



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CARACTERIZACIÓN E IMPACTO DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES VERTIDAS EN EL RÍO SAN LUCAS ZONA URBANA DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Denin Rijkaard Díaz Díaz

Asesor:

Ing. Luis Vásquez Ramírez

Cajamarca - Perú

2019

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.20	NÚMERO VERSIÓN	01	PÁGINA	Página 1 de 94
FECHA DE VIGENCIA	11/04/2019				

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a dios principalmente, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional, además de haber ayudado a formarme como una persona de bien para la sociedad. A mis padres, por el inmenso apoyo y sus sabios consejos mostrados durante todos estos años.

A mi asesor de tesis quien siempre estuvo dispuesto a brindarme su asesoría para concretar este proyecto. A mi docente del curso de tesis que siempre estuvo pendiente durante el proceso de este trabajo.

A mi compañero Herlin, por su tiempo y apoyo prestado durante la recolección de mis muestras y toma de fotografías en el recorrido del río.

Al Laboratorio Regional del Agua por el trabajo realizado con el análisis de las muestras de agua superficial y en general a todas aquellas personas que se esfuerzan por contribuir a mejorar las condiciones ambientales en las que vivimos y se dedican a preservar la calidad de nuestros recursos hídricos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios todo poderoso por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi formación profesional, por ser además mi fortaleza en los momentos de flaqueza y debilidad, por brindarme una vida guiada en constantes aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Néstor y Consuelo por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en todos estos años y sobre todo por ser un excelente prospecto de vida a seguir.

A mis hermanas Diana y Helin por ser parte fundamental e importante de mi vida y preservar la unidad familiar. A ellas por ser un ejemplo de desarrollo profesional a seguir y haber dado su apoyo cuando mas lo he necesitado.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis docentes: Luis Vásquez Ramírez, Anita Elizabet Alva Sarmiento. Por haber compartido sus conocimientos con mi persona y sobre todo su aprecio en el transcurso de la elaboración de este proyecto.

Agradecer a todas aquellas personas que contribuyeron de una u otra manera para que este trabajo de investigación se pueda concretar.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
INDICE DE GRÁFICOS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos	14
1.4. Hipótesis	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	16
2.1. Tipo de investigación	16
2.2. Diseño de Investigación.....	16
2.3. Variables de Estudio	17
2.4. Población y muestra	18
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	18
2.6. Procedimiento	28
CAPÍTULO III. RESULTADOS	30
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	67
4.1 Discusión.....	67
4.2 Conclusiones.....	69
REFERENCIAS	71
ANEXOS	72
Anexo 1: Matriz de Operacionalización.....	72
Anexo 2: Matriz de Consistencia.....	73
Anexo 3 y sucesivos:.....	74
Panel Fotográfico	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ficha Técnica para la identificación de los puntos de descarga de agua residual.....	19
Tabla 2 Ficha para la toma de datos medición de caudales	20
Tabla 3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	23
Tabla 4 Interpretación de la Calificación del Índice de Calidad	27
Tabla 5 Puntos de descarga AR tramo: P.I.T. – Jr. Huánuco.....	30
Tabla 6 Puntos de descarga AR tramo: Jr. Huánuco – Jr. Junín	33
Tabla 7 Puntos de descarga AR tramo: Jr. Junín – 13 de julio	33
Tabla 8 Puntos de descarga tramo: 13 de Julio – Prolongación Amalia Puga	34
Tabla 9 Puntos de descarga AR tramo: Prolongación Amalia Puga – Jr., Amazonas.....	36
Tabla 10 Puntos de descargar AR tramo: Jr. Amazonas – José Sabogal.....	38
Tabla 11 Puntos de descarga AR tramo: José Sabogal - Chanchamayo	39
Tabla 12 Puntos de descarga AR tramo: Chanchamayo – Revilla Pérez	41
Tabla 13 Puntos de descarga AR tramo: Revilla Pérez – Dos de Mayo.....	42
Tabla 14 Puntos de descarga AR tramo: Dos de Mayo – San Salvador.....	44
Tabla 15 Puntos de descarga AR tramo: San Salvador – Antonio Guillermo Urrelo	44
Tabla 16 Puntos de descarga AR tramo: Antonio Guillermo Urrelo – Cinco Esquinas.....	45
Tabla 17 Puntos de descarga AR tramo: Cinco Esquinas - Ayacucho.....	45
Tabla 18 Puntos de descarga AR tramo: Ayacucho – A.V El Maestro.....	46
Tabla 19 Puntos de descarga AR Av. El Maestro - Bélgica	46
Tabla 20 Puntos de descarga tramo: Bélgica – Vía de Evitamiento	47
Tabla 21 Punto de descarga tramo: Vía de Evitamiento sur- P.F.T.....	48
Tabla 22 Resumen Puntos de Descarga Agua residual Zona Urbana Cajamarca.....	48
Tabla 23 Caudal encontrado entre la interacción del punto de inicio tesis – Río san Lucas.....	50
Tabla 24 Caudal encontrado entre la intersección del Jr. Huánuco – Río San Lucas	51
Tabla 25 Caudal encontrado entre la intersección del Jr. Junín – Río San Lucas	52
Tabla 26 Caudal encontrado entre la intersección de 13 de Julio – Río San Lucas.....	53
Tabla 27 Caudal encontrado en la intersección de prolongación Amalia Puga – Río San Lucas.....	54
Tabla 28 Caudal encontrado en la intersección de Cinco Esquinas – Río San Lucas.....	55
Tabla 29 Caudal encontrado en la intersección Av. Evitamiento Sur – Río San Lucas	56
Tabla 30 Caudal encontrado en la intersección antes de la descarga P.T.A.R.C – Río San Lucas.....	57
Tabla 31 Caudal encontrado en la intersección después de la descarga de la P.T.A.R.C –Río San Lucas.....	58
Tabla 32 Caudal de Agua Residual encontrado en diferentes tramos del Río San Lucas	59
Tabla 33 Caudal de agua residual punto de descarga continua colector P.T.A.R.C	60
Tabla 34 Análisis Químico y microbiológico de las muestras de agua analizadas en el laboratorio Regional del Agua - Cajamarca	61
Tabla 35 Comparación de los parámetros de las muestras con los estándares de calidad del D.S N°004-2017.MINAM.....	65
Tabla 36 Índice de Calidad de las 6 muestras recolectadas en el Río San Lucas	66

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Esquema en el que se indica cómo se utilizara este tipo de investigaciones.	16
<i>Figura 2</i> Modelo de sección típica de un río.....	21
<i>Figura 3</i> Sección del Río San Lucas, entre la intersección del punto de inicio de tesis y el río, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal	50
<i>Figura 4</i> Sección del Río San Lucas, entre la interacción del Jr. Huánuco – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal.	51
<i>Figura 5</i> Sección del Río San Lucas, entre la intersección del Jr. Junín – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal.	52
<i>Figura 6</i> Sección del Río San Lucas entre la intersección de 13 de Julio – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal	53
<i>Figura 7</i> Sección del Río San Lucas entre la intersección Prolongación Amalia Puga – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal	54
<i>Figura 8</i> Sección del Río San Lucas entre la intersección Cinco Esquinas – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal.....	55
<i>Figura 9</i> Sección del Río San Lucas entre la intersección Av. Evitamiento Sur – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal	56
<i>Figura 10</i> Sección del Río San Lucas entre la intersección antes de la descarga P.T.A.R.C – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal.....	57
<i>Figura 11</i> Sección del Río San Lucas entre la intersección después de la descarga P.T.A.R.C – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal	58

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Puntos de Descarga Agua residual	49
Gráfico 2 Representación Porcentual Según Tipo de Agua Residual	49
Gráfico 3 Representación gráfica del caudal de agua residual encontrado en puntos distintos	59
Gráfico 4 Comparación del pH a 25 °c de las 6 muestras analizadas	62
Gráfico 5 Comparación de sólidos totales suspendidos de las 6 muestras analizadas	62
Gráfico 6 Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) de las 6 muestras analizadas	63
Gráfico 7 Comparación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las 6 muestras analizadas.....	63
Gráfico 8 Comparación de Aceites y Grasas de las 6 muestras analizadas	64
Gráfico 9 Comparación de Coliformes Termotolerantes de las 6 muestras analizadas.....	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Formula para determinar el caudal en m ³ /s	22
Ecuación 2 Formula para determinar F1 - Alcance	25
Ecuación 3 Formula Para determinar F2 – Frecuencia	25
Ecuación 4 Formula para determinar F3 - Amplitud	25
Ecuación 5 Formula para determinar la suma normalizada de excedentes	25
Ecuación 6 Formula para determinar el excedente – caso 1	26
Ecuación 7 Formula para determinar el excedente – caso 2	26
Ecuación 8 Formula para determinar el Índice de Calidad del Agua	26

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Punto de inicio Tesis Captación el Ronquillo	79
Fotografía 2 Punto de descarga domestico identificado	79
Fotografía 3 Vista de los Puntos de descarga en viviendas	80
Fotografía 4 Punto de descarga de agua residual doméstica	80
Fotografía 5 Agua residual de tipo Municipal	81
Fotografía 6 Colector de Agua residual barrió San José.	81
Fotografía 7 Identificación de agua residual de tipo domestico	82
Fotografía 8 Toma de datos con GPS Manual del punto de descarga	82
Fotografía 9 Descarga de agua residual mercado san Antonio	83
Fotografía 10 Identificación de agua residual tipo municipal	83
Fotografía 11 Toma de datos de los puntos de agua residual	84
Fotografía 12 Punto final de final de tesis planta de tratamiento aguas residuales	84
Fotografía 13 Instrumentos usados para determinar el caudal del río	85
Fotografía 14 Plantado de estacas en la sección del río	85
Fotografía 15 Ubicación de la sección del río	86
Fotografía 16 Medición de la longitud del río	86
Fotografía 17 Medición del tirante de agua del río	87
Fotografía 18 Medición de la velocidad del río con el correntómetro	87
Fotografía 19 Recolección muestra N°1 Captación el Ronquillo	88
Fotografía 20 Recolección de muestra N°1 Captación el Ronquillo	88
Fotografía 21 Recolección muestra N°2 Mercado San Antonio descarga S.S.H.H.	89
Fotografía 22 Recolección muestra N°2 antes de la descarga S.S.H.H.	89
Fotografía 23 Recolección muestra N°2 después de la descarga S.S.H.H.	90
Fotografía 24 Recolección de la muestra N°3 en el Mercado San Antonio	90
Fotografía 25 Recolección de la muestra N°4 intersección Cinco Esquinas	91
Fotografía 26 Recolección de la muestra N°5 antes de la descarga de P.T.A.R.C	91
Fotografía 27 Toma de la muestra N°5 corrientes de agua superficial	92
Fotografía 28 Recolección de la muestra N°6 después de la descarga P.T.A.R.C	92
Fotografía 29 Recolección final de la Muestra N°6 en presencia del asesor de tesis.	93
Fotografía 30 Responsable de la toma de muestras en los diferentes puntos	93
Fotografía 31 Frascos utilizados para la recolección de las muestras según parámetro.	94
Fotografía 32 Muestras a trasladar al laboratorio Regional del Agua en Cajamarca	94

RESUMEN

Un problema relevante y de vital importancia en relación con el agua en la zona urbana de Cajamarca es la contaminación del Río San Lucas producto de la descarga de aguas residuales, lo que ha provocado cambios significativos en la calidad del agua de la corriente. Ante este inconveniente surgió la necesidad de caracterizar y evaluar el impacto que se genera producto de la descarga de aguas residuales en el Río San Lucas en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca. Para esto se procedió a determinar y clasificar los puntos de descarga de agua residual según tipo, encontrando un total de 543 puntos de contaminación de los que 473 pertenecen a agua residual de tipo doméstico estos puntos representan al 87.11% del total, mientras que las aguas residuales de tipo municipal ubican el segundo lugar con un número de 66 puntos que en porcentaje del total representan el 12.15%, en menor cantidad está el agua de tipo industrial los que solo son 4 puntos que equivalen al 0.74% del total de puntos. Además se calculó el gasto en 8 secciones diferentes a lo largo del trayecto del río con el propósito de obtener cantidades de agua residual que se están vertiendo a este curso natural de agua, el mayor valor encontrado es de 101.82 l/s el que se ubica después de la descarga del colector de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cajamarca. A partir de la recolección de 6 muestras de agua se realizaron ensayos químicos y microbiológicos para conocer los parámetros y las condiciones en las que se encuentra el agua, obtenidos estos resultados, para evaluar el impacto que se genera producto de la descarga de aguas residuales se comparó los resultados conseguidos con los estándares de calidad del agua según el D.S. N°004-2017-MINAM, finalmente se determinó el Índice de Calidad del Agua, siendo las muestras M-3 (después de la descarga de agua residual de los servicios higiénicos del Mercado San Antonio) y M-6 (después de la descarga del colector averiado de la Planta de Tratamiento Agua Residual Cajamarca) las más contaminadas con ICA de 42 obteniendo una calificación de “Mala” y según la categoría de clasificación que se proporcionó en estos puntos el agua superficial no es apta para el riego de vegetales ni bebida de animales ya que la calidad del agua casi siempre está amenazada o dañada en consecuencia todos los usos necesitan de un previo tratamiento.

Palabras clave: Agua Residual, Caracterización, Impacto y Calidad del Agua.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales en que se apoya la vida y el desarrollo del ser humano. En la actualidad, una preocupación de la humanidad se centra en la conservación de la cantidad y calidad del recurso debido al incremento de la demanda de agua y la reducción de la disponibilidad de las fuentes de agua dulce del planeta, principalmente las fuentes superficiales. A pesar de la gravedad de esta situación, muchos países, regiones, ciudades e instituciones no han prestado la suficiente importancia de las consecuencias de disponer agua en cantidades limitadas y con deficiente calidad (Huertas & Sánchez, 2009).

En este sentido, un problema relevante en relación con el agua en las zonas urbanas, es la contaminación de los ríos, debido al tratamiento insuficiente e inadecuado de las descargas de aguas residuales municipales, lo que ha provocado cambios significativos en la calidad del agua de la corriente de estos cursos naturales de agua (Jáuregui, 2007).

Para evaluar el impacto que genera la descarga de las aguas residuales, el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM ha aprobado los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, cuyo objetivo es establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Estos estándares aprobados son aplicados a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental.

La ciudad de Cajamarca no es ajena a este problema debido a que genera un impacto en la calidad del agua del Río San Lucas, causado por la descarga de aguas residuales que se vierten en él, esto se ha convertido en un problema ambiental crítico y creciente para este curso de agua superficial, potencializado por el rápido crecimiento poblacional y urbano de la ciudad la que alberga un total de 228 775 habitantes según el censo del año 2014 en una superficie de 20 km², con una densidad poblacional de 4 188 hab/km². Esto genera que no se de cobertura sanitaria a toda la población en su conjunto y en consecuencia se incrementen los vertidos de agua residual a este río.

En la actualidad el sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca cobertura al 89.01% de la demanda total de la población, lo que indica que existe un 10.99% que se encuentra desabastecida del servicio, este porcentaje desabastecido se refleja en las viviendas que descargan el agua excedente que generan al Río San Lucas, según se indica, estas viviendas generan el vertido de aguas residuales al río debido a que colectores de alcantarillado de la red pública se encuentran en zonas mas elevadas con relación a los servicios de las viviendas. A esto podemos añadir la descarga continua de aguas residuales que son vertidas por los servicios higiénicos del Mercado San Antonio.

Por otra parte la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca (P.T.A.R.C), cuenta con un colector de concreto que atraviesa el río el cual se encuentra averiado y en consecuencia el agua que es transportada por este colector es vertida directamente al Río San Lucas. Estos vertidos descritos contribuyen a modificar las características de calidad del agua que es transportada por este río generando un impacto directo en este curso de agua natural. En tal sentido en este tema de investigación se pretende determinar los puntos de contaminación de agua residual que son vertidas al Río San Lucas, así mismo se determinara el caudal de agua residual en tramos diferentes del río y por último se realiza un análisis químico y microbiológico de las muestras recolectadas en puntos estratégicos de este río a fin de evaluar la calidad e impacto que generan estas descargas de agua residual en el Río San Lucas.

Jáuregui (2007) en un artículo científico estudió el impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. A partir de datos oficiales calculó el Índice de Calidad del Agua (ICA) del río, así como la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales. Para evaluar el impacto que genera la descarga de aguas residuales municipales analizó y midió el gasto de la corriente aguas arriba de la descarga, en la descarga misma y aguas abajo de la descarga. Con estos gastos y calidad del agua del cuerpo receptor y de la descarga aplicó la expresión de déficit crítico de oxígeno del modelo de Streeter y Phelps y a partir de los datos obtenidos, se propone la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) máxima de descarga que debe regularse en la carga contaminante que se vierte en el río.

El ICA del río a la altura de Pantanal, antes de su ingreso a la ciudad de Tepic, es de 62.5; mientras que a la altura de La Escondida, después de haber recibido la descarga de aguas residuales de la ciudad de Tepic, es de 36.3. Con respecto a la planta de tratamiento, existe un esfuerzo por parte del municipio por tratar el agua residual generada de la ciudad de Tepic; sin embargo, el autor concluye que no es suficiente. Como resultado de la contaminación que recibe el río, se afecta el turismo, la agricultura y la pesca de la zona de influencia, limitando con esto el desarrollo económico de la región. Considerando el volumen actual descargado, las características de la corriente y el uso del cuerpo de agua, se requiere una planta de tratamiento de agua para depurar mínimo de 1300 l/s con una DBO5 máxima en el efluente de 17.25 mg/l a fin de que no sufra más deterioro este cuerpo de agua. Se sugiere dividir por regiones el tratamiento de agua residual de la ciudad de Tepic; que se cumpla la normatividad en materia de descarga de aguas residuales; proyectar y desarrollar nuevos sistemas de distribución de drenaje y alcantarillado; así como implementar un programa integral de educación ambiental para mejorar la cultura del uso del agua y, finalmente, el desarrollo de un sistema de indicadores para la evaluación del desempeño de la toma de decisiones en materia de agua.

Huertas y Sánchez (2009) en su tesis realizaron una investigación experimental en donde hizo un seguimiento de las descargas de aguas residuales del sistema de alcantarillado sobre canales y quebradas en Bogotá: Caso río Arzobispo, en el que realizo un recorrido a lo largo del canal con el fin de identificar las características de la zona de estudio, puntos de aforo y para toma de muestras para hacer la respectiva caracterización y encontrar en qué nivel de calidad se encuentra el canal a través de los siguientes parámetros : Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) , Solidos Suspendidos totales (SST), Potencial de Ion Hidrogeno (PH), Coliformes Totales (CT), Temperatura y nutrientes.

Para evaluar el impacto en la calidad del agua los autores realizaron el cálculo de índices de calidad del agua de acuerdo a la contaminación por materia orgánica, además realizan el cálculo de la matriz de impacto ambiental para la evaluación de impactos ambientales producto de la descarga de aguas residuales. En donde para los dos primeros tramos del río Arzobispo se encontró un grado de afectación irrelevante. Debido a que la descarga de aguas residuales no afecta la calidad del agua. Para los tramos 3 y 4 la matriz de impacto genera un grado de afección moderado.

El autor concluye diciendo que los tramos 1 y 2 (Parque nacional-Kr.7 con calle 39) y (calle 39 entre Kr7 y Kr 14) respectivamente están dentro del rango de “calidad buena”, para el tramo 3 la calidad del agua pasa a un rango de “calidad aceptable” en donde se encuentran valores altos en la DBO5 y coliformes. Finalmente para el tramo final del estudio, Kr. 24 con calle 45-Kr.30 con Calle 49, la calidad del recurso mantiene una “aparente aceptabilidad”. En este último tramo, los parámetros aumentan sus concentraciones el color de agua se hace mas turbia y el olor del agua ya es evidente debido a los procesos biológicos de degradación de la materia orgánica.

Cruz (2013) en un artículo científico realizó un plan de identificación y diagnóstico de los puntos de vertimientos de aguas residuales en la ciudad de Huánuco. En dicho estudio identificó a los focos de contaminación los que fueron plasmados en cuadros en donde se indica la zona, coordenadas y referencia del lugar, estos datos fueron tomados del río Huallaga y del río Higuera (tramo huayopampa - huancachupac y tramo Puente Tingo – Urb. Los Carrizales, respectivamente), detectando que en el río Huallaga existe en su margen izquierdo 14 puntos de contaminación, mientras que en el derecho hay 18 puntos, en el río Higuera existe en el lado derecho 3 puntos de contaminación y en el lado izquierdo solo 1 punto. Todos estos con grandes volúmenes de descarga y algunos de menor volumen, estos puntos fueron ubicados en un plano catastral.

En el diagnóstico que realiza indica que las aguas residuales vienen deteriorando en forma gradual las condiciones de los cuerpos de agua superficiales, pese a que la red de alcantarillado sanitario existente se encuentra construida en toda la zona de estudio y se encuentra totalmente comunicada entre sí. Indica que los ríos a lo largo de su recorrido reciben diversos vertimientos de aguas residuales domésticas, comerciales, industriales e institucionales además hace mención que el distrito de Huánuco no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales en las que se pueda dar un adecuado manejo de estas. Finaliza diciendo que los vertimientos de agua residual no solo impactan la vida acuática si no afectan principalmente la vida humana.

En sus conclusiones refiere que los puntos de contaminación fueron identificados y que algunos son de conocimiento de la EPS mientras que otros son clandestinos, además de que se logró identificar dichos puntos en un plano catastral y finalmente se elaboró el diagnóstico para los vertimientos de aguas residuales en el cauce del río Huallaga.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las características y el impacto que genera la descarga de aguas residuales vertidas en el Río San Lucas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Caracterizar y evaluar el impacto de la descarga de aguas residuales que son vertidas al Río San Lucas en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar y clasificar por tipo al número de puntos de contaminación que vierten agua residual al Río San Lucas.
- Calcular el caudal de agua residual que se vierte, a través del aforo en secciones y tramos diferentes del Río San Lucas.
- Comparar la calidad del agua del Río San Lucas en 6 puntos de monitoreo diferentes con los Estándares de Calidad Ambiental para agua según el D.S N°004-2017-MINAM.
- Determinar el Índice de Calidad del Agua en los puntos de monitoreo analizados según la metodología usada por la Autoridad Nacional del Agua en recursos hídricos superficiales.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- Las características e impacto en la calidad del agua del Río San Lucas se modifican y alteran producto de la descarga de agua residual que se vierte a este curso natural de agua.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El número de puntos de contaminación que vierten agua residual al Río San Lucas son en su mayoría descargas domésticas según su clasificación.
- El caudal de agua residual que se vierte al Río San Lucas, según los aforos en tramos y secciones diferentes se incrementa a medida que avanzamos en su recorrido.
- La calidad del agua del Río San Lucas en 6 puntos de monitoreo diferentes no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua según el D.S N° 004 – 2017- MINAM.
- El índice de calidad del agua en los puntos de monitoreo son malos según la metodología usada por la Autoridad Nacional del Agua en recursos hídricos superficiales.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

En este trabajo se desarrolla una investigación de tipo no experimental, descriptiva y transversal.

Investigación no experimental: Porque se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad.

Investigación descriptiva: Es un método científico que implica observar y describir el comportamiento de los objetos sin influir sobre él de ninguna manera

El estudio transversal: Se define como un tipo de investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra o subconjunto predefinido. Este tipo de estudio también se conoce como estudio de corte transversal, estudio transversal y estudio de prevalencia.

Estos tres tipos de investigación se utilizarán para observar, describir los comportamientos y analizar datos de variables recopiladas que en este caso estarán relacionadas con: Agua Residual, características del agua e impacto en el Río San Lucas.

2.2. Diseño de Investigación

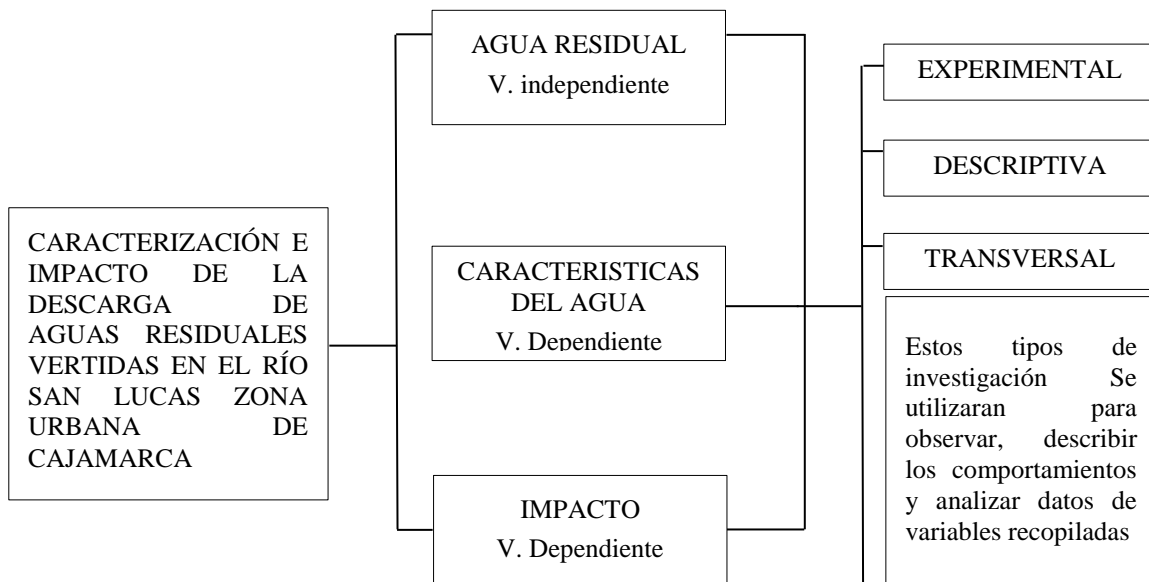


Figura 1 Esquema en el que se indica cómo se utilizará este tipo de investigaciones.

2.3. Variables de Estudio

Independiente:

AGUA RESIDUAL

Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes. Para los efectos de este proyecto se clasificara por tipo al agua que se descarga según el sistema de alcantarillado usado para la evacuación del agua residual. (Blázquez y Montero, 2010). Los indicadores están representados por agua residual generada en viviendas (% A.R.G.) Agua residual generada por las industrias (%A.R.G.) Y agua residual de tipo Municipal (%A.R.G.).

Dependiente:

CARACTERÍSTICAS DE AGUA

La caracterización de un agua tiene como objetivo conocer sus atributos físicos, químicos y biológicos con el propósito de definir su aptitud para uso humano, agrícola, industrial o recreacional. La presentación adecuada de los parámetros de caracterización facilita la definición de la calidad del agua para un uso determinado. Cuyos indicadores son: PH a 25°C, Sólidos suspendidos totales (SST), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), Demanda química de Oxígeno, Aceites y Grasas y Coliformes Termotolerantes.

IMPACTO

El impacto ambiental al medio natural es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración en la línea de base ambiental. (Arboleda, 2008). Los indicadores son los Efectos de la descarga de agua residual en la calidad del agua del Río San Lucas, los índices son Parámetros de variación de calidad del agua, Estándares de calidad ambiental y Índice de Calidad de Agua.

2.4. Población y muestra

La población está representada por los puntos de descarga de agua residual, ubicados a lo largo de la rivera del Río San Lucas de la zona urbana de la ciudad de Cajamarca.


La selección de la muestra , para este proyecto se consideran a todos los puntos de descarga de agua residual que se vierte en el Río San Lucas de la zona urbana de la ciudad de Cajamarca, para obtener valores aproximados del caudal de agua residual que se vierte se identificaron 7 puntos diferentes en el recorrido del río, finalmente para comparar la variación de la calidad se identificaron 6 puntos estratégicos para la recolección de muestras en donde se presente un mayor vertido de agua residual, por lo que no se empleara ningún tipo de muestreo, ni tampoco se utilizara alguna fórmula estadística para definir el número de la muestra.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1 IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS DE DESCARGA

Para identificar los puntos de descarga que vierten agua residual al Río San Lucas, clasificamos por tipo al agua residual, según la OEFA tenemos agua residual doméstica las que son de origen residencial y comercial las cuales tienen desechos fisiológicos, entre otros provenientes de la actividad humana, agua residual de tipo industrial que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a los provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras y finalmente agua residual de tipo municipal que son aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con agua de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial. Para esto se elaboró una ficha técnica en donde se detalla el tramo recorrido, el número de puntos contados en el tramo, asimismo se clasifica por tipo al agua que se descarga. Por último a cada punto se lo registra con sus coordenadas y cota, para tener su ubicación exacta y poder representarlos en un plano, en esta ficha además se anota alguna observación durante la recolección de información.

Tabla 1 Ficha Técnica para la identificación de los puntos de descarga de agua residual

	IDENTIFICACIÓN PUNTOS DE DESCARGA DE AGUA RESIDUAL- RÍO SAN LUCAS		
	PROTOCOLO		
	IDENTIFICACIÓN		CODIGO DEL DOCUMENTO: IPDAR-
	NORMA		UPNC.....
	TESIS		
UBICACIÓN:		RESPONSABLE:	
TRAMO:		REVISADO POR:	
MARGEN:		FECHA:	

PUNTO	TIPO DE AGUA RESIDUAL			COORDENADAS UTM		
	INDUSTRIAL	DOMÉSTICA	MUNICIPAL	ESTE	NORTE	COTA

OBSERVACIONES:		
TESISTA	COORDINADOR DE VISITA	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.5.2 AFORO Y CALCULO DE CAUDALES


Para obtener valores del agua residual que se vierte, se hizo el cálculo del caudal en secciones y tramos diferentes del Río San Lucas, para esto se utilizó el método del correntómetro este consiste en una hélice y cojinete protegida para la medición de la velocidad del agua, acoplado a un mango de la sonda telescópica que termina en un flujo con pantalla LCD del ordenador

Los instrumentos utilizados para hacer este ensayo se detallan a continuación:

- 01 Correntómetro
- 01 Regla graduada de 1.00 m
- 04 Estacas.
- 01 Cinta métrica de 30 m
- 01 Cordel 20 m.
- 01 Par de Botas.

Para el análisis de los datos se utilizaron las siguientes fichas de ayuda así como también se aplicaron fórmulas que ayudaron a determinar el caudal estas se detallan a continuación

Tabla 2 Ficha para la toma de datos medición de caudales

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	TOMA DE DATOS MEDICIÓN DE CAUDALES – RÍO SAN LUCAS		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:		CODIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA		IPDAR-UPNC.....
	TESIS		
UBICACIÓN:		RESPONSABLE:	
TRAMO:		REVISADO POR:	
TEMPERATURA:		FECHA:	

MEDICIÓN DE LA SECCIÓN DEL RÍO						
Ancho Cause (m)	M1	M2	M3	M4	M5	PROMEDIO
Distancia (m)	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
Tirante (m)	h1	h2	h3	h4	h5	h6

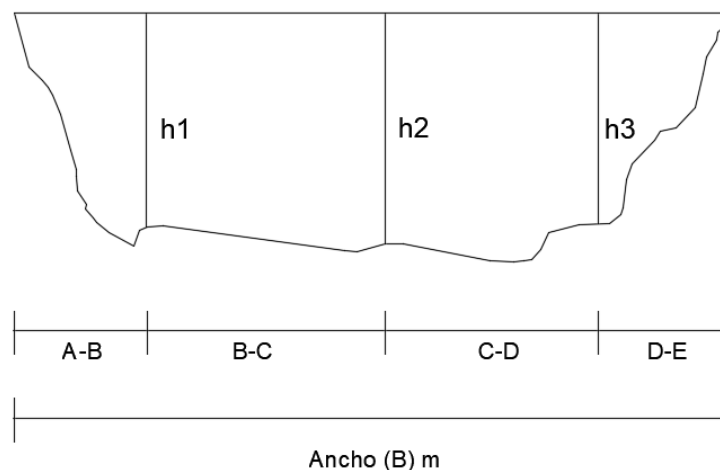
MEDICIÓN VELOCIDAD DEL AGUA RÍO SAN LUCAS						
Distancia entre puntos (m)	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
Velocidad (m/s)	h1	h2	h3	h4	h5	h6

AREA DE LA SECCIÓN POR TRAMO						
Tramo	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
Área (m ²)						

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la figura se detalla el método utilizado para realizar el cálculo del área de la sección del río. Para mayor precisión se determinó el área de la sección por tramo en el programa AutoCAD versión 2016.

Figura 2 Modelo de sección típica de un río



Fuente: Elaboración propia, 2019

Donde:

h = Profundidades del río

B = Ancho del cause

H = Altura promedio de $(h_1 + h_2 + h_3)$

A = Área transversal, m^2

Las áreas transversales fueron medidas en cada punto en donde se realizó los aforos. A continuación se determina el caudal utilizando la siguiente formula, estos valores son resumidos en el siguiente cuadro.

CÁLCULO DEL CAUDAL – m^3/s						
TRAMO	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
TOTAL CAUDAL EN LA SECCIÓN						

Ecuación 1 Formula para determinar el caudal en m^3/s

$$Q = A * V$$

Donde:

Q = Caudal, m^3/s , l/s

V = Velocidad superficial, m/s

A = Área transversal, m^2

2.5.3 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA

Dentro del área de estudio se realizaron visitas de campo para conocer el estado del cuerpo de agua del Río San Lucas, con el fin de reconocer las condiciones en las que se encuentra y establecer los puntos de muestreo con base en el caudal, la homogeneidad del tramo, volúmenes manejados entre puntos, posibles puntos críticos de impacto y descargas vertidas en el río. Siguiendo esta metodología se recolectaran las muestras de agua residual. Los instrumentos utilizados para la toma de las 6 muestras se detallan a continuación.

- 01 Frasco de 1000 ml para PH, SST
- 01 frasco de 1000 ml para DBO5
- 01 frasco de 500 ml para DQD.
- 01 frasco de 1000 ml para Aceites y Grasas
- 01 frasco de 250 ml para Coliformes Termotolerantes.
- H2 SO4 para preservar la muestra según el ensayo
- 01 Par de guantes quirúrgicos.

Para preservar las muestras se usaron 04 refrigerantes, asimismo para trasladar las 6 muestras se usaron 02 contenedores. Con los resultados proporcionados por el Laboratorio Regional del Agua, se compararon los parámetros de las muestras con los estándares de calidad del D.S N°004- MINAM, 2017.

Tabla 3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NON)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	$\Delta 3$		$\Delta 3$
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
<u>Bifenilos Policlorados</u>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
<u>Organoclorados</u>				
Aldrín	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrín	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminetos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: Decreto Supremo N°004-2017-MINAM

2.5.4 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE)

Para realizar el análisis del índice de calidad de agua se aplica la fórmula canadiense, que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 y 100), que va representar y describir el estado de la calidad del agua de un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca (ANA, 2009). La definición y determinación de estos tres factores se describen a continuación:

F1- Alcance: representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar (ANA, 2009)

Ecuación 2 Formula para determinar F1 - Alcance

$$F1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Numero Total de Parametros a evaluar}}$$

F2- Frecuencia: representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA- Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar datos que

Ecuación 3 Formula Para determinar F2 – Frecuencia

$$F2 = \frac{\text{Numero de los parámetros que no cumplen el ECA Agua de los datos evaluados}}{\text{Numero Total de Datos Evaluados}}$$

Dónde: Datos = Resultados de los monitoreos

F3- Amplitud: Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos (ANA, 2009).

Ecuación 4 Formula para determinar F3 - Amplitud

$$F3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

En donde, la Suma Normalizada de Excedentes (nse):

Ecuación 5 Formula para determinar la suma normalizada de excedentes

$$nse = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente } i}{\text{Total de Datos}}$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA- Agua

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA- Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

Ecuación 6 Formula para determinar el excedente – caso 1

$$\text{Excedente}_i = \left(\frac{\text{Valor del parametro que no cumple el ECA Agua}}{\text{Valor del parametro que no cumple el ECA Agua}} \right) - 1$$

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA- Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo, como ejemplo: el Oxígeno Disuelto (> 4), pH (6.5, 8.5)

Ecuación 7 Formula para determinar el excedente – caso 2

$$\text{Excedente}_i = \left(\frac{\text{Valor establecido del parametro en el ECA Agua}}{\text{Valor del parametro que no cumple el ECA Agua}} \right) - 1$$

Una vez obtenido los valores de los factores (F1, F2, y F3) se procede a realizar el Cálculo del Índice de Calidad de Agua: que es la diferencia de un rango de 0 a 100, siendo 100 el valor que representa un ICA de excelente calidad y 0 el valor que representa un ICA de mala calidad, la diferencia se realiza con el valor que viene dado por la raíz cuadrada del promedio de la suma de cuadrados de los tres (03) factores, F1, F2 y F3, se expresa en la siguiente ecuación:

Ecuación 8 Formula para determinar el Índice de Calidad del Agua

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \right)$$

El valor del índice de calidad de agua, CCMEWQI, es calculado y como resultado, el valor del índice se presenta como un número adimensional comprendido entre 1- 100, el cual permite establecer escalas en cinco rangos, que son niveles de sensibilidad que se expresan y califican el estado de la calidad del agua, como Mala, Regular, Favorable, Buena y Excelente (ANA, 2009).

Este tipo de calificación cualitativa viene asociada a una escala cromática (cada calificación tendrá un color), el cual tiene por propósito facilitar la comunicación del estado de calidad del agua.

Este indicador de calidad del agua, aplicado durante un periodo de tiempo evalúa la incidencia de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que son considerados, y que mediante una herramienta matemática nos permite transformar grandes cantidades de datos (concentraciones de los parámetros en estudio) a una escala de medición única, expresado en porcentaje. Siendo un valor ICA cercano a 0%, el cual representa la alta afectación que existe en la calidad del agua de ese punto de monitoreo, en tanto que presente excelentes condiciones tendrá un valor de este índice cercano al 100% (ANA, 2009)

Tabla 4 Interpretación de la Calificación del Índice de Calidad

CCME_WQ	CALIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
95- 100	EXCELENTE	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
80- 94	BUENA	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65- 79	FAVORABLE	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
45- 64	REGULAR	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Mucho de los usos necesitan tratamiento.
0- 44	MALA	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos Hídricos superficiales en el Perú.

2.6. Procedimiento

2.6.1 IDENTIFICACIÓN PUNTOS DE DESCARGA

Para determinar el número de puntos que vierten agua residual al Río san Lucas nos trasladamos a la parte alta del río específicamente donde se capta el agua para la ciudad de Cajamarca en la captación denominada Ronquillo. Se comenzó el recorrido partiendo de este punto en forma descendente hasta llegar al punto final del proyecto. Para ello se diseñó una ficha técnica en donde se detalla el tramo recorrido, el número de puntos contados en el tramo, así como se clasifica por tipo al agua que se descarga en: Doméstica, industrial, municipal. Asimismo a cada punto se lo representa con sus coordenadas respectivas y su cota, para poder representarlos en un plano en donde se podrá tener una mejor idea del trabajo que se está realizando.

Nota. Las coordenadas de los puntos fueron tomadas con GPSmap 62s de forma manual y desde el punto de contacto del agua residual con el río dado que existen tuberías aéreas en donde es difícil llegar hasta esos lugares.

2.6.2 AFORO Y CÁLCULO DE CAUDALES

Para obtener valores del agua residual que se vierte, se hizo el cálculo del caudal en secciones y tramos diferentes del Río San Lucas, para ello se realizó el siguiente procedimiento.

Se procedió a determinar el caudal del río en la parte alta desde donde se capta el agua para consumo de la ciudad de Cajamarca en la zona denominada el Ronquillo (punto de inicio del proyecto), en un lugar adecuado. Seguidamente se determinó el caudal en forma consecutiva del Río San Lucas en las intersecciones de este con el Jr. Huánuco, Jr. Junín , Jr. 13 de Julio, Prolongación Amalia Puga, Jr. Cinco Esquinas, Av. Evitamiento Sur, punto final del proyecto de tesis antes de la descarga del colector de la P.T.A.R.C. y después de la descarga del colector de la P.T.A.R.C. Finalmente con el cálculo del caudal en los diversos tramos podemos establecer una diferencia entre el caudal que se obtuvo en cada tramo, el que incluye el vertido de las aguas residuales, con relación al caudal aforado en el punto de inicio del Proyecto. Haciendo esta diferencia se obtendrá el caudal de agua residual que se vierte al Río San Lucas.

2.6.3 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA

Para la toma de muestras, estas se realizaron de forma manual, el tipo de muestra fue integrada es decir que se realizaron varias tomas en distintos puntos. Los recipientes en los que se tomaron las muestras fueron embaces de vidrio de (250,500, 1000ml) y de plástico de (500, 1000 ml) respectivamente, para los parámetros descritos anteriormente, el preservante para conservar la muestra según el ensayo realizado fue Ácido Sulfúrico H_2SO_4 . La matriz de agua analizada fue agua natural y residual.

El procedimiento seguido para la toma de muestras de agua para el análisis químico y microbiológico se detalla a continuación.

- Se utilizó guantes descartables antes de recolectar la muestra los que se desecharon culminado el muestreo en cada punto.
- Conservamos la botella de muestreo cerrada hasta el momento del muestreo.
- Retiramos la envoltura de papel kraf, evitando contaminar la tapa y el cuello de la botella.
- Enjuagamos los frascos con el agua a ser recolectada de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior.
- Dejamos un espacio de al menos 2.5 cm para facilitar la mezcla por agitación antes del análisis.
- Utilizamos un frasco diferente por cada parámetro analizado los que se detallaron anteriormente.
- Nos trasladamos a cada punto en donde se determinó que se iba a realizar la toma de las muestras.
- Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio Regional del Agua en la Ciudad de Cajamarca para su posterior análisis.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE DESCARGA

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los puntos de descarga de agua residual, cálculo del caudal de agua residual y el análisis físico químico y microbiológico del agua residual analizada.

Tabla 5 Puntos de descarga AR tramo: P.I.T. – Jr. Huánuco

TRAMO				
PUNTO INICIO TESIS - Jr. HUÁNUCO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	772084.012	9208202.107	2819.023	P.I.T.
2	772114.032	9208109.013	2813.103	industrial
3	772107.015	9208052.091	2813.201	industrial
4	772331.027	9207877.056	2804.501	doméstica
5	772798.019	9207978.011	2775.021	doméstica
6	772797.034	9207977.014	2775.451	doméstica
7	772810.012	9207981.091	2777.231	doméstica
8	772816.023	9207979.015	2778.401	doméstica
9	772817.013	9207979.012	2777.065	doméstica
10	772824.023	9207976.013	2778.345	doméstica
11	772846.211	9207982.012	2778.213	municipal
12	772847.001	9207979.058	2778.671	municipal
13	772856.003	9207983.073	2779.071	municipal
14	772847.045	9207983.076	2779.023	municipal
15	772878.101	9207995.017	2779.254	doméstica
16	772880.013	9207998.205	2779.013	doméstica
17	772882.012	9208004.032	2775.056	doméstica
18	772887.056	9208004.034	2775.201	doméstica
19	772885.023	9208004.038	2775.572	doméstica
20	772889.120	9208006.032	2776.013	doméstica
21	772893.023	9208004.921	2776.034	doméstica
22	772891.024	9208007.017	2776.714	doméstica
23	772893.012	9208007.015	2776.213	doméstica
24	772897.098	9208010.532	2778.098	doméstica
25	772899.056	9208011.290	2779.912	doméstica
26	772903.074	9208014.456	2778.712	doméstica
27	772906.041	9208017.091	2780.034	doméstica
28	772909.032	9208017.096	2780.152	doméstica
29	772903.106	9208014.078	2780.145	doméstica
30	772909.123	9208018.021	2781.254	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
PUNTO INICIO TESIS - Jr. HUÁNUCO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
31	772906.034	9208013.912	2782.002	doméstica
32	772909.265	9208015.067	2782.023	doméstica
33	772912.032	9208016.023	2781.120	doméstica
34	772914.671	9208023.023	2781.017	doméstica
35	772915.074	9208019.056	2781.234	doméstica
36	772915.079	9208019.045	2781.254	doméstica
37	772917.094	9208020.023	2783.012	doméstica
38	772918.912	9208026.821	2783.512	doméstica
39	772921.956	9208028.051	2782.067	doméstica
40	772919.265	9208027.083	2782.945	doméstica
41	772923.091	9208027.091	2783.801	doméstica
42	772923.512	9208026.058	2783.234	doméstica
43	772923.510	9208026.234	2783.012	doméstica
44	772929.901	9208031.012	2783.654	doméstica
45	772927.723	9208033.088	2784.143	doméstica
46	772933.012	9208034.023	2784.234	doméstica
47	772930.034	9208034.031	2784.021	doméstica
48	772937.701	9208035.571	2783.095	doméstica
49	772941.013	9208039.031	2782.001	doméstica
50	772940.097	9208040.023	2784.025	doméstica
51	772950.026	9208038.501	2784.576	doméstica
52	772949.156	9208039.092	2784.873	doméstica
53	772960.234	9208047.029	2785.235	doméstica
54	772953.126	9208047.034	2785.451	doméstica
55	772978.541	9208077.043	2782.345	doméstica
56	772987.091	9208075.081	2783.234	municipal
57	773048.442	9208119.017	2777.451	doméstica
58	773078.451	9208130.026	2779.321	doméstica
59	773091.421	9208144.024	2778.087	municipal
60	773173.012	9208198.025	2778.034	doméstica
61	773173.026	9208198.034	2772.231	municipal
62	773191.091	9208208.041	2771.651	doméstica
63	773224.076	9208229.023	2772.701	doméstica
64	773223.063	9208228.056	2772.521	doméstica
65	773223.078	9208230.023	2771.421	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
PUNTO INICIO TESIS - Jr. HUÁNUCO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
66	773218.034	9208231.670	2772.322	doméstica
67	773221.213	9208236.541	2771.034	doméstica
68	773221.211	9208252.265	2770.045	doméstica
69	773229.045	9208272.234	2770.046	doméstica
70	773237.021	9208270.243	2769.093	doméstica
71	773241.056	9208270.311	2769.021	doméstica
72	773250.089	9208268.546	2768.071	doméstica
73	773258.126	9208267.067	2767.085	doméstica
74	773260.567	9208264.070	2770.127	doméstica
75	773261.034	9208263.095	2770.027	doméstica
76	773263.823	9208264.025	2769.056	doméstica
77	773266.234	9208259.095	2768.341	doméstica
78	773284.465	9208279.432	2769.045	doméstica
79	773288.231	9208284.541	2769.075	doméstica
80	773291.067	9208292.013	2767.098	doméstica
81	773286.043	9208293.837	2767.012	doméstica
82	773291.067	9208302.216	2767.671	doméstica
83	773303.054	9209318.543	2766.064	doméstica
84	773299.354	9208317.541	2766.176	doméstica
85	773305.018	9208321.923	2769.081	doméstica
86	772810.601	9207989.921	2777.451	municipal
87	773016.078	9208106.091	2779.431	doméstica
88	773021.045	9208107.567	2779.041	doméstica
89	773029.341	9208113.321	2778.312	doméstica
90	773092.402	9208146.567	2777.376	doméstica
91	773238.056	9208279.256	2769.067	municipal
92	773245.911	9208275.321	2769.321	doméstica
93	773265.046	9208267.678	2769.456	doméstica
94	773283.431	9208291.456	2767.021	doméstica
95	773293.061	9208308.453	2765.045	doméstica
96	773293.056	9208307.213	2765.234	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 6 Puntos de descarga AR tramo: Jr. Huánuco – Jr. Junín

PUNTO	TRAMO			DESCRIPCION
	ESTE	NORTE	COTA	
	Jr. HUÁNUCO - Jr. JUNÍN			
97	773317.410	9208346.035	2749.451	doméstica
98	773427.041	9208434.765	2749.034	doméstica
99	773428.503	9208445.041	2749.213	doméstica
100	773436.075	9208443.532	2749.654	doméstica
101	773438.089	9208447.149	2746.032	doméstica
102	773438.081	9208447.154	2746.021	doméstica
103	773433.045	9208444.053	2746.643	doméstica
104	773313.176	9208339.091	2759.254	doméstica
105	773339.712	9208367.057	2750.071	municipal
106	773346.326	9208381.051	2750.325	doméstica
107	773350.654	9208384.701	2748.672	doméstica
108	773369.098	9208393.578	2749.981	doméstica
109	773434.321	9208417.215	2747.254	doméstica
110	773438.731	9208430.932	2747.234	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 7 Puntos de descarga AR tramo: Jr. Junín – 13 de julio

PUNTO	TRAMO			DESCRIPCION
	ESTE	NORTE	COTA	
	Jr. JUNIN - 13 DE JULIO			
111	773509.172	9208466.321	2744.541	doméstica
112	773521.095	9208485.965	2744.078	doméstica
113	773538.872	9208489.671	2744.164	doméstica
114	773544.063	9208481.942	2744.682	doméstica
115	773547.562	9208482.051	2745.096	doméstica
116	773548.097	9208482.276	2746.024	doméstica
117	773560.026	9208494.654	2746.098	doméstica
118	773570.409	9208488.074	2748.248	doméstica
119	773575.870	9208482.081	2746.234	doméstica
120	773628.047	9208497.321	2745.651	doméstica
121	773629.032	9208497.337	2745.091	doméstica
122	773632.025	9208499.078	2745.091	doméstica
123	773632.036	9208501.317	2745.678	municipal
124	773474.045	9208446.057	2745.061	doméstica
125	773479.058	9208449.361	2746.027	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
Jr. JUNÍN - 13 DE JULIO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
126	773501.056	9208449.081	2746.673	doméstica
127	773508.065	9208454.541	2745.762	doméstica
128	773600.321	9208489.432	2745.321	doméstica
129	773607.087	9208488.091	2745.056	doméstica
130	773622.454	9208491.321	2745.001	doméstica
131	773622.466	9208492.432	2745.047	doméstica
132	773627.912	9208491.432	2745.342	doméstica
133	773623.032	9208495.212	2745.453	doméstica
134	773624.089	9208492.067	2745.543	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 8 Puntos de descarga tramo: 13 de Julio – Prolongación Amalia Puga

TRAMO				
13 DE JULIO - PROLONGACIÓN AMALIA PUGA				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
135	773662.453	9208514.056	2743.067	doméstica
136	773670.141	9208521.567	2744.342	doméstica
137	773688.081	9208536.467	2743.657	doméstica
138	773687.452	9208533.088	2743.026	doméstica
139	773690.562	9208535.065	2743.788	doméstica
140	773730.772	9208532.073	2742.032	doméstica
141	773729.002	9208524.091	2742.460	doméstica
142	773725.561	9208524.780	2742.078	doméstica
143	773741.563	9208515.465	2744.245	doméstica
144	773744.062	9208508.067	2744.325	doméstica
145	773744.072	9208508.075	2744.576	doméstica
146	773744.097	9208508.063	2744.120	doméstica
147	773744.056	9208508.674	2744.067	doméstica
148	773745.112	9208512.071	2743.081	doméstica
149	773745.354	9208512.064	2743.226	doméstica
150	773745.071	9208512.062	2743.376	doméstica
151	773748.658	9208510.092	2743.871	doméstica
152	773746.451	9208507.067	2743.345	doméstica
153	773746.078	9208507.065	2743.354	doméstica
154	773746.092	9208507.045	2743.576	doméstica
155	773750.045	9208508.056	2743.465	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
13 DE JULIO - PROLONGACIÓN AMALIA PUGA				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
156	773755.065	9208509.689	2744.672	doméstica
157	773755.054	9208509.543	2744.045	doméstica
158	773753.056	9208510.062	2744.348	doméstica
159	773753.061	9208510.067	2744.702	doméstica
160	773753.058	9208510.083	2744.903	doméstica
161	773755.332	9208508.587	2743.582	doméstica
162	773754.023	9208506.051	2744.570	doméstica
163	773754.038	9208506.062	2744.760	doméstica
164	773754.043	9208506.065	2744.042	doméstica
165	773761.034	9208509.053	2743.402	doméstica
166	773761.047	9208509.081	2743.207	doméstica
167	773761.051	9208509.060	2743.534	doméstica
168	773761.503	9208509.345	2743.057	doméstica
169	773802.254	9208522.067	2743.763	municipal
170	773655.321	9208509.005	2743.324	doméstica
171	773739.051	9208509.606	2744.780	doméstica
172	773739.047	9208522.061	2744.680	doméstica
173	773739.067	9208522.076	2744.936	doméstica
174	773739.051	9208522.075	2744.576	doméstica
175	773755.523	9208515.768	2745.098	doméstica
176	773755.021	9208515.456	2745.345	doméstica
177	773757.078	9208512.781	2744.956	doméstica
178	773758.055	9208525.078	2744.532	doméstica
179	773758.046	9208525.072	2744.245	doméstica
180	773755.069	9208520.056	2744.567	doméstica
181	773755.051	9208520.067	2744.213	doméstica
182	773755.061	9208520.044	2744.387	doméstica
183	773755.075	9208520.091	2744.890	doméstica
184	773755.458	9208520.678	2745.751	doméstica
185	773758.091	9208511.235	2742.210	municipal
186	773766.092	9208521.645	2742.543	municipal
187	773767.912	9208509.972	2743.671	doméstica
188	773771.807	9208512.502	2744.091	doméstica
189	773774.064	9208511.672	2743.801	doméstica
190	773776.092	9208510.671	2743.902	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
13 DE JULIO - PROLONGACIÓN AMALIA PUGA				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
191	773777.501	9208512.112	2742.093	doméstica
192	773778.702	9208521.092	2742.561	doméstica
193	773795.040	9208523.450	2742.346	doméstica
194	773795.034	9208524.923	2741.342	doméstica
195	773798.091	9208523.045	2742.243	doméstica
196	773804.034	9208523.452	2743.245	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 9 Puntos de descarga AR tramo: Prolongación Amalia Puga – Jr., Amazonas

TRAMO				
PROLONGACIÓN AMALIA PUGA - Jr. AMAZONAS				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
197	773823.456	9208530.453	2748.243	doméstica
198	773819.114	9208535.552	2748.932	doméstica
199	773823.076	9208538.025	2748.456	doméstica
200	773823.067	9208538.037	2748.210	doméstica
201	773823.071	9208538.031	2748.093	doméstica
202	773823.057	9208538.042	2748.047	doméstica
203	773829.228	9208537.043	2749.321	doméstica
204	773833.654	9208532.967	2748.507	doméstica
205	773832.321	9208531.120	2749.321	doméstica
206	773835.467	9208531.125	2749.450	doméstica
207	773838.091	9208533.055	2749.234	doméstica
208	773838.088	9208533.040	2749.237	doméstica
209	773838.345	9208533.101	2749.327	doméstica
210	773840.567	9208532.403	2749.098	doméstica
211	773844.672	9208535.301	2749.406	doméstica
212	773883.501	9208532.324	2747.328	doméstica
213	773882.432	9208537.408	2745.433	doméstica
214	773889.367	9208532.301	2744.259	doméstica
215	773894.031	9208531.048	2744.106	doméstica
216	773894.022	9208531.056	2744.452	doméstica
217	773905.076	9208526.567	2744.476	doméstica
218	773903.345	9208534.409	2745.761	doméstica
219	773900.213	9208533.871	2745.581	doméstica
220	773908.567	9208528.765	2744.402	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
PROLONGACIÓN AMALIA PUGA - Jr. AMAZONAS				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
221	773908.043	9208529.467	2744.504	doméstica
222	773913.124	9208532.254	2744.065	doméstica
223	773924.056	9208527.058	2744.321	doméstica
224	773924.061	9208527.078	2744.325	doméstica
225	773924.054	9208527.068	2744.670	doméstica
226	773926.099	9208527.054	2745.523	doméstica
227	773926.465	9208527.325	2745.233	doméstica
228	773926.213	9208527.097	2745.176	doméstica
229	773926.127	9208527.002	2745.487	doméstica
230	773921.056	9208521.051	2746.769	doméstica
231	773921.045	9208521.057	2746.589	doméstica
232	773921.013	9208521.048	2746.802	doméstica
233	773921.015	9208521.021	2746.012	doméstica
234	773916.334	9208520.436	2746.056	doméstica
235	773916.010	9208520.476	2746.432	doméstica
236	773916.021	9208520.435	2746.324	doméstica
237	773826.456	9208525.056	2751.543	doméstica
238	773826.321	9208525.056	2751.567	doméstica
239	773817.094	9208524.234	2751.321	doméstica
240	773817.567	9208524.225	2751.431	doméstica
241	773820.236	9208528.223	2750.608	doméstica
242	773823.011	9208530.345	2749.436	doméstica
243	773824.042	9208531.034	2748.321	doméstica
244	773824.069	9208531.067	2748.094	doméstica
245	773832.406	9208531.445	2749.567	doméstica
246	773840.789	9208529.095	2747.326	doméstica
247	773841.456	9208534.213	2747.456	doméstica
248	773844.421	9208531.345	2746.012	doméstica
249	773857.347	9208534.235	2746.115	doméstica
250	773871.579	9208532.123	2746.763	doméstica
251	773872.093	9208530.056	2746.665	doméstica
252	773875.457	9208526.095	2745.780	doméstica
253	773872.237	9208525.093	2745.043	doméstica
254	773893.467	9208526.201	2774.605	doméstica
255	773895.321	9208526.204	2743.556	doméstica
256	773897.095	9208521.453	2744.120	doméstica
257	773906.067	9208531.234	2744.118	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 10 Puntos de descargar AR tramo: Jr. Amazonas – José Sabogal

TRAMO				
Jr. AMAZONAS - JOSE SABOGAL				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
258	774057.054	9208529.037	2743.257	doméstica
259	774054.085	9208526.010	2743.059	doméstica
260	774054.091	9208526.022	2743.014	doméstica
261	774054.094	9208531.345	2743.079	doméstica
262	774038.025	9208534.091	2744.065	doméstica
263	774037.051	9208538.103	2742.165	doméstica
264	774027.056	9208531.187	2742.023	doméstica
265	774011.102	9208511.089	2742.207	doméstica
266	774012.036	9208532.021	2742.021	doméstica
267	774005.018	9208529.034	2741.033	doméstica
268	773996.301	9208528.678	2741.102	doméstica
269	773974.042	9208583.321	2740.027	municipal
270	773970.091	9208603.023	2740.055	municipal
271	774084.056	9208522.127	2745.041	doméstica
272	774078.063	9208526.089	2744.086	doméstica
273	774078.021	9208526.066	2744.107	doméstica
274	774078.045	9208526.401	2744.023	doméstica
275	774072.231	9208522.207	2744.209	doméstica
276	774076.098	9208527.201	2743.157	doméstica
277	774044.024	9208531.253	2742.016	doméstica
278	774041.022	9208529.061	2742.061	doméstica
279	773995.047	9208528.051	2741.248	doméstica
280	773995.023	9208528.031	2741.207	doméstica
281	773978.089	9208528.231	2739.351	doméstica
282	773967.129	9208525.213	2740.078	municipal
283	773970.236	9208603.405	2740.062	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 11 Puntos de descarga AR tramo: José Sabogal - Chanchamayo

TRAMO				
JOSÉ SABOGAL CHANCHAMAYO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
284	774310.026	9208525.453	2735.023	doméstica
285	774313.134	9208526.023	2736.234	doméstica
286	774324.106	9208532.128	2737.276	doméstica
287	774334.017	9208532.032	2739.654	doméstica
288	774334.013	9208532.055	2739.678	doméstica
289	774320.067	9208535.430	2738.209	doméstica
290	774329.078	9208532.208	2739.354	doméstica
291	774323.035	9208525.062	2737.674	doméstica
292	774323.054	9208525.076	2737.365	doméstica
293	774323.023	9208525.065	2737.654	doméstica
294	774323.040	9208525.043	2737.209	doméstica
295	774319.456	9208530.432	2737.534	doméstica
296	774319.097	9208530.096	2737.234	doméstica
297	774312.076	9208525.045	2737.237	doméstica
298	774312.091	9208525.054	2737.781	doméstica
299	774311.042	9208525.053	2737.091	doméstica
300	774311.014	9208525.076	2737.347	doméstica
301	774311.029	9208525.098	2737.235	doméstica
302	774289.201	9208528.034	2736.451	doméstica
303	774284.322	9208533.023	2735.095	doméstica
304	774281.540	9208528.042	2734.324	doméstica
305	774288.236	9208529.057	2734.236	doméstica
306	774279.091	9208520.205	2734.437	municipal
307	774265.265	9208527.033	2734.347	municipal
308	774254.108	9208526.231	2735.309	doméstica
309	774236.095	9208525.031	2736.096	doméstica
310	774229.277	9208525.036	2736.423	doméstica
311	774220.114	9208530.050	2736.091	doméstica
312	774214.036	9208526.456	2737.032	doméstica
313	774214.265	9208525.432	2737.237	municipal

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
JOSÉ SABOGAL CHANCHAMAYO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
314	774164.011	9208527.013	2745.210	municipal
315	774169.043	9208527.282	2744.670	municipal
316	774139.102	9208508.265	2746.356	municipal
317	774133.017	9208508.250	2746.213	doméstica
318	774106.078	9208508.034	2746.456	municipal
319	774100.230	9208516.092	2745.098	municipal
320	774337.243	9208526.154	2737.023	doméstica
321	774339.104	9208524.044	2737.127	doméstica
322	774340.301	9208523.023	2737.032	doméstica
323	774340.017	9208529.201	2739.176	doméstica
324	774340.021	9208529.231	2739.543	doméstica
325	774340.031	9208529.293	2739.367	doméstica
326	774340.309	9208529.268	2739.678	doméstica
327	774333.025	9208526.144	2739.098	doméstica
328	774333.041	9208526.032	2739.321	doméstica
329	774333.056	9208526.042	2739.357	Doméstica
330	774322.201	9208529.021	2737.457	doméstica
331	774321.027	9208527.055	2737.098	doméstica
332	774321.020	9208527.053	2737.709	doméstica
333	774318.341	9208522.021	2739.127	doméstica
334	774303.091	9208520.045	2738.456	doméstica
335	774296.045	9208528.178	2737.095	doméstica
336	774287.420	9208520.132	2735.075	doméstica
337	774295.104	9208523.024	2735.346	doméstica
338	774292.255	9208520.041	2735.432	doméstica
339	774292.231	9208520.031	2735.390	doméstica
340	774261.301	9208518.033	2734.347	doméstica
341	774245.041	9208525.367	2737.457	doméstica
342	774234.243	9208519.122	2738.321	doméstica
343	774155.201	9208523.056	2745.276	doméstica
344	774169.309	9208527.099	2745.879	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 12 Puntos de descarga AR tramo: Chanchamayo – Revilla Pérez

TRAMO				
CHANCHAMAYO - REVILLA PÉREZ				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
345	774424.026	9208531.047	2732.532	doméstica
346	774423.105	9208535.021	2732.567	doméstica
347	774422.023	9208531.029	2732.470	doméstica
348	774422.026	9208531.025	2732.235	doméstica
349	774410.257	9208532.041	2733.568	doméstica
350	774410.091	9208532.034	2733.320	doméstica
351	774402.034	9208527.056	2732.569	doméstica
352	774402.047	9208527.077	2732.347	doméstica
353	774402.081	9208527.045	2732.105	doméstica
354	774402.091	9208527.041	2732.098	doméstica
355	774402.055	9208527.026	2732.359	doméstica
356	774402.061	9208527.017	2732.431	doméstica
357	774392.054	9208531.011	2733.967	doméstica
358	774392.021	9208531.031	2733.376	doméstica
359	774392.097	9208531.042	2733.578	doméstica
360	774380.030	9208539.045	2732.396	doméstica
361	774380047	9208539.057	2732.256	doméstica
362	774383.088	9208536.120	2732.346	doméstica
363	774374.254	9208534.243	2732.945	doméstica
364	774373.166	9208535.265	2732.508	doméstica
365	774371.091	9208536.103	2732.476	doméstica
366	774373.245	9208534.104	2732.458	doméstica
367	774430.082	9208525.026	2733.432	doméstica
368	774430.071	9208525.034	2733.158	doméstica
369	774430.233	9208525.109	2733.335	doméstica
370	774425.089	9208527.055	2732.564	doméstica
371	774425.056	9208527.078	2732.119	doméstica
372	774425.073	9208527.060	2732.470	doméstica
373	774414.119	9208528.456	2732.037	doméstica
374	774410.023	9208525.265	2732.308	doméstica
375	774410.032	9208525.097	2732.274	doméstica
376	774408.091	9208525.078	2732.097	doméstica
377	774408.071	9208525.060	2732.524	doméstica
378	774406.056	9208526.072	2732.237	doméstica
379	774400.098	9208527.127	2732.345	doméstica
380	779394.067	9208531.139	2732.095	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
CHANCHAMAYO - REVILLA PERÉZ				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
381	779394.012	9208531.044	2732.054	doméstica
382	779394.054	9208532.043	2732.176	doméstica
383	779394.042	9208531.049	2731.309	doméstica
384	779394.037	9208531.021	2731.305	doméstica
385	779394.057	9208531.058	2731.201	doméstica
386	779394.067	9208531.087	2731.113	doméstica
387	779394.098	9208528.015	2731.097	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 13 Puntos de descarga AR tramo: Revilla Pérez – Dos de Mayo

TRAMO				
REVILLA PERÉZ - DOS DE MAYO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
388	774568.098	9208540.043	2728.024	municipal
389	774568.073	9208540.065	2728.216	municipal
390	774560.101	9208541.024	2728.348	municipal
391	774538.038	9208532.201	2728.026	municipal
392	774507.089	9208528.325	2727.112	municipal
393	774466.034	9208528.097	2729.354	municipal
394	774466.051	9208528.071	2729.096	municipal
395	774466.061	9208528.082	2729.967	municipal
396	774466.115	9208528.074	2729.254	municipal
397	774452.409	9208529.354	2728.121	municipal
398	774591.017	9208541.238	2728.114	doméstica
399	774582.013	9208543.310	2727.258	doméstica
400	774582.043	9208535.097	2728.781	doméstica
401	774592.055	9208539.321	2728.044	doméstica
402	774590.127	9208540.114	2728.011	doméstica
403	774582.014	9208542.035	2728.035	doméstica
404	774582.028	9208542.041	2728.267	doméstica
405	774579.478	9208542.098	2728.320	doméstica
406	774576.289	9208540.208	2728.264	doméstica
407	774571.124	9208545.167	2728.097	doméstica
408	774565.029	9208540.044	2728.265	doméstica
409	774565.048	9208540.038	2728.365	doméstica
410	774555.235	9208540.096	2728.178	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

TRAMO				
REVILLA PERÉZ - DOS DE MAYO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
411	774548.026	9208536.091	2728.154	doméstica
412	774550.109	9208535.532	2729.320	doméstica
413	774546.035	9208534.095	2729.265	doméstica
414	774542.034	9208538.037	2729.027	doméstica
415	774542.028	9208538.054	2729.199	doméstica
416	774542.041	9208538.026	2729.067	doméstica
417	774543.310	9208534.024	2728.432	doméstica
418	774534.031	9208532.089	2728.254	doméstica
419	774534.035	9208532.052	2728.430	doméstica
420	774534.044	9208532.078	2728.132	doméstica
421	774528.188	9208531.055	2728.099	doméstica
422	774520.290	9208531.023	2728.234	doméstica
423	774519.033	9208530.254	2728.023	doméstica
424	774519.056	9208530.182	2728.026	doméstica
425	774519.125	9208530.321	2728.023	doméstica
426	774516.099	9208533.091	2729.176	doméstica
427	774515.354	9208530.465	2728.801	doméstica
428	774508.092	9208532.256	2727.027	doméstica
429	774508.341	9208532.035	2727.091	doméstica
430	774504.507	9268528.012	2728.325	doméstica
431	774473.209	9208533.055	2728.432	doméstica
432	774469.105	9208532.143	2728.208	doméstica
433	774469.057	9208532.096	2728.057	doméstica
434	774477.046	9208528.051	2729.082	doméstica
435	774477.071	9208528.081	2729.032	doméstica
436	774484.052	9208529.065	2729.345	doméstica
437	774484.077	9208529.044	2729.256	doméstica
438	774488.340	9208528.132	2729.091	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 14 Puntos de descarga AR tramo: Dos de Mayo – San Salvador

TRAMO				
DOS DE MAYO - SAN SALVADOR				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
439	774667.101	9208533.112	2722.236	municipal
440	774658.091	9208534.223	2722.012	municipal
441	774641.054	9208533.033	2723.065	municipal
442	774641.068	9208533.059	2723.254	municipal
443	774613.066	9208537.044	2723.560	municipal
444	774688.078	9208520.067	2721.354	municipal
445	774682.033	9208539.241	2721.256	municipal

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 15 Puntos de descarga AR tramo: San Salvador – Antonio Guillermo Urrelo

TRAMO				
SAN SALVADOR - ANTONIO GUILLERMO URRELO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
446	774828.068	9208488.152	2724.102	municipal
447	774826.053	9208489.085	2722.032	municipal
448	774786.070	9208498.097	2721.057	municipal
449	774749.058	9208510.092	2721.252	municipal
450	774848.099	9208480.058	2722.324	doméstica
451	774836.354	9208487.092	2722.061	doméstica
452	774836.207	9208487.059	2722.046	doméstica
453	774823.108	9208487.038	2722.234	doméstica
454	774820.057	9208493.052	2722.170	doméstica
455	774820.061	9208495.128	2722.096	doméstica
456	774818.015	9208495.117	2722.067	doméstica
457	774764.089	9208512.014	2720.458	municipal

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 16 Puntos de descarga AR tramo: Antonio Guillermo Urrelo – Cinco Esquinas

TRAMO				
ANTONIO GUILLERMO URRELO - CINCO ESQUINAS				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
458	775007.045	9208416.012	2723.243	municipal
459	775009.216	9208416.243	2723.011	municipal
460	774963.309	9208431.032	2722.089	municipal
461	775012.088	9208413.081	2723.547	municipal
462	775012.071	9208413.045	2723.365	municipal
463	775012.057	9208413.054	2723.760	municipal
464	774965.097	9208437.054	2722.325	municipal
465	774965.024	9208437.051	2722.094	municipal
466	774944.021	9208449.067	2722.234	municipal
467	774940.067	9208449.091	2722.163	municipal
468	774936.098	9208450.047	2722.712	municipal
469	774936.056	9208450.068	2722.098	municipal
470	774902.325	9208464.467	2721.412	municipal

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 17 Puntos de descarga AR tramo: Cinco Esquinas - Ayacucho

TRAMO				
CINCO ESQUINAS - AYACUCHO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
471	775063.120	9208353.096	2720.056	doméstica
472	775057.065	9208359.312	2720.456	doméstica
473	775057.053	9208361.046	2721.012	doméstica
474	775048.025	9208366.092	2726.543	doméstica
475	775090.112	9208330.053	2723.094	doméstica
476	775087.099	9208331.324	2723.024	doméstica
477	775065.067	9208348.062	2722.245	doméstica
478	775051.322	9208358.094	2719.036	doméstica
479	775036.118	9208379.450	2718.243	municipal
480	775047.054	9208375.012	2724.034	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 18 Puntos de descarga AR tramo: Ayacucho – A.V El Maestro

TRAMO				
AYACUCHO - AV. EL MAESTRO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
481	775169.215	9208256.098	2717.042	doméstica
482	775169.093	9208256.342	2717.038	doméstica
483	775169.053	9208259.011	2718.123	doméstica
484	775164.075	9208261.083	2717.056	doméstica
485	775161.012	9208261.081	2717.067	doméstica
486	775160.056	9208276.012	2717.056	doméstica
487	775160.032	9208276.031	2717.078	doméstica
488	775154.066	9208278.320	2718.345	doméstica
489	775154.078	9208278.065	2718.245	doméstica
490	775148.329	9208288.051	2717.243	doméstica
491	775139.036	9208294.032	2718.05	doméstica
492	775139.030	9208294.043	2718.052	doméstica
493	775136.322	9208296.067	2717.433	doméstica
494	775135224	9208297.268	2717.222	doméstica
495	775169.576	9208261.099	2719.056	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 19 Puntos de descarga AR Av. El Maestro - Bélgica

TRAMO				
AV. EL MAESTRO – BÉLGICA				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
496	775305.201	9208076.117	2718.543	doméstica
497	775280.244	9208097.089	2715.234	doméstica
498	775237.023	9208156.097	2715.489	doméstica
499	775232.011	9208174.094	2716.554	doméstica
500	775284.051	9208101.045	2717.327	doméstica
501	775284.045	9208101.063	2717.097	doméstica
502	775282.213	9208103.067	2717.122	doméstica
503	775246.093	9208146.032	2716.357	doméstica
504	775241.034	9208156.099	2716.089	doméstica
505	775241.051	9208156.022	2716.023	doméstica
506	775215.234	9208195.013	2716.353	doméstica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 20 Puntos de descarga tramo: Bélgica – Vía de Evitamiento

TRAMO				
BÉLGICA – VÍA DE EVITAMIENTO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
507	775407.094	9207908.015	2719.034	industrial
508	775408.123	9207910.234	2718.023	industrial
509	775398.355	9207917.012	2717.213	doméstica
510	775381.091	9207951.367	2718.126	doméstica
511	775367.051	9207996.075	2719.255	doméstica
512	775367.045	9207996.092	2719.112	doméstica
513	775367.012	9207996.097	2719.335	doméstica
514	775367.025	9208002.243	2718.099	doméstica
515	775367.067	9208002.234	2718.772	doméstica
516	775366.098	9208008.011	2718.088	doméstica
517	775366.024	9208008.056	2718.323	doméstica
518	775363.129	9208011.022	2717.132	doméstica
519	775360.011	9208021.119	2717.334	doméstica
520	775360.021	9208021.116	2717.656	doméstica
521	775360.045	9208021.357	2717.607	doméstica
522	775358.034	9208026.026	2717.321	doméstica
523	775358.021	9208026.029	2717.097	doméstica
524	775358.032	9208026.021	2717.043	doméstica
525	775358.026	9208026.025	2717.235	doméstica
526	775358.029	9208026.023	2717.276	doméstica
527	775354.143	9208031.054	2717.018	doméstica
528	775354.125	9208031.023	2717.078	doméstica
529	775354.129	9208031.045	2717.099	doméstica
530	775349.048	9208031.022	2717.343	doméstica
531	775349.050	9208031.046	2717.122	doméstica
532	775348.321	9208039.056	2717.234	doméstica
533	775346.033	9208041.453	2717.212	doméstica
534	775345.104	9208038.212	2717.045	doméstica
535	775345.065	9208042.055	2717.223	doméstica
536	775345.052	9208043.212	2717.354	doméstica
537	775333.205	9208056.043	2716.676	municipal
538	775312.124	9208072.023	2716.870	doméstica
539	775412.066	9207911.056	2716.099	municipal
540	775360.081	9208015.032	2717.334	municipal
541	775328.126	9208059.012	2718.234	doméstica
542	775312.012	9208070.045	2716.356	municipal
543	775316.091	9208068.235	2716.012	municipal

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 21 Punto de descarga tramo: Vía de Evitamiento sur- P.F.T.

TRAMO				
VÍA DE EVITAMIENTO SUR - P.F.T				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
544	776994.045	9207598.120	2682.092	P.F.T.

Fuente: Elaboración propia, 2019

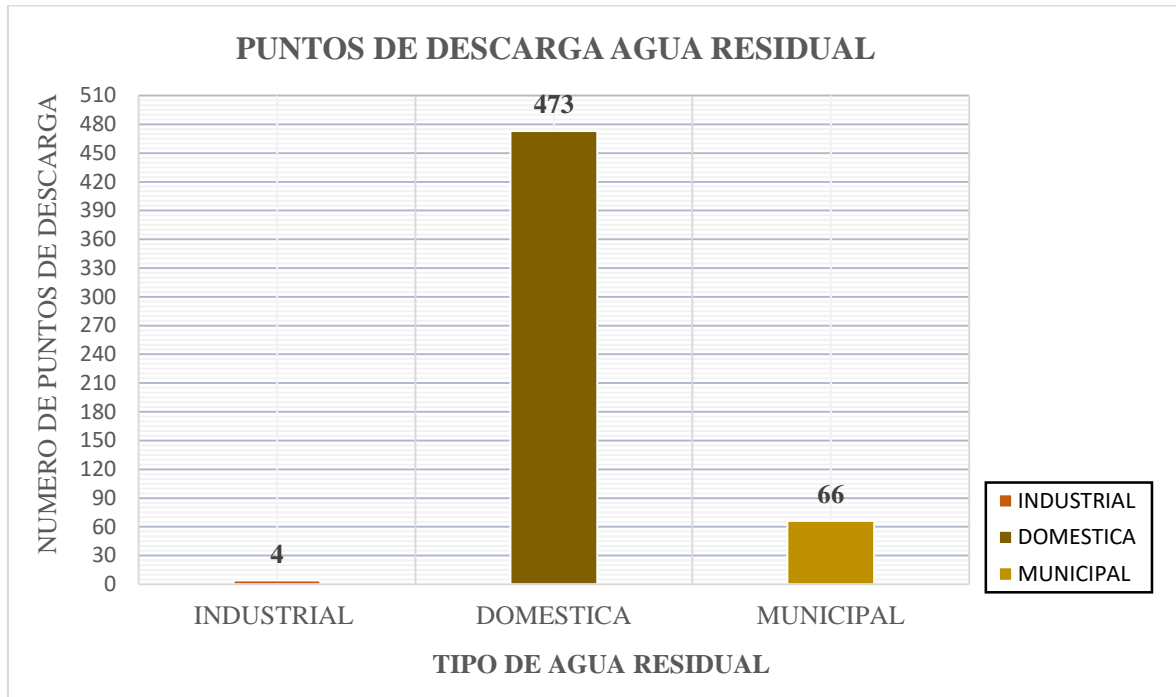
Se presenta a continuación el cuadro resumen de los puntos de descarga que vierten agua residual al Río San Lucas en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca según el tipo de agua que se vierte a este curso natural de agua. La identificación y determinación de la cantidad de puntos se ha contabilizado por tramos a fin de conocer cual tramo presenta una mayor concentración de desagües clandestinos.

Tabla 22 Resumen Puntos de Descarga Agua residual Zona Urbana Cajamarca

NUMERO	TRAMO	INDUSTRIAL	DOMÉSTICA	MUNICIPAL
1	Punto inicio tesis - Jr. Huánuco	2	85	9
2	Jr. Huánuco - Jr. Junín	0	13	1
3	Jr. Junín - 13 de julio	0	23	1
4	13 de julio - prolongación Amalia Puga	0	59	3
5	Prolongación Amalia Puga - jr. Amazonas	0	61	0
6	Amazonas - Jr. José sabogal	0	23	3
7	Jr. José sabogal - Chanchamayo	0	53	8
8	Chanchamayo - Revilla Pérez	0	43	0
9	Revilla Pérez - Jr. dos de mayo	0	41	10
10	Jr. dos de mayo - san salvador	0	0	7
11	san salvador - Antonio Guillermo Urrelo	0	7	5
12	Antonio Guillermo Urrelo - cinco esquinas	0	0	13
13	cinco esquinas - Ayacucho	0	9	1
14	Ayacucho - avenida el maestro	0	15	0
15	avenida el maestro - Bélgica	0	11	0
16	Bélgica - Avenida de Evitamiento sur	2	30	5
17	Avenida de Evitamiento sur - punto final tesis	0	0	0

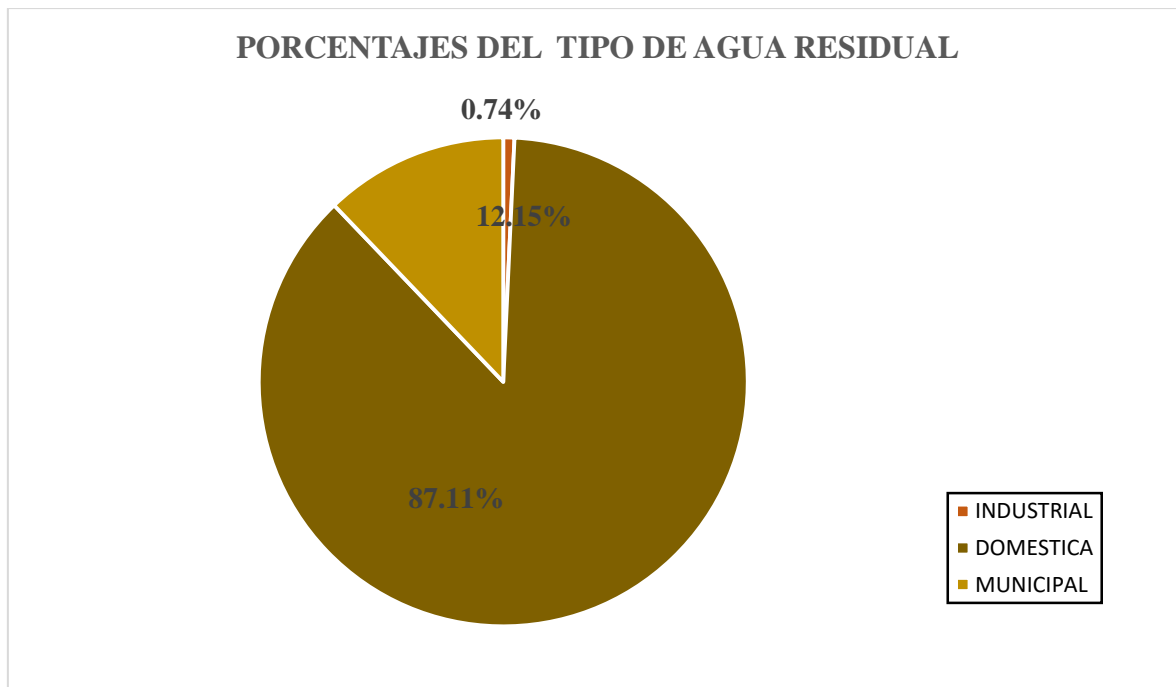
Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 1 Puntos de Descarga Agua residual



Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 2 Representación Porcentual Según Tipo de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia, 2019

3.2 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUA RESIDUAL

Tabla 23 Caudal encontrado entre la interacción del punto de inicio tesis – Río san Lucas

INTERSECCIÓN							
INICIO TESIS - RÍO SAN LUCAS							
Cálculo de la sección del río							
DESCRIPCIÓN	MEDIA	MEDIDA	MEDIDA	MEDIDA	MEDIDA	MEDIDA	MEDIDA
	1	2	3	4	5	6	7
Ancho Cause (m)	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	2.87
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5	h6
Tirante (m)	0.00	0.12	0.16	0.21	0.18	0.08	0.00
Cálculo de la Velocidad - m/s							
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Distancia entre Puntos (m)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	2.87
Velocidad (m/s)	0.00	0.00	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10
Área de la Sección por Tramo - m ²							
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	F-G
Área (m ²)	0.00	0.03	0.07	0.09	0.10	0.07	0.02
Cálculo del caudal - m ³ /s							
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	F-G
Caudal (m ³ /s)	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00
Total caudal en la sección m ³ /s							0.06

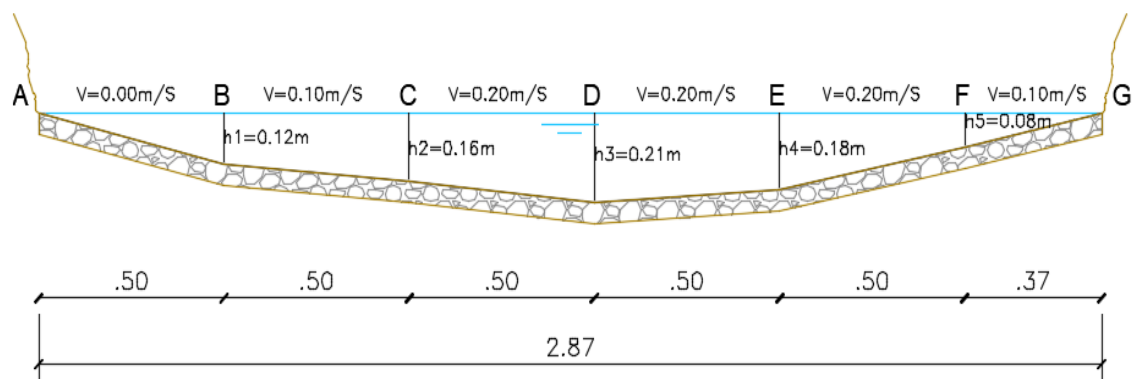


Figura 3 Sección del Río San Lucas, entre la intersección del punto de inicio de tesis y el río, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal

Tabla 24 Caudal encontrado entre la intersección del Jr. Huánuco – Río San Lucas

INTERSECCION Jr. HUÁNUCO - RÍO SAN LUCAS								
Cálculo de la sección del río								
DESCRIPCIÓN	MEDIA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIA 6	MEDIDA 7	MEDIDA 8
Ancho Cause (m)	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.20
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7
Tirante (m)	0.000	0.130	0.160	0.162	0.168	0.185	0.030	0.000
Cálculo de la Velocidad - m/s								
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Distancia entre Puntos (m)	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.6
Velocidad (m/s)	0.00	0.40	0.40	0.30	0.40	0.10	0.00	0.00
Área de la Sección por Tramo - m ²								
Tramo	A	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	G-H
Área (m ²)	0.00	0.033	0.073	0.081	0.083	0.088	0.054	0.003
Cálculo del caudal - m ³ /s								
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Caudal (m ³ /s)	0.000	0.013	0.029	0.024	0.033	0.009	0.000	0.000
Total caudal en la sección m ³ /s								0.11

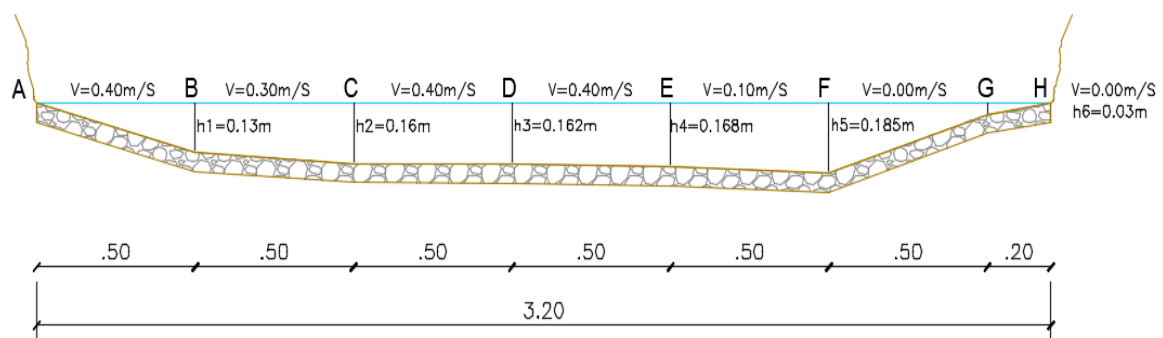


Figura 4 Sección del Río San Lucas, entre la interacción del Jr. Huánuco – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal.

Tabla 25 Caudal encontrado entre la intersección del Jr. Junín – Río San Lucas

INTERSECCION Jr. JUNÍN - RÍO SAN LUCAS									
Cálculo de la sección del río									
DESCRIPCIÓN	MEDIA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6	MEDIA 7	MEDIDA 8	MEDIDA 9
Ancho Cause (m)	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	3.60
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8
Tirante (m)	0.000	0.08	0.067	0.128	0.235	0.237	0.16	0.03	0.00
Cálculo de la Velocidad - m/s									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Distancia entre Puntos (m)	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	1.8
Velocidad (m/s)	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.60	0.60	0.10	0.10
Área de la Sección por Tramo - m ²									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Área (m ²)	0	0.02	0.037	0.049	0.091	0.118	0.099	0.048	0.002
Cálculo del caudal - m ³ /s									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Caudal (m ³ /s)	0	0	0	0.0049	0.0364	0.0708	0.0594	0.0048	0.0002
Total caudal en la sección m ³ /s									0.18

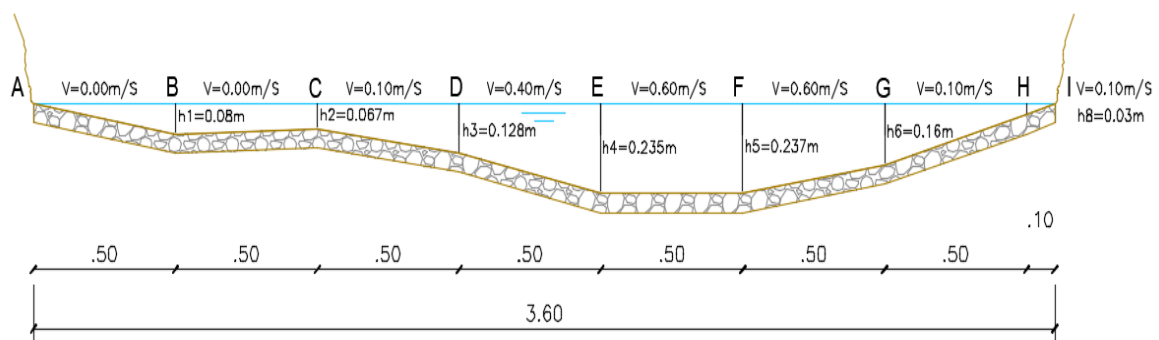


Figura 5 Sección del Río San Lucas, entre la intersección del Jr. Junín – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal.

Tabla 26 Caudal encontrado entre la intersección de 13 de Julio – Río San Lucas

INTERSECCION 13 DE JULIO - RÍO SAN LUCAS						
Cálculo de la sección del río						
DESCRIPCIÓN	MEDIA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Ancho Cause (m)	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.42
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5
Tirante (m)	0.00	0.20	0.19	0.18	0.16	0.00
Cálculo de la Velocidad - m/s						
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Distancia entre Puntos (m)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.21
Velocidad (m/s)	0.00	0.20	0.40	0.40	0.40	0.10
Área de la Sección por Tramo – m ²						
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Área (m ²)	0.00	0.05	0.098	0.093	0.085	0.034
Cálculo del caudal – m ³ /s						
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Caudal (m ³ /s)	0.000	0.010	0.039	0.037	0.034	0.003
Total caudal en la sección m ³ /s						0.12

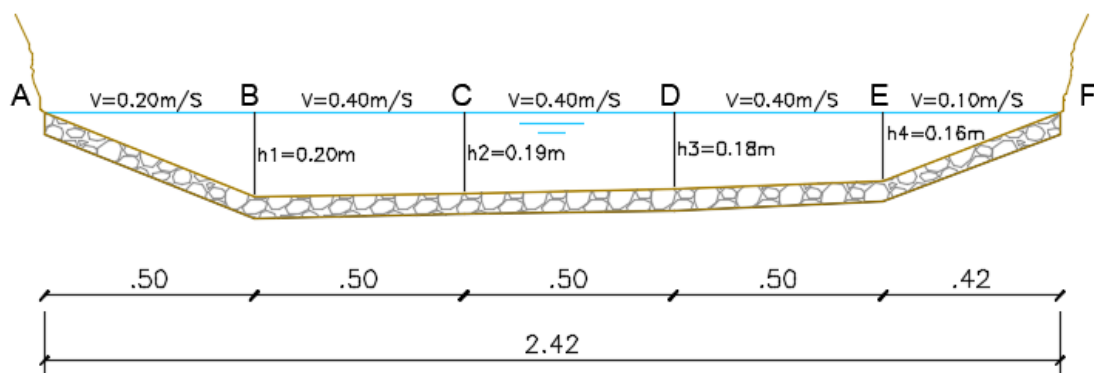


Figura 6 Sección del Río San Lucas entre la intersección de 13 de Julio – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal

Tabla 27 Caudal encontrado en la intersección de prolongación Amalia Puga – Río San Lucas

INTERSECCION						
PROLONGACION AMALIA PUGA - RÍO SAN LUCAS						
Cálculo de la sección del río						
DESCRIPCIÓN	MEDIA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Ancho Cause (m)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Distancia (m)	0	0.5	1	1.5	2	2.5
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5
Tirante (m)	0.000	0.120	0.210	0.220	0.130	0.035
Cálculo de la Velocidad - m/s						
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Distancia entre Puntos (m)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25
Velocidad (m/s)	0.00	0.10	0.40	0.50	0.80	0.00
Área de la Sección por Tramo – m ²						
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Área (m ²)	0	0.03	0.083	0.108	0.088	0.041
Cálculo del caudal – m ³ /s						
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Caudal (m ³ /s)	0.000	0.003	0.033	0.054	0.070	0.000
Total caudal en la sección m ³ /s						0.16

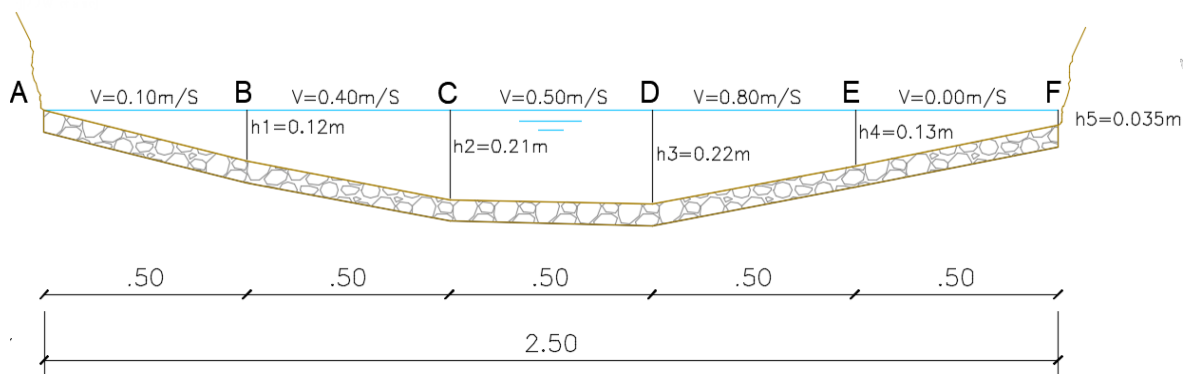


Figura 7 Sección del Río San Lucas entre la intersección Prolongación Amalia Puga – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal

Tabla 28 Caudal encontrado en la intersección de Cinco Esquinas – Río San Lucas

INTERSECCION CINCO ESQUINAS - RÍO SAN LUCAS								
Cálculo de la sección del río								
DESCRIPCIÓN	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6	MEDIDA 7	MEDIDA 8
Ancho Cause (m)	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.40
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7
Tirante (m)	0.000	0.155	0.140	0.134	0.173	0.141	0.098	0.000
Cálculo de la Velocidad - m/s								
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Distancia entre Puntos (m)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.70
Velocidad (m/s)	0.00	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20	0.10	0.10
Área de la Sección por Tramo – m ²								
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Área (m ²)	0.00	0.039	0.074	0.069	0.077	0.079	0.06	0.02
Cálculo del caudal - m ³ /s								
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Caudal (m ³ /s)	0	0.0078	0.0148	0.0138	0.0231	0.0158	0.006	0.002
Total caudal en la sección m ³ /s								0.08

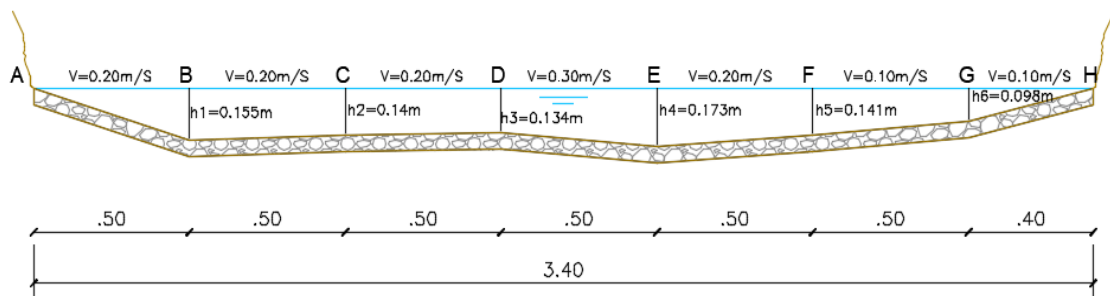


Figura 8 Sección del Río San Lucas entre la intersección Cinco Esquinas – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal

Tabla 29 Caudal encontrado en la intersección Av. Evitamiento Sur – Río San Lucas

INTERSECCION							
Av. EVITAMIENTO SUR - RÍO SAN LUCAS							
Cálculo de la sección del río							
DESCRIPCIÓN	MEDIA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6	MEDIDA 7
Ancho Cause (m)	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	2.80
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5	h6
Tirante (m)	0.000	0.095	0.230	0.172	0.114	0.048	0.000
Cálculo de la Velocidad - m/s							
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Distancia entre Puntos (m)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.40
Velocidad (m/s)	0.00	0.30	0.60	0.50	0.30	0.10	0.10
Área de la Sección por Tramo – m ²							
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Área (m ²)	0.000	0.024	0.081	0.101	0.072	0.041	0.007
Cálculo del caudal – m ³ /s							
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Caudal (m ³ /s)	0.000	0.007	0.049	0.050	0.021	0.004	0.001
Total caudal en la sección m ³ /s							0.132

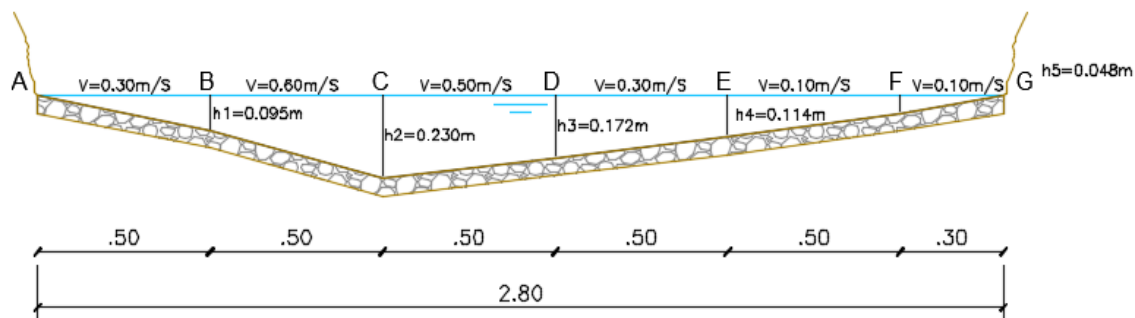


Figura 9 Sección del Río San Lucas entre la intersección Av. Evitamiento Sur – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal

Tabla 30 Caudal encontrado en la intersección antes de la descarga P.T.A.R.C – Río San Lucas

INTERSECCION									
ANTES DESCARGA P.T,A,R,C - RÍO SAN LUCAS									
Cálculo de la sección del río									
DESCRIPCIÓN	MEDIA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIA 6	MEDIDA 7	MEDIDA 8	MEDIDA 9
Ancho Cause (m)	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	3.56
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8
Tirante (m)	0.000	0.098	0.081	0.079	0.078	0.121	0.050	0.000	0.00
Cálculo de la Velocidad - m/s									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Distancia entre Puntos (m)	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	1.78
Velocidad (m/s)	0.00	0.40	0.40	0.30	0.40	0.10	0.00	0.00	0.00
Área de la Sección por Tramo – m ²									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Área (m ²)	0.00	0.0245	0.0447	0.04	0.0395	0.05	0.0428	0.0125	0.000
Cálculo del caudal – m ³ /s									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Caudal (m ³ /s)	0.000	0.010	0.018	0.012	0.016	0.005	0.000	0.000	0.000
Total caudal en la sección m ³ /s									0.06

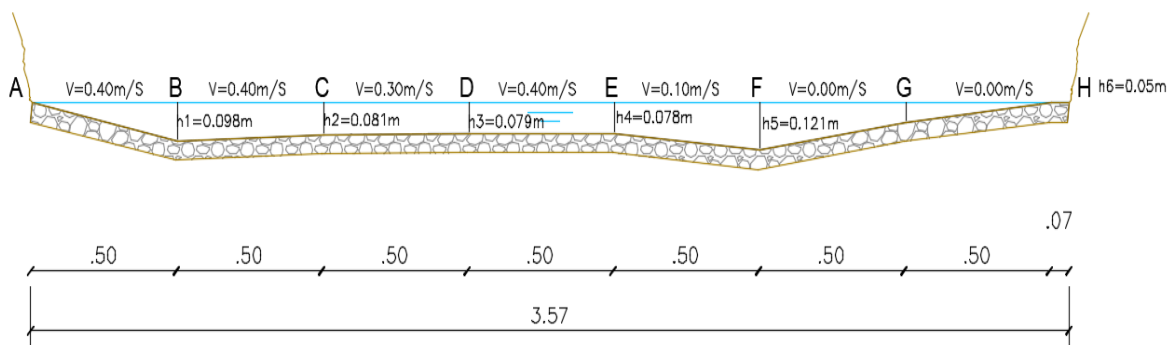


Figura 10 Sección del Río San Lucas entre la intersección antes de la descarga P.T.A.R.C – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal

Tabla 31 Caudal encontrado en la intersección después de la descarga de la P.T.A.R.C –
Río San Lucas

INTERSECCION DESPUES DESCARGA P.T,A,R,C - RÍO SAN LUCAS									
Cálculo de la sección del río									
DESCRIPCIÓN	MEDIA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIA 6	MEDIDA 7	MEDIDA 8	MEDIDA 9
Ancho Cause (m)	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Distancia (m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	3.60
Altura	h0	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8
Tirante (m)	0.000	0.22	0.24	0.26	0.28	0.27	0.10	0.09	0.00
Cálculo de la Velocidad - m/s									
	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Distancia entre Puntos (m)	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	1.8
Velocidad (m/s)	0.00	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.60	0.20	0.00
Área de la Sección por Tramo – m ²									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Área (m ²)	0.00	0.0553	0.1153	0.1257	0.1357	0.1375	0.0925	0.0472	0.0044
Cálculo del caudal – m ³ /s									
Tramo	a	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Caudal (m ³ /s)	0.000	0.012	0.028	0.033	0.038	0.037	0.009	0.004	0.000
Total caudal en la sección m ³ /s									0.16

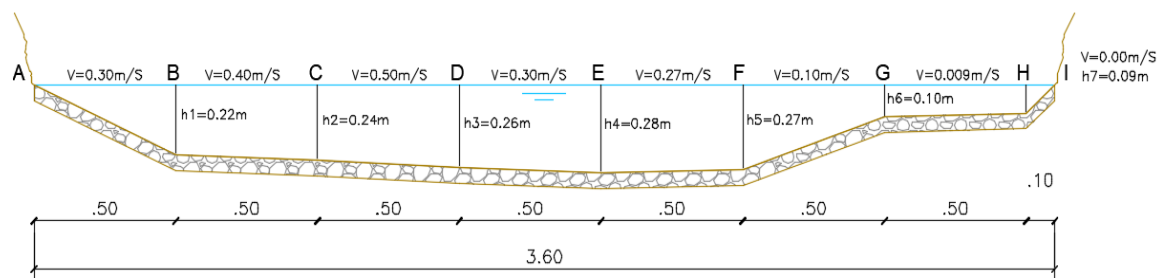


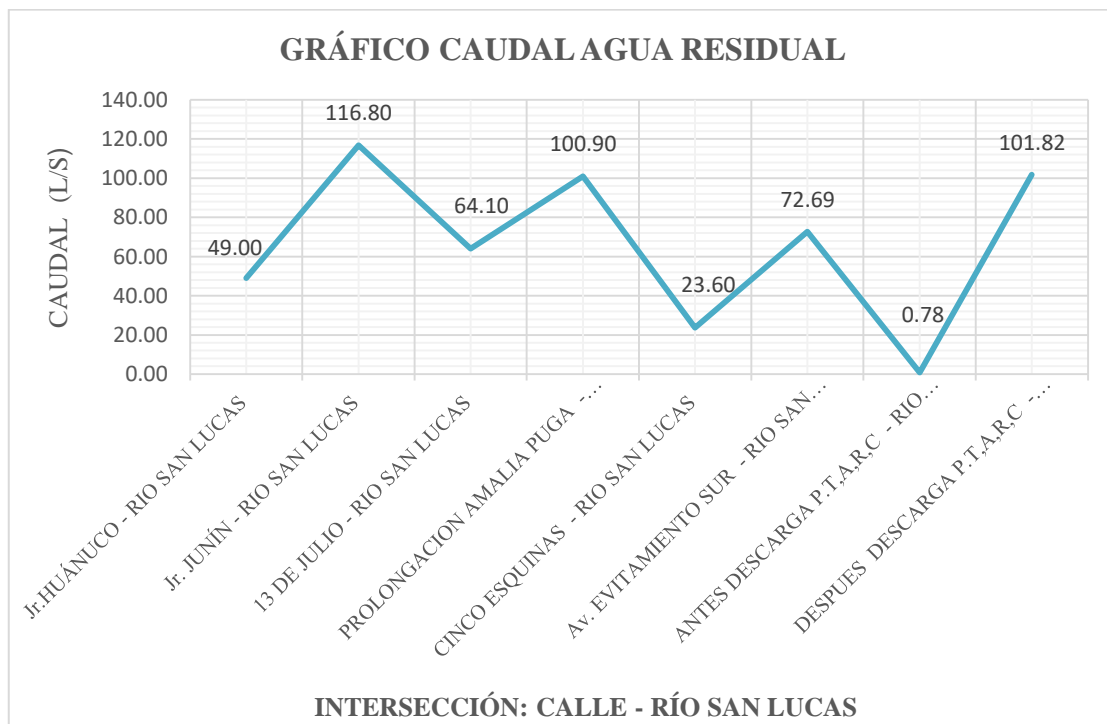
Figura 11 Sección del Río San Lucas entre la intersección después de la descarga P.T.A.R.C – Río San Lucas, en el cual se realizó el aforo para determinar el caudal

Tabla 32 Caudal de Agua Residual encontrado en diferentes tramos del Río San Lucas

RESUMEN CAUDAL AGUA RESIDUAL	(L/S)
Jr. HUÁNUCO - RÍO SAN LUCAS	49.00
Jr. JUNÍN - RÍO SAN LUCAS	116.80
13 DE JULIO - RÍO SAN LUCAS	64.10
PROLONGACION AMALIA PUGA - RÍO SAN LUCAS	100.90
CINCO ESQUINAS - RÍO SAN LUCAS	23.60
Av. EVITAMIENTO SUR - RÍO SAN LUCAS	72.69
ANTES DESCARGA P.T,A,R,C - RÍO SAN LUCAS	0.78
DESPUES DESCARGA P.T,A,R,C - RÍO SAN LUCAS	101.82

El caudal de agua residual se encontró al hacer un aforo en la parte de inicio del proyecto de tesis, a continuación se hicieron aforos en tramos distintos en donde se observó vertidos de agua residual, la diferencia entre el punto de inicio y los demás tramos indica la cantidad de agua residual que se vierte al Río San Lucas, sin tener en cuenta posibles infiltraciones y/o afloramientos que puedan existir en la trayectoria dl río.

Gráfico 3 Representación gráfica del caudal de agua residual encontrado en puntos distintos



Fuente: Elaboración propia, 2019

El caudal encontrado anteriormente supone que en el Río San Lucas no se están dando infiltraciones ni afloramientos de agua. Presumiendo esto se procedió a determinar el caudal de agua residual por tramo haciendo una diferencia entre el caudal hallado en el punto de inicio de este proyecto de tesis menos el hallado en el punto donde se realizó el aforo. Para calcular la cantidad de agua residual que genera los puntos con descarga continúa, entre ellos el colector de la P.T.A.R.C su valor se obtuvo realizando el aforo antes y después de la descarga de este punto de contaminación, su valor se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 33 Caudal de agua residual punto de descarga continua colector P.T.A.R.C

UBICACIÓN	VALOR	
	m ³ /s	L/s
planta de tratamiento aguas residuales Cajamarca (P.T.A.R.C)	0.101	101.04

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.3 ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA

A continuación se presenta los resultados de las muestras analizadas en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca .Antes se da algunos alcances para su correcta interpretación de las muestras analizadas.

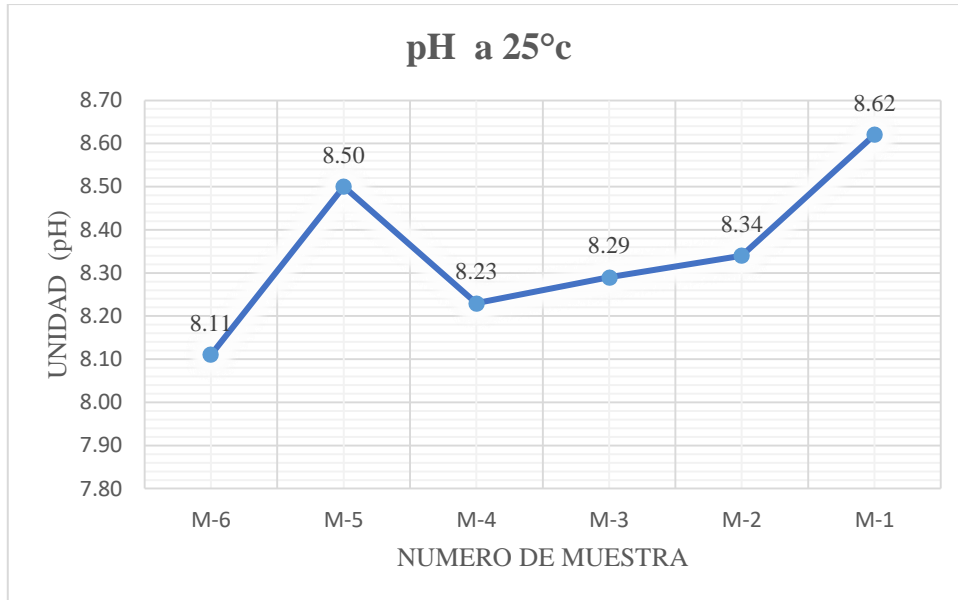
- LCM: Limite de cuantificación de método, los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del laboratorio.
- Los resultados microbiológicos <1.8, 1.0 significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.

Tabla 34 Análisis Químico y microbiológico de las muestras de agua analizadas en el laboratorio Regional del Agua - Cajamarca

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA								
ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			M-6	M-5	M-4	M-3	M-2	M-1
Código Laboratorio			0518280-01	0518280-02	0518280-03	0518280-04	0518280-05	0518280-06
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial
localización de la Muestra			Río San Lucas	Río San Lucas	Río San Lucas	Río San Lucas	Río San Lucas	Río San Lucas
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
pH a 25°C	pH	NA	8.11	8.5	8.23	8.29	8.34	8.62
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	355	<LCM	26	1860	18.5	4.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mgO2/L	2.6	406.5	3.2	9.4	520	7.8	2.7
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO2/L	8.3	851.9	12	33.5	1629	24.4	<LCM
(*) Aceites y Grasas	mg/L	2.5	78	<LCM	3.9	146	3.2	<LCM
ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100L	1.8	92x10 ⁶	54X10 ³	22X10 ⁴	92X10 ⁶	92X10 ³	49

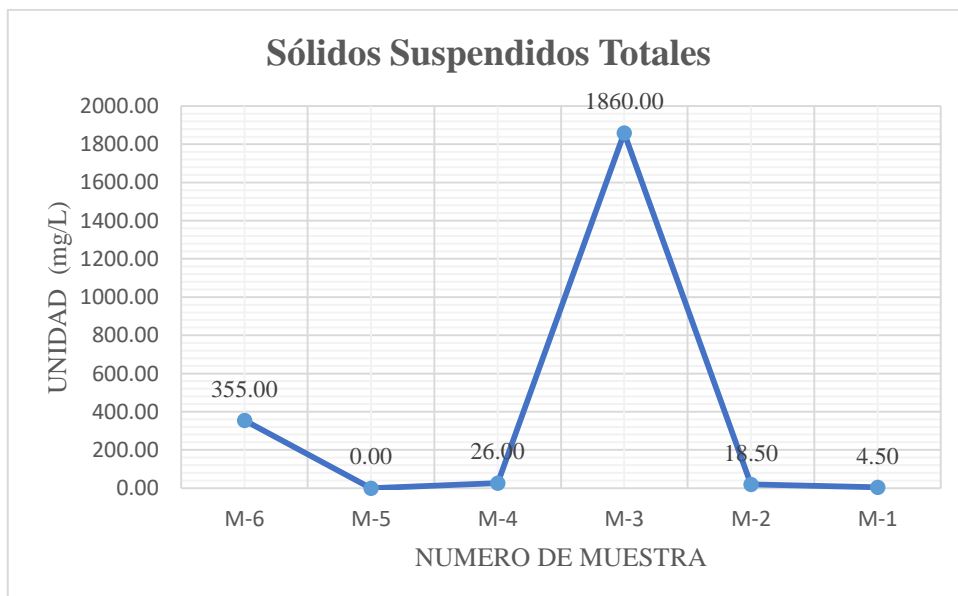
Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 4 Comparación del pH a 25 °c de las 6 muestras analizadas



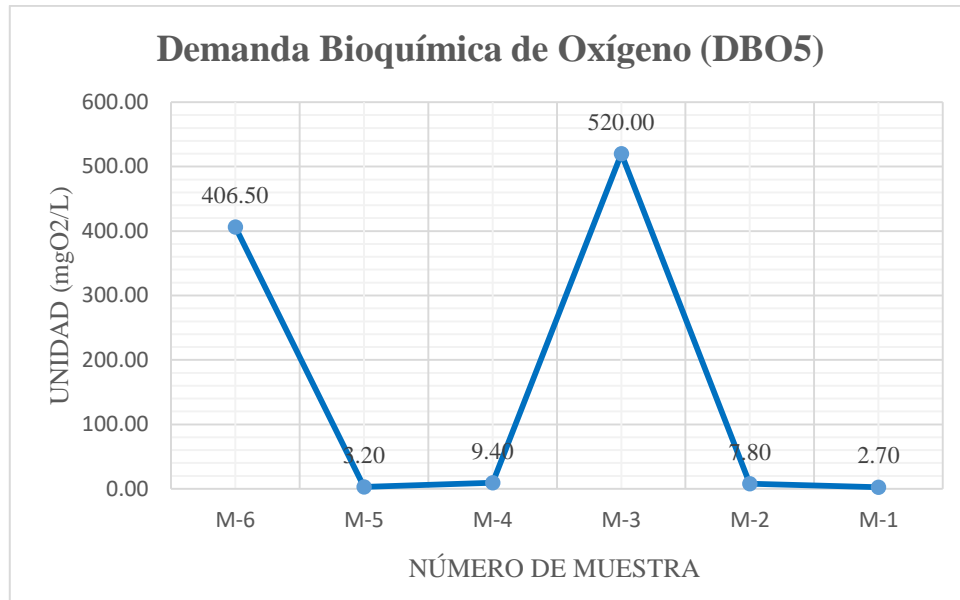
Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 5 Comparación de sólidos totales suspendidos de las 6 muestras analizadas



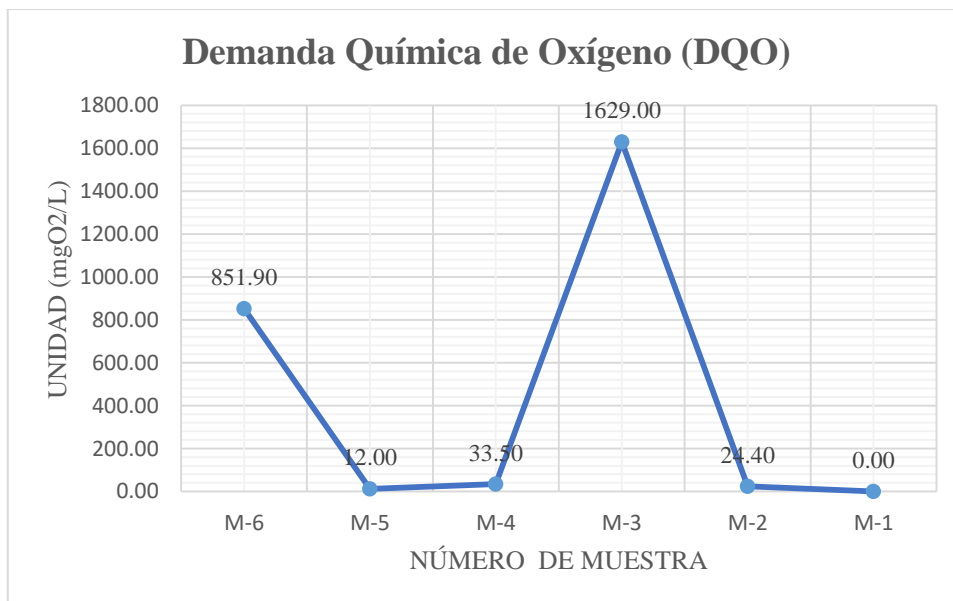
Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 6 Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) de las 6 muestras analizadas



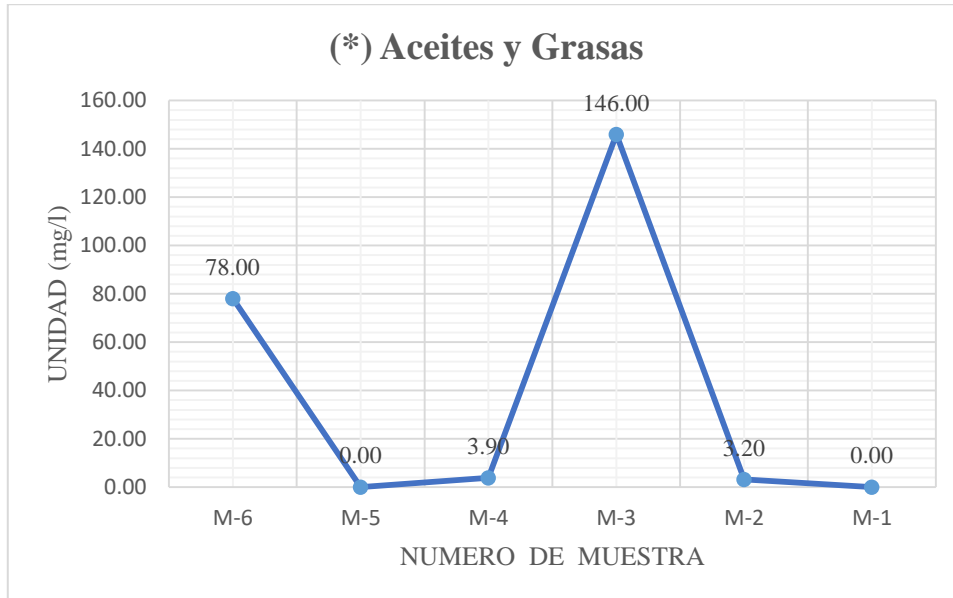
Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 7 Comparación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las 6 muestras analizadas



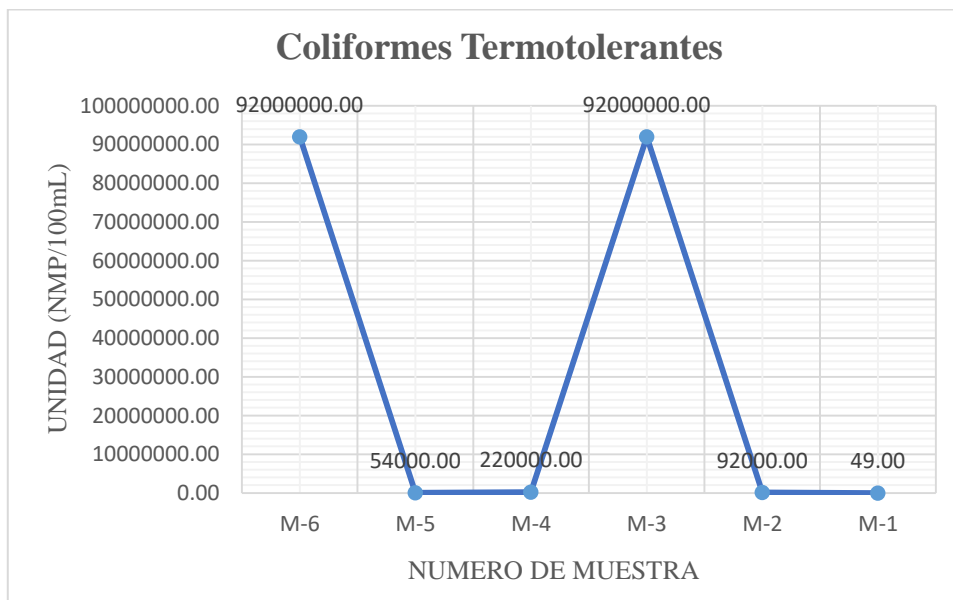
Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 8 Comparación de Aceites y Grasas de las 6 muestras analizadas



Fuente: Elaboración propia, 2019

Gráfico 9 Comparación de Coliformes Termotolerantes de las 6 muestras analizadas



Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 35 Comparación de los parámetros de las muestras con los estándares de calidad del D.S N°004-2017.MINAM

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA									ESTANDARES DE CALIDAD		
ENSAYOS			QUÍMICOS						D1: RIEGO DE VEGETALES	D2: BEBIDA DE ANIMALES	
Código Cliente			M-6	M-5	M-4	M-3	M-2	M-1	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados						Valores		
pH a 25°C	pH	NA	8.11	8.50	8.23	8.29	8.34	8.62	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	355.0	<LCM	26.0	1860	18.5	4.5	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mgO2/L	2.6	406.5	3.2	9.4	520.0	7.8	2.7	15	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO2/L	8.3	851.9	12.0	33.5	1629	24.4	<LCM	40	40	40
(*) Aceites y Grasas	mg/L	2.5	78.0	<LCM	3.9	146.0	3.2	<LCM	5	5	10
ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS						Valores		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100L	1.8	9.2E+07	54000	220000	9E+07	92000	49	1000	2000	1000

Fuente: Elaboración propia, 2019

En el cuadro se presenta la comparación de las características de las muestras en base a sus parámetros con los estándares de calidad según el D.S.N°004-2017-MINAM. Para lo cual se ha considerado que el agua que circula por el Río San Lucas en la zona urbana de Cajamarca pertenece a la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Tabla 36 Índice de Calidad de las 6 muestras recolectadas en el Río San Lucas

PUNTOS DE MONITOREO		ECA			RÍO SAN LUCAS						
		Categoria 3			M-6	M-5	M-4	M-3	M-2	M-1	
Parámetros a Evaluar- CCME WQI		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida para animales							
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH a 25°C	pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4	8.11	8.50	8.23	8.29	8.34	8.62
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	-	-	-	355.00	<LCM	26	1860	18.5	4.5
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mgO2/L	15	15	15	406.50	3.20	9.4	520	7.8	2.7
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO2/L	40	40	40	851.90	12.00	33.5	1629	24.4	<LCM
	(*) Aceites y Grasas	mg/L	5	5	10	78.00	<LCM	3.9	146	3.2	<LCM
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Termotolerantes	NMP/100L	1000	2000	1000	92000000	54000	220000	92000000	92000	49
DATOS	Número de parámetros que No cumplen los ECA Agua					4	2	1	4	1	1
	Número Total de Parametros a Evaluar					5	5	5	5	5	5
	Número de Datos que NO cumplen el ECA					4	2	1	4	1	1
	Número Total de Datos					30	30	30	30	30	30
CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-CCME EXCEDENTES DE CADA PARAMETRO EN CADA MONITOREO		F1				0.80	0.40	0.20	0.80	0.20	0.20
		F2				0.13	0.07	0.03	0.13	0.03	0.03
	pH a 25°C						0.01				0.01
	Sólidos Suspendidos Totales					-	-	-	-	-	-
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)					26.1	3.69	0.60	33.67	0.92	4.56
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)					20.30	2.33	0.19	39.725	0.64	
	(*) Aceites y Grasas					14.6		0.28	13.60	0.56	
Coliformes Termotolerantes					45999	26.00	109.00	45999.00	45.00	19.41	
	Suma Normalizada de Excedentes					9212.00	6.41	22.01	9217.20	9.42	4.80
	F3					99.99	86.50	95.65	99.99	90.41	82.75
ICA - CCME						42	50	45	42	48	52
						MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR

Fuente: Elaboración propia, 2019

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los puntos de descarga de agua residual según tipo, que se encontraron en todo el recorrido de la zona urbana de Cajamarca son un total de 543 puntos de contaminación de los cuales 473 pertenecen a agua residual del tipo doméstico, del tipo municipal se encontraron 66 puntos, 4 puntos son de tipo industrial, estos últimos pertenecen a SEDACAJ y a una gasolinera ubicada entre la Av. Evitamiento Norte y el Camino del Inca.

Los caudales de agua residual encontrados en las diferentes secciones analizadas en el recorrido del Río San Lucas, indican que la sección que presenta la mayor concentración de agua residual, se ubica después de la descarga P.T.A.R.C - Río San Lucas con un gasto de 101.82 l/s mientras que la sección con la menor cantidad de agua residual se ubica antes de la descarga de la P.T.A.R.C - Río San Lucas con un valor de 0.78l/s , esto considerando que en el río no se producen infiltraciones ni afloramientos de agua.

De los ensayos químicos y microbiológicos que se hicieron de las muestras de agua recolectadas para determinar sus características según los parámetros analizados, en la tabla N°34 se muestra los valores obtenidos de estos ensayos, en donde la muestra que presenta los valores más elevados pertenece a M-3 ubicada después de la descarga de los S.S.H.H Mercado San Antonio, la muestra M-1 ubicada en la Captación El Ronquillo tiene los parámetros mas bajos.

Para evaluar el impacto que se genera en el Río San Lucas producto de la descarga de aguas residuales, en la tabla N°35 se compararon los parámetros de las muestras analizadas con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental del D.S.N°004-2017-MINAM, también se determinó el índice de calidad de las 06 muestras de agua los que se indican en la tabla N°36, para ello se ubicó al Río San Lucas dentro de la categoría 3 (Riego de vegetales y bebida para animales).Según la comparación la muestra M-1 Captación Ronquillo presenta valores por debajo de los estándares con excepción del pH que excede al estándar de calidad, El ICA para esta muestra es de 52, según la Autoridad Nacional del Agua califica como “Regular” al agua en este punto de muestreo, lo que indica que las condiciones de la calidad del agua están siendo amenazadas o dañadas pese a no estar ubicada en una zona urbana.

La muestra M - 2 ubicada antes de la descarga S.S.H.H Mercado San Antonio, en su gran mayoría sus parámetros cumplen con el estándar de calidad ambiental a excepción de coliformes Termotolerantes el que excede en mucho al estándar de calidad, el ICA encontrado es de 48 calificación “Regular”. Se requiere tratar el parámetro excedido.

En la muestra M-3 después de la descarga S.S.H.H Mercado San Antonio, es la que presenta los valores mas elevados en sus parámetros excediendo todos los analizados a excepción del pH que se encuentra dentro de los límites del E.C.A, el I.C.A encontrado en esta muestra es de 42 calificándola como “Mala”, el agua en este punto de muestreo no es apta para usarla como riego de vegetales ni Bebida de animales.

En tanto la muestra M-4 ubicada en la intersección Río san Lucas y Cinco Esquinas, en su mayoría sus parámetros cumplen con el estándar de calidad ambiental a excepción de Coliformes Termotolerantes el que excede por mucho al estándar de calidad, el ICA obtenido es de 45 calificación “Regular”. Se deberá tratar el parámetro excedido para hacer apta al agua en este punto.

La muestra M-5 ubicada antes de la descarga colector P.T.A.R.C., los parámetros que exceden los ECA del agua son pH y Coliformes Termotolerantes, el I.C.A encontrado es de 50 calificándola como “Regular” al agua en este punto.

Finalmente la muestra M-6 después descarga colector P.T.A.R.C, es la segunda que presenta los valores más altos después de la muestra M-3 que exceden todos los E.C.A a excepción del pH, el ICA encontrado para esta muestra es de 42 calificándola como “Mala”, el agua en este punto de muestreo no es apta para usarla como riego de vegetales ni bebida de animales. Los resultados obtenidos nos indican que el planteamiento de la hipótesis no se contrasta con los valores encontrados ya que a medida que recorremos el Río san Lucas desde el punto de inicio Captación el Ronquillo las características e impacto producto de la descarga de aguas residuales no sigue una tendencia de incremento consecutivo si no que estas varían según el punto donde se tomó la muestra, además de que los sedimentos y canto rodado sirven como filtro natural para purificar al agua en su recorrido lo que hace que no se incrementen las características y el impacto del agua vaya en aumento.

4.2 Conclusiones

- Se determinó el número de puntos de contaminación que vierten agua residual al Río San Lucas, clasificándolos según tipo de agua residual, encontrando un total de 543 puntos de los cuales 473 pertenecen a agua de tipo residual los que representan al 87.11% del total de puntos, mientras que los puntos de agua residual de tipo municipal encontrados ascienden a los 66 puntos ubicando el segundo lugar con un porcentaje de 12.15% , en menor porcentaje se encuentra a los puntos de descarga de tipo industrial siendo estos en total 4 que representan al 0.74% del total de puntos de contaminación.
- Con el caudal encontrado en los 8 aforos de las secciones del Río San Lucas se concluye que el punto donde se produce el mayor vertido de aguas residuales se ubica después de la descarga del colector averiado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cajamarca con un valor de 101.82 l/s siendo este la principal fuente de contaminación de este curso natural de agua y esto se agrava mas aun debido a que nuestras autoridades no toman cartas en el asunto para tratar de dar solución a estos puntos de contaminación que afectan y modifican las características del agua del río.
- Se hizo la comparación de la calidad del agua del Rio San Lucas en los 6 puntos de monitoreo diferentes con los estándares de calidad ambiental para agua según el D.S N° 004-2017-MINAM, ubicando para ello al agua que circula por el rio san Lucas dentro de la categoría 3 :Riego de vegetales y bebida de animales, y según los parámetros analizados las muestras M-3 y M-6 exceden significativamente a los parámetros analizados como se muestran en la tabla 35, lo que significa que el agua en estos puntos se encuentran amenazadas o dañadas y no podían ser usadas para esta categoría. En tanto las muestras M-1, M-2, M-4.y M-5 poseen algunos parámetros similares para la categoría y para ser usadas se tendría que mejorar las características del agua en estos puntos.

- El Índice de Calidad Ambiental encontrado para evaluar el impacto indican que las muestras M-3 (ubicada después de la descarga de Aguas residuales de los servicios higiénicos del Mercado San Antonio) y M-6 (después de la descarga del colector averiado de la planta de tratamiento de aguas residuales Cajamarca) tienen un valor de 42 obteniendo una calificación de “Mala” lo que indica que estas siempre están amenazadas o dañadas. En tanto las muestras M-1 (ubicada en la Captación El Ronquillo), M-2 (ubicada antes de la descarga de Aguas residuales de los servicios higiénicos del Mercado San Antonio), M-4 (ubicada en la intersección del Río San Lucas y el Jr. Cinco Equinas) y M-5 (ubicada antes de la descarga del colector averiado de la planta de tratamiento de aguas residuales Cajamarca) sus valores no sobrepasan en su mayoría los E.C.A del agua salvo el parámetro por Coliformes Termotolerantes, el I.C.A encontrado para las muestras son de 52, 48, 45 y 50 respectivamente, la calificación que esta muestras obtienen es de “Regular”, para poder ser usada en riego de vegetales y bebida de animales, el agua necesitará de un tratamiento previo ya que las condiciones de la calidad del agua están siendo amenazadas o dañadas.
- Desde el punto de vista de la ingeniería y enfocados con este problema que tiene que ver con la contaminación del Rio San Lucas producto de la descarga de Aguas residuales de tipo (Domestico, Industrial y Municipal) que se vierten a este curso natural de agua y vienen afectando la calidad de este rio, se plantea como una solución a este problema en base al recorrido realizado, instalar 02 colectores de agua residual a ambos márgenes del rio para captar esta agua excedente que se genera y poder trasladarla de forma segura a la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la Ciudad de Cajamarca. Para esto se tendrá que realizar un nuevo estudio para determinar el diámetro de los colectores que serán instalados en base a la cantidad de agua que se genera en cada punto de contaminación, además de concientizar a la población para evitar hacer uso de esta mala práctica. De esta manera se podrá controlar a la contaminación desmesurada que se hace al rio San Lucas producto de la descarga de agua residual y de este modo recuperar la calidad del agua del rio.

REFERENCIAS

- ❖ Arboleda, J. (2008). Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades. [En línea] Recuperado el 22 de abril de 2018, de http://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf.
- ❖ Autoridad Nacional del Agua. (2009). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE). [En línea] Recuperado el 01 de julio de 2018, de <http://www.ana.gob.pe>.
- ❖ Cruz Morales, X. (2013). *Identificación y diagnóstico de los puntos de vertimientos de las aguas residuales de la ciudad de Huánuco*.
- ❖ Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. *Decreto que compila las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/59020>
- ❖ Huertas.F.N. & Sanchez.C.A. (2009). *Seguimiento de las descargas de aguas residuales del sistema de alcantarillado sobre los canales y quebradas en Bogotá: Caso Río Arzobispo*. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- ❖ Jáuregui, C., Ramírez, S., Espinosa, M., Tovar, R., Quintero. & Rodríguez. Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. En la revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 3(1) pp 65 – 73. Recuperado de <https://www.itson.mx/publicaciones>.
- ❖ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización Ambiental Aguas Residuales*. [En línea] Recuperado el 17 de abril de 2018, de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827.
- ❖ Romero, J. (1996). *Acuiquímica*. Escuela colombiana de ingeniería.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES	INDICE
AGUA RESIDUAL (V.INDEPENDIENTE)	Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes. Para los efectos de este proyecto se clasificara por tipo al agua que se descarga según el sistema de alcantarillado usado para la evacuación del agua residual. (Blázquez y Montero, 2010).	- Agua residual generada en una vivienda - Agua residual generada por industrias. - Agua residual Municipal	% A.R.G % A.R.G % A.R.G
CARACTERISTICAS DEL AGUA (V.DEPENDIENTE)	La caracterización de un agua tiene como objetivo conocer sus atributos físicos, químicos y biológicos con el propósito de definir su aptitud para uso humano, agrícola, industrial o recreacional. La presentación adecuada de los parámetros de caracterización facilita la definición de la calidad del agua para un uso determinado (Romero, 1996).	-PH a 25°C -Sólidos suspendidos totales (SST). -Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). -Demanda química de Oxígeno -Aceites y Grasas -Coliformes Termotolerantes	% PH %SST %DBO5 %DQO %AG %CT
IMPACTO (V.DEPENDIENTE)	El impacto ambiental al medio natural es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración en la línea de base ambiental. (Arboleda, 2008).	-Efectos de la descarga de agua residual en la calidad del agua del Río San Lucas.	Parámetros de variación de calidad del agua. Estándares de calidad ambiental. Índice de Calidad de Agua.

Anexo 2: Matriz de Consistencia.

Título: "CARACTERIZACIÓN E IMPACTO DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES VERTIDAS EN EL RÍO SAN LUCAS ZONA URBANA DE CAJAMARCA"

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	INSTRUMENTO	ESTADISTICA
<p><i>Pregunta General</i></p> <p>¿Cuáles son las características y el impacto que genera la descarga de aguas residuales vertidas en el Río San Lucas?</p>	<p><i>Objetivo General</i></p> <p>Caracterizar y evaluar el impacto de la descarga de aguas residuales que son vertidas al Río San Lucas en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca.</p> <p><i>Objetivos Específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Determinar y clasificar por tipo al número de puntos de contaminación que vierten agua residual al Río San Lucas. -Calcular el caudal de agua residual que se vierte, a través del aforo en secciones y tramos diferentes del Río San Lucas. - Comparar la calidad del agua del Río San Lucas en 6 puntos de monitoreo diferentes con los Estándares de Calidad Ambiental para agua según el D.S. N°004- 2017- MINAM. - Determinar el Índice de Calidad del Agua en los puntos de monitoreo analizados según metodología usada por la Autoridad Nacional del Agua en recursos hídricos superficiales. 	<p><i>Hipótesis General</i></p> <p>-Las características e impacto en la calidad del agua del Río San Lucas se modifican e incrementan producto de la descarga de agua residual que se vierte a este curso natural de agua.</p> <p><i>Hipótesis Específicas</i></p> <p>El número de puntos de contaminación que vierten agua residual al Río San Lucas son en su mayoría descargas domésticas según su clasificación.</p> <p>- El caudal de agua residual que se vierte al Río San Lucas, según los aforos en tramos y secciones diferentes se incrementa a medida que avanzamos en su recorrido.</p> <p>- La calidad del agua del Río San Lucas en 6 puntos de monitoreo diferentes no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua según el D.S N° 004 – 2017- MINAM</p> <p>- El índice de calidad del agua en los puntos de monitoreo son malos según la metodología usada por la Autoridad Nacional del Agua en recursos hídricos superficiales.</p>	<p><i>VARIABLE 1.</i></p> <p>Agua Residual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agua residual generada en una vivienda - Agua residual generada por industrias. - Agua residual generada como consecuencia de las lluvias <p><i>VARIABLE 2.</i></p> <p>Características del agua</p> <ul style="list-style-type: none"> - PH a 25°C - Sólidos suspendidos totales (SST). - Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). -Demanda química de Oxígeno -Aceites y Grasas -Coliformes Termotolerantes <p><i>VARIABLE 3.</i></p> <p>Impacto</p> <p>Efectos de la descarga de agua residual en la calidad del agua del Río San Lucas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de variación de calidad del agua. - Estándares de calidad ambiental. - Índice de Calidad de Agua 	<p>Población:</p> <p>La población está representada por los puntos de descarga de agua residual, ubicados a lo largo de la rivera del Río San Lucas de la zona urbana de la ciudad de Cajamarca.</p> <p>Muestra:</p> <p>La selección de la muestra , para este proyecto se consideran a todos los puntos de descarga de agua residual que se vierte en el Río San Lucas de la zona urbana de la ciudad de Cajamarca, para obtener valores aproximados del caudal de agua residual que se vierte se identificaron 7 puntos diferentes en el recorrido del río, finalmente para comparar la variación de la calidad se identificaron 6 puntos estratégicos para la recolección de muestras en donde se presente un mayor vertido de agua residual, por lo que no se empleara ningún tipo de muestreo, ni tampoco se utilizara alguna fórmula estadística para definir el número de la muestra.</p>	<p>En el diseño de la investigación, se realizara de forma no experimental, esta será descriptiva y transversal, este tipo de investigaciones se utilizan para observar, describir los comportamientos y analizar datos de variables recopiladas que en este caso son el agua residual como variable independiente y las dependientes están representadas por las características del agua y el impacto que se produce producto del vertido de aguas residuales sobre el Río San Lucas.</p>	<p>-Fichas de recolección de información puntos de descarga</p> <p>- Aforo y cálculo del caudal del agua residual que es vertida al Río San Lucas, usando para esto el método con correntómetro.</p> <p>- Recolección de las muestras de agua superficial, esto se realiza con equipo y herramientas proporcionadas por el laboratorio regional del agua.</p> <p>- El cálculo del índice de calidad del agua se realiza siguiendo la metodología de para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos Hídricos superficiales en el Perú.</p>	<p>En este proyecto no se emplea ningún tipo de muestreo, ni tampoco se utiliza alguna fórmula estadística para definir el número de la muestra.</p>

Anexo 3 y sucesivos:



2.

• TOMA DE DATOS MEDICIÓN DE CAUDALES - RÍO SAN
LUCAS

3.

- **ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA**

4.

• PLANO DE UBICACIÓN PROYECTO DE TESIS

5.

• PLANO DE UBICACIÓN PROYECTO DE TESIS

Panel Fotográfico



Fotografía 1 Punto de inicio Tesis Captación el Ronquillo



Fotografía 2 Punto de descarga domestico identificado



Fotografía 3 Vista de los Puntos de descarga en viviendas



Fotografía 4 Punto de descarga de agua residual doméstica



Fotografía 5 Agua residual de tipo Municipal



Fotografía 6 Colector de Agua residual barrio San José.



Fotografía 7 Identificación de agua residual de tipo domestico



Fotografía 8 Toma de datos con GPS Manual del punto de descarga.



Fotografía 9 Descarga de agua residual mercado san Antonio



Fotografía 10 Identificación de agua residual tipo municipal



Fotografía 11 Toma de datos de los puntos de agua residual



Fotografía 12 Punto final de final de tesis planta de tratamiento aguas residuales.



Fotografía 13 Instrumentos usados para determinar el caudal del río



Fotografía 14 Plantado de estacas en la sección del río



Fotografía 15 Ubicación de la sección del río



Fotografía 16 Medición de la longitud del río



Fotografía 17 Medición del tirante de agua del río



Fotografía 18 Medición de la velocidad del río con el correntómetro



Fotografía 19 Recolección muestra N°1 Captación el Ronquillo



Fotografía 20 Recolección de muestra N°1 Captación el Ronquillo



Fotografía 21 Recolección muestra N°2 Mercado San Antonio descarga S.S.H.H



Fotografía 22 Recolección muestra N°2 antes de la descarga S.S.H.H.



Fotografía 23 Recolección muestra N°2 después de la descarga S.S.H.H.



Fotografía 24 Recolección de la muestra N°3 en el Mercado San Antonio



Fotografía 25 Recolección de la muestra N°4 intersección Cinco Esquinas



Fotografía 26 Recolección de la muestra N°5 antes de la descarga de P.T.A.R.C



Fotografía 27 Toma de la muestra N°5 corrientes de agua superficial



Fotografía 28 Recolección de la muestra N°6 después de la descarga P.T.A.R.C



Fotografía 29 Recolección final de la Muestra N°6 en presencia del asesor de tesis.



Fotografía 30 Responsable de la toma de muestras en los diferentes puntos.



Fotografía 31 Frascos utilizados para la recolección de las muestras según parámetro.



Fotografía 32 Muestras a trasladar al laboratorio Regional del Agua en Cajamarca