



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de investigación

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

Influence of anthropogenic activities on water quality in rivers of the Ecuadorian coast, case study

Influência das atividades antropogénicas na qualidade da água dos rios da costa equatoriana, estudo de caso

Rolando Fabián Zabala-Vizúete^I
rzabala@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7541-4441>

Danny Fabián Méndez-Abarca^{II}
danny.mendez@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2198-7468>

Dennis Renato Manzano-Vela^{III}
dennis.manzano@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7834-276X>

Deysi Margoth Guanga-Chunata^{IV}
dguanga@ueb.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6548-5585>

Correspondencia: rzabala@epoch.edu.ec

***Recibido:** 25 junio de 2021 ***Aceptado:** 31 de julio de 2021 ***Publicado:** 31 de agosto de 2021

- I. Ingeniero Forestal, Máster en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial; Máster Universitario en Gestión Ambiental y Energética en las organizaciones; Grupo de investigación Killary Science; Docente Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniero Químico; Máster en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniero Químico Magíster en Química. Docente Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniera en Electrónica. Magíster en Matemática. Docente Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad principal el identificar la influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en el río Vinces en su paso por la zona urbana del cantón Vinces, donde recolecta aguas residuales de origen industrial y agropecuario, además de aguas servidas de origen doméstico. Por otra parte se plantearon encuestas a la población aledaña a la zona de estudio, de esta manera se demuestra un cambio organoléptico en el río y los resultados de laboratorio denotan un cambio en las propiedades físicas, químicas y biológicas del río, sin embargo los valores de dichos análisis se encuentran dentro de los límites permisibles del TULSMA, en tanto se expone la capacidad de autodepuración por parte del cuerpo de agua y por ende su resiliencia.

Palabras clave: calidad del agua, contaminación ríos, aguas residuales, aguas servidas.

Abstract

The main purpose of this research work was to identify the influence of anthropogenic activities on water quality in the Vinces River as it passes through the urban area of Cantón Vinces, where it collects industrial and agricultural wastewater, as well as domestic sewage. On the other hand, surveys were carried out in the population surrounding the study area, thus demonstrating an organoleptic change in the river and the laboratory results show a change in the physical, chemical and biological properties of the river. However, the values of these analyses are within the permissible limits of the TULSMA, while the self-purification capacity of the water body and therefore its resilience is exposed.

Key words: water quality, river pollution, wastewater, sewage.

Resumo

O principal objetivo deste trabalho de investigação foi identificar a influência das atividades antropogénicas na qualidade da água do rio Vinces ao passar pela zona urbana do Cantón Vinces, onde recolhe águas residuais industriais e agrícolas, bem como águas residuais domésticas. Por outro lado, foram efectuados inquéritos à população nas proximidades da área de estudo, demonstrando assim uma alteração organoléptica no rio e os resultados laboratoriais mostram uma alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do rio. No entanto, os valores destas

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

análises estão dentro dos limites admissíveis do TULSMA, uma vez que a capacidade de auto-purificação do corpo de água e, portanto, a sua resiliência está exposta.

Palavras-chave: qualidade da água, poluição dos rios, águas residuais, esgotos, águas residuais.

Introducción

El cuidado del ambiente, tanto seres bióticos como abióticos, ha estado en interacción con el hombre y su buen vivir, es así que, los hombres primitivos trataban de cuidar los productos y fuente de alimentos, especialmente, el agua, conocido como líquido vital; dichos hombres hacían sus asentamientos y viviendas siempre cerca a los lugares que poseían agua para cubrir sus necesidades básicas. Ecuador es un país muy rico en biodiversidad, debido a que posee fuentes de agua dulce con poca o casi nada de contaminación, pero estas fuentes cada día están siendo contaminadas por diversos motivos como: industrias, minerías(Salamanca et al., n.d.) , petroleras y el mismo ser humano al desechar sus aguas servidas a las fuentes más cercanas.(Villalobos, 2016)

Bajo este contexto la presente investigación se realizó en el Cantón Vinces, provincia de Los Ríos, Ecuador, donde se identificó los fuentes principales de contaminación en el río que lleva el mismo nombre de la ciudad, se analizó la capacidad de resiliencia del río mediante análisis de laboratorio, la percepción que tienen los habitantes lugareños, tanto los que viven en las riveras del río como en poblados cercanos.

Se debe considerar que la calidad del agua se puede considerar como una medida de la idoneidad del agua para un uso particular en función de determinadas características físicas, químicas y biológicas. La capacidad de resiliencia de un ecosistema está directamente relacionada con la riqueza de especies y el traslado de las funciones ecológicas que estas tengan. Es decir, un sistema en el cual sus integrantes tengan más diversidad y número de funciones ecológicas será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.(Menchaca Dávila y Alvarado Michi, 2016) La resiliencia se define como la capacidad de un sistema para retornar a las condiciones previas a la perturbación. Para calcularla en un intervalo determinado de tiempo se realiza el cociente entre las medidas antes y después de la perturbación de cualquier variable descriptora del ecosistema(Osuna-Osuna et al., 2015)(García-Huamán et al.,

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

2019)(Menchaca Dávila y Alvarado Michi, 2016). Cuando se especifican las fuentes de contaminación del agua, la agricultura ocupa, cada vez con mayor frecuencia, un lugar destacado. En la medida en que las iniciativas se orientan a corregir los abusos cometidos contra sus recursos hídricos, se hace más necesario determinar las causas de la degradación de la calidad del agua y cuantificar la contribución de los numerosos factores de contaminación(Custodio y Pantoja, 2018). Mientras que la investigación no permita disponer de información suficiente para determinar las causas y orígenes, continuarán multiplicándose las opiniones contradictorias, y los programas destinados a acabar con la contaminación o a reducirla serán menos eficaces y eficientes en el uso de unos recursos limitados(Ramos Joseph y León Méndez, 2016)

Dentro de la provincia de Los Ríos, en la ciudad de Vinces las captaciones de agua ubicada en la cuenca del río Vinces, están hoy en día amenazadas por varios factores, fuentes o actividades contaminantes ya que en la ribera del río se pueden observar actualmente motores que descargan las aguas residuales de bananeras acarreado consigo todo tipo de desperdicios plásticos, sintéticos y vegetales ya que en general, la actividad agrícola emplea fertilizantes inorgánicos y plaguicidas, los cuales al ser acarreados hacia el río, se producen uno de los mayores problemas de contaminación en la cuenca del río, además el sistema alcantarillado de la ciudad de Vinces va a descargar al río sin un tratamiento eficiente, no existe manejo de residuos sólidos, la falta de conciencia ambiental de la población, principalmente la que vive a orilla del río es nula, ya que arrojan todo tipo de desperdicios, proveniente de los hogares. Otro aspecto preocupante es el que tiene que ver con los estudios que deberían hacerse de la contaminación existente en el lecho del río. Vale la pena mencionar que en este río son evacuadas las aguas servidas de las ciudades ubicadas al norte de Vinces, tales como Palenque, Mocache, Quevedo, entre otras. (Enfoque, 2019)

En tanto problema científico a resolver será el determinar cuál es la influencia de las actividades antropogénicas relacionadas con el río Vinces, en la calidad de sus aguas dentro de los límites de la ciudad para ello será necesario el analizar la calidad física, química y microbiológica de las aguas del río Vinces, aguas arriba y abajo, asociadas a las actividades antropogénicas identificadas previamente

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

El objetivo científico alcanzado fue el determinar la influencia de las actividades antropogénicas relacionadas con el río Vinces, en la calidad de sus aguas, dentro los límites de la ciudad para establecer el grado de empoderamiento de la población respecto a la importancia del agua del río Vinces, para uso humano, agrícola e industrial en base a la calidad del agua del río, aguas arriba y aguas abajo dentro de los límites de la cabecera cantonal.

De esta manera la presente la justificación se sustenta en la importancia social debido al poco conocimiento de la población sobre la importancia del agua y su escasa disponibilidad, por ello es necesario realizar un estudio físico, químico, microbiológico (Andrade, 2017) del agua para identificar los niveles de contaminación en la cuenca del río Vinces y de alguna manera socializar sus resultados entre la población. Dentro de la justificación teórica y experimental los métodos y técnicas aplicados en el estudio, podrán ser extrapolados a otros contextos (Ramón Antonio Chancay-García, 2018): otros recursos hídricos, asociados a otras poblaciones y, en otras ubicaciones geográficas, con causas antropogénicas análogas o diferentes a las que se han considerado. Finalmente se resalta el valor teórico sobre los resultados expuestos, ya que no se han realizado estudios dentro de la localización en los cuales se focalice de manera clara la influencia de las actividades humanas en la calidad del agua. (Mora-Barrantes et al., 2021)

Metodología

Esta investigación proclama su carácter científico porque se define como una serie de pasos para encontrar conocimiento mediante la aplicación de métodos y técnicas con alto rigor científico. De tal manera se aplicaron técnicas de análisis químico, físico y microbiológico orientadas al análisis de la calidad del agua, análisis situacional de las actividades antropogénicas de la localidad y como sus vertidos en el cuerpo de agua afectan su estabilidad natural.

Métodos de investigación adoptados

Dentro del proceso investigativo se adoptó el método lógico –deductivo a partir de los principios descubiertos mediante la muestra, se dedujo el comportamiento de la población en cuanto a la Identificación de actividades antropogénicas predominantes y al grado de empoderamiento de la población respecto a la importancia del agua del río Vinces, para uso

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

doméstico, agrícola e industrial. El método analítico separando los elementos del fenómeno y procediendo a la revisión in situ, permitió analizar las actividades antropogénicas por separado.

La metodología experimental se desarrolló bajo los lineamientos de la norma NTE INEN 2169:2013 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013) y los resultados fueron comparados con el TULSMA bajo la legislación ecuatoriana vigente. Además la observación científica a través del cual se relacionaron el problema y el objeto de investigación, en sus nexos e interrelaciones, como dicotomía causa –efecto

Por último el estudio de caso declarado en la presente investigación devela su injerencia a nivel nacional ya que es un estudio detallado de un tema específico, considerando que el diseño de una investigación de estudio de caso generalmente implica métodos cualitativos métodos cuantitativos, siendo en la presente las propiedades físicas, química y microbiológicas del río y la injerencia de las actividades de la comunidad. Por ello Los estudios de casos son buenos para describir, comparar, evaluar y comprender diferentes aspectos de un problema de investigación, más aun cuando este versa sobre una problemática ambiental de interés social.

Técnicas de recolección y procesamiento de la información

El rigor científico aplicado a develar los resultados descritos en la presente investigación preciso de las de las técnicas de muestreo y análisis químico, físico y microbiológico del agua bajo la normativa señalada (muestras de agua del río para la determinación del Índice de calidad del Agua) y la entrevista (población asociada al río para la determinación de la percepción ciudadana sobre la calidad del agua del río y su grado de empoderamiento con respecto a la importancia del recurso hídrico), de este modo mediante la observación directa se identificaron las fuentes de contaminación antropogénicas que están afectando la calidad de las aguas del río Vinces. Para ello se consideraron las actividades domésticas, las agroindustriales y las recreativas. El plan de muestreo comprendió la toma de tres muestras 100 m aguas arriba y otras tres 100 m aguas debajo de los respectivos puntos de entrada y salida del río Vinces a la cabecera cantonal. Con los resultados generados en el laboratorio de análisis se determinó la calidad del agua del recurso hídrico, aplicando el modelo ICA. El muestreo y análisis de laboratorio se realizó en la época veraniega, es decir, seca o muy poco lluviosa, en la que al reducirse los volúmenes de agua del río, aumentan las concentraciones de los parámetros indicadores de la contaminación, constituyéndose en un

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

período crítico apropiado para realizar la investigación. Aplicando la guía de entrevista que se muestra, se determinó el grado de empoderamiento de la población respecto a la importancia del agua del río Vinces, para uso doméstico, agrícola e industrial.

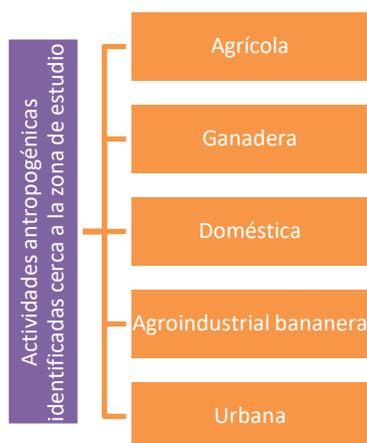
Resultados y discusión

El presente estudio de caso valida su información científica y teórica en el número de repeticiones de las muestras y análisis de laboratorio, así como en el rigor del seguimiento a la normativa legal ecuatoriana vigente, para el análisis de cuerpos de agua, por ello es posible extrapolar la información presentada y analizar la situación de los diferentes ríos de la costa ecuatoriana, con el fin de emancipar el conocimiento para que este sea divulgado.

Identificación de actividades antropogénicas de influencia

Bajo la metodología aplicada para la identificación de las actividades antropogénicas relacionadas con el río Vinces, se detectaron cinco fuentes principales de contaminación tal como se aprecia en el gráfico 1, a saber, son actividades relacionadas con los efluentes de la actividad agrícola, con el uso de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas, el manejo de efluentes de la industria, de la actividad ganadera, de la ciudad, residuos sólidos urbanos y doméstico.

Gráfico 1: Actividades antropogénicas, Marzo 2020



Fuente: Autores, 2021

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

El acelerado crecimiento poblacional ha marcado el incremento de las diferentes vías para la producción de alimentos, lo que a su vez, ha determinado el uso de áreas cercanas, ambientalmente inapropiadas, a las riberas del río, e incluso en la propia ribera. Como consecuencia de ello, una variedad significativa de elementos contaminantes incursiona, ya sea por arrastre, escurrimiento o disposición propiamente dicha, en el seno de las aguas del recurso hídrico.

Por otra parte el uso de agroquímicos, fertilizantes y plaguicidas prohibidos en la agricultura, con el propósito de garantizar la calidad y cantidad de las cosechas, ha provocado la contaminación del agua y del suelo, teniendo en cuenta que el 26% de los pobladores aledaños admiten usar glifosato y el 38% Gramoxone, además con la deforestación aumenta la escorrentía y por tanto el arrastre de los residuos de estos materiales hacia el río. Por último las aguas residuales domésticas e industrial, son descargadas al, en diferentes lugares de su cauce, ya sea provenientes del sistema de alcantarillado o de las viviendas individuales. Evidentemente, esto trae aparejada la reducción significativa de la calidad de las aguas del río.

Análisis sobre el Índice de calidad del agua (ICA)

En las Tablas desde la 1 y 2 se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de muestras de agua del río Vices en los sitios señalados aguas arriba y abajo, respectivamente de la entrada y salida del recurso hídrico de la ciudad. Los resultados corresponden a los parámetros de interés especificados en la norma NTE INEN 2169:2013 con un plan de muestro de 3 semanas consecutivas y un triple replicado de cada análisis, para brindar el rigor científico necesario al presente estudio, de esta manera los resultados obtenidos para cada indicados fueron promediados y, ese valor medio es el que aparece tabulado a continuación.

Tabla 1: Resultados del análisis físico, químico y microbiológico para el cálculo del índice de calidad del agua en la entrada del río a la ciudad, Marzo 2020

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR			ICA			VALOR MEDIO ICA DE LAS TRES SEMANAS	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEM 1	SEM 2	SEM 3			
Alcalinidad (CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻)	mg/l	326,15	412,34	349,01	32,70	34,26	35,34	34,10	1,33	3,89
Cloruros (Cl ⁻)	mg/l	133,35	151,83	237,00	32,81	39,49	35,75	36,02	3,35	9,30
Coliformes fecales	NMP/100 ml	135 220,08	131 315,12	142 247,00	2,40	2,62	2,56	2,53	0,11	4,50
Coliformes totales	NMP/100 ml	343 075,17	333 266,09	391 158,62	2,87	3,15	3,01	3,01	0,14	4,65
Conductividad eléctrica	µS/cm	409,86	467,26	574,54	41,97	52,56	48,60	47,71	5,35	11,22
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	9,73	11,54	10,77	20,47	23,14	24,24	22,62	1,94	8,57
Dureza total (Ca ²⁺ , Mg ²⁺)	mg/l	258,00	294,83	301,93	18,46	28,91	28,10	25,16	5,81	23,11
Fosforo total	mg/l	6,44	7,75	5,88	13,40	13,34	15,15	13,96	1,03	7,36
Grasas y aceites	mg/l	16,51	13,47	18,47	36,25	40,20	36,59	37,68	2,19	5,81
Nitrógeno amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/l	4,43	4,90	5,36	22,55	26,55	25,75	24,95	2,12	8,48
Nitrógeno en nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/l	0,56	0,71	0,55	164,49	182,42	199,12	182,01	17,32	9,52
Oxígeno disuelto	mg/l	5,34	4,82	5,70	52,32	57,82	71,34	60,49	9,79	16,18
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid.	6,85	6,95	6,81	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Sólidos disueltos	mg/l	631,87	668,37	802,72	91,55	97,40	95,05	94,67	2,94	3,11
Sólidos suspendidos	mg/l	38,99	45,10	56,95	0,21	0,24	0,22	0,22	0,02	6,84
Turbiedad (Patrón de 400 NTU)	NTU	157,42	167,96	200,26	40,34	44,51	43,18	42,68	2,13	4,99

Fuente: Autores, 2021

Tabla 2: Resultados del análisis físico, químico y microbiológico para el cálculo del índice de calidad del agua en la entrada del río a la ciudad, Marzo 2020

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR			ICA			VALOR ICA MEDIO DE LAS TRES SEMANAS	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEM 1	SEM 2	SEM 3			
Alcalinidad (CO ₃ ⁻ , HCO ₃ ⁻)	mg/l	309,62	532,67	529,33	36,13	32,66	32,70	33,83	1,99	5,89
Cloruros (Cl ⁻)	mg/l	164,75	185,19	348,08	38,76	37,77	32,81	36,45	3,19	8,75
Coliformes fecales	NMP/100 ml	167 120,07	158 375,13	181 980,15	15,91	2,49	2,40	6,93	7,77	112,13
Coliformes totales	NMP/100 ml	401 040,23	371 482,45	469 423,37	2,99	3,06	2,87	2,97	0,10	3,23
Conductividad eléctrica	µS/cm	756,36	631,58	846,00	43,79	46,88	41,97	44,21	2,48	5,61
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	13,64	13,70	13,84	20,68	20,61	20,47	20,59	0,11	0,52
Dureza total (Ca ²⁺ , Mg ²⁺)	mg/l	339,77	341,32	406,81	24,14	23,99	18,46	22,20	3,24	14,58
Fósforo total	mg/l	9,36	9,96	7,67	12,23	11,89	13,40	12,51	0,79	6,33
Grasas y aceites	mg/l	24,05	19,21	19,06	33,82	36,16	36,25	35,41	1,38	3,89
Nitrógeno amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/l	7,19	7,05	7,89	23,28	23,44	22,55	23,09	0,47	2,05
Nitrógeno en nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/l	0,77	1,33	0,96	177,41	147,09	164,49	163,00	15,22	9,33
Oxígeno disuelto	mg/l	4,12	3,88	4,18	51,56	48,56	52,32	50,81	1,99	3,91
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid.	6,62	6,42	6,76	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
Sólidos disueltos	mg/l	845,58	883,64	1003,11	94,30	93,64	91,55	93,16	1,44	1,54
Sólidos suspendidos	mg/l	51,93	59,20	70,24	0,23	0,22	0,21	0,22	0,01	4,55
Turbiedad (Patrón de 400 NTU)	NTU	202,00	271,31	296,70	43,11	40,97	40,34	41,47	1,45	3,50

Fuente: Autores, 2021

Tabla 3: Valores calculados del ICA totalizados aguas arriba y abajo de la ciudad, Marzo 2020

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

PARAMETRO	W _i	AGUAS ARRIBA			AGUAS ABAJO		
		S1	S2	S3	S1	S2	S3
Alcalinidad (CO ₃ ⁻ , HCO ₃ ⁻)	5	32,70	34,26	35,34	36,13	32,66	32,70
Cloruros (Cl)	5	32,81	39,49	35,75	38,76	37,77	32,81
Coliformes fecales	4	2,40	2,62	2,56	15,91	2,49	2,40
Coliformes totales	3	2,87	3,15	3,01	2,99	3,06	2,87
Conductividad eléctrica	2	41,97	52,56	48,60	43,79	46,88	41,97
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2	20,47	23,14	24,24	20,68	20,61	20,47
Dureza total (Ca ⁺ , Mg ⁺⁺)	2	18,46	28,91	28,10	24,14	23,99	18,46
Fósforo total	2	13,40	13,34	15,15	12,23	11,89	13,40
Grasas y aceites	2	36,25	40,20	36,59	33,82	36,16	36,25
Nitrogeno amoniacal (NH ₄ ⁺)	1	22,55	26,55	25,75	23,28	23,44	22,55
Nitrogeno en nitratos (NO ₃ ⁻)	1	164,49	182,42	199,12	177,41	147,09	164,49
Oxígeno disuelto	1	52,32	57,82	71,34	51,56	48,56	52,32
Potencial de Hidrógeno (pH)	1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sólidos disueltos	0,5	91,55	97,40	95,05	94,30	93,64	91,55
Sólidos suspendidos	0,5	0,21	0,24	0,22	0,23	0,22	0,21
Turbiedad (Patrón de 400 NTU)	0,5	40,34	44,51	43,18	43,11	40,97	40,34
$\sum_{i=1}^{16} W_i$		32,5					
$\sum_{i=1}^{16} (I_i)(W_i)$		1012,27	1142,85	1145,52	1137,45	1036,86	1012,27
ICA		31,15	35,16	35,25	35,00	31,90	31,15
ICA PROMEDIO AGUAS ARRIBA		33,85			-----		
ICA PROMEDIO AGUAS ABAJO		-----			32,68		
DESV. ESTAND.		2,34			2,04		
ICA PROMEDIO TOTAL		33,27					
DESVIACION ESTANDAR					2,07		
COEFICIENTE DE VARIACION (%)					6,22		
CALIDAD DEL AGUA DEL RIO VINCES		Contaminada					

Fuente: Autores,2021

Considerando los valores del ICA individuales para cada para parámetro indicador de la contaminación analizado, se interpreta que, las aguas del río Vices presentan altos niveles de contaminación con respecto a los Sólidos Suspendidos Totales, para los que se obtuvo un promedio

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

del indicador de sólo 0,22; tanto aguas arriba, de la entrada del río en la ciudad, como aguas abajo de la salida del río a la urbe. Esto es causante de turbidez en el agua, lo que las hace negativas, incluso a la luz de la calidad paisajística, así como del uso de las mismas. Sin embargo, no es la ciudad ni los asentamientos no planificados, los causantes de esta no conformidad ambiental, ya que los valores a la entrada y salida del río a la ciudad, son prácticamente iguales.

Otro parámetro de resultados indicativos de alta contaminación del río fueron los Coliformes Fecales y Totales, con valores del ICA de 2,56 y 3,01; a la entrada de la ciudad y 6,93 y 2,97 para ambos a la salida. Estos resultados pueden ser interpretados como determinantes de elevados niveles de contaminación fecal, independientemente de que los Coliformes Totales mantuvieron su nivel en ambos puntos muestreados, lo cual está íntimamente relacionado con el asentamiento poblacional en las riberas del río, así como el manejo inapropiado de las aguas servidas generadas en la ciudad, en general. En orden de descenso en cuanto al alto nivel contaminante, se sitúan los Fosfatos $(PO_4)^{-3}$, con valores del ICA de 13,34 a la entrada de la urbe y de 12,96 a la salida. Es decir, que el río ya entra a la ciudad con altos niveles de contaminación en cuanto a Fosfatos y, los asentamientos urbanos no son causa de esta negatividad ambiental. Tanto la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 5 días (DBO5), como la Dureza Total (DT) y el Nitrógeno Amoniacal $(NH_3)^+$, presentaron valores del ICA similares.

Sin embargo al realizar un t-student con la información recabada de ICA, según la prueba de dos colas con nivel de significación de 0,005; se considera la regla de decisión: rechazar H_0 si $t > t_{0,995}$ cae dentro del intervalo $-3,60$ a $3,60$ (para 4 grados de libertad). Por lo tanto, se puede rechazar H_0 a un nivel de significación del 0,005; es decir, con un 99,5% de confianza de no estar equivocado al rechazarla. Así se verifica que “las actividades antropogénicas relacionadas con el río Vices no influyen negativamente en la calidad de sus aguas dentro de los límites de la ciudad del mismo nombre”, esto desde el punto de vista estadístico, pero existe diferencia numérica toda vez que en los análisis realizados los valores de ingreso al cauce del Río Vices son mayores que los medidos aguas arriba pero aún se consideran dentro de los límites permisibles según el TULSMA.

Conclusiones

El manejo de las aguas servidas, genera un pequeño deterioro en la calidad del agua del río Vices, sin embargo, resultaría conveniente proveer a la ciudad de un sistema de tratamiento de las aguas

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

servidas, que propicie el mantenimiento de la condición develada en la presente investigación. Desde el punto de vista antropogénico las fuentes de contaminación más importantes de las aguas del río Vinces pueden resumirse en el acelerado crecimiento poblacional, el empleo de insumos agrícolas prohibidos por las autoridades ambientales, ciertos niveles de actividad industrial, que genera residuos sólidos, así como mini industrias artesanales en ámbitos familiares, la actividad ganadera y, las aguas residuales domésticas de una población en crecimiento.

También se destacan el lavado de ropa, de vehículos de diferentes tipos, el aseo personal y de animales y la existencia de un sinnúmero de familias que, en el paso del recurso a lo largo de la ciudad, se han establecido en terrenos considerados como ribera o aledaños a esta, construyendo viviendas precarias con bajos recursos, que no cumplen con las normas higiénico sanitarias para el manejo y vertido de las aguas residuales domésticas y de los residuos sólidos generados por ellas. Sin embargo, a pesar de todas estas causas como el inexistente manejo de aguas servidas, el bajo grado de empoderamiento de la población ribereña, el índice de calidad de agua del río Vinces tanto a la entrada como a la salida de la ciudad, presenta valores dentro de los límites permisibles, lo que evidencia la alta resiliencia que posee este cuerpo de agua. Es decir la calidad del agua del río, aguas arriba y aguas abajo de los límites de la cabecera cantonal, no presentan diferencias significativas, por lo que se colige que el río tiene características hidrológicas que propician su auto recuperación, dentro de los límites geográficos establecidos en esta investigación para el análisis de su curso.

Referencias

1. Andrade, H. M. (2017). Transformación de los sistemas naturales por actividades antropogénicas. *Biodiversidad y Desarrollo Humano En Yucatán*, 316–319.
2. Custodio, M., y Pantoja, R. (2018). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Apuntes de Ciencia y Sociedad*, 02(02), 130–137. <https://doi.org/10.18259/acs.2012015>
3. Enfoque, U. (2019). Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. *Enfoque UTE*, 3(3), 30–41. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
4. García-Huamán, F. T., Torres-Delgado, J., y Vergara-Medrano, S. E. (2019). CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA DEL RÍO UTCUBAMBA EN RELACIÓN.

Influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en los ríos de la costa ecuatoriana, caso de estudio

5. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266 : 2013 Primera revisión: AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MUESTREO. First Edit, 1–20.
6. Menchaca Dávila, M., y Alvarado Michi, E. (2016). Efectos antropogénicos provocados por los usuarios del agua en la microcuenca del Río Pixquiac. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 85–96.
7. Mora-Barrantes, J. C., Sibaja- Brenes, J. P., y Borbón- Alpizar, H. (2021). Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica en el agua de lluvia y de niebla. *Revista Tecnología En Marcha*, 34, 92–103. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4806>
8. Osuna-Osuna, A. K., Díaz-Torres, J. D. J., De Anda-Sánchez, J., Villegas-García, E., Gallardo-Valdez, J., y Davila-Vazquez, G. (2015). Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994-2010. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 10(2), 350–362. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1539>
9. Ramón Antonio Chancay-García. (2018). Actividades antropogénicas y la calidad de agua del Río Carrizal, sitio El Limón, utilizando bivalvos como bioindicadores | *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883. 1, 14–19. <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/55>
10. Ramos Joseph, M., y León Méndez, A. (2016). Gestión integral de pérdidas de agua: un caso de estudio. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 37(3), 74–88.
11. Salamanca, M. A., Jara, B., y Rodríguez, T. (n.d.). NIVELES DE Cu, Pb Y Zn EN AGUA Y PERUMYTILUS PURPURATUS EN BAHIA SAN JORGE, NORTE DE CHILE. *Gayana (Concepción)*, 68(1), 53–62. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382004000100005>
12. Villalobos, E. (2016). La gobernabilidad del agua en Ecuador - Estudio de Caso. *Perspectivas*, 1(3), 21-31 concl.