



INFORME TÉCNICO DEL CONCEPTO:

Determinación del grado de contaminación por materia orgánica de Caño Grande, municipio Villavicencio

Yésica Natalia Mosquera Beltrán
(Supervisor Técnico)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

INGENIERÍA AMBIENTAL

VILLAVICENCIO

2018

CONCEPTO TÉCNICO. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN POR MATERIA ORGÁNICA DE CAÑO GRANDE, MUNICIPIO VILLAVICENCIO

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE VERTIMIENTO.

Los puntos de vertimientos fueron identificados como producto de la revisión de información secundaria (EAAV, 2014) y reconocimiento directo en campo. Fue posible identificar a lo largo del margen del afluente, en el tramo de estudio un total de 92 puntos de vertimiento directo, como se muestra en la tabla 1. En la figura 1, se muestra el perfil de elevación del tramo de estudio, subdividido en tres estaciones de muestreo.



Figura 1. Perfil elevación tramo de estudio afluente caño Grande. Adoptado de "Google Earth, 2018", por Aguilar S & Solano G, 2018.

Tabla 1. Coordenadas vertimientos de aguas residuales.

NUMERO VERTIMIENTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS		NOTA	NUMERO VERTIMIENTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS		NOTA
	ESTE	Norte			ESTE	Norte	
1	1045683	945892	Vertimiento casa 2"	47	1046834	945831	Vertimiento casa 2"
2	1045837	945866	Caño Villa Lorena	48	1046864	945826	Vertimiento casa 2"
3	1045844	945857	Vertimiento casa 2"	49	1046882	945815	Vertimiento casa 2"
4	1045927	945822	Vertimiento casa 2"	50	1046904	945806	Vertimiento casa 2"
5	1046032	945833	Vertimiento casa 2"	51	1046910	945800	Vertimiento casa 2"
6	1046038	945817	Vertimiento casa 2"	52	1046915	945798	Vertimiento casa 2"
7	1046041	945817	Vertimiento casa 2"	53	1046943	945779	Vertimiento casa 2"
8	1046043	945818	Vertimiento casa 2"	54	1046953	945770	Vertimiento casa 2"
9	1046041	945814	Vertimiento casa 2"	55	1046969	945748	Vertimiento casa 2"

NUMERO VERTIMIENTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS		NOTA	NUMERO VERTIMIENTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS		NOTA
	ESTE	Norte			ESTE	Norte	
10	1046060	945814	Vertimiento casa 2"	56	1046978	945738	Vertimiento casa 2"
11	1046062	945812	Vertimiento casa 2"	57	1046992	945719	Vertimiento casa 2"
12	1046067	945822	Vertimiento casa 2"	58	1047010	945700	Vertimiento casa 2"
13	1046085	945813	Vertimiento casa 2"	59	1047044	945660	Vertimiento casa 2"
14	1046079	945806	Vertimiento casa 2"	60	1047084	945649	Vertimiento casa 2"
15	1046081	945804	Vertimiento casa 2"	61	1047118	945667	Vertimiento casa 2"
16	1046084	945802	Vertimiento casa 2"	62	1047122	945668	Vertimiento casa 2"
17	1046097	945801	Vertimiento casa 2"	63	1047195	945694	Vertimiento casa 2"
18	1046100	945798	Vertimiento casa 2"	64	1047245	945675	Vertimiento casa 2"
19	1046101	945798	Vertimiento casa 2"	65	1047989	945258	Vertimiento casa 2"
20	1046120	945784	Vertimiento casa 2"	66	1048103	945231	Vertimiento casa 2"
21	1046122	945781	Vertimiento casa 2"	67	1048145	945202	Vertimiento casa 2"
22	1046126	945774	Vertimiento casa 2"	68	1048174	945158	Vertimiento casa 2"
23	1046217	945732	Vertimiento casa 2"	69	1048195	945129	Vertimiento casa 2"
24	1046243	945764	Vertimiento casa 2"	70	1048222	945097	Vertimiento casa 2"
25	1046250	945781	Vertimiento casa 2"	71	1048247	945087	Vertimiento casa 2"
26	1046253	945784	Vertimiento casa 2"	72	1048274	945072	Vertimiento casa 2"
27	1046260	945784	Vertimiento casa 2"	73	1048366	945091	Vertimiento casa 2"
28	1046263	945783	Vertimiento casa 2"	74	1048452	945085	Vertimiento casa 2"

NUMERO VERTIMIENTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS		NOTA	NUMERO VERTIMIENTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS		NOTA
	ESTE	Norte			ESTE	Norte	
29	1046293	945802	Vertimiento casa 2"	75	1048533	945118	Vertimiento casa 2"
30	1046343	945830	Vertimiento casa 2"	76	1048533	945128	Vertimiento casa 2"
31	1046368	945833	Vertimiento casa 2"	77	1048536	945167	Vertimiento casa 2"
32	1046381	945834	Vertimiento casa 2"	78	1048554	945199	Vertimiento casa 2"
33	1046388	945832	Vertimiento casa 2"	79	1048574	945248	Vertimiento casa 2"
34	1046389	945829	Vertimiento casa 2"	80	1048576	945257	Vertimiento casa 2"
35	1046403	945829	Vertimiento casa 2"	81	1048580	945260	Vertimiento casa 2"
36	1046406	945829	Vertimiento casa 2"	82	1048749	945274	Vertimiento casa 2"
37	1046440	945828	Vertimiento casa 2"	83	1048768	945279	Vertimiento casa 2"
38	1046472	945818	Vertimiento casa 2"	84	1048804	945290	Vertimiento casa 2"
39	1046472	945817	Vertimiento casa 2"	85	1048823	945303	Vertimiento casa 2"
40	1046503	945821	Vertimiento casa 2"	86	1048842	945311	Vertimiento casa 2"
41	1046629	945864	Vertimiento casa 2"	87	1048858	945335	Vertimiento casa 2"
42	1046627	945858	Vertimiento casa 2"	88	1048850	945360	Vertimiento casa 2"
43	1046778	945853	Vertimiento casa 2"	89	1048845	945382	Vertimiento casa 2"
44	1046645	945869	vertimiento aguas residuales barrio Playa rica 6 "	90	1048827	945396	Vertimiento casa 2"
45	1046790	945841	Vertimiento casa 2"	91	1048809	945410	Vertimiento casa 2"
46	1046822	945836	Vertimiento casa 2"	92	1048835	945498	Vertimiento casa 2"

Tomado de Aguilar S & Solano G (2018).

Los noventa y dos vertimientos identificados son de tipo doméstico. Los puntos de muestreo fueron establecidos a partir 4 criterios de selección: (i) puntos de fácil acceso, (ii) que dieran cobertura en la parte alta, media y baja de la microcuenca, (iii) que se garantizara un punto para caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del afluente con baja alteración antrópica (representada por la presencia de viviendas en la zona de ronda hídrica del afluente) y (iv) tener zonas de aportes

considerables de vertimientos (con un punto medio en relación a la cantidad de aporte de vertimientos).

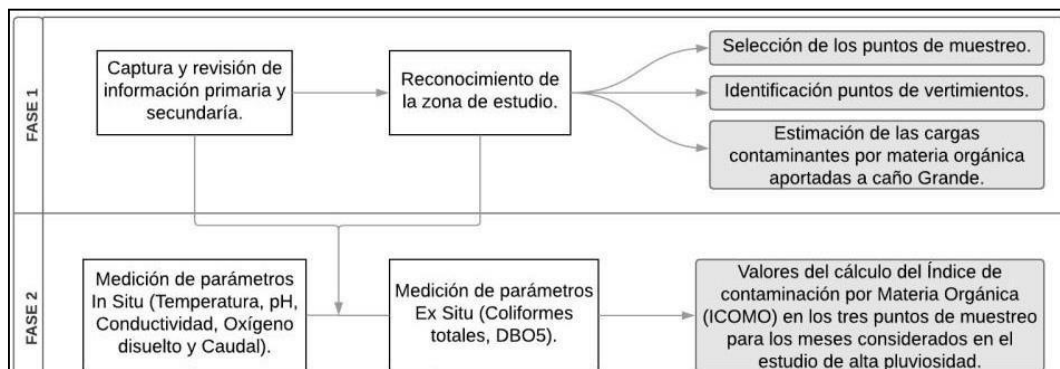
ZONA DE ESTUDIO

Corresponde a zona urbana del municipio de Villavicencio, comuna 8. Caño Grande es una fuente hídrica de la que se abastecen acueductos comunitarios y el acueducto de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio. La zona de estudio se caracteriza por tener condiciones climáticas de precipitación entre 400 mm/año a 600 mm/año, con temperaturas que oscilan entre 24°C y 26°C (IDEAM, 2018).

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR MATERIA ORGÁNICA

El concepto técnico corresponde a los resultados del proyecto desarrollado por Aguilar y Solano (2018). Puntualmente, para la determinación del Grado de Contaminación de Caño Grande, se hizo uso del Índice de Contaminación por Materia Orgánica, teniendo en cuenta el tipo de vertimientos que recibe el cuerpo de agua en la zona de estudio. La metodología empleada se muestra en la figura 2, contemplando dos grandes fases.

Figura 2. Esquema Metodológico



Adaptado de Aguilar y Solano (2019).

El índice ICOMO en Colombia es contemplado únicamente en la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, como una herramienta de articulación entre los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para el manejo de la oferta hídrica del país. Requiere de dos parámetros físico-químicos y un microbiológico, que abarcan este tipo de contaminación, los cuales son: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), porcentaje de saturación del Oxígeno Disuelto y Coliformes Totales, que en conjunto evidencian la contaminación orgánica (Valverde & Edison, 2015).

La fórmula aplicada para el cálculo fue:

$$ICOMO = \frac{1}{3} [I_{DBO5} + I_{Coliformes\ Totales} + I_{\% \text{ Oxígeno}}]$$

Con el resultado final entre la sumatoria de los tres parámetros, se obtiene un valor entre los rangos de 1 y 0, indicando de forma cualitativa el grado de contaminación donde para cada rango se clasifica a través de escala de colores, el azul indica calidad Muy buena, verde calidad Buena, amarillo calidad Media, naranja calidad Mala y por último rojo calidad Pésima (ver Tabla 2).

Tabla 2. Escala de valores para el índice ICOMO.

Escala de valores para ICOMO		Grado de contaminación
RANGO	Concentración	Indicador
0-0.2	Muy baja	Muy buena
>0.2-0.4	Baja	Buena
>0.4-0.6	Media	Media
>0.6-0.8	Alta	Mala
>0.8-1.0	Muy alta	Pésima

Nota: *Rango de valores para cada una de las concentraciones e indicadores que miden el grado de contaminación para el ICOMO. Adoptado de "CORMACARENA, 2010", por Aguilar S & Solano G, 2018.

Los resultados fueron calculados según la formulación realizada por Ramírez y Restrepo (1997), como se muestra a continuación, a través del ejemplo de una de las estaciones:

Inicialmente se calcularon los índices de cada parámetro:

$$I_{DBO5} = -0.05 + 0.7 * \log_{10} DBO5 \left(\frac{mg}{L} \right)$$

$$I_{DBO5} = -0.05 + 0.07 * \log_{10} 5 \left(\frac{mg}{l} \right) = 0.44$$

$$I_{Coliformes\ Totales} = -1.44 + 0.56 * \log_{10} Coliformes\ Totales \left(\frac{NMP}{100ml} \right)$$

$$I_{Coliformes\ Totales} = -1.44 + 0.56 * \log_{10} 15531 \left(\frac{NMP}{100ml} \right) = 0.91$$

En los casos donde los coliformes totales exceden los 20000 NMP/100ml, en valor del índice será directamente 1. Para el caso del oxígeno disuelto (OD), en primer lugar, se calcula el porcentaje de OD en relación a la saturación de oxígeno en agua.

$$\% \text{ Oxígeno} = \frac{\text{Oxígeno Disuelto} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right)}{\text{Saturación de Oxígeno en Agua} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right)}$$

$$\% \text{ Oxígeno} = \frac{7.4}{8.51} = 86.96\%$$

$$I_{\% \text{ Oxígeno}} = 1 - 0.01 * \% \text{ Oxígeno}$$

$$I_{\% \text{ oxígeno}} = 1 - 0.01 * 86.96\% = 0.13$$

Finalmente se realizó el cálculo del índice ICOMO, relacionando los resultados de los índices individuales:

$$ICOMO = \frac{1}{3} [I_{DBO5} + I_{\text{Coliformes Totales}} + I_{\% \text{ Oxígeno}}]$$

$$ICOMO = \frac{1}{3} (0.44 + 0.91 + 0.13) = 0.49$$

Este mismo procedimiento se realizó para cada estación de muestreo en cada uno de los días analizados.



Tabla 3. Resultados del cálculo del índice ICOMO

Estación	Fecha	%	***I	***I	***I %	ICOMO	Indicador
		Oxígeno	Coliformes	DBO5	Oxígeno		
		Disuelto	Totales		Disuelto		
1	2017/12/14	86.96	0.91	0.44	0.13	0.49	Media
	2018/04/16	94.71	0.91	0.44	0.05	0.47	Media
	2018/06/13	97.06	1.00	0.44	0.03	0.49	Media
	2018/07/13	98.12	0.45	0.44	0.02	*0.30	Buena
2	2017/12/14	77.56	1.00	0.44	0.22	0.55	Media
	2018/04/16	87.78	1.00	0.54	0.12	0.55	Media
	2018/06/13	95.65	1.00	0.44	0.04	0.49	Media
	2018/07/13	95.06	0.62	0.44	0.05	0.37	Buena
3	2017/12/14	74.03	1.00	0.44	0.26	0.57	Media
	2018/04/16	76.15	1.00	0.54	0.24	**0.59	Media
	2018/06/13	90.72	1.00	0.44	0.09	0.51	Media
	2018/07/13	88.48	1.00	0.44	0.12	0.52	Media

Nota: Valores correspondientes al cálculo del Índice ICOMO para los diferentes días de muestreo y sus respectivas estaciones. * Valor más bajo registrado que corresponde a calidad Buena, ** Valor más elevado registrado que corresponde a calidad Media, ***I = Índice. ■ Calidad Pésima (>0.8-1) ■ mala (>0.6-0.8) ■ Media (>0.4-0.6) * ■ Buena (>0.2-0.4) ■ Muy Buena (0-0.2) (Aguilar S & Solano G, 2018).

El cálculo del índice de contaminación por materia orgánica ICOMO en el tramo de estudio, muestra un aumento progresivo de 0.05 entre las estaciones, obteniendo el valor más bajo en la estación 1, ubicación que es tomada como blanco del análisis de los datos, dado la ausencia de vertimientos domésticos, según lo corroborado en el plano del sistema de alcantarillado y las visitas de campo.





CONCEPTO

El índice ICOMO presentó una tendencia de aumento del 0.05 entre las estaciones, evidenciando una contaminación por materia orgánica a medida que los vertimientos llegan directamente al cauce de estudio. Caño Grande presenta actualmente un índice de contaminación por materia orgánica ICOMO promedio de 0.48 en la zona de estudio, mostrando un grado de afectación medio, concluyendo que los resultados obtenidos, señalan un deterioro en la calidad de las aguas de la microcuenca, relacionado con la materia orgánica aportada por los vertimientos domésticos directos, toda vez que la carga microbiana aumenta a medida que los vertimientos se concentran, confirmando así la hipótesis formulada.

Actualmente no existen estrategias para el mejoramiento en el monitoreo y seguimiento del recurso hídrico de la microcuenca caño Grande, incumpliendo con uno de los objetivos de la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, ya que no se presentan evaluaciones del estado del afluente desde el año 2009, mostrando deficiencias en la gestión realizada por parte de las instituciones ambientales.

REFERENTES

Aguilar Martínez, S., Pardo, S., & Alexandra, G. (2018). *Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del índice de contaminación (ICOMO) en caño grande, localizado en Villavicencio-Meta. Tesis de Grado*. Villavicencio: Universidad Santo Tomás.

CORMACARENA. (2010). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Guatiquía. Villavicencio*. Retrieved from http://www.cormacarena.gov.co/contenidovin.php?tp=13&contenido_in=100&titulo=PO MCA% 20R% CDO% 20GUATIQU% CDA

EAAV. (2014). *Informe Anual de Gestión 2014*. Villavicencio, Meta. Retrieved from <http://www.eaav.gov.co/Empresa/Informes/Informe% 20Gesti% C3% B3n% 20>



T% C3%A9 cnica% 202014.pdf

Google Earth. (2018). (7.3.2.591) [software]. Obtenido de <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

IDEAM. (2018). Boletín Climatológico. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-yclima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/71473013?_110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y_redirect=http%3A%2F%2Fwww.ideam.gov.co%2Fweb%2Ftiempo-yclima%2Fclimatologico-mensual%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE

Montes, R. T., Navarro, I., Domínguez, R., & Jiménez, B. (2013). Modificación de la capacidad de autodepuración del río Magdalena ante el cambio climático. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(5), 71-83.

Ramírez, A., & Restrepo, R. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. *Ciencia, tecnología y futuro*, 1(3), 135-153. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53831997000100009&lng=en&nrm=iso. ISSN 0122-5383

Valverde, A., & Edison, M. (2015). Análisis de la calidad de varios cuerpos de aguas superficiales en Bahía Solano utilizando índices de contaminación. *Investigación, biodiversidad y desarrollo*, 34 (1), 14-21. Retrieved from <http://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/revinvestigacion/article/view/553/0>

Concepto de,

Ing. Grace Alexandra Solano

Ing. Santiago Aguilar

Ing. Yésica Natalia Mosquera Beltrán

