

Propuesta de construcción de Planta de Tratamiento de aguas servidas para mejorar la calidad de las aguas del canal de riego Latacunga – Salcedo – Ambato

Proposal for the construction of a wastewater treatment plant to improve the water quality of the Latacunga - Salcedo - Ambato irrigation canal

Danny German Muyulema Muyulema¹
Alex Xavier Frias Torres²
Galo Wilfrido Núñez Aldás³
Luis Alejandro Velasteguí Cáceres⁴

Resumen: El trabajo que se presenta a continuación estudia la influencia negativa que las aguas servidas tienen sobre el recurso hídrico que directa o indirectamente se destinan para el consumo humano, en este caso para la agricultura. Para ello, se realizó un conteo de las personas que contaminan el agua dentro de la comunidad y por medio de análisis Físicos-Químicos y Bacteriológicos se determinó que las aguas servidas alteran la calidad de las aguas del Canal de Riego Latacunga - Salcedo - Ambato. Por supuesto que al problema se le propone una alternativa de solución y para erradicar este conflicto se ha diseñado una Red de Alcantarillado Sanitario con su respectiva Planta de Tratamiento basándose estrictamente en la topografía y normas vigentes de construcción y diseño.

Palabras clave: Aguas Servidas, Calidad, Recursos Hídricos, Riego.

Published

Instituto Tecnológico Superior Edwards
Deming. Quito – Ecuador

Periodicity

April - June
Vol. 2, Num. 2, 2023

Dates of receipt

Received: December 19, 2022
Approved: March 09, 2023

<http://centrosuragraria.com/index.php/revista>
vol. 1. Num. 17. 2023.
pp. 52-64

Correspondence author

roberto.coellope@ug.edu.ec

Creative Commons License

Creative Commons License, Attribution-
NonCommercial-ShareAlike 4.0
International. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

1 Magister en Ingeniería Civil mención en Estructuras Metálicas, Universidad Técnica de Ambato, dmuyulema5392@uta.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0006-7113-0752>

2 Magister en Sistemas de Gestión Ambiental, Universidad Técnica de Ambato, ax.frias@uta.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-7433-819X>

3 Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Universidad Técnica de Ambato, gw.nunez@uta.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-7087-1213>

4 Master Universitario en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras, Universidad Nacional de Chimborazo, lavelastegui@unach.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-6116-2412>

Abstract: The work presented below studies the negative influence that sewage has on water resources that are directly or indirectly used for human consumption, in this case for agriculture. For this purpose, a count was made of the people who contaminate the water within the community and by means of physical-chemical and bacteriological analysis it was determined that the sewage alters the quality of the water of the Latacunga - Salcedo - Ambato Irrigation Canal. Of course, an alternative solution to the problem is proposed and in order to eradicate this conflict, a Sanitary Sewage Network with its respective Treatment Plant has been designed based strictly on the topography and current construction and design standards.

Keywords: Sewage, Quality, Water Resources, Irrigation.

1. Introducción

La mala calidad de las aguas superficiales es una de las dificultades más importantes que enfrenta el país hoy en día, se clasifica frecuentemente como un problema ambiental, pero en realidad afecta tanto al medio ambiente como a las condiciones sociales, económicas y de salud pública; siendo entonces el acceso a los recursos de agua dulce, de calidad adecuada, esencial para el bienestar del país.

En Ecuador, la contaminación del agua proviene principalmente de la descarga de aguas servidas industriales y domésticas sin tratamiento a los ríos y otros cuerpos de aguas. Además, se debe a las sustancias químicas de tierras agrícolas donde estas son utilizadas, inclusive procede de la escorrentía de áreas urbanas. Por su parte, Briceño H. (2005), indica que el área urbana y la cobertura de infraestructura de agua potable y alcantarillado de Ecuador se ha incrementado notablemente en las últimas cuatro décadas, dando lugar al desarrollo acelerado de las ciudades intermedias como el caso de Cuenca, Machala, Ambato y Santo Domingo de los Colorados. Siendo especialmente críticas en la región Oriental y en las provincias de

Cotopaxi, Tungurahua, Imbabura y Esmeraldas, problema que viene acompañado de otros factores como la reducida productividad agropecuaria o la concentración en la distribución de la tierra y el agua.

Por otro lado, Saunders T, et.al (2007) mencionan que el estado y las tendencias de la calidad del agua en la cuenca alta del Río Pastaza, Ecuador, se divide en 31 Sistemas Hidrográficos, conformados por 79 cuencas. Estos sistemas corresponden a las dos vertientes hídricas que naciendo en los Andes drenan hacia el Océano Pacífico en un número de 24 cuencas, la cual representan 123.243 km^2 , con un porcentaje de superficie del territorio nacional de 48.07%; y en un número de 7 hacia la región Oriental, la cual enmarca un área de 131.802 km^2 y que representa el 51.41% del territorio nacional.

Si se sabe que los sistemas acuáticos tienen cierta capacidad natural de asimilar y diluir desechos, es evidente que el problema ocurre cuando las concentraciones de contaminantes superan a los límites de estas capacidades naturales. Entonces, para buscar una solución se necesita saber el estado actual y las tendencias para el futuro de las aguas superficiales en cuanto a la contaminación. Además, hay que identificar las políticas existentes que definen las condiciones deseadas de calidad del agua y las instituciones responsables para asegurar que estas políticas se cumplan.

Por todo lo descrito anteriormente, se plantea analizar el efecto de las aguas servidas del barrio San José de Pucarumi, en la parroquia Cunchibamba, en la calidad de las aguas del canal de riego Latacunga – Salcedo – Ambato.

2. Materiales y métodos

Esta investigación aplica un análisis cuali – cuantitativo, puesto que busca las causas y la explicación de los hechos que se estudia, apoyada en las visitas de campo, mismas que permiten determinar las características del barrio San José de Pucarumi en la Parroquia Cunchibamba. Así también, para establecer los niveles de calidad del agua del canal de riego Latacunga – Salcedo – Ambato, primero se definió el número total de habitantes y número de industrias acentuadas en el barrio San José de Pucarumi en la Parroquia Cunchibamba, que están alterando la calidad del agua, mediante un Recuento Poblacional cuyo resultado fue posteriormente analizado de forma minuciosa. Luego, se procede a la toma de muestras del agua del canal de riego en

estudio, las mismas que son sometidas a un análisis de laboratorio: Físico, Químico y Bacteriológico, obteniéndose de esos resultados los datos cuantitativos del agua del canal.

En base al estudio se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): Las aguas servidas del barrio San José de Pucarumi en la parroquia Cunchibamba no alterarán la calidad de las aguas del canal de riego Latacunga – Salcedo - Ambato.

Hipótesis alternativa (Ha): Las aguas servidas del barrio San José de Pucarumi en la parroquia Cunchibamba alterarán la calidad de las aguas del canal de riego Latacunga – Salcedo - Ambato.

3. Resultados

Tabla 1: *Análisis Bacteriológico - Descarga 1.1*

ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO DE AGUAS DE RIEGO CANAL LATACUNGA – SALCEDO – AMBATO			
MUESTRA: AGUA		ANÁLISIS: COMPLETO	
INGRESO: 13/07/2010		TUNGURAHUA – AMBATO	
SALIDA: 22/07/2010		PARROQUIA: CUNCHIBAMBA	
SECTOR: BARRIO SAN JOSÉ DE PUCARUMI: ANTES DE LA DESCARGA: 1.1			
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
Coliformes totales	UFC/L	6×10^6	Placas petrifilm para recuento de coliformes totales
E. coli	UFC/L	PRESENCIA	Placas petrifilm para recuento de E. Coli
Aerobios Totales	UFC/L	$1,9 \times 10^6$	Placas petrifilm para recuento de aerobios

Elaborado por: Danny Muyulema

Fuente: UTA. Lab.49.1 Facultad de Ingeniería Agronómica

Tabla 1.- El límite permisible en cuanto a coliformes totales no debe superar los **1000 nmp/100 ml**, no obstante la presencia de **Coliformes**, se encuentra en **6×10^6 nmp/100 ml**, valor que excede ampliamente el Límite Máximo Permisible, de la misma forma los estudios del agua arrojan como resultado una presencia de **Aerobios Totales** ubicada en **$1,9 \times 10^6$ nmp/100 ml**, cuando la demarcación de estos es: **Cero**, cabe recalcar que estos resultados se obtuvieron a partir de la muestra tomada

ante el Barrio San José de Pucarumi, y corresponden al análisis Bacteriológico del agua.

Tabla 2: *Análisis Bacteriológico - Descarga 1.2*

ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO DE AGUAS DE RIEGO CANAL LATACUNGA – SALCEDO – AMBATO			
MUESTRA: AGUA		ANÁLISIS: COMPLETO	
INGRESO: 13/07/2010		TUNGURAHUA – AMBATO	
SALIDA: 22/07/2010		PARROQUIA: CUNCHIBAMBA	
SECTOR: BARRIO SAN JOSÉ DE PUCARUMI: ANTES DE LA DESCARGA: 1.2			
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
Coliformes totales	UFC/L	9 x 10 ⁶	Placas petrifilm para recuento de coliformes totales
E. coli	UFC/L	PRESENCIA	Placas petrifilm para recuento de E. Coli
Aerobios Totales	UFC/L	3 x 10 ⁶	Placas petrifilm para recuento de aerobios

Elaborado por: Danny Muyulema

Fuente: UTA. Lab.49.1 Facultad de Ingeniería Agronómica

Tabla 2.-. Se tiene la presencia de coliformes totales de 9 x 10⁶ nmp/100 ml, cuando el Límite Máximo Permissible no debe superar los 1000 nmp/100 ml, de la misma forma los estudios del agua arrojan como resultado una presencia de Aerobios Totales ubicada en 3 x 10⁶ nmp/100 ml, cuando la demarcación de estos es: Cero.

Tabla 3: *Análisis Físico - Químico - Descarga 2.1*

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS DE RIEGO CANAL LATACUNGA – SALCEDO – AMBATO				
MUESTRA: AGUA		ANÁLISIS: COMPLETO		
INGRESO: 13/07/2010		TUNGURAHUA – AMBATO		
SALIDA: 22/07/2010		PARROQUIA: CUNCHIBAMBA		
SECTOR: BARRIO SAN JOSÉ DE PUCARUMI: ANTES DE LA DESCARGA: 2.1				
ANÁLISIS	UNIDAD	VALOR	MÉTODO	EQUIPO
pH		7,8	Potenciómetro	Potenciómetro
C.E	us/cm	660,0	Potenciómetro	Potenciómetro
Carbonatos (CO ₃ ⁻)	mg/ L	0,0	Volumétrico	Bureta
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/ L	464	Volumétrico	Bureta
Hidróxidos (OH ⁻)	mg/ L	0,0	Volumétrico	Bureta
Cl ⁻	mg/ L	50	Volumétrico	Bureta
(TDS) Sólidos disueltos totales	mg/ L	478	Volumétrico	Bureta
Dureza total	mg/ L	236	Volumétrico	Bureta
Calcio	mg/ L	55	Digestión total ácida	Espectrofotómetro de A.A Perkin Elmer 100
Magnesio	mg/ L	24	Digestión total ácida	Espectrofotómetro de A.A Perkin Elmer 100

Tabla 3.- El pH con un valor de 7,8, se encuentra en el rango normal de 6,5 –8,4 o 6 - 9, los Carbonatos (CO₃⁻) están en 0,0 mg/ L, encontrándose en un límite inferior al Límite Máximo Permissible que es de 0,1 mg/ L, la presencia de Bicarbonatos (HCO₃⁻) es de 464 mg/ L, se encuentran dentro del nivel moderado que es 850, en cuanto a (TDS) Sólidos disueltos totales la presencia es de 478 mg/ L, no excediendo el Límite Máximo Permissible correspondiente a 3000 mg/ L.

Tabla 4: *Análisis Físico - Químico - Descarga 2.2*

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS DE RIEGO CANAL LATACUNGA – SALCEDO – AMBATO				
MUESTRA: AGUA			ANÁLISIS: COMPLETO	
INGRESO: 13/07/2010			TUNGURAHUA – AMBATO	
SALIDA: 22/07/2010			PARROQUIA: CUNCHIBAMBA	
SECTOR: BARRIO SAN JOSÉ DE PUCARUMI: ANTES DE LA DESCARGA: 2.2				
ANÁLISIS	UNIDAD	VALOR	MÉTODO	EQUIPO
pH		7,9	Potenciómetro	Potenciómetro
C.E.	us/cm	663,0	Potenciómetro	Potenciómetro
Carbonatos (CO ₃ ⁻)	mg/ L	0,0	Volumétrico	Bureta
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/ L	488	Volumétrico	Bureta
Hidróxidos (OH ⁻)	mg/ L	0,0	Volumétrico	Bureta
Cl ⁻	mg/ L	62	Volumétrico	Bureta
(TDS) Sólidos disueltos totales	mg/ L	485	Volumétrico	Bureta
Dureza total	mg/ L	231	Volumétrico	Bureta
Calcio	mg/ L	53	Digestión total ácida	Espectrofotómetro de A.A Perkin Elmer 100
Magnesio	mg/ L	24	Digestión total ácida	Espectrofotómetro de A.A Perkin Elmer 100

Elaborado por: Danny Muyulema

Fuente: UTA. Lab.49.1 Facultad de Ingeniería Agronómica

Tabla 4.- El pH con un valor de 7,9, se encuentra en el rango normal de 6,5 –8,4 o 6 - 9, los Carbonatos (CO₃⁻) están en 0,0 mg/ L, encontrándose en un límite inferior al Límite Máximo Permissible que es de 0,1 mg/ L, la presencia de Bicarbonatos (HCO₃⁻) es de 488 mg/

L, se encuentran dentro del nivel moderado que es 850, en cuanto a (TDS) **Sólidos disueltos totales** la presencia es de **485 mg/ L**, no excediendo el Límite Máximo Permisible correspondiente a **3000 mg/ L**.

Tabla 5: *Tabulación de resultados*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
TABULACIÓN DE RESULTADOS				
FECHA: DICIEMBRE - 2010				
REALIZADO POR: <u>Danny Muyulema</u>				
HOJA : 1 DE 1				
NÚMERO DE CASAS	NOMBRE DE USUARIO	UBICACIÓN		NÚMERO DE PERSONAS
		CALLE	SECTOR	
1	<u>Sergio Calapiña</u>	D	P29 - P28	3
2	<u>Laura Ichina</u>	D	P27 - P26	4
3	<u>Miguel Pilapanta</u>	D	P27 - P26	3
4	Andrés Chato	D	P24 - P23	6
5	Paola Chato	D	P24 - P23	2
6	<u>María Pilapanta</u>	D	P24 - P23	6
7	Carlos Jerez	D	P24 - P23	3
8	<u>Vicente Pilapanta</u>	D	P23 - P22	4
9	<u>Nelson Yucailla</u>	D	P23 - P22	4
10	<u>Anibal Pilapanta</u>	D	P23 - P22	5
11	<u>José Yucailla</u>	D	P23 - P22	5
12	<u>Luis Guangasi</u>	D	P23 - P22	3
13	Aquilino Herrera	D	P22 - P21	6
14	<u>César Lashuisa</u>	D	P22 - P21	2
15	Segundo Pinto	D	P22 - P21	8
16	Segundo Caguana	D	P22 - P21	5
17	Alberto Chato	D	P21 - P20	7
18	Fausto Chachi	D	P21 - P20	6
19	Alberto Chato	D	P21 - P20	4
20	Andrés Chato	D	P21 - P20	7
21	<u>Juan Analuisa</u>	D	P21 - P20	7
22	María Chato	D	P21 - P20	3
TOTAL:				103

Elaborado por: Danny Muyulema

Fuente: UTA. Lab.49.1 Facultad de Ingeniería Agronómica

Tabla 5.- Mediante un recuento poblacional se ha podido determinar un total de 22 viviendas ubicadas en la parte superior al Canal de Riego Latacunga – Salcedo – Ambato en el sector Ambato – Cunchibamba –

San José de Pucarumi, sumando la cantidad de 103 habitantes, los mismos que influyen directamente en la contaminación de las aguas de riego.

Tabla 6: *Aporte al agua Potable*

$$\frac{0,25 \text{ lt}}{1 \text{ seg.}} \quad \left| \quad \frac{3600 \text{ seg.}}{1 \text{ hora}} \quad \left| \quad \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \right. \right. = 21600 \text{ lt/día}$$

$$\frac{21600 \text{ lt/día}}{103 \text{ hab}} \quad \left| \quad = 209,71 \text{ lt/hab/día} \approx 210 \text{ lt/hab/día}$$

Elaborado por: Danny Muyulema

Fuente: UTA. Lab.49.1 Facultad de Ingeniería Agronómica

Tabla 6.- De acuerdo a la encuesta realizada se ha determinado que existen 103 habitantes que de forma directa contaminan el canal sin tomar las consideraciones necesarias y con los cálculos correspondientes se ha determinado que: el total de aguas residuales que desembocan en el Canal Latacunga – Salcedo – Ambato es de 168 lt/hab/día, considerando que este valor resulta del 80% del total de agua entubada que cada individuo utiliza al día.

Tabla 7: Análisis Total de Aguas Residuales

ANÁLISIS TOTAL DE AGUAS RESIDUALES				
MUESTRA: AGUA RESIDUAL		CONDICIONES AMBIENTALES: T máx: 24.0 °C. T mín: 19.0 °C.		
INGRESO: 12/07/2010		TUNGURAHUA – AMBATO		
SALIDA: 19/07/2010		PARROQUIA: CUNCHIBAMBA		
SECTOR: BARRIO SAN JOSÉ DE PUCARUMI				
PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (K=2)
* Temperatura	PEE/LAB-CESTTA/04 APHA 2550 B	°C	18,1	-
pH	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500 H ⁺	-	7,44	±0,15%
*Sólidos Suspendidos Totales	PEE/LAB-CESTTA/13 APHA 2540 D	mg/ L	324	-
*Sólidos Disueltos Totales	PEE/LAB-CESTTA/13 APHA 2540 D	mg/ L	2080	-
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/ L	350	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/ L	708	±3%
*Coliformes Totales	PEE/LAB-CESTTA/47 APHA 9222 D y 9221	UFC/100ml	1 x 10 ⁶	-
Coliformes Fecales	PEE/LAB-CESTTA/48 APHA 9222 D y 9221	UFC/100ml	1 x 10 ⁶	±30%

Elaborado por: Danny Muyulema

Fuente: UTA. Lab.49.1 Facultad de Ingeniería Agronómica

Tabla 7.- Los análisis de la muestra de **Aguas Residuales** captadas en el barrio San José de Pucarumi arrojan los siguientes resultados: **Temperatura** 18,1°C, **pH** 7,44, **Sólidos Suspendidos Totales** 324 mg/ L, **Sólidos Disueltos Totales** 2080 mg/ L, **Demanda Bioquímica de Oxígeno** 350 mg/ L, **Demanda Química de Oxígeno** 708 mg/ L, **Coliformes Totales** 1 x 10⁶ UFC/100ml, **Coliformes Fecales** 1 x 10⁶ UFC/100ml.

Una vez realizado el análisis físico, químico y bacteriológico a partir de las muestras de agua del Canal Latacunga – Salcedo – Ambato sector Ambato – Cunchibamba – San José de Pucarumi y en base a la interpretación de los resultados obtenidos, se ha comprobado que: Las aguas servidas del barrio San José de Pucarumi en la Parroquia

Cunchibamba alteran la calidad de las aguas del Canal de Riego Latacunga - Salcedo - Ambato.

Cálculo y diseño de la red de alcantarillado

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

CAUDAL DE DISEÑO

Determinaremos el valor de la siguiente manera:

= 0.67 lts/seg (caudal de aguas servidas a tratar en la planta)

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

- Horizonte del proyecto: año 2035
- = Población futura: 724 hab.
- = 0.67 lts/seg

DIMENSIONAMIENTO DE REJILLA

La rejilla se diseña considerando la limpieza manual, con platinas de 25 x 6 mm espaciados cada 3 cm y se considera un 50% de obstrucción de la misma.

DISEÑO DEL DESARENADOR

Las dimensiones del desarenador son las siguientes:

B =1.50m

L =1.90m

H =1.60m

DISEÑO DE UN TANQUE SÉPTICO

Datos de diseño:

- Horizonte del proyecto: año 2035
- = 724hab.
- =83.67 (lts/hab/día).
- = 0.67 lts/seg
- Tiempo de retención: 12 Horas, asumido

De acuerdo al manual de plantas de aguas residuales URALITA:

$$V = 4500 + 0.85 * 0.67 \text{ lt/s} * (43200) \text{ s/día}$$

$$V = 29.10 \text{ m}^3/\text{día}$$

Según el manual de la A.I.D.:

$$V = 1125 + 0.85 * (\text{lt/día})(\text{Tr})$$

$$V = 1125 + 0.85 * 0.67 \text{ lt/s} * 43200 \text{ s/día}$$

$$V = 25.73 \text{ m}^3/\text{día}$$

- De acuerdo a la subsecretaría de saneamiento ambiental un tanque séptico puede tratar un volumen de agua de 5 a 65 m³/día
- Se adopta la fórmula del manual de plantas de URALITA, que da un mayor caudal.

Calculamos el volumen total requerido

$$VF = Q/\text{Tr} = (0.67 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}) (1\text{día} / 1\text{d}/43200\text{s})$$

$$VF = 28.94 \text{ m}^3$$

Se adopta un tanque séptico con una cámara con las siguientes dimensiones:

Dimensiones exteriores

- **L=6.40 m**
- **B=2.35 m**
- **H=2.00 m**

Volumen total que se puede tratar en el tanque séptico:

$$(6.40 * 2,35 * 2) = 30,08 \text{ m}^3$$

1.6 CÁLCULO DEL LECHO DE SECADO.

Las dimensiones de los lechos de secados son las siguientes:

- **B =3.20 m**
- **L =3.20m**
- **H =2.00m**

DISEÑO DEL FILTRO BIOLÓGICO

Datos de diseño:

- Horizonte del proyecto: año 2035
- = 724 hab.
- = 0.67 lts/seg
- $Q_{F.B} = 0.524 \text{ Qas}$
- 1 día =86400 seg
- $1\text{m}^3 = 1000 \text{ lts}$

El caudal estimado que pasa al filtro Biológico queda de la siguiente manera:

- a) El tiempo de retención de aguas residuales asumido según el manual de URALITAS es el 80% de 0.5 días es decir 0.4 días

b) El tiempo de retención calculado es mayor al asumido es decir el filtro funciona desde un período de retención de 12 horas hasta 30.48 horas

c) Se obtuvo un diámetro de 5.38m y una altura de 1.70m. Los detalles constructivos tanto del tanque séptico como del filtro biológico se pueden ver en los planos de construcción.

Por lo tanto, las dimensiones del filtro biológico o son las siguientes:

Diámetro = 5.80 m

H =1.70 m (altura del agua)

4. Conclusiones

Los resultados del análisis Físico – Químico de las muestras de agua del Canal de Riego Latacunga - Salcedo – Ambato tomadas después del Barrio San José de Pucarumi, evidencian un incremento razonable en la presencia de agentes nocivos en relación con las muestras obtenidas antes del mencionado sector.

El análisis de las aguas residuales del Barrio San José de Pucarumi muestran el alto índice de contaminación, que someten sus habitantes a las aguas de riego del Canal Latacunga - Salcedo – Ambato. Mediante la cuantificación del volumen de las aguas servidas de los habitantes del Barrio San José de Pucarumi se puede ver claramente que estas influyen notablemente en la calidad del agua que circula por el Canal Latacunga - Salcedo – Ambato. Además, ya que existe un incremento de población del sector y por lo tanto se necesita una solución.

Referencias

- Falcon, C. (1980). *Imagen de Amazon.com Vista normal Manual de tratamiento de aguas negras / Cesar Falcon Por: Falcon, Cesar Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York Dirección de Saneamiento del Medio Ambientey Oficina de Entrenamiento Profesional.* <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=au:%22Departamento%20de%20Sanidad%20del%20Estado%20de%20Nueva%20York%22>
- Liu, Broomfield,, Duncan, & Webber. (2014). Evaluación del fitoplancton y la calidad del agua del puerto de Kingston y la

- costa de Hellshire, Jamaica, después de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales. *Revista de Biología Tropical*, 62. 10.15517/rbt.v62i0.15919
- Naranjo, S. (2010). *ANÁLISIS DEL ROL DE LAS JUNTAS PARROQUIALES RURALES DEL CANTÓN PELILEO EN LOS PROCESOS DE DESARROLLO LOCAL*. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/3035/1/TFLACSO-2010SNC.pdf>
- Ordoñez, M. (2010). *PROYECTO PILOTO PARA LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA, BASADO EN UN PANEL DE EXPERTOS*.
- Perez, S. (2015). *Gestión Actual de los Recursos Hídricos en la Subcuenca del río Ambato desde los Actores*. <https://rrnn.tungurahua.gob.ec/documentos/ver/56cc9a4283ba88c90ac8c289>
- Rivas, J. (2015). *Análisis preliminar de los servicios ecosistémicos de la cuenca media del río Pastaza, Ecuador*. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8661/MONOGRAFIA%20-JRIVAS-2015-03-20.pdf;sequence=1>
- Romero, J. (2001). *Tratamiento de Aguas Residuales*. https://www.academia.edu/41246680/Tratamiento_de_Aguas_Residuales_Romero_Rojas
- Temporetti, Antonuk, & Pedrozo. (2014). Características de los sedimentos de la bahía este del lago Lácara afectados por descarga de aguas servidas. *Ecología Austral*, 24(3), 294-303.
- Torres, E. (1994). *Proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales*. <http://eprints.uanl.mx/4660/1/1080063779.PDF>
- Velazco, Puebla, Martínez, Morales, & Solar. (2014). Regulación de aguas residuales petroquímicas en un sistema de lodos activados a través de un enfoque simple y robusto de control de retroalimentación. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 13(3), 919-931.