	TU-4D	24125000,00	0,00	MUY MALA	Rojo

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - (2012-13)

Tramos	Puntos	IOD	ISST	IDQO	ICE	I(NT/PT)	IpH	ICF	ICA	Calificación	Señal de alerta
Tramo 1	TU-1A	0,97	0,97	0,07	0,96	0,10	0,94	1,00	0,72	ACEPTABLE	
	TU-1B	0,94	0,96	0,06	0,93	0,10	1,00	0,19	0,60	REGULAR	
Tramo 2	TU-2A	0,95	0,32	0,00	0,74	0,03	1,00	0,00	0,44	MALA	
	TU-2B	0,97	0,00	0,00	0,14	0,01	0,98	0,00	0,31	MALA	
Tramo 3	TU-3A	0,19	0,91	0,00	0,26	0,08	1,00	0,00	0,34	MALA	
	TU-3B	0,13	0,64	0,00	0,00	0,11	0,90	0,00	0,25	MUY MALA	
Tramo 4	TU-4A	0,11	0,69	0,00	0,00	0,09	1,00	0,00	0,27	MALA	
	TU-4B	0,06	0,27	0,00	0,00	0,11	0,99	0,00	0,20	MUY MALA	
	TU-4C	0,06	0,39	0,00	0,00	0,13	1,00	0,00	0,22	MUY MALA	
	TU-4D	0,14	0,35	0,00	0,00	0,12	1,00	0,00	0,23	MUY MALA	



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

ÍNDICE DE CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA POR MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS (2009)

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
<p>Índice de calidad biológica del agua por macroinvertebrados acuáticos IMA</p>	<p>IMA = $\Sigma(F_i \cdot P_i)$ Fi = Familia de macroinvertebrados presente Pi = Puntaje de cada familia (entre 1 y 10)</p>	<p><i>Significado:</i> Representa las condiciones de calidad biológica de un curso o cuerpo de agua. Varía entre menos de 15 y más de 150. Mientras más alto mejor es la calidad del agua. Se calcula con periodicidad anual o la que determine la autoridad regional.</p> <p><i>Información necesaria:</i> Muestreo e identificación de macroinvertebrados acuáticos (bentos) a nivel de familia, con anotación de presencia/ausencia en cada muestreo.</p> <p>Clasificación de las familias encontradas de acuerdo con su nivel de tolerancia a la contaminación, en una escala de 1 a 10. Por ejemplo: familias sensibles, no tolerantes a la contaminación, como Perlidae, Oligoneuriidae, tienen un puntaje de a10; y familias altamente tolerantes, que viven en aguas muy contaminadas, como Tubificidae, tienen un puntaje de 1. La suma de los puntajes de todas las familias presentes proporciona el puntaje total BMWP/Col (método desarrollado por el Biological Monitoring Working Party –BMWP-, adaptado para Colombia por G. Roldán -BMWP/Col).</p> <p>Cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000 o mayor.</p> <p><i>Forma de representación:</i> Mapa de tramos (cursos de agua) o áreas (cuerpos de agua lénticos) de iguales condiciones de IMA.</p>



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Fuente: Basado en IDEAM, 2013

ÍNDICE DE CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA POR MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS (2009)

Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macro invertebrados acuáticos para la obtención del índice BMWP/Col (Roldan -2003)

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dysticidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae	2
Tubificidae	1

ÍNDICE DE CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA POR MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS (2009)

Período de aguas altas (2008-2009)

Genero subfamilia/tribu	Familia	Tolerancia ambiental Pi	Categoría trófica	La Regadera Individuos	La Regadera Fi	La Regadera IMA= $\sum Fi*Pi$
Hydra sp.	Hydridae	10	Pr	40	1	10
Dugesia sp.	Planariidae	7	Om	22 ±	1	7
Tubificidae Morfo 1	Tubificidae	1	Cd	33 ±	1	1
Tubificidae Morfo 2			Cd	21 ±		
Naididae Morfo 1	Naididae	8	Cd	3	1	8
Placobdella sp.	Glossiphoniidae	3	Pr	2 ±	1	3
Aeshna sp.	Aeshnidae	6	Pr	1 ±	1	6
Estenochironomus sp.	Chironornidae	2	Mn	4 ±	1	2
Orthocladus sp.				18 ±		
Tanytarsini			Cd	1 ±		
Tanypodinae Morfo			Pr	23 ±		
Probezzia sp.	Ceratopogonidae	3	Pr	14 ±	1	3
Total de taxa colectados				12	$\sum 8$	$\sum 40$
Total de individuos colectados				182	Color Índice:	

ÍNDICE DE CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA POR MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS (2009)

Período de aguas bajas (2008-2009)

Genero subfamilia/tribu	Familia	Tolerancia ambiental Pi	La Regadera		San Benito		Makro		La Regadera IMA=	San Benito IMA=	Makro IMA=
			F	I	F	I	F	I			
			F	I	F	I	F	I	$\sum Fi*Pi$	$\sum Fi*Pi$	$\sum Fi*Pi$
Physa sp.	Physidae	3	1	2					3		
Planorbidae Morfo	Planorbidae	5	1	5	1	1			5	5	
Tubicidae Morfo 1	Tubicidae	1	1	3			1	3	1		1
Hyrudineo Morfo 1	Glossiphoniidae	3	1	2					3		
Ehipios	Ehipios	8	1	2					8		
Acarii Morfo 1	Acarrimorfo	3			1	1				3	
Coenagrionidae Morfo 6	Coenagrionidae	7	1	1					7		
Callibeatis sp.	Baetidae	7	1	1					7		
Oxyethira sp	Hydroptilidae	3	1	1					3		
Estenochironomus sp.	Chironornidae	2	1	17	1	5	4	1	2	4	4
Chironornidae Morfo 1				15							
Orthoclaadiinae Morfo				8							
Orthocladius sp.				15							
Tanytarsini							9				
Empididae Morfo 1	Empididae	4	1	1	1	5	1	2	4	4	4
Simulium sp.	Simulidae	8	1	1					8		
Total taxa colectados			11	74	4	20	3	7	$\sum 51$	$\sum 14$	$\sum 7$
F: Número de familias. I: Total individuos							Color Índice:				

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA IACAL (2012)

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL	<p>1) Cálculo de carga para DBO₅, DQO-DBO₅, SST, NT, PT y otros de interés:</p> $K_P = (1 - X_{RT}) * \Sigma((F_{IP} * PS) - (F_{IP} * PPS))$ $K_C = (PC * X_{BE} * F_i) + (PC * X_A * X_{PC} * X_{BNE} * F_i)$ $K_{IND} = ((PI * F_i) + (CMP * F_i)) * (1 - X_{RT})$ $K_{S_G} = ((WGVP * I_i) + (WGPP * I_i))$ $K_Z = ((P_z * I_i) + (CMP * I_i)) * (1 - X_{RT})$ <p>1) Cálculo de la carga municipal:</p> $K = K_P + K_C + K_{IND} + K_{S_G} + K_Z$ <p>1) Categorización de presión según cargas DBO₅, DQO-DBO₅, SST, NT, PT y otros de interés (en ton/año), a nivel municipal, en 5 categorías:</p> <p>1: baja, 2: moderada, 3: media alta, 4: alta y 5: muy alta (percentiles 65, 75, 85, 95 y >95)</p> <p>1) Agregación de cargas DBO₅, DQO-DBO₅, SST, NT, PT y otros de interés (en ton/año), a nivel de la unidad de análisis, y recategorización en 5 categorías: 1: baja, 2: moderada, 3: media alta, 4: alta y 5: muy alta (K_i) (mismos percentiles)</p> <p>2) Sumatoria jerarquías: IACAL = K₁ / Oferta (carga en ton/año y oferta en MMC para año medio y año seco). Recategorización en las mismas 5 categorías de percentiles.</p>	<p><i>Significado:</i> Mide la presión por contaminantes sobre la calidad del agua superficial. Se expresa en unidades adimensionales. Mientras más alto mayor la presión de contaminación. Se calcula con periodicidad anual.</p> <p><i>Información necesaria:</i> Población municipal (P). Fracción de población conectada al alcantarillado (X_{PS}). Población conectada al alcantarillado (PS). Población conectada a pozo séptico (PPS) F_{IP} = Factor de emisión de DBO₅ por persona, según si está conectada a alcantarillado o pozo séptico (18,1 y 6,9 kg/hab.año, según ENA 2010). X_{RT} = Fracción de remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes, en función del tipo de tratamiento del agua residual doméstica. PC = Producción municipal de café, en número de sacos de 60 kg de café pergamino seco (por cada 62,5 kg de café en cereza -cc-, se producen 12,5 kg de café pergamino seco -cps-, según Cenicafé, 2005) X_{BE} = Fracción de beneficio ecológico nacional de café (31% de fincas según Cenicafé, 2005). X_{BNE} = Fracción de beneficio no ecológico nacional de café. PI = Producción industrial (cantidad) para las actividades económicas de interés de la unidad de análisis. CMP = Consumo de materias primas para una industria determinada. X_{RT} = Fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector. F_i = Factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO₅, DQO, SST, NT y PT por tonelada de producto final o de materia prima consumida. WGVP = Tonelada de animal vacuno en pie. WGPP = Tonelada de animal porcino en pie. K_P = Carga de DBO₅ proveniente de la población en ton/año. K_C = Carga de DBO₅ proveniente del beneficio del café en ton/año. K_{IND} = Carga de DBO₅ proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año. K_{S_G} = Carga de DBO₅ proveniente del sacrificio de ganado en ton/año. K = Carga municipal de DBO₅ en ton/año. K_Z = Carga de otra variable de interés de otras actividades económicas de la unidad de análisis. Cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000 o mayor.</p> <p><i>Forma de representación:</i> Mapa de unidades de análisis de iguales condiciones de IACAL (tabla 26)</p>

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA IACAL (2012)

Carga total anual urbana y rural debida a la población

F_{IP} : Factor de emisión por persona (g/hab.día)

DBO ₅	DQO	DQO-DBO ₅	SST	NT	PT
48,56	111,78	63,22	46,27	13,21	1,74

Carga total anual por parámetro (ton/año)

Origen de la carga	Carga total anual por parámetro (ton/año)						Carga total anual*
	DBO ₅	DQO	DQO-DBO ₅	SST	NT	PT	
Urbana	39.143,95	90.105,23	50.961,29	37.297,99	10.648,51	1.402,60	139.454,34
Rural	508,11	1.169,62	661,51	484,15	138,22	18,21	1.810,20
Total	39.652,06	91.274,86	51.622,80	37.782,14	10.786,73	1.420,81	141.264,54

*DBO₅ + (DQO-DBO₅) + SST + NT + PT

Población. Se usó el mapa de la cuenca sanitaria del río Tunjuelo de la EAB.

Se obtuvo de SDP la población y límites a nivel de UPZ para el año 2012.

Se calculó la densidad de población por UPZ en hab/ha.

Se calculó el área de cada UPZ dentro de la cuenca y se estimó la población de cada UPZ dentro de la cuenca sanitaria.

Cargas. Se adoptaron las cargas por habitante determinadas en el estudio de caudales y cargas, elaborado en el marco de los diseños detallados de la PTAR Canoas para la EAB, basado a su vez en "EAB-Alejandro Cifuentes S. Estudio de proyección de caudales y cargas contaminantes para el diseño de la PTAR Canoas. Bogotá. 2012". Se tomaron los datos de muestreos en tiempo seco, sin los muestreos de los interceptores Fucha y Boyacá, con lo cual se consideran sólo los de la cuenca del Tunjuelo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

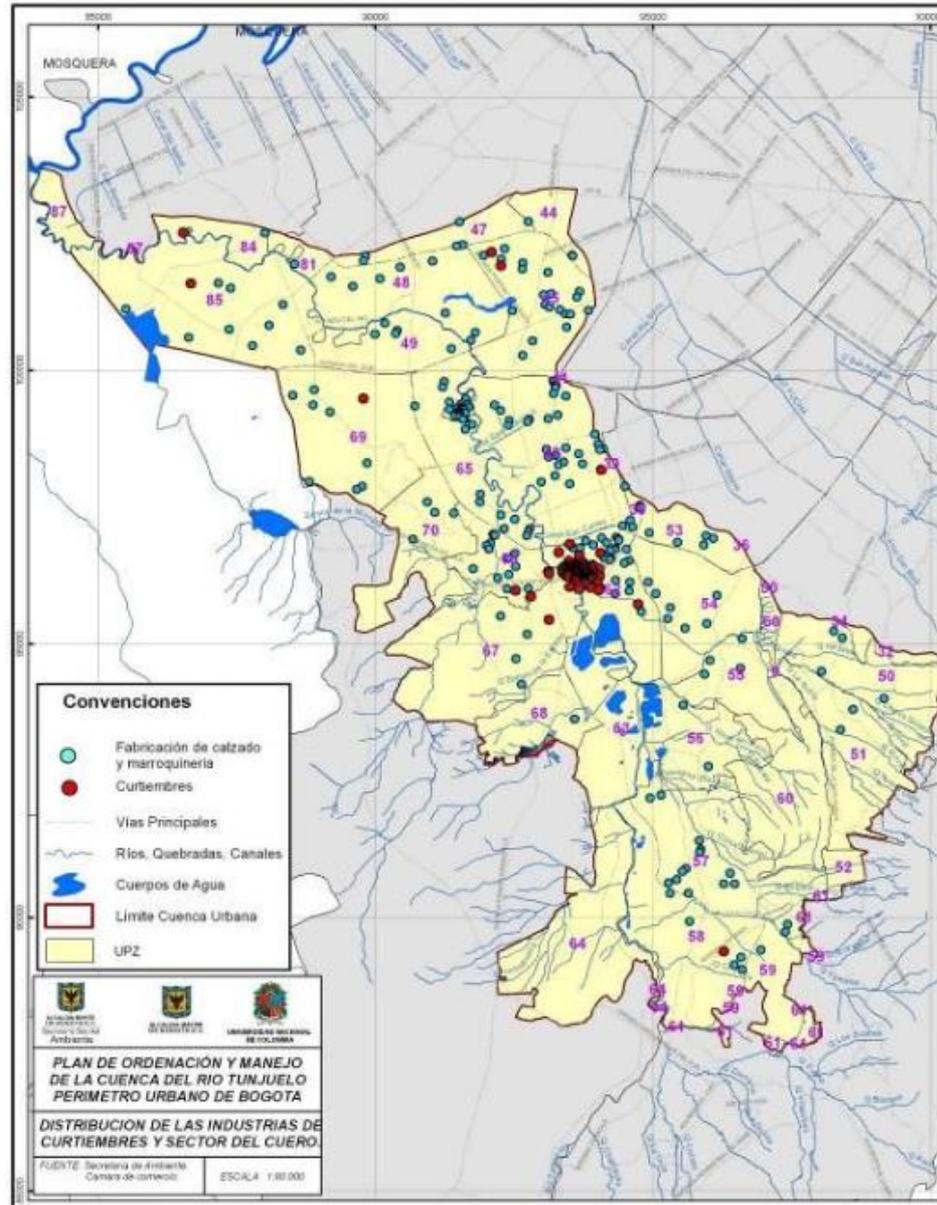
ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA IACAL (2012)

Carga total anual urbana y rural debida a la industria

Tipo de industria	Número	Carga vertida (ton/año)						Caudal total L/s	
		DBO5	DQO	DQO-DBO ₅	SST	NT	PT		Carga total (4)
Curtiembres (1)	350	1.817,70	5.049,41	3.231,71	1.259,98			6.309,39	194,72
Textiles	622	1.199,39	4.902,68	3.703,29	1.382,62			6.285,30	323,44
Alimentos y bebidas	525	1.532,27	3.065,27	1.533,00	574,15			3.639,42	115,46
Cárnicos	57	189,80	380,33	190,53	70,45			450,78	13,86
Metalmecánicas	269	32,52	205,50	172,97	286,16			491,66	115,14
Madera y papel	115	12,92	22,81	9,89	8,43			31,24	43,52
Plástico y caucho	121	33,07	172,57	139,50				172,57	16,38
Químicos	87	15,88	85,74	69,86				85,74	9,57
Otras químicas (2)	235	42,89	231,59	188,71	42,89			274,48	12,93
Maquinaria (2)	136	14,89	99,28	84,39	148,92			248,20	7,48
Equipo transporte (2)	75	8,21	54,75	46,54	82,13			136,88	4,13
No metálicos (2)	56	10,22	55,19	44,97	10,22			65,41	3,08
Reciclaje (3)	57			0,00				0,00	3,14
Otras manufacturas (2)	311	398,56	1171,73	773,16	408,65			1.580,38	17,11
Lavaderos de carros (3)	22	10,59	31,39	20,81	27,74			59,13	4,62
TOTAL	3.038	5.318,91	15.528,24	10.209,33	4.302,33			19.830,56	884,56

(1) EMPA-SENA, 2008. (2) Industrias de muy bajo impacto ambiental, por lo cual se asumieron todas como microempresas con factores de emisión de industrias similares. (3) No se pudo obtener datos comparables, aunque sus cargas son despreciables. (3) PSMV Tunjuelo, EAB, 2007. (4) DBO₅ + (DQO-DBO₅) + SST + NT + PT.

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA IACAL (2012)



La industria de curtiembres: un factor de contaminación muy importante en la cuenca



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02

BOGOTÁ
HUMANANA

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA IACAL (2012)

Carga total anual del relleno sanitario de Doña Juana

Condición	Caudal (L/s)	DBO5 (ton/año)	DQO (ton/año)	DQO-DBO5	SST (ton/año)	NT	PT	Carga total (ton/año)
Tratado	11,20	7,89	546,14	538,25	2,95			549,09
No tratado	13,56	3.151,62	5.676,76	2.525,14	1.034,86			6.711,62
Total	24,76	3.159,51	6.222,90	3.063,40	1.037,81			7.260,72

Planta de tratamiento de lixiviados



ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA IACAL (2012)

Carga total anual vertida a la cuenca del río Tunjuelo

Origen	Detalle	Carga vertida (ton/año)						Carga total
		DBO5	DQO	DQO- DBO5	SST	NT	PT	
Carga doméstica y servicios K_p	Urbana	39.143,95	90.105,23	50.961,29	37.297,99	10.648,51	1.402,60	139.454,34
	Rural y fuera	508,11	1.169,62	661,51	484,15	138,22	18,21	1.810,20
Carga industrial K_{IND}	Toda	5.318,91	15.528,24	10.209,33	4.302,33			19.830,56
Carga relleno D. Juana K_{RS}	Toda	3.159,51	6.222,90	3.063,40	1.037,81			7.260,72
Otros K_z								
TOTAL		48.130,47	113.026,00	64.895,52	43.122,28	10.786,73	1.420,81	168.355,82



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Formato: FI0203F08-02

BOGOTÁ
HUMANA

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA IACAL (2012)

Cálculo del IACAL total en ton/año por parámetro en el río Tunjuelo 2012

Parámetro	Unidad	DBO5	DQO- DBO5	SST	NT	PT	Presión promedia
Carga total vertida	Ton/año	48.130,47	64.895,52	43.122,28	10.786,73	1.420,81	
IACAL	Unidad	5	5	5	5	5	5
Descriptor	Clase	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta

Cálculo del IACAL total en ton/año/millón de metros cúbicos por parámetro en el río Tunjuelo 2012

Parámetro	Unidad	DBO5	DQO- DBO5	SST	NT	PT	Presión promedia
Carga a caudal medio	Ton/año/MMC	287,96	388,27	258,00	64,54	8,50	
IACAL	Unidad	5	5	5	5	5	5
Descriptor	Clase	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Carga a caudal seco	Ton/año/MMC	442,38	596,47	396,35	99,14	13,06	1547,40
IACAL	Unidad	5	5	5	5	5	5
Descriptor	Clase	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL - POR TRAMOS RÍO TUNJUELO (TON/AÑO, Q. MEDIO, 2012)

Tramo	Puntos	DQO (ton/año)	DBO ₅ (ton/año)	(DQO-DBO) (ton/año)	SST ton/año)	NT (ton/año)	PT (ton/año)
TRAMO 1	TU-1A	902,25	76,39	825,86	951,25	47,56	7,86
	TU-1B	1451,76	144,35	1307,41	2297,23	102,44	16,92
TRAMO 2	TU-2A	6123,63	732,00	5391,62	12849,38	336,48	120,43
	TU-2B	15543,06	1123,74	14419,32	133202,71	621,56	915,46
TRAMO 3	TU-3A	3737,62	553,64	3183,98	3807,65	385,14	91,25
	TU-3B	13536,31	3364,30	10172,01	12525,49	1487,68	204,80
TRAMO 4	TU-4A	11256,73	4662,55	6594,18	21175,75	1379,34	218,14
	TU-4B	61102,06	19470,29	41631,77	34834,08	6263,61	881,83
	TU-4C	84050,07	27370,57	56679,50	46266,47	7691,95	992,95
	TU-4D	95835,71	31748,30	64087,40	57334,89	8762,80	1099,12

Tramo	Puntos	DBO ₅ (ton/año)	(DQO-DBO) (ton/año)	SST ton/año)	NT (ton/año)	PT (ton/año)	IACAL (Σ/5)
TRAMO 1	TU-1A	1	4	4	3	2	3
	TU-1B	1	4	4	4	4	3
TRAMO 2	TU-2A	4	5	5	5	5	5
	TU-2B	4	5	5	5	5	5
TRAMO 3	TU-3A	4	5	5	5	5	5
	TU-3B	5	5	5	5	5	5
TRAMO 4	TU-4A	5	5	5	5	5	5
	TU-4B	5	5	5	5	5	5
	TU-4C	5	5	5	5	5	5
	TU-4D	5	5	5	5	5	5

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL - POR TRAMOS RÍO TUNJUELO (TON/AÑO.MMC, Q. MEDIO 2012)

Tramo	Puntos	Caudal promedio (l/s)	DQO (ton/año/MMC)	DBO ₅ (ton/año/MMC)	(DQO-DBO) (ton/año/MMC)	SST (ton/año/MMC)	NT (ton/año/MMC)	PT (ton/año/MMC)
TRAMO 1	TU-1A	1371,09	20,87	1,77	19,10	22,00	1,10	0,18
	TU-1B	2953,17	15,59	1,55	14,04	24,67	1,10	0,18
TRAMO 2	TU-2A	3743,81	51,87	6,20	45,67	108,83	2,85	1,02
	TU-2B	7831,58	62,93	4,55	58,38	539,33	2,52	3,71
TRAMO 3	TU-3A	4163,44	28,47	4,22	24,25	29,00	2,93	0,70
	TU-3B	4180,85	102,67	25,52	77,15	95,00	11,28	1,55
TRAMO 4	TU-4A	5280,30	67,60	28,00	39,60	127,17	8,28	1,31
	TU-4B	5645,22	343,22	109,37	233,85	195,67	35,18	4,95
	TU-4C	7796,81	341,83	111,32	230,52	188,17	31,28	4,04
	TU-4D	7543,89	402,83	133,45	269,38	241,00	36,83	4,62

Tramo	Puntos	DBO ₅ (ton/año/MMC)	(DQO-DBO) (ton/año/MMC)	SST (ton/año/MMC)	NT (ton/año/MMC)	PT (ton/año/MMC)	IACAL (Σ/5)
TRAMO 1	TU-1A	4	5	5	5	5	5
	TU-1B	4	5	5	5	5	5
TRAMO 2	TU-2A	5	5	5	5	5	5
	TU-2B	4	5	5	5	5	5
TRAMO 3	TU-3A	4	5	5	5	5	5
	TU-3B	5	5	5	5	5	5
TRAMO 4	TU-4A	5	5	5	5	5	5
	TU-4B	5	5	5	5	5	5
	TU-4C	5	5	5	5	5	5
	TU-4D	5	5	5	5	5	5

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL - POR TRAMOS RÍO TUNJUELO (TON/AÑO, Q. BAJO, 2012)

Tramo	Puntos	DQO (ton/año)	DBO ₅ (ton/año)	(DQO-DBO) (ton/año)	SST ton/año)	NT (ton/año)	PT (ton/año)
TRAMO 1	TU-1A	609,88	35,73	574,14	524,11	26,21	3,34
	TU-1B	1123,99	158,89	965,10	1118,10	64,73	10,59
TRAMO 2	TU-2A	5806,65	884,82	4921,82	10894,37	276,51	141,02
	TU-2B	5534,86	404,43	5130,44	28772,05	225,32	218,39
TRAMO 3	TU-3A	2061,99	373,24	1688,75	1529,66	336,53	34,88
	TU-3B	6642,32	2165,40	4476,93	7505,83	1049,49	113,58
TRAMO 4	TU-4A	5916,22	2106,17	3810,05	2543,97	751,36	89,93
	TU-4B	27808,93	11033,50	16775,43	14411,11	3377,60	412,07
	TU-4C	26077,18	9876,41	16200,77	12215,56	3214,16	406,32
	TU-4D	48619,27	15469,77	33149,50	16474,30	5243,65	645,91

Tramo	Puntos	DBO ₅ (ton/año)	(DQO-DBO) (ton/año)	SST ton/año)	NT (ton/año)	PT (ton/año)	IACAL (Σ/5)
TRAMO 1	TU-1A	1	4	3	2	1	2
	TU-1B	2	4	4	4	3	3
TRAMO 2	TU-2A	4	5	5	4	5	5
	TU-2B	3	5	5	4	5	4
TRAMO 3	TU-3A	3	4	4	5	5	4
	TU-3B	5	5	5	5	4	5
TRAMO 4	TU-4A	5	5	4	5	5	5
	TU-4B	5	5	5	5	5	5
	TU-4C	5	5	5	5	5	5
	TU-4D	5	5	5	5	5	5

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL - POR TRAMOS RÍO TUNJUELO (TON/AÑO.MMC, Q. BAJO, 2012)

Tramo	Puntos	Caudal bajo (l/s)	DQO (ton/año/ MMC)	DBO ₅ (ton/año/ MMC)	(DQO-DBO) (ton/año/ MMC)	SST ton/año/ MMC)	NT (ton/año/ MMC)	PT (ton/año/ MMC)
TRAMO 1	TU-1A	755,43	25,60	1,50	24,10	22,00	1,10	0,14
	TU-1B	1866,04	19,10	2,70	16,40	19,00	1,10	0,18
TRAMO 2	TU-2A	1753,60	105,00	16,00	89,00	197,00	5,00	2,55
	TU-2B	1832,04	95,80	7,00	88,80	498,00	3,90	3,78
TRAMO 3	TU-3A	1940,21	33,70	6,10	27,60	25,00	5,50	0,57
	TU-3B	2106,27	100,00	32,60	67,40	113,00	15,80	1,71
TRAMO 4	TU-4A	1876,02	100,00	35,60	64,40	43,00	12,70	1,52
	TU-4B	3570,10	247,00	98,00	149,00	128,00	30,00	3,66
	TU-4C	2747,18	301,00	114,00	187,00	141,00	37,10	4,69
	TU-4D	3185,34	484,00	154,00	330,00	164,00	52,20	6,43

Tramo	Puntos	DBO ₅ (ton/año/ MMC)	(DQO-DBO) (ton/año/ MMC)	SST ton/año/ MMC)	NT (ton/año/ MMC)	PT (ton/año/ MMC)	IACAL (Σ/5)
TRAMO 1	TU-1A	4	5	5	5	5	5
	TU-1B	4	5	5	5	5	5
TRAMO 2	TU-2A	5	5	5	5	5	5
	TU-2B	5	5	5	5	5	5
TRAMO 3	TU-3A	5	5	5	5	5	5
	TU-3B	5	5	5	5	5	5
TRAMO 4	TU-4A	5	5	5	5	5	5
	TU-4B	5	5	5	5	5	5
	TU-4C	5	5	5	5	5	5
	TU-4D	5	5	5	5	5	5



ALCALDÍA DE BOGOTÁ

For

ATA
ANA

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL – PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

- ✓ A nivel de la cuenca en su conjunto (Total), se observa que para un IACAL muy alto, hay 4 categorías de ICA (aceptable, regular, malo y muy malo).
- ✓ Una situación similar se observa para DBO_5 , donde para un IACAL alto hay ICA bueno y regular, y para un IACAL muy alto hay ICA malo y muy malo.
- ✓ La situación más crítica se observa para SST, donde para un IACAL muy alto hay 4 categorías de ICA (bueno, regular, malo y muy malo).
- ✓ El único parámetro para el que hay correspondencia total es la DQO (todos los ICA muy malos y todos los IACAL muy altos).
- ✓ En general, las clases de IACAL no permiten diferenciar la cuenca alta, de carga real baja y la cuenca baja del río Tunjuelo, de carga real muy alta, como se observa en las tablas presentadas.

En la búsqueda de explicaciones a esta situación, evidentemente contradictoria (un ICA bueno con un IACAL muy alto, por ejemplo), se observa que la clase “muy alto” de IACAL se diseñó con un rango demasiado amplio, que cubre valores que no necesariamente significan que la carga de contaminantes es alta.

Esto puede ser aplicable a nivel de subzonas hidrográficas, que fue el nivel para el cual el IDEAM diseñó la categorización del IACAL, pero no es aplicable a nivel de cuencas pequeñas o medianas como es el caso del río Tunjuelo, y, en general, de todas las cuencas del Distrito Capital

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL – PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

Situación con clases IACAL del IDEAM – para subzona hidrográfica

Tramo	Puntos	Total			DBO ₅			DQO		
		Carga (ton/año/MMC)	ICA	IACAL	Carga (ton/año/MMC)	ICA	IACAL	Carga (ton/año/MMC)	ICA	IACAL
TRAMO 1	TU-1A	44,15	Aceptable	Muy alto	1,77	Bueno	Alto	20,87	Muy malo	Muy alto
	TU-1B	41,54	Regular	Muy alto	1,55	Bueno	Alto	15,59	Muy malo	Muy alto
TRAMO 2	TU-2A	164,57	Malo	Muy alto	6,20	Malo	Muy alto	51,87	Muy malo	Muy alto
	TU-2B	608,49	Malo	Muy alto	4,55	Regular	Alto	62,93	Muy malo	Muy alto
TRAMO 3	TU-3A	61,10	Malo	Muy alto	4,22	Regular	Alto	28,47	Muy malo	Muy alto
	TU-3B	210,50	Muy malo	Muy alto	25,52	Muy malo	Muy alto	102,67	Muy malo	Muy alto
TRAMO 4	TU-4A	204,36	Malo	Muy alto	28,00	Muy malo	Muy alto	67,60	Muy malo	Muy alto
	TU-4B	579,02	Muy malo	Muy alto	109,37	Muy malo	Muy alto	343,22	Muy malo	Muy alto
	TU-4C	565,32	Muy malo	Muy alto	111,32	Muy malo	Muy alto	341,83	Muy malo	Muy alto
	TU-4D	685,29	Muy malo	Muy alto	133,45	Muy malo	Muy alto	402,83	Muy malo	Muy alto

Tramo	Puntos	SST			NT			PT		
		Carga (ton/año/MMC)	ICA	IACAL	Carga (ton/año/MMC)	ICA	IACAL	Carga (ton/año/MMC)	ICA	IACAL
TRAMO 1	TU-1A	22,00	Bueno	Muy alto	1,10	Aceptable	Muy alto	0,18	Malo	Muy alto
	TU-1B	24,67	Bueno	Muy alto	1,10	Aceptable	Muy alto	0,18	Malo	Muy alto
TRAMO 2	TU-2A	108,83	Malo	Muy alto	2,85	Muy malo	Muy alto	1,02	Muy malo	Muy alto
	TU-2B	539,33	Muy malo	Muy alto	2,52	Muy malo	Muy alto	3,71	Muy malo	Muy alto
TRAMO 3	TU-3A	29,00	Bueno	Muy alto	2,93	Muy malo	Muy alto	0,70	Malo	Muy alto
	TU-3B	95,00	Regular	Muy alto	11,28	Muy malo	Muy alto	1,55	Muy malo	Muy alto
TRAMO 4	TU-4A	127,17	Regular	Muy alto	8,28	Muy malo	Muy alto	1,31	Muy malo	Muy alto
	TU-4B	195,67	Malo	Muy alto	35,18	Muy malo	Muy alto	4,95	Muy malo	Muy alto
	TU-4C	188,17	Malo	Muy alto	31,28	Muy malo	Muy alto	4,04	Muy malo	Muy alto
	TU-4D	241,00	Malo	Muy alto	36,83	Muy malo	Muy alto	4,62	Muy malo	Muy alto



ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL – PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

Situación con clases de IACAL propuestas para cuencas hidrográficas subsiguientes (cargas en ton/año.MM3)

Situación real cuenca piloto del río Tunjuelo											
DBO (t/año.MMC)		DQO (t/año.MMC)		SST (t/año.MMC)		NT (t/año.MMC)		PT (t/año.MMC)		DQO-DBO (t/año.MMC)	
1,77	Baja	20,87	Baja	22,00	Moderada	1,10	Moderada	0,18	Media alta	19,10	Baja
1,55	Baja	15,59	Baja	24,67	Moderada	1,10	Moderada	0,18	Media alta	14,04	Baja
6,20	Media alta	51,87	Media alta	108,83	Alta	2,85	Moderada	1,02	Alta	45,67	Media alta
4,55	Moderada	62,93	Media alta	539,33	Muy alta	2,52	Moderada	3,71	Alta	58,38	Media alta
4,22	Moderada	28,47	Moderada	29,00	Media alta	2,93	Moderada	0,70	Media alta	24,25	Moderada
25,52	Alta	102,67	Alta	95,00	Media alta	11,28	Alta	1,55	Alta	77,15	Alta
28,00	Alta	67,60	Media alta	127,17	Alta	8,28	Media alta	1,31	Alta	39,60	Moderada
109,37	Muy alta	343,22	Muy alta	195,67	Alta	35,18	Muy alta	4,95	Muy alta	233,85	Muy alta
111,32	Muy alta	341,83	Muy alta	188,17	Alta	31,28	Muy alta	4,04	Muy alta	230,52	Muy alta
133,45	Muy alta	402,83	Muy alta	241,00	Alta	36,83	Muy alta	4,62	Muy alta	269,38	Muy alta
Clases propuestas para IACAL a nivel de cuencas del Distrito (t/año.MMC)											
<3	Baja	< 25	Baja	<10	Baja	< 1	Baja	<0,01	Baja	<20	Baja
3 a 5	Moderada	25 a 50	Moderada	10 a 25	Moderada	1 a 5	Moderada	0,01 a 0,02	Moderada	20 a 40	Moderada
5 a 25	Media alta	50 a 100	Media alta	25 a 100	Media alta	5 a 10	Media alta	0,02 a 1	Media alta	40 a 70	Media alta
25 a 100	Alta	100 a 300	Alta	100 a 300	Alta	10 a 30	Alta	1 a 4	Alta	70 a 200	Alta
>100	Muy alta	>300	Muy alta	>300	Muy alta	>30	Muy alta	>4	Muy alta	>200	Muy alta
Ramírez y este estudio		Este estudio		Ramírez y este estudio		Este estudio		Ramírez y este estudio		Este estudio	

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL – PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

Situación con clases de IACAL propuestas para cuencas hidrográficas subsiguientes (cargas en ton/año)

Situación real cuenca piloto del río Tunjuelo											
DBO (t/año)		DQO (t/año)		SST (t/año)		NT (t/año)		PT (t/año)		DQO-DBO (t/año)	
76,39	Baja	902,25	Baja	951,25	Baja	47,56	Baja	7,86	Baja	825,86	Baja
144,35	Baja	1451,76	Moderada	2297,23	Moderada	102,44	Moderada	16,92	Baja	1307,41	Moderada
732,00	Moderada	6123,63	Media alta	12849,38	Alta	336,48	Moderada	120,43	Media alta	5391,62	Media alta
1123,74	Media alta	15543,06	Alta	133202,71	Muy alta	621,56	Media alta	915,46	Muy alta	14419,32	Alta
553,64	Moderada	3737,62	Moderada	3807,65	Media alta	385,14	Moderada	91,25	Moderada	3183,98	Moderada
3364,30	Alta	13536,31	Alta	12525,49	Alta	1487,68	Alta	204,80	Alta	10172,01	Alta
4662,55	Alta	11256,73	Alta	21175,75	Alta	1379,34	Alta	218,14	Alta	6594,18	Media alta
19470,29	Muy alta	61102,06	Muy alta	34834,08	Muy alta	6263,61	Muy alta	881,83	Muy alta	41631,77	Muy alta
27370,57	Muy alta	84050,07	Muy alta	46266,47	Muy alta	7691,95	Muy alta	992,95	Muy alta	56679,50	Muy alta
31748,30	Muy alta	95835,71	Muy alta	57334,89	Muy alta	8762,80	Muy alta	1099,12	Muy alta	64087,40	Muy alta
Clases propuestas para IACAL a nivel de cuencas del Distrito (t/año)											
<200	Baja	< 1000	Baja	<1000	Baja	< 100	Baja	<20	Baja	<1000	Baja
200 a 1000	Moderada	1000 a 5000	Moderada	1000 a 3000	Moderada	100 a 500	Moderada	20 a 100	Moderada	1000 a 5000	Moderada
1000 a 3000	Media alta	5000 a 10000	Media alta	3000 a 10000	Media alta	500 a 1000	Media alta	100 a 200	Media alta	5000 a 10000	Media alta
3000 a 15000	Alta	10000 a 50000	Alta	10000 a 30000	Alta	1000 a 5000	Alta	200 a 500	Alta	10000 a 40000	Alta
>15000	Muy alta	>50000	Muy alta	>30000	Muy alta	>5000	Muy alta	>500	Muy alta	>40000	Muy alta
Ramírez y este estudio		Este estudio		Ramírez y este estudio		Este estudio		Ramírez y este estudio		Este estudio	

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL – PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

Propuesta de modificación de categorías para IACAL en cuencas subsiguientes del DC (cargas en ton/año.MMC)

Categoría de presión	Descriptor de presión	Percentiles DBO	Percentiles DQO-DBO	Percentiles SST	Percentiles NT	Percentiles PT
		t/año.millón m ³				
1	Baja	<3	<20	<10	< 1	<0,01
2	Moderada	3 a 5	20 a 40	10 a 25	1 a 5	0,01 a 0,02
3	Media	5 a 25	40 a 70	25 a 100	5 a 10	0,02 a 1
4	Alta	25 a 100	70 a 200	100 a 300	10 a 30	1 a 4
5	Muy alta	>100	>200	>300	>30	>4

Categorías IDEAM para subzona hidrográfica (cargas en ton/año.MMC)

Categoría de presión	Descriptor de presión	Percentiles DBO	Percentiles DQO-DBO	Percentiles SST	Percentiles NT	Percentiles PT
		t/año.millón m ³				
1	Baja	<0,13	<0,13	<0,30	<0,02	<0,004
2	Moderada	0,14-0,39	0,14-0,35	0,40-0,70	0,03-0,05	0,005-0,013
3	Media	0,40-1,20	0,36-1,16	0,80-1,80	0,06-0,13	0,014-0,035
4	Alta	1,21-4,85	1,17-6,77	1,90-7,60	0,14-0,55	0,036-0,134
5	Muy alta	>4,86	>6,78	>7,70	>0,56	0,135

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL – PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

Propuesta de modificación de categorías para IACAL en cuencas subsiguientes del DC (cargas en ton/año)

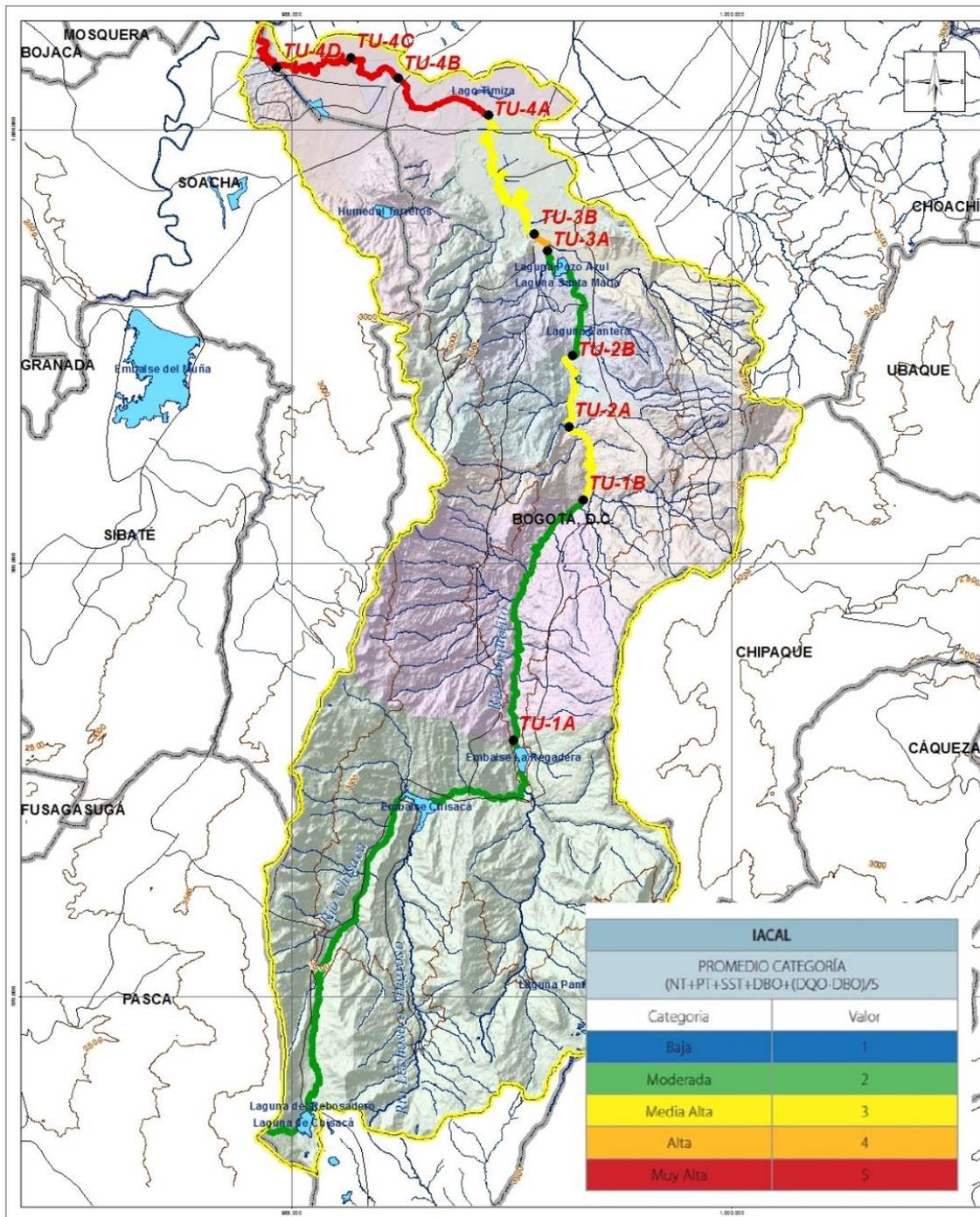
Categoría de presión	Descriptor de presión	Percentiles DBO	Percentiles DQO-DBO	Percentiles SST	Percentiles NT	Percentiles PT
		t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
1	Baja	<200	<1000	<1000	< 100	<20
2	Moderada	200-1000	1000 - 5000	1000-3000	100-500	20-100
3	Media	1000-3000	5000-10000	3000-10000	500-1000	100-200
4	Alta	3000-15000	10000-40000	10000-30000	1000-5000	200-500
5	Muy alta	>15000	>40000	>30000	>5000	>500

Categorías IDEAM para subzona hidrográfica (cargas en ton/año)

Categoría de presión	Descriptor de presión	Percentiles DBO	Percentiles DQO-DBO	Percentiles SST	Percentiles NT	Percentiles PT
		t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
1	Baja	<157	<147	<272	<19	<4
2	Moderada	158-252	148-227	273-434	20-31	5-9
3	Media	253-473	228-465	435-739	32-54	10-15
4	Alta	474-1.834	466-2.287	740-3.025	55-290	16-66
5	Muy alta	>1.835	>2.288	>3.026	>291	>67

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL - POR TRAMOS DEL RÍO TUNJUELO (TON/AÑO.MMC), CAUDAL MEDIO, 2012)

Categorías modificadas



IACAL	
PROMEDIO CATEGORÍA (NT+PT+SST+DBO)+(CQO-DBO)/5	
Categoría	Valor
Baja	1
Moderada	2
Media Alta	3
Alta	4
Muy Alta	5

REPUBLICA DE COLOMBIA
alcueducto
 AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
 MINISTERIO DE ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO
 PASEO DE BOGOTÁ 1A BARRIO BOGOTÁ
 COLOMBIA 01102 2012
 Documento Técnico No. 001 de 2012
 Proyecto de Ingeniería de Obras de Infraestructura de Agua y Alcantarillado de Bogotá
 Dirección de Estudios y Planeación de Infraestructura de Agua y Alcantarillado de Bogotá

CUENCA REGION DEL RÍO TUNJUELO
 DEPARTAMENTO: Cundinamarca

PROYECTO
 Realizar una muestra de agua de superficie en la cuenca del río Tunjuelo para determinar la presencia de metales pesados, así como la presencia de plaguicidas y pesticidas en los cuerpos de agua de la cuenca del río Tunjuelo. El objetivo de esta actividad es determinar el nivel de contaminación del río Tunjuelo y su impacto en la salud humana y el medio ambiente.

epam.s.a. sp.
 Ingeniería ambiental y construcción

ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA (IACAL)
 2014

CONVENCIONES
 Cuenca del Río Tunjuelo
 Cuerpos de Agua
 Ríos Principales
 Límites Municipales
 Curvas de nivel
 Estaciones

LEYENDA
IACAL, Caudales Medios
 Toniaño/millon de m3.

- TU-1A TRAMO 1
- TU-1B TRAMO 1
- TU-2A TRAMO 2
- TU-2B TRAMO 2
- TU-3A TRAMO 3
- TU-3B TRAMO 3
- TU-4A TRAMO 4
- TU-4B TRAMO 4
- TU-4C TRAMO 4
- TU-4D TRAMO 4

PUESTOS
 Balsa Campesina
 Intercambio de Seda Bogotana
 Seda al Distrito Capital (SBCO) S.P.A.
 P.O. Box 10000 Bogotá, D.C.
 Calle 100 No. 100 - 10000 (BOGOTÁ)

SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS
 Sistema de Referencia: Bogotá
 Datum: Bogotá
 Proyección: UTM
 Zona: 18N
 Escala: 1:50,000
 Datum: Bogotá
 Proyección: UTM
 Zona: 18N
 Escala: 1:50,000

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
 Datum: Bogotá
 Proyección: UTM
 Zona: 18N
 Escala: 1:50,000

Nota:
 El mapa fue elaborado por el equipo de trabajo de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

ESCALA
 1:50.000

MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL RÍO TUNJUELO
 ABRIL DE 2014

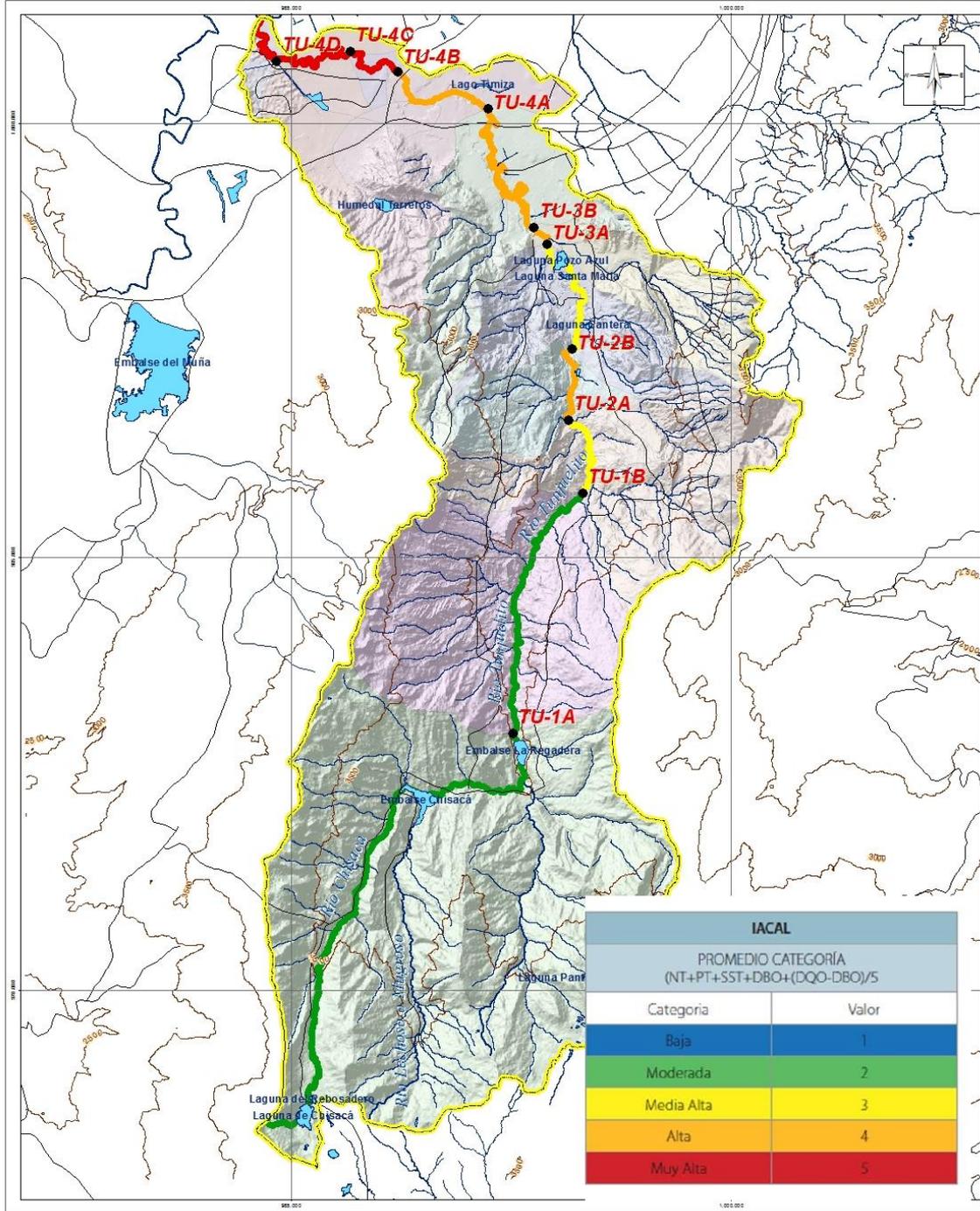


ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA – IACAL - POR TRAMOS DEL RÍO TUNJUELO (TON/AÑO.MMC), CAUDAL BAJO, 2012)

Categorías modificadas



Formato: FI0203F08-02



IACAL	
PROMEDIO CATEGORÍA (NT+PT+SST+DBO+(CDO-DBO))/5	
Categoría	Valor
Baja	1
Moderada	2
Media Alta	3
Alta	4
Muy Alta	5

REPUBLICA DE COLOMBIA
acueducto
 EMPRESA DE ACUEDUCTO Y
 ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
 P.A.S. DE BOGOTÁ S.A.S. (S.A.S.)
 COVENIO 01 DE 2013

Departamento de Bogotá D.C.
 Oficina de Planeación y Desarrollo Urbano
 Calle 100 No. 100-100, Bogotá D.C.

CUENCA REGION DEL RIO TUNJUELO
 DEPARTAMENTO DE BOGOTÁ

INDICE DE ALTERACION POTENCIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA (IACAL)

2014

CONVENCIONES

- Cuenca del Río Tunjuelo
- Estaciones
- Cuerpos Agua
- Ríos Principales
- Limites Municipales
- Curvas de nivel.

LEYENDA

IACAL, Caudales Bajos.

Ton/año/millon de m3

- TU-1A TRAMO 1
- TU-1B TRAMO 1
- TU-2A TRAMO 2
- TU-2B TRAMO 2
- TU-3A TRAMO 3
- TU-3B TRAMO 3
- TU-4A TRAMO 4
- TU-4B TRAMO 4
- TU-4C
- TU-4D

FUENTES

Base Cartográfica
 Información de Datos Esenciales
 para el Sistema de Información Geográfica (SIG)
 P.O. Tunjuelo de Bogotá (2012)
 Cartografía Base OSM - 1:50,000 (2012)

SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS
 Datum Bogotá - 1988
 Proyección: UTM
 Zona: 18N
 Datum: Bogotá - 1988
 Central Meridian: 76° 07' 00" W
 False Easting: 1000000.000000
 Central Latitude: 4° 37' 00" S
 False Northing: 1000000.000000
 Scale Factor: 0.9999999999999999
 Prime Meridian: Greenwich - Datum: 1988

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
 Datum: Bogotá - 1988
 Prime Meridian: Greenwich - Datum: 1988

Nota:

ESCALA
 1:50.000

MAPA: ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - ABRIL DE 2014



GRACIAS

