

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE
RETENCIÓN PARA RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS
AGUAS DEL RÍO CAJAMARQUINO –
CAJAMARCA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autor:

Lesli Noemi Alcantara Terrones

Asesor:

Mc. Cs. Sara Esther García Alva

<https://orcid.org/0000-0002-3867-5084>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	JULIAN RICARDO DIAZ RUIZ	09294063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	JUAN CARLOS FLORES CERNA	18898536
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	IRMA GERALDA HORNA HERNANDEZ	40317442
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por guiarnos y protegernos en el buen camino para llegar con bien a una nueva etapa de mi vida, hacia mi formación profesional.

A mis padres por el apoyo incondicional perfectamente mantenido a través del tiempo, por ser los pilares en mi educación.

A mis compañeros que sin esperar nada a cambio pude compartir e intercambiar conocimientos y apoyarnos académicamente.

A mis docentes que con su enseñanza y paciencia sabia me guiaron por un buen camino para crecer día a día.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por haberme acompañado y guiado en el transcurso de mi carrera,
permitiéndome lograr mis objetivos con buena salud.

A mis padres por apoyarme en cada decisión, quienes fueron mis mayores
promotores durante este proceso, por su apoyo y motivación para cada día, de igual manera
a esas personas que me ofrecieron sus buenas vibras para seguir adelante en momentos de
desesperación.

A mis docentes por la confianza, apoyo y dedicación de tiempo, quienes me fueron
guiando y compartiendo sus conocimientos para obtener un buen trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Justificación	15
1.3. Definiciones básicas	16
1.4. Formulación del problema	23
1.4.1. General	23
1.4.2. Específicos	23
1.5. Objetivos	23
1.5.1. General	23
1.5.2. Específicos	23
1.6. Hipótesis	24
1.6.1. General	24
1.6.2. Específicos	24
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	25
2.1. Enfoque de investigación	25
2.2. Tipo de investigación	25

2.3. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)	26
2.3.1. Unidad de muestreo	26
2.3.2. Población	26
2.3.3. Muestra	26
2.3.4. Instrumentos y materiales	27
2.4. Procedimiento:	28
2.5 Temporada climática	36
2.6. Análisis de datos	45
CAPÍTULO III: RESULTADOS	48
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	53
REFERENCIAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM y altitud	27
Tabla 2 Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, setiembre 2019	37
Tabla 3 Datos correspondientes del mes de setiembre, 2019	38
Tabla 4 Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, octubre 2019 ...	39
Tabla 5 Datos correspondientes del mes de octubre, 2019.....	40
Tabla 6 Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, noviembre 2019	41
Tabla 7 Datos correspondientes del mes de noviembre, 2019	42
Tabla 8 Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, diciembre 2019	43
Tabla 9 Datos correspondientes del mes de diciembre, 2019	44
Tabla 10: Operacionalización de variable dependiente	46
Tabla 11: Operacionalización de variable independiente	47
Tabla 12 Coordenadas UTM y medidas del río Cajamarquino, 2019	49
Tabla 13 Determinación del caudal del río Cajamarquino, 2019	50
Tabla 14 Calendarización de duración del sistema de captación de residuos sólidos	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consecuencias de la descarga incontrolada de residuos (Jaramillo, 2002).	18
Figura 2. Frentes de aire debido a la colisión entre masas. (Bateman, 2007).....	19
Figura 3. Ubicación satelital de la zona de estudio, Baños del Inca – Llacanora, 2019	27
Figura 4. Georreferenciación de los puntos de estudio, Cajamarca - Llacanora	29
Figura 5. Primer tramo del río San Lucas	30
Figura 6. Segundo tramo del río San Lucas	30
Figura 7. Primer tramo del río Cajamarquino.....	31
Figura 8. Segundo tramo del río Cajamarquino.....	31
Figura 9. Primer tramo del río Chonta	32
Figura 10. Segundo tramo del río Chonta.....	32
Figura 11: Primer tramo del río Cajamarquino.....	33
Figura 12: Segundo tramo del río Cajamarquino.....	33
Figura 13. Delimitación del río Cajamarquino, Baños del Inca - Llacanora	34
Figura 14. Prototipo del sistema de retención	34
Figura 15. Construcción del prototipo	35
Figura 16. Instalación del sistema de retención en el río Cajamarquino.....	36
Figura 17. Datos hidrometeorológicos del mes de agosto del 2019	38
Figura 18. Datos hidrometeorológicos del mes de octubre del 2019.....	40
Figura 19. Datos hidrometeorológicos del mes de noviembre del 2019.	42
Figura 20. Datos hidrometeorológicos del mes de diciembre del 2019.	44
Figura 21. Ubicación y georreferenciación de los puntos de localización de la barrera	48
Figura 22. Ancho y profundidad promedio.....	49
Figura 23. Fijación de la barrera.....	51
Figura 24. Residuos sólidos retenidos por el sistema	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar y aplicar un sistema de retención de residuos sólidos de las aguas del río Cajamarquino – Cajamarca. El tipo de investigación fue aplicada, donde se empleó un diseño experimental (pre – experimental), en el que se manipula la variable independiente (sistema de retención de residuos sólidos) y un grupo experimental (diseño y aplicación del sistema). Como experimento se realizó un prototipo basado en una estructura de madera seca resistente a la presión y caudal del río de 3.30 m de largo por 0.80 m de ancho, además estuvo recubierto por una malla de seguridad con una cocada de 5cm por 2.5cm. En la investigación se obtuvieron resultados favorables a 5 días de prueba del prototipo, se tomaron en cuenta los efectos climatológicos (temporada de lluvia) que tuvieron efectos en la aplicación y duración del sistema, dejándolo no apto para el día 6 de prueba. Se determinó que el prototipo a desarrollar dependerá de la estación climatológica en la que se aplique el sistema.

PALABRAS CLAVES: Residuos sólidos flotantes, sistemas de retención, contaminación de ríos, tiempo climatológico.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La creciente cantidad de residuos representan un problema medioambiental, social, tecnológico, económico y de salud para la sociedad y para las administraciones locales, según el Ministerio del Ambiente (2017) en el Perú un 30 % de los residuos quedan en la calle y más de un 50 % no terminan en lugares donde se procesan y tratan de manera adecuada (Plantas de tratamiento de residuos sólidos), debido a que no se implementan políticas medioambientales, sociales y tecnológicas adecuadas que corrijan o ayuden a solucionar estos problemas por parte de las autoridades y también por desinformación de la población conllevando esto a la contaminación ambiental, donde los principales recursos naturales afectados son el agua, suelo y aire.

Re et al. (2016) manifiesta que la presencia de residuos sólidos flotantes (RSF) se ha convertido en una necesidad de gestión, esto se debe especialmente a la contaminación difusa en las zonas urbanizadas por la inadecuada recolección de residuos, alto nivel de consumo de productos desechables y el conflicto de aplicación de políticas ambientales, propiciando el vertido mediante las precipitaciones intensas hacia los ríos y arroyos, impactando así sobre los distintos usos, las capacidades hidráulicas de estos cauces, la calidad del agua y sus condiciones estéticas.

En la región de Cajamarca, según Indicadores Ambientales Cajamarca (2005) los problemas acumulados por la inadecuada gestión de residuos sólidos aún se perciben en todos los centros poblados de Cajamarca y su abordaje es paulatino con algunas municipalidades provinciales y distritales. La concentración de botaderos y puntos de acumulación de residuos de forma desordenada afecta la calidad de vida de poblaciones de las áreas marginales, sea por el riesgo inminente de contaminación del aire, de fuentes de

agua, además por el impacto paisajístico. Estos pasivos ambientales son la herencia que han dejado anteriores gestiones municipales que no dieron la prioridad debida a este serio aspecto ambiental. Los trabajos de promoción de la atención de la gestión de residuos sólidos, iniciados con la difusión del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), seguidos con la difusión de la Ley General de Residuos Sólidos y posteriormente con su reglamento, se han encontrado con una cultura de baja priorización de este tema, pese a los grandes problemas que de manera general está trayendo a la calidad de vida de la población.

La problemática de los residuos sólidos por una falta de gestión y educación ambiental de las personas, son destinados mayormente por las precipitaciones hacia el río Cajamarquino, esto llega a perjudicar el normal funcionamiento de obras de infraestructura, contaminación de cultivos, muerte de animales y enfermedades gastrointestinales en personas debido a su consumo; las aguas del río Cajamarquino son de uso prioritario para familias ubicadas en las afueras de la ciudad de Cajamarca a lo largo de todo el río.

En la actualidad es importante conocer los riesgos que presentan los residuos sólidos, los cuales son sustancias que se clasifican en residuos orgánicos que llegan a descomponerse en corto tiempo como; cascaras de frutas o verduras, cartones, papeles, residuos de comida, entre otros. Y los residuos inorgánicos que no tienden a descomponerse muy fácilmente y necesitan ciclos de degradabilidad muy largos, los cuales son; los plásticos, vidrios, latas, y otros. Pues estos desechos mayormente son arrojados a los ríos sin medida alguna que llegan a desembocar a nuestros mares destinados por las fuertes precipitaciones.

Si bien hasta finales del siglo pasado se pensaba que la contaminación del suelo era el principal problema ocasionado por el confinamiento masivo de desechos en tiraderos municipales, la experiencia ha constatado que son los recursos agua y aire los más afectados por los sitios de disposición final que dan servicio a zonas urbanas en todo el Perú. Además, la cercanía a zonas habitacionales - construidas como consecuencia de la expansión de la mancha urbana - ha ocasionado un impacto en la salud y en la calidad de vida de poblaciones vecinas.

Uno de los puntos principales a solucionar la contaminación de agua, es el desarrollo de trabajos de investigación que son de suma importancia y de relevancia en la comunidad científica, además, tienen como fin cuidar el agua (que es un recurso indispensable para la vida) de los cuerpos que lo contienen. En este sentido, Fernández et al (2017) realizó la creación de un diseño capaz de encausar los desechos sólidos flotantes de un río mediante la implementación del plano inclinado, el autor puso a prueba diversos sistemas de captación, logrando así identificar un método sencillo, práctico y económico, teniendo en consideración los factores físicos de un río, para lograr un buen desarrollo.

Por otro lado, contreras (2014) construyó un prototipo recolector de material plástico flotante en el agua en el canal de aguas pluviales de Cup y Saucer Creek como parte de la mejora del medio ambiente y específicamente la calidad de las aguas receptoras de lugar en mención. Por su parte Casado (2013), llevó a cabo el estudio sobre la composición típica de la basura recogida por dos barreras flotantes y un estante de basura, todas las muestras consistieron principalmente en residuos de jardín, plástico y papel. Los brazos y la estantería diferían en sus capacidades para recolectar diferentes componentes de la basura y, en consecuencia, la elección del dispositivo de intercepción

de basura más adecuado debería estar regida por la composición de la basura en un sitio en particular.

Hopkins & Kirves (2006) fabricaron Bandalong Litter Trap, un sistema diseñado para flotar en vías de aguas para capturar la basura antes de que fluya a otros afluentes, utilizando la corriente para guiar los desechos hacia la trampa. Esta tecnología de control flotante funciona los 365 días, es una solución comprobada y rentable para el control de elementos flotantes y es la respuesta a la creciente problemática de la basura en vías fluviales, este proyecto viene desarrollándose en Australia y Asia por más de 18 años.

Akash et al (2016) realizó un trabajo en el río nacional de la India, el "río Ganges" debido a la alta contaminación de residuos sólidos municipales, se aplicó un eficiente recolector de basura en el lago utilizando un bote a pedal, el transportador se encarga de recoger los residuos como el polietileno, los alimentos, materiales sólidos, y la basura general, luego los almacena en una caja como estructura presente en la parte inferior del barco.

Sainath et al (2017) en la India realizó un proyecto denominado “Aqua drone remote controlled unmaned river cleaning bot” que consiste en la construcción de una estructura cuadrangular en forma de bote flotante similar a un cubo conectado a una bomba. La parte interior del cubo está cubierto con una bolsa de filtro, éste permite tomar el agua junto con los desechos; el agua pasa a través de la bomba y los desechos quedan atrapados para luego ser eliminados.

Waternberg (2019) realizó un proyecto para mitigar la contaminación de los ríos de Panamá y sus costas llamado, barrera flotante o BoB (Barrera o Basura) el cuál permite capturar los desechos que bajan por el Río Matias Hernández, evitando la llegada al mar y al manglar. Esta barrera está diseñada para resistir las fluctuaciones en el nivel del río,

cuenta con un cierre de seguridad al lado superior que se romperá si sobrepasa las 12,000 lbs de fuerza, evitando así inundaciones, daño al propio sistema o a sus alrededores. Este proyecto piloto a logrado atrapar 2,700 bolsas de basura en dos meses, objetos cuantiosos, y unas 15 neveras.

Además de los sistemas antes mencionados, Gómez (2022) implementó otros dispositivos como; StormX que está diseñado para capturar contaminantes brutos y manejar la escorrentía de aguas pluviales. Su diseño se basa en redes reutilizables de calidad comercial que proporcionan una captura completa de desechos. Asimismo, Hopkins & Kirves (2006) elaboró el sistema Bandalong Boom Systems, este diseño se instala a través de vías fluviales, actuando como una barrera final para recolectar o desviar desechos, las secciones de la pluma o barrera se acoplan y se extienden a través de un vertedero, una vía fluvial o una presa para capturar la basura.

Tecno Converting (2020) realizó un sistema de mallas "Tecno-Grabber" trenzadas en forma de tubo de dos metros de largo para la recolección de residuos sólidos en los colectores de aguas residuales, los cuales fueron fabricadas de un plástico resistente que permitiría capturar entre 3 y 5 toneladas. En la ciudad de Sadabell se realizó una prueba piloto en temporada de lluvias, lográndose capturar 100 kilogramos de residuos, llegando a un total de 2.7 toneladas en un año, evitando así que estos lleguen a los ríos. La instalación de este sistema en el municipio de Tarragona se logró retener 5,5 toneladas anuales de residuos.

Tántera (2014) implementó un modelo de boca de tormenta para evitar el ingreso de basura en los ríos y lagos a través de los desagües pluviales, esto surgió a partir de una investigación realizado en la que se encuentra la ciudad de Villa Carlos Paz. El dispositivo posee un canasto en su interior, ejecutado en malla soldada en el interior del sumidero,

capaz de recolectar los desechos a un 100% arrastrados por las lluvias, sin impedir el paso del agua de las precipitaciones. El canasto se eleva de forma automática siendo de fácil manipulación y rápida limpieza, con accesibilidad confortable para que los operarios retiren los residuos sin que involucren su salud y seguridad personal, en caso de exceso, este sistema no se tapa, sino que rebalsa y deja pasar el resto.

Por lo mencionado anteriormente, se hace necesario seguir con la búsqueda de metodologías que contribuyan al cuidado del recurso agua, por lo que la presente investigación pretendió la aplicación de un sistema de retención para residuos sólidos de las con el propósito de contribuir a la limpieza de las aguas del río cajamarquino en Cajamarca.

1.2. Justificación

La investigación aporta con precisos conocimientos sobre los diferentes diseños para capturar residuos sólidos arrastrados por el agua en los ríos, un problema de contaminación en la actualidad, provocando mal aspecto, cambios físicos y químicos en el agua, afectando a los organismos y especies presentes en su trayectoria al mar. Con base a lo anterior se podrá aportar maneras de como detener la basura, plástico y desechos sólidos en gran cantidad encontrados en el río Cajamarquino en la ciudad de Cajamarca.

La información de la investigación servirá para crear una estrategia y mediante esta poder enfrentar este problema, se dará atención a los efectos negativos que causa la contaminación por desechos sólidos, originando una toma de conciencia en las personas de las consecuencias que trae la presencia de contaminantes. Esta investigación dará conocimiento sobre la importancia de cuidar el medio ambiente en las comunidades rurales y urbanas, que estas se involucren y tomen las medidas necesarias para buscar soluciones a los problemas ambientales con la ayuda de nuevas tecnologías.

Asimismo, teóricamente de esta investigación se realizará el recojo de información necesaria que servirá para poder diseñar e implementar nuestro sistema que permita retener residuos sólidos en un punto determinado del río Cajamarquino en Cajamarca.

1.3. Definiciones básicas

Generales

Afluente: Son los ríos o arroyos secundarios que vierten sus aguas en el río principal con el cual se une en un lugar llamado confluencia, estos tienen su respectiva cuenca que pueden ser exorreicas, endorreicas o arreicas, formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas (Gálvez, 2011).

Agua: Según la Real Academia Española (2021), el agua (del latín aqua) es un líquido transparente formado por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno insípido, incoloro e inodoro, encontrándose en un estado puro. Es el componente más abundante de la superficie terrestre con mayor densidad en estado líquido que en estado sólido que forma; la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares, mayoritario de todos los organismos vivos.

Aplicación: Es la acción y efecto de emplear o ejecutar algo

Caudal: Según Pedroza (2018), es la cantidad de agua que pasa por una sección en una determinada cantidad de tiempo. La manera de calcular el gasto o caudal es simple: se divide el volumen de agua que escurre entre un periodo de tiempo.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

Sin embargo, para calcular el gasto en corrientes a superficie libre o presurizadas, se multiplica la velocidad media del agua por el área ($Q=AV$). A esta fórmula se le llama Ecuación de Castelli, dado que a él se atribuye su planteamiento original (pág. 81).

Contaminación del agua: Según Jaramillo (2002), el efecto ambiental más serio, pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el incremento de desechos en ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto. Es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidas como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Las fuentes contaminadas implican consecuencias para la salud pública cuando no se tratan debidamente y grandes gastos de potabilización.

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de algas y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso. Por tal motivo, en muchas regiones las corrientes de agua han dejado de ser fuente de abastecimiento para el consumo humano o de recreación de sus habitantes.

Efectos por inadecuada gestión de residuos

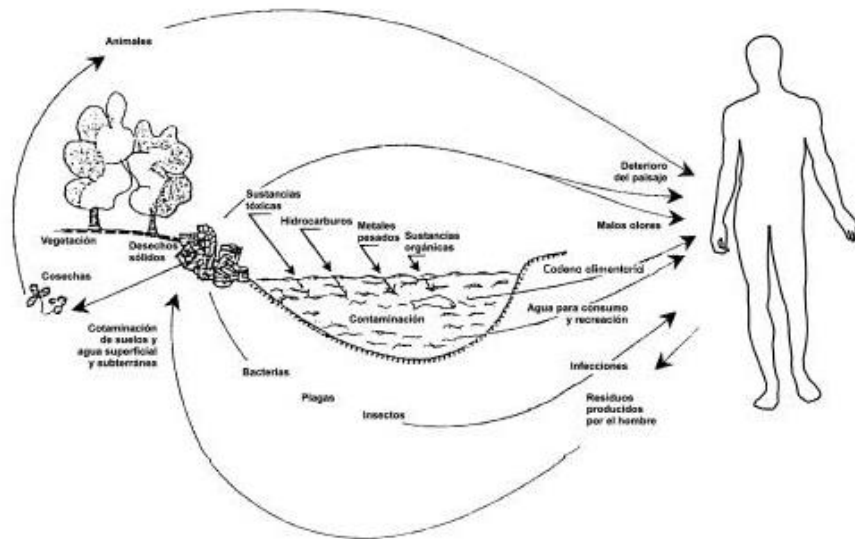


Figura 1. Consecuencias de la descarga incontrolada de residuos (Jaramillo, 2002).

La descarga de residuos en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas, también trae consigo la disminución de los cauces y la obstrucción tanto de estos como de las redes de alcantarillado. En los periodos de lluvias, provoca inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, lo que es más grave aún, de vidas humanas. (pág. 12)

Diseño: Un plan que dispone elementos de la mejor manera posible para alcanzar un fin específico. Eames (1972)

Fricción: Cuando dos superficies se tocan, ejercen fuerzas entre ellas.

Precipitación: Es la parte fundamental del ciclo hidrológico, siendo el resultado de humedad que se origina en las nubes y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, niebla, granizo, nieve, rocío, entre otros. Según Bateman (2007), los factores para su formación son: Humedad atmosférica, Radiación solar, Mecanismos de enfriamiento del aire, presencia de núcleos higroscópicos para que haya condensación.

Tipos de precipitación:

- **Precipitaciones convectivas:** Se da cuando las masas de aire bajas se calientan acompañadas de vientos fríos superiores. Esto ocasiona una descomposición muy grande de fuerzas de empuje y de flotación, generando corrientes ascendentes de aire húmedo que al ir ascendiendo llegan a la presión de saturación y el vapor se condensa rápidamente. Los movimientos generados en este fenómeno dan lugar a una rápida coalescencia de las gotas de agua. Las tormentas generadas de esta forma son las culpables del denominado flash flood.
- **Precipitaciones orográficas:** Cuando las corrientes de aire húmedo que circula por los valles y choca contra las montañas. Este aire húmedo se ve forzado en ascender hacia estratos más altos. Es en ese momento que pueden chocar con estratos más fríos y secos ocasionando la condensación súbita del vapor de agua.
- **Precipitación por convergencia:** Cuando dos masas de aire en movimiento y a diferente temperatura se chocan entre sí. Si una masa de aire frío se encuentra con una masa de aire caliente, éste tiende a ser desplazado hacia arriba formando un frente frío. Si en cambio es la masa de aire caliente en movimiento que se encuentra con una masa de aire frío, éste tiende a moverse en una superficie inclinada formando un frente cálido.



Figura 2. Frentes de aire debido a la colisión entre masas. (Bateman, 2007).

Residuo sólido: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y, en último caso, su disposición final. Éstos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida (DIGESA, 2018).

Río: Es una corriente natural de agua que fluye por un cauce, prescindibles para la naturaleza y el desarrollo humano, estos son proporcionados por las precipitaciones y escorrentia terrestre que tienden a controlar el sistema biológico de la tierra. (Bateman, 2007).

Sistema: Conjunto de componentes que guardan estrechas relaciones entre sí para recolectar, manipular y diseminar datos en información, cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo. El funcionamiento de un sistema va dependiendo de su estructura, pueden ser agrupados en reales, ideales y modelos. Mientras los primeros presumen una existencia independiente del observador (quien los puede descubrir), los segundos son construcciones simbólicas, como el caso de la lógica y las matemáticas, mientras que el tercer tipo corresponde a abstracciones de la realidad, en donde se combina lo conceptual con las características de los objetos. Con relación al ambiente o grado de aislamiento los sistemas pueden ser cerrados o abiertos, según el tipo de intercambio que establecen con sus ambientes (Arnold y Osorio, 1998).

Base legal

En este marco se plasmará los lineamientos de políticas destacados en que se basará para la ejecución de la investigación.

- **Ley General del Ambiente – Ley N°28611**

Según el **Artículo 1. Del Derecho y Deber Fundamental:** Toda persona tiene derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Artículo 9. Del Principio de Responsabilidad Ambiental: El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su restauración, rehabilitación o reparación según corresponda o, cuando lo anterior no fuera posible, a compensar en términos ambientales los daños generados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales a que hubiera lugar.

- **Ley de Recursos Hídricos – Ley N°29338**

Según el **Artículo 83. Prohibición de vertimiento de algunas sustancias:**

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

- **Ley General de Residuos Sólidos – Ley N°27314**

Artículo 13. Disposiciones generales de manejo: El manejo de residuos sólidos realizado por toda persona natural o jurídica deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado, con sujeción a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud.

Artículo 40. De los Derechos:

1. Acceder a servicios de residuos sólidos estructurados conforme a lo previsto en esta Ley y sus normas reglamentarias.
2. Acceder a la información pública sobre residuos sólidos.
3. La protección de su salud y entorno ambiental frente a los riesgos o daños que se puedan producir durante todas las operaciones de manejo de residuos sólidos, incluyendo los del ámbito de la gestión no municipal.
4. Participar en el proceso de aprobación de los planes, programas y proyectos de manejo de residuos sólidos del ámbito provincial.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. General

- ¿Cómo diseñar y aplicar un sistema que permita retener residuos sólidos de las aguas del río Cajamarquino, Cajamarca en el año 2019?

1.4.2. Específicos

- ¿Cuáles son las características del diseño de un sistema de retención para residuos sólidos en las aguas del río Cajamarquino - Cajamarca en el año 2019?
- ¿Cuál es el grado de funcionalidad del diseño de un sistema de retención para residuos sólidos en las aguas del río Cajamarquino - Cajamarca en el año 2019?
- ¿Cuáles son los recursos para elaborar e implementar un sistema de retención para residuos sólidos en las aguas del río Cajamarquino- Cajamarca en el año 2019?

1.5. Objetivos

1.5.1. General

- Diseñar y aplicar un sistema de retención para residuos sólidos de las aguas del río Cajamarquino - Cajamarca en el año 2019

1.5.2. Específicos

- Detallar las características de un sistema de retención para residuos sólidos de las aguas del río Cajamarquino - Cajamarca en el año 2019.
- Delimitar la funcionalidad de un sistema de retención para residuos sólidos de las aguas del río Cajamarquino – Cajamarca en el año 2019.
- Elaborar e implementar un sistema de retención para residuos sólidos de las aguas del río Cajamarquino – Cajamarca en el año 2019.

1.6. Hipótesis

1.6.1. General

- El diseño y aplicación más conveniente es la creación de una barrera para la retención residuos sólidos en el año 2019.

1.6.2. Específicos

- Las características dependerán de la construcción del sistema apto a ser aplicado en las aguas del río Cajamarquino – Cajamarca en el año 2019.
- La funcionalidad del sistema de retención dependerá de los materiales y las diferentes formas de construcción de los diseños a tomar en cuenta en las aguas del río Cajamarquino – Cajamarca en el año 2019.
- El diseño de un sistema de retención a elaborar e implementar más apto es la construcción de una estructura auto - limpiable y recolectora en las aguas del río Cajamarquino – Cajamarca en el año 2019.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Enfoque de investigación

Diseñar un equipo que cumpla con los requerimientos mencionados en capítulos anteriores, debe contar con el apoyo de una investigación tanto cuantitativa para la determinación de cantidad de desechos que circulan por el tramo en un tiempo determinado y también una investigación cualitativa, pues por medio de distintos casos investigados sobre los diseños, de distintas evoluciones y modificaciones de equipos, se obtendrán resultados que luego serán evaluados, se podrá decidir cuál es el equipo de materiales y metodología más viable para su implementación. Para identificar cuál será este modelo se harán análisis cuantitativos entre las distintas características buscadas, desde la economía, posibilidad de reciclaje o reúso, facilidad de instalación, facilidad de creación del mismo, durabilidad, costo de diseño, resistencia, necesidad de mantenimiento, entre otras.

2.2. Tipo de investigación

Por su análisis global, esta investigación es aplicada busca dar conocimiento de cómo hacer, actuar, construir y modificar (Cabanillas, 2019), es decir que se necesita conocer, cómo funciona un sistema y cómo está siendo contaminado un río. Para comenzar a pensar qué hacer para buscar soluciones, iniciar el diseño de la solución y llevarla a la realidad por medio de pruebas.

Por su objetivo, explicativa pretende conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno. Apunta a las causas de los eventos físicos en el río, y las causas sociales que elevan la contaminación. Pretende responder a preguntas como: ¿Por qué ocurre? ¿En qué condiciones ocurre? ¿Cómo solucionarlo? Es estructurada y requiere del control y manipulación de variables en un mayor o menor grado (Cabanillas, 2019).

Por su recogida de datos es experimental (diseño pre – experimental), pues el investigador no solo identifica las características del equipo que se estudian, sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación y lograr obtener los mejores resultados posibles (Hernández y Mendoza, 2018).

2.3. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)

2.3.1. Unidad de muestreo

Aguas del río Cajamarquino del tramo baños del Inca – Llacanora.

2.3.2. Población

Residuos sólidos captado por el sistema implementado en el río Cajamarquino del tramo baños del Inca – Llacanora.

2.3.3. Muestra

El 100 % de los residuos sólidos captado por el sistema implementado en el río Cajamarquino del tramo baños del Inca – Llacanora.



Figura 3. Ubicación satelital de la zona de estudio, Baños del Inca – Llacanora, 2019

Además, se tuvo en cuenta la localización exacta para la aplicación del diseño en el río Cajamarquino.

Tabla 1

Coordenadas UTM y altitud

Coordenadas UTM	Altitud
Coordenadas Este: 783612	2614 msnm
Coordenadas Oeste: 9204611	

2.3.4. Instrumentos y materiales

Instrumentos:

- Cortadora
- Taladro
- Cámara fotográfica (celular)

- GPS

Materiales:

- Madera seca medidas 1cm * 2cm * 3.2m
- Malla de seguridad 1.20m * 20m
- Precintos de seguridad
- Wincha metálica de 5m
- Martillo
- Hilo pabilo
- Cordel
- Clavos
- Botas de seguridad

2.4. Procedimiento:

Para la elaboración de la investigación se tuvo que realizar la siguiente metodología:

Primero: Revisión documental de fuentes de aguas superficiales (ríos) que recorren el relieve de Cajamarca, haciendo uso de Google Earth, para poder identificar con exactitud las zonas con mayor accesibilidad a los ríos y así poder realizar su seguimiento y delimitación.



Figura 4. Georreferenciación de los puntos de estudio, Cajamarca - Llacanora

Segundo: Observación y análisis de los ríos que puedan facilitar la implementación del prototipo (Río San Lucas, Río Mashcón, Río Chonta, Río Cajamarquino).

- **Descripción del río San Lucas:** Según el Gobierno Regional de Cajamarca (2016), “este recurso hídrico forma parte de la subcuenca Cajamarquino y a su vez de la cuenca del Crisnejas, presenta una extensión de 74. 0136 km²” (pág. 27), se puede observar que existe un bajo nivel de caudal el cual no permite destinar los residuos sólidos hacia río abajo, de igual manera no hay un punto de acceso disponible para poner en funcionamiento el sistema de retención.



Figura 5. Primer tramo del río San Lucas



Figura 6. Segundo tramo del río San Lucas

- **Descripción del río Mashcón:** Este recurso hídrico limita por el norte con la cuenca del río Llaucano, por el sur con la cuenca del río Chusgón, por el sureste con la subcuenca del río San Miguelino, y por el suroeste con la subcuenca del río Chonta. Tiene su origen en el cerro Quilish, entre sus principales tributarios por la margen derecha están los ríos Quilish, Porcón, Ronquillo, y por la margen izquierda la quebrada Encajón. Recorre una longitud de 30 km. aproximadamente los distritos; La Encañada, Baños del Inca y Cajamarca, su caudal promedio anual aproximado es de 2 900 l/s. DIGESA (2010)

En las figuras se muestra una corriente de agua considerable, pero no existe un punto de acceso en la zona para la disposición de un sistema.



Figura 7. Primer tramo del río Cajamarquino

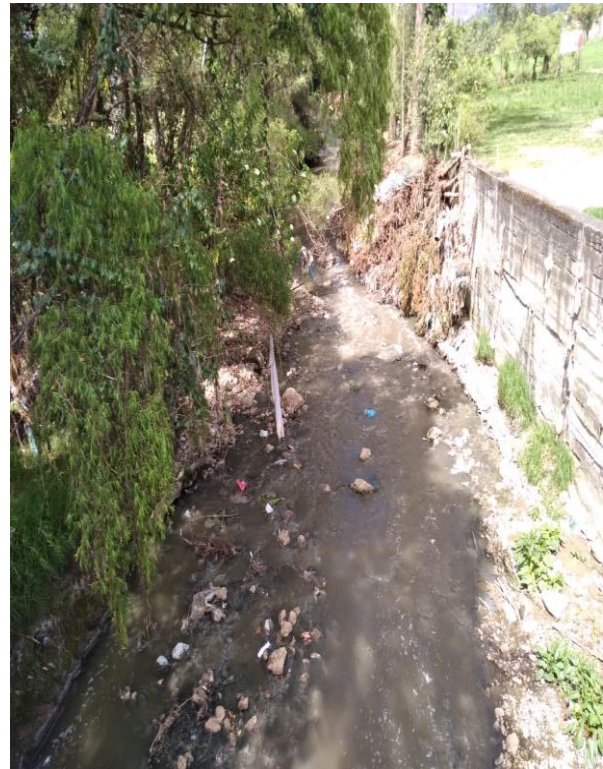


Figura 8. Segundo tramo del río Cajamarquino

- **Descripción del río Chonta:** Este recurso limita por el norte con la cuenca del río Llaucano, por el sureste con la sub cuenca del río Grande de Mashcón, y por el suroeste con la subcuenca del río Namora (La Encañada), Tiene su origen en los cerros Carachugo y Chaquicocha, entre sus principales tributarios por la margen derecha está los ríos Azufre y por la margen izquierda al río Paccha. Presenta un área de 13500 hectáreas, con un caudal promedio estimado de 2500 l/s aproximadamente. DIGESA (2010)

Se puede observar que hay punto de acceso opcional para la realización del trabajo de investigación, el cual fue denegada ya que los terrenos cercanos a él eran propiedad privada.



Figura 9. Primer tramo del río Chonta



Figura 10. Segundo tramo del río Chonta

- **Descripción del río Cajamarquino:** Este recurso nace en la localidad de Huayrapongo por la unión del río Chonta y el río Mashcón, justo cuando deja el distrito de Baños del Inca para adentrarse en el distrito de Llacanora (provincia de Cajamarca). Recorre una longitud de 60 km., hasta que se une con el río Condebamba para conformar el río Crisnejas, (Río Cajamarquino). Se puede evidenciar que hay puntos de acceso, con un caudal leve, apto para implementar el trabajo de investigación.



Figura 11: Primer tramo del río Cajamarquino



Figura 12: Segundo tramo del río Cajamarquino

Tercero: Localización y georreferenciación de la unidad de estudio (río Cajamarquino) donde se dió a conocer al propietario del área sobre el tema de investigación a implementar, quien aceptó apoyar y trabajar conjuntamente para realizar y culminar dicho trabajo. Para ello, se tuvo que identificar la zona haciendo uso de Google Earth para su delimitación y el uso del GPS para tomar los datos de coordenadas y altitud.

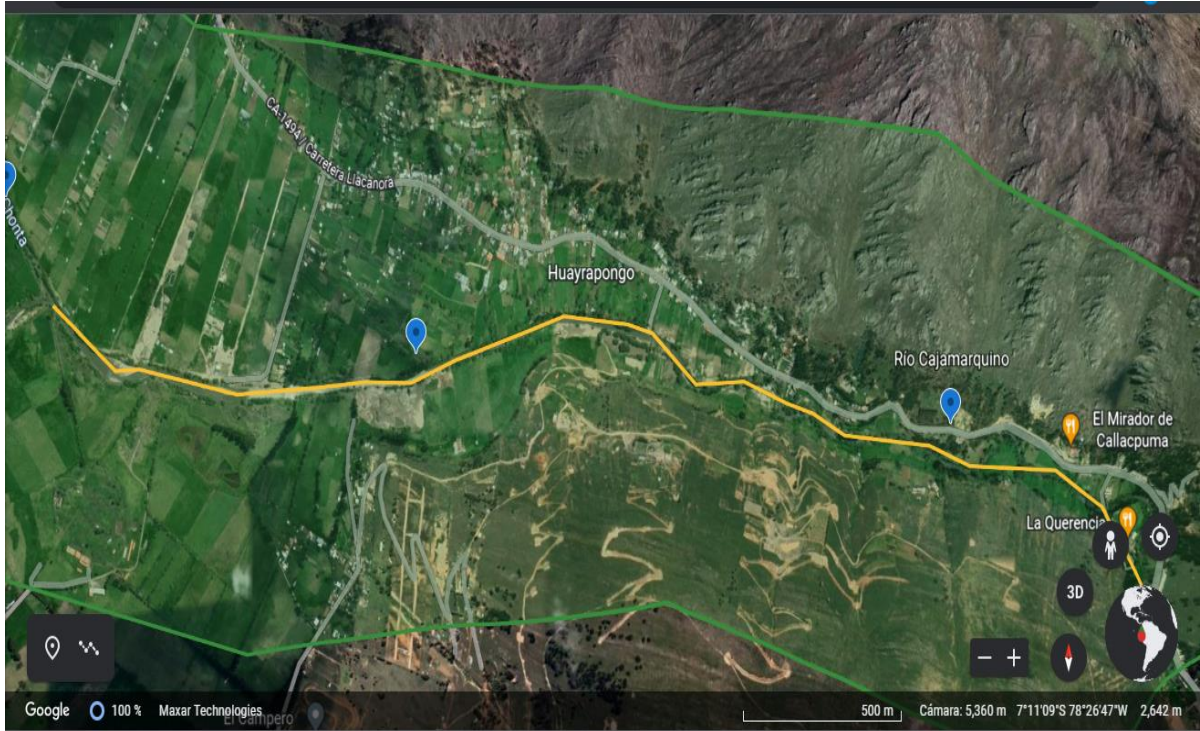


Figura 13. Delimitación del río Cajamarquino, Baños del Inca - Llacanora

Cuarto: Diseño de prototipo del sistema de retención de residuos sólidos, para ello se tuvo que obtener medidas de caudal y ancho del río utilizando correctamente el EPP para evitar algún tipo de accidentes o manipular cualquier contaminante.

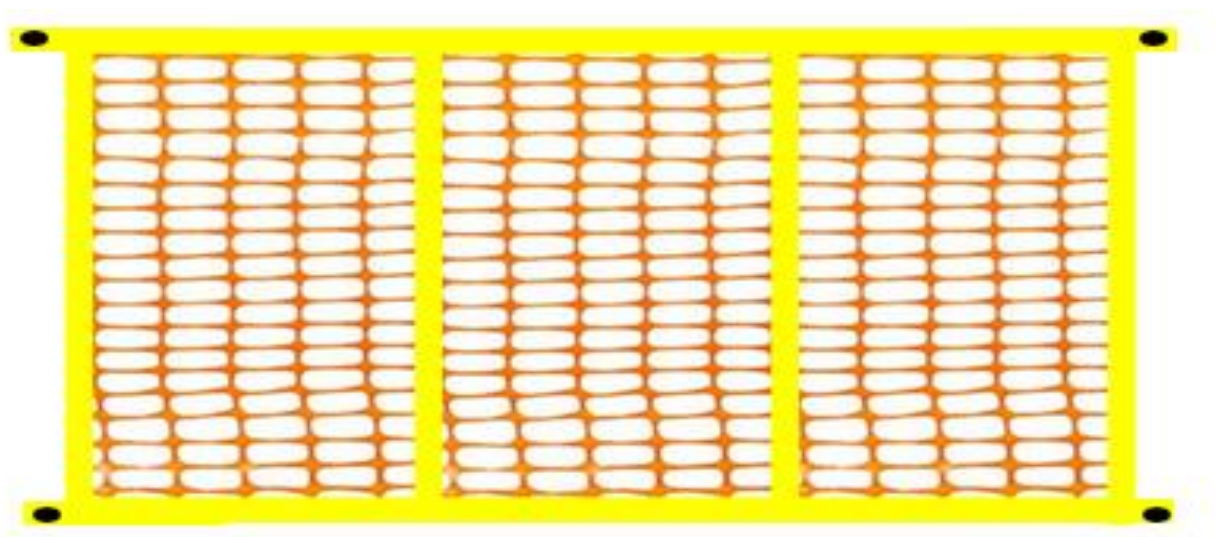


Figura 14. Prototipo del sistema de retención

Quinto: Construcción del prototipo con los materiales aptos para soportar las condiciones dentro del río, estos fueron escogidos considerando el peso de los residuos y la corriente de agua, provenientes de las precipitaciones.



Figura 15. Construcción del prototipo

Sexto: Implementación del proyecto en el río Cajamarquino, el sistema coincidió con las medidas que se tomaron inicialmente, lo cual permitió anclar ambos lados en los extremos del río. Con esto se cumplió la aplicación del prototipo dejándolo útil para su funcionamiento y obtención de resultados.



Figura 16. Instalación del sistema de retención en el río Cajamarquino

2.5 Temporada climática

El presente proyecto de investigación se desarrolló entre los meses de septiembre a diciembre del 2019, para ello se utilizó datos del SENAMHI de la estación meteorológica Augusto Weberbauer de Cajamarca, para poder determinar su veracidad con respecto a las precipitaciones durante los 4 meses.

Tabla 2

Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, setiembre 2019

Estación: AUGUSTO WEBERBAUER				
Departamento:	CAJAMARCA	Provincia:	CAJAMARCA	Distrito: CAJAMARCA
Latitud:	7°10'2.98"	Longitud:	78°29'35.14"	Altitud: 2673 msnm.
Tipo:	MAP - Meteorológica	Código:	107028	
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
1/09/2019	22.7	3.9	54.1	0.0
2/09/2019	24.1	4.4	57.1	0.0
3/09/2019	22.6	7.0	57.2	0.0
4/09/2019	23.9	5.8	60.0	0.0
5/09/2019	21.1	13.8	54.2	0.0
6/09/2019	19.4	8.2	60.3	0.0
7/09/2019	20.8	5.0	62.4	0.0
8/09/2019	23.3	4.0	48.8	0.0
9/09/2019	23.8	6.8	45.7	0.0
10/09/2019	23.2	5.4	52.6	0.0
11/09/2019	19.7	6.1	66.3	0.0
12/09/2019	22.4	7.2	61.6	0.0
13/09/2019	20.6	9.1	63.1	0.0
14/09/2019	21.8	8.2	58.5	0.0
15/09/2019	21.6	4.9	57.1	0.0
16/09/2019	23.3	6.4	58.2	0.0
17/09/2019	24.1	6.6	63.4	0.0
18/09/2019	24.6	6.8	64.4	0.0
19/09/2019	22.4	10.4	71.9	2.2
20/09/2019	22.3	11.4	67.0	1.5
21/09/2019	19.2	11.2	80.3	3.0
22/09/2019	21.9	8.7	59.1	0.0
23/09/2019	21.7	8.6	59.0	0.0
24/09/2019	20.4	8.4	60.9	0.0
25/09/2019	21.5	10.2	50.6	0.0
26/09/2019	23.1	4.6	52.1	0.0
27/09/2019	21.8	6.6	71.1	0.9
28/09/2019	20.4	9.6	57.4	0.0
29/09/2019	22.8	5.0	61.5	0.0
30/09/2019	23.2	6.6	59.9	0.0

Fuente: Información del cambio atmosférico en Cajamarca. SENAMHI (2019)

Tabla 3
 Datos correspondientes del mes de setiembre, 2019

ESTACIÓN: Augusto Weberbauer – Cajamarca			
	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	14.7	59.9	0.25
MÁXIMO	24.6	80.3	3.0
MÍNIMO	3.9	45.7	0.0

Nota: Según la información hidrometeorológica de la estación A. Weberbauer, la cifra total máxima de precipitación es de 3.0 mm/día, la mínima con 0.0 mm/día, y un promedio de 0.25 mm en todo el mes de setiembre del 2019, Cajamarca.

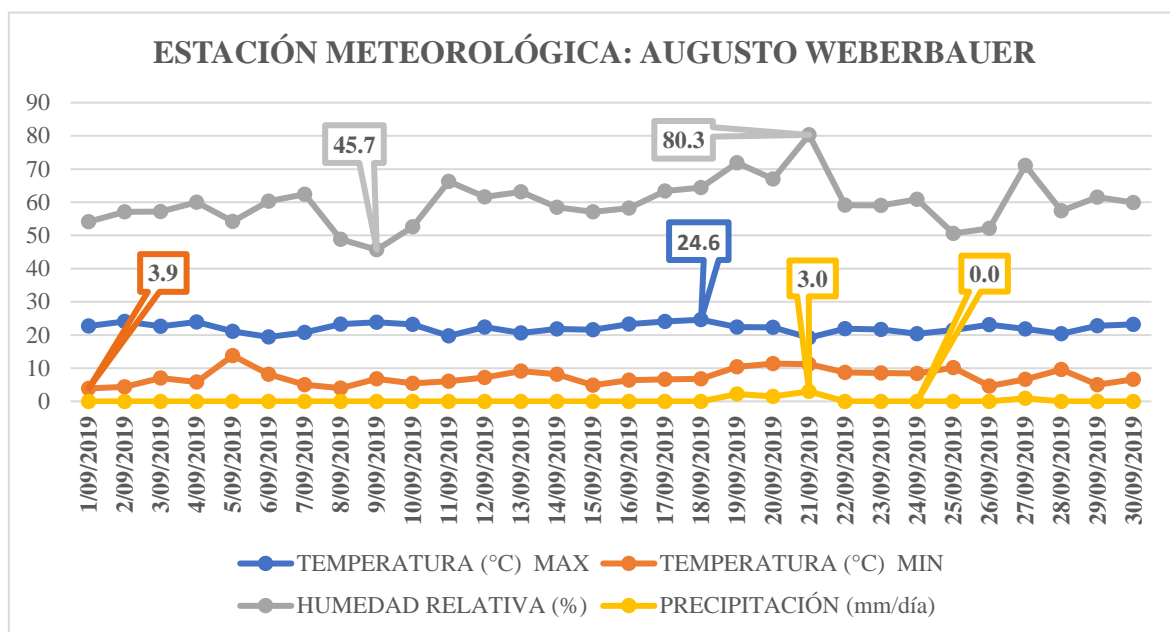


Figura 17. Datos hidrometeorológicos del mes de agosto del 2019

Tabla 4

Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, octubre 2019

Estación: AUGUSTO WEBERBAUER				
Departamento:	CAJAMARCA	Provincia:	CAJAMARCA	Distrito: CAJAMARCA
Latitud:	7°10'2.98"	Longitud:	78°29'35.14"	Altitud: 2673 msnm.
Tipo:	MAP - Meteorológica	Código:	107028	
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
1/10/2019	23.8	7.0	63.6	0.0
2/10/2019	23.2	7.6	62.4	0.0
3/10/2019	21.7	10.8	71.3	2.0
4/10/2019	24.0	8.6	65.1	2.5
5/10/2019	23.1	8.5	61.7	0.6
6/10/2019	20.2	10.8	72.0	2.0
7/10/2019	17.3	11.6	89.9	12.1
8/10/2019	20.8	11.1	74.4	8.0
9/10/2019	19.9	11.0	65.3	1.6
10/10/2019	22.8	6.0	61.9	1.2
11/10/2019	22.6	4.8	52.4	0.0
12/10/2019	21.7	6.8	51.6	0.0
13/10/2019	20.1	8.7	66.6	1.1
14/10/2019	20.9	11.0	71.3	1.9
15/10/2019	21.7	9.0	69.4	3.8
16/10/2019	22.8	9.7	69.7	5.2
17/10/2019	19.3	11.8	78.7	9.3
18/10/2019	21.6	10.4	76.4	19.0
19/10/2019	19.3	8.6	76.8	9.7
20/10/2019	23.0	10.0	63.2	0.6
21/10/2019	22.6	11.1	72.6	4.7
22/10/2019	21.0	10.6	65.2	0.1
23/10/2019	19.2	11.0	63.2	0.1
24/10/2019	20.3	8.8	74.9	5.0
25/10/2019	22.2	8.6	51.3	0.0
26/10/2019	20.6	10.1	52.9	0.0
27/10/2019	22.3	5.3	55.8	1.8
28/10/2019	21.2	9.9	73.7	18.1
29/10/2019	22.9	8.0	69.1	0.0
30/10/2019	23.2	10.1	68.6	2.9
31/10/2019	21.3	11.3	82.9	7.7

Fuente: Información del cambio atmosférico en Cajamarca. SENAMHI (2019)

Tabla 5
Datos correspondientes del mes de octubre, 2019

ESTACIÓN: Augusto Weberbauer – Cajamarca			
	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	15.4	67.5	3.9
MÁXIMO	24.0	89.9	19.0
MÍNIMO	4.8	51.3	0.0

Nota: Según la información hidrometeorológica de la estación A. Weberbauer, la cifra total máxima de precipitación es de 19.0 mm/día, la mínima con 0.0 mm/día, y un promedio de 3.9 mm en todo el mes de octubre del 2019, Cajamarca.

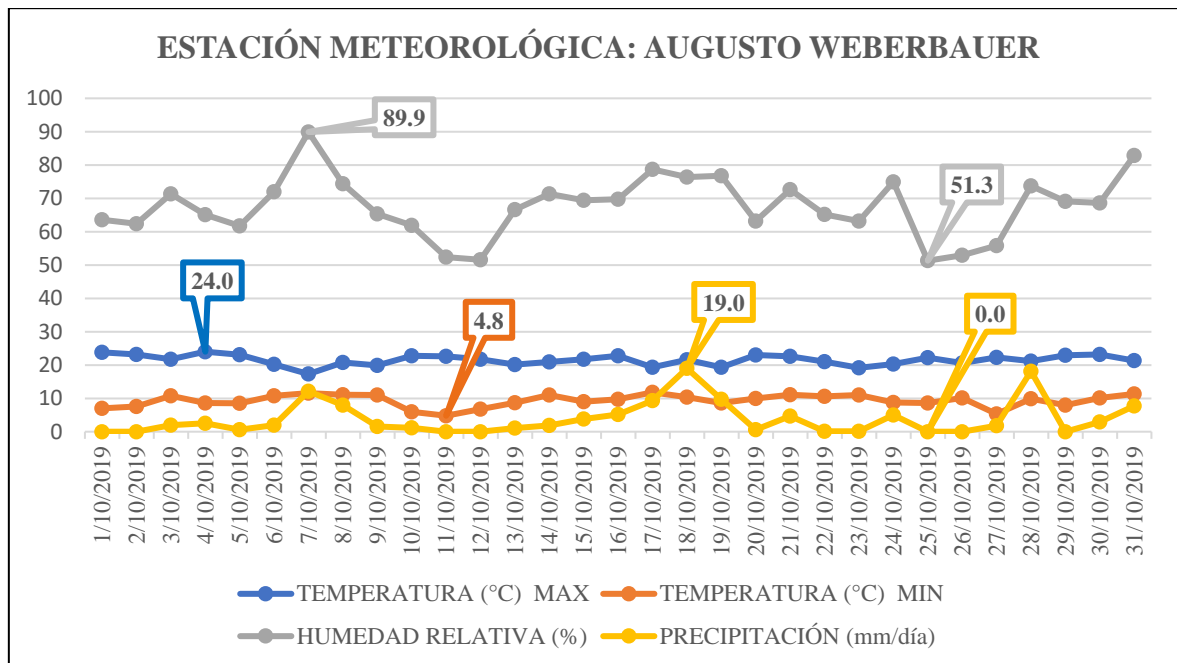


Figura 18. Datos hidrometeorológicos del mes de octubre del 2019

Tabla 6
 Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, noviembre 2019

Estación: AUGUSTO WEBERBAUER				
Departamento:	CAJAMARCA	Provincia:	CAJAMARCA	Distrito: CAJAMARCA
Latitud:	7°10'2.98"	Longitud:	78°29'35.14"	Altitud: 2673 msnm.
Tipo:	MAP - Meteorológica	Código:	107028	
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
1/11/2019	21.8	10.2	71.9	15.7
2/11/2019	22.0	10.8	70.6	2.3
3/11/2019	21.2	12.6	74.0	3.0
4/11/2019	21.0	10.5	79.7	4.8
5/11/2019	21.8	12.1	71.9	2.2
6/11/2019	20.4	11.3	69.5	0.9
7/11/2019	21.0	12.2	61.5	0.0
8/11/2019	21.2	8.6	66.2	0.0
9/11/2019	22.4	11.9	64.1	0.5
10/11/2019	19.0	12.2	78.5	1.9
11/11/2019	20.7	11.8	91.0	7.2
12/11/2019	22.3	9.8	69.2	4.5
13/11/2019	22.4	8.7	65.5	0.0
14/11/2019	20.4	10.2	80.3	1.0
15/11/2019	22.8	9.0	56.5	0.0
16/11/2019	21.7	8.8	48.5	0.0
17/11/2019	22.6	4.4	46.3	0.0
18/11/2019	23.6	6.8	41.7	0.0
19/11/2019	21.9	6.4	49.1	0.0
20/11/2019	23.4	9.4	47.6	0.0
21/11/2019	23.1	11.2	52.2	0.0
22/11/2019	22.8	11.0	65.6	0.0
23/11/2019	21.9	8.8	66.1	6.3
24/11/2019	21.0	9.9	67.7	0.8
25/11/2019	22.9	7.2	58.0	0.0
26/11/2019	22.2	7.4	50.8	0.0
27/11/2019	20.9	8.6	60.7	1.0
28/11/2019	24.4	12.2	67.1	0.3
29/11/2019	24.7	9.4	62.2	0.0
30/11/2019	21.4	11.4	80.1	0.2

Fuente: Información del cambio atmosférico en Cajamarca. SENAMHI (2019)

Tabla 7
Datos correspondientes del mes de noviembre, 2019

ESTACIÓN: Augusto Weberbauer – Cajamarca			
	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	15.9	64.5	1.8
MÁXIMO	24.7	91.0	15.70
MÍNIMO	4.4	41.7	0.0

Nota: Según la información hidrometeorológica de la estación A. Weberbauer, la cifra total máxima de precipitación es de 15.70 mm/día, la mínima con 0.0 mm/día, y un promedio de 1.8 mm en todo el mes de noviembre del 2019, Cajamarca.

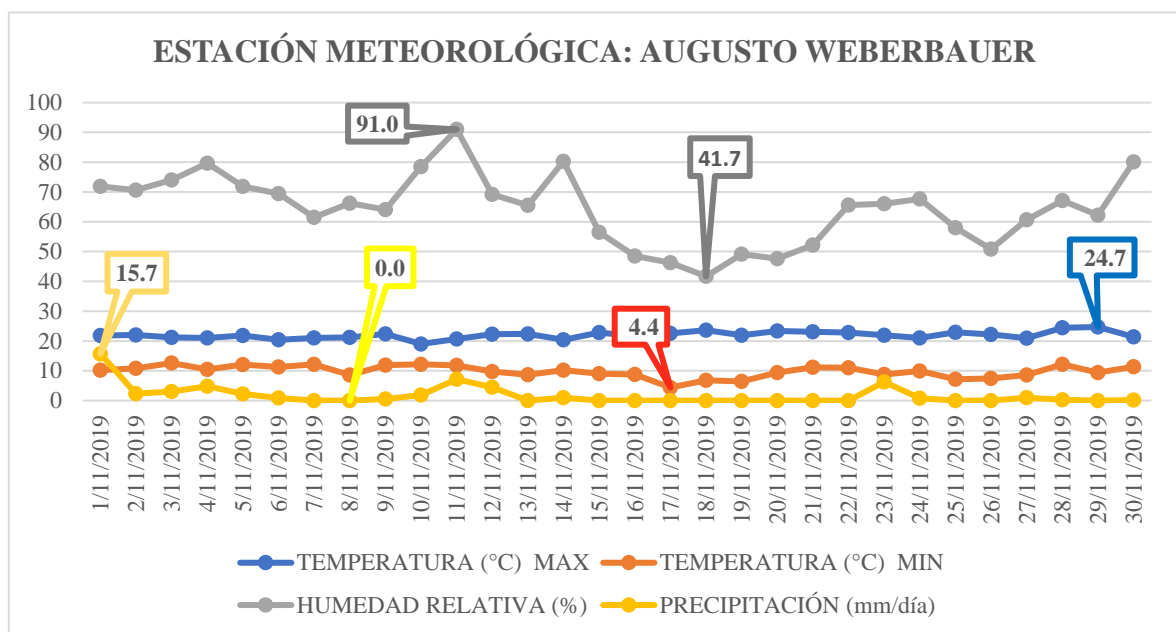


Figura 19. Datos hidrometeorológicos del mes de noviembre del 2019.

Tabla 8
Datos hidrometeorológicos de la estación Augusto Weberbauer, diciembre 2019

Estación: AUGUSTO WEBERBAUER				
Departamento:	CAJAMARCA	Provincia:	CAJAMARCA	Distrito: CAJAMARCA
Latitud:	7°10'2.98"	Longitud:	78°29'35.14"	Altitud: 2673 msnm.
Tipo:	MAP - Meteorológica	Código:	107028	
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
1/12/2019	22.4	10.8	74.9	17.2
2/12/2019	21.2	11.7	64.8	1.5
3/12/2019	20.0	11.6	76.8	16.9
4/12/2019	20.1	11.7	76.8	10.0
5/12/2019	18.8	12.2	85.7	4.6
6/12/2019	21.0	11.8	72.5	8.1
7/12/2019	21.2	11.4	75.3	0.0
8/12/2019	22.0	7.0	62.8	0.0
9/12/2019	22.2	8.2	71.0	7.1
10/12/2019	21.4	11.0	82.5	2.4
11/12/2019	21.5	11.9	76.0	0.7
12/12/2019	21.8	12.1	62.3	0.0
13/12/2019	21.1	9.3	60.3	0.0
14/12/2019	22.2	8.2	58.7	0.0
15/12/2019	23.0	9.8	72.4	6.5
16/12/2019	22.3	11.0	72.5	2.6
17/12/2019	21.2	11.7	75.3	8.5
18/12/2019	19.4	12.3	82.1	11.9
19/12/2019	19.2	11.4	77.9	6.0
20/12/2019	21.1	11.2	78.4	20.2
21/12/2019	22.0	11.5	73.3	1.0
22/12/2019	22.3	9.8	65.7	0.0
23/12/2019	22.6	9.2	62.8	0.1
24/12/2019	22.8	9.8	67.0	0.0
25/12/2019	22.4	11.3	64.9	0.0
26/12/2019	23.0	10.7	68.5	0.7
27/12/2019	22.5	11.4	71.0	1.1
28/12/2019	23.0	11.9	74.6	12.5
29/12/2019	21.4	12.6	78.3	8.5
30/12/2019	21.1	11.4	76.1	14.6
31/12/2019	20.9	12.0	70.8	0.0

Fuente: Información del cambio atmosférico en Cajamarca. SENAMHI (2019)

Tabla 9
Datos correspondientes del mes de diciembre, 2019

ESTACIÓN: Augusto Weberbauer – Cajamarca			
	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	58.7	72.0	5.2
MÁXIMO	23.0	85.7	20.2
MÍNIMO	7.0	58.7	0.0

Nota: Según la información hidrometeorológica de la estación A. Weberbauer, la cifra total máxima de precipitación es de 20.2 mm/día, la mínima con 0.0 mm/día, y un promedio de 5.2 mm en todo el mes de diciembre del 2019, Cajamarca.

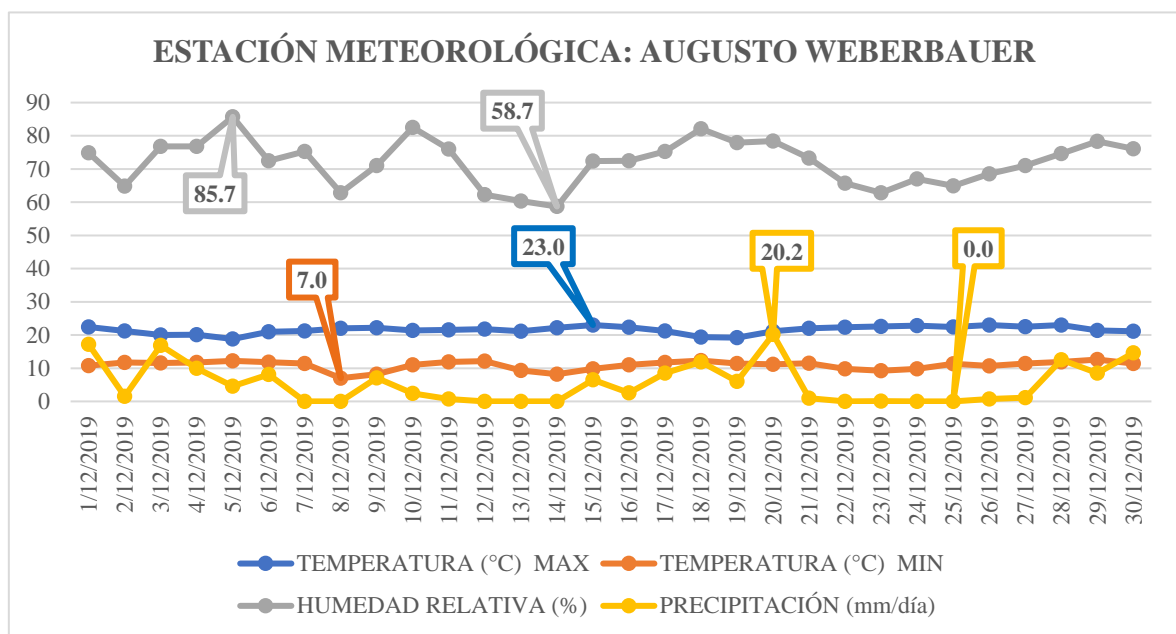


Figura 20. Datos hidrometeorológicos del mes de diciembre del 2019.

Aspectos éticos: Las normas éticas que fueron seguidas en la presente investigación, se basó en lo siguiente:

- Los antecedentes, definición de términos básicos, y todo lo relacionado con la búsqueda de información para el desarrollo del presente trabajo de investigación; fueron citados correctamente, teniendo en cuenta la normativa APA.
- La determinación de cálculos en el río Cajamarquino, son datos fidedignos y de total confianza para cualquier otro trabajo posterior.

2.6. Análisis de datos

Los datos de la investigación se recogerán implementando el sistema de captación en las aguas del río Cajamarquino, mediante gráficos, tablas y entre otros, para así dar la conformidad y la viabilidad del prototipo.

Las fórmulas a utilizar son:

- **PROFUNDIDAD Y TIEMPO PROMEDIO:**

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (\text{Rojo, 1998})$$

- **VELOCIDAD:**

$$V = \frac{d}{t} \quad (\text{Rojo, 1998})$$

- **CAUDAL: Ecuación de Castelli**

$$Q = V.A \quad (\text{Rojo, 1998})$$

Tabla 10:

Operacionalización de variable dependiente

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable Dependiente	Eficiencia de retención de residuos sólidos	Es la recolección y almacenamiento de residuos sólidos expresado en peso por día.	Es un proceso que depende de la construcción de un diseño para la retención, recolección y almacenamiento de todo tipo de residuo sólido flotante.	Factores Físicos	Dirección	° (Grados)
					Ancho	m
					Ubicación	C. UTM
				Factores mecánicos	Caudal	m^3/s
				Tiempo de contacto	Tiempo	N° Días
				Concentración de residuos flotantes	Alto Medio Bajo	Mg/ Kg

Tabla 11:
Operacionalización de variable independiente

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable Independiente	Diámetro de malla de 5 cm x 2.5 cm	El diámetro de la malla es las perforaciones que se presenta de forma rectangular en la malla	El diámetro de 5 cm x 2.5 cm en la malla es para la retención de los residuos sólidos y deja fluir el paso del agua	Diseño	Duración	Nº de días
				Aplicación	Recolección	Kg

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Para obtener los resultados deseados primeramente se procedió a llevar a cabo una indagación documental sobre todos los tipos de barreras, bio-barreras, diseños de barreras tecnológicas avanzados, diseños de barreras mecánicas, entre otros.






Se tomó en cuenta un diseño que tuvo las características económicas necesarias y la accesibilidad de construcción para cualquier otro tipo de investigación que fuese necesaria, y la aplicación en cualquier tipo de fuente de agua superficial (río) debido a la facilidad de conseguir materiales e instrumentos.

Las medidas y datos de las coordenadas que se tomaron en cuenta para la construcción de la barrera dependieron de la extensión, la inclinación de flujo del río y el caudal del mismo punto de acceso determinado.



Figura 21. Ubicación y georreferenciación de los puntos de localización de la barrera

Tabla 12
Coordenadas UTM y medidas del río Cajamarquino, 2019

Coordenadas UTM P1		Coordenadas Este: 783546
		Coordenadas Oeste: 9204480
Coordenadas UTM P2		Coordenadas Este: 783548
		Coordenadas Oeste: 9204469
Ancho		3.32 m
Inclinación		15° hacia su eje
Largo		10.20m

Un punto importante para la construcción de la barrera es el caudal, debido a que éste es representado en una cantidad, que podrá confirmar con que dureza y resistencia podemos comprar los materiales para la barrera. El caudal se determinó con el método de la pelota flotante.

Este método consiste en sacar el ancho del río (río Cajamarquino 3.32m), dividir en áreas iguales el ancho y poder sacar la profundidad promedio de cada uno (en nuestro caso 7 áreas). Una vez sacado los datos numéricos, se procede a sacar el área que corresponde al producto del ancho por la profundidad promedio y luego multiplicado por la velocidad promedio (en nuestro caso 10 toma de datos) en una distancia determinada (largo 10.20m).

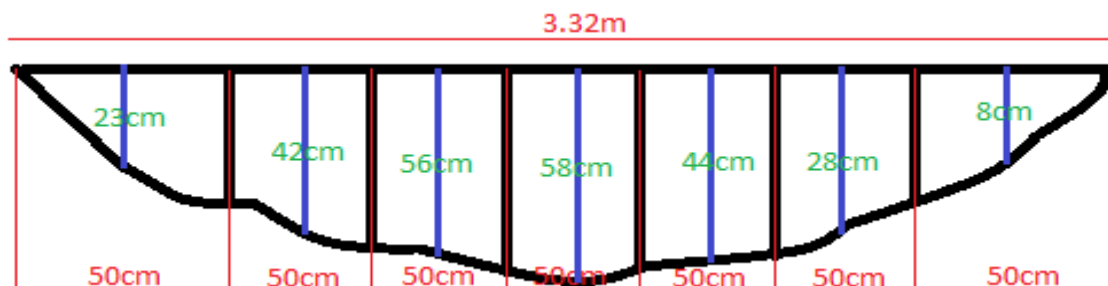


Figura 22. Ancho y profundidad promedio

Tabla 13
Determinación del caudal del río Cajamarquino, 2019

Ancho	3.32m
Profundidad promedio (7 medidas)	$\frac{23 + 42 + 56 + 58 + 44 + 28 + 8}{7} = 37\text{cm}$
Área general	$3.32\text{m} * 0.37\text{m} = 1.23\text{m}^2$
Largo	10.20m
Tiempo Promedio (10 medidas)	$\frac{32 + 38 + 29 + 35 + 31 + 26 + 36 + 41 + 27 + 23}{10} = 28.2\text{ s}$
Velocidad	$\frac{10.20\text{m}}{28.2\text{s}} = 3.62\text{m/s}$
Caudal (Q)	$1.23\text{m}^2 * 3.62 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4.45\text{m}^3/\text{s}$

Ante los datos de caudal del río Cajamarquino, mostrada en la tabla 13, el diseño de la barrera estuvo a base de Madera seca (resistente a la presión del agua y el caudal), malla de seguridad (con una cocada suficiente para el paso del agua 5cm*2.5cm), y las fijaciones que estuvieron a base de clavos de 1.5 pulgadas, además de eso se utilizaron precintos de seguridad, para la mayor fijación de la malla en la base de madera.

Para la colocación de la barrera se tomó en cuenta dejar un orificio en las cuatro esquinas de ésta, para anclarlo en el terreno. El anclaje al terreno estuvo basado en estacas de madera incrustadas en las masas de tierra del río Cajamarquino.



Figura 23. Fijación de la barrera

La barrera es apta para la retención de residuos sólidos flotantes, siendo una iniciativa económica y fácil de realizar para el cuidado de las fuentes superficiales y sobre todo el medio ambiente.

En la tercera visita realizada se procedió a la recolección de los residuos que fueron capturados gracias al sistema que de una u otra forma fueron arrastrados por las corrientes, cabe aclarar que en la barrera se observó espuma encima de los residuos, por ello se vio a la obligación de acceder al recogido, obteniendo un promedio de 450 g.



Figura 24. Residuos sólidos retenidos por el sistema

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la investigación elaborada se identificó las diferentes condiciones que rigen la funcionabilidad del sistema de retención de residuos sólidos, la duración de la misma, y su eficiencia.

El sistema de retención de residuos sólidos es un prototipo que tiene como objetivo principal la captura de sólidos flotantes en las fuentes de aguas superficiales (río Cajamarquino), de los cuales se tuvieron diferentes adversidades que influyeron en el desarrollo del prototipo una de ellas fue la aparición de espuma que se acumulaba en los extremos del diseño, esta se compone principalmente de compuestos orgánicos (ácidos húmicos, lípidos, proteínas, etc.) producto de la descomposición de materia vegetal o exudados de organismos acuáticos (generalmente fitoplancton). La aparición de la espuma describe los puntos de retención de residuos, ya que en ese espacio donde se desarrolla, se encuentran los diferentes contaminantes superficiales flotantes que quedaban estancados debido a la malla de seguridad.

La retención de los residuos sólidos flotantes fueron el objetivo principal en esta investigación, el diseño que se desarrolló cumplió con el 100 por ciento; es decir, que fue tuvo buena funcionalidad y la eficiencia fue las deseada, pero la duración no fue la esperada.

La duración tenía varios puntos críticos de los cuales dependía (aumento de caudal, ensanchamiento de río, precipitaciones, acumulación de residuos, etc.) el desarrollo del trabajo se dio en fechas de presencia de precipitaciones, las cuales se

tomaron en cuenta para la construcción de la misma, las precipitaciones repercutieron en la eficacia y duración.

Tabla 14
Calendarización de duración del sistema de captación de residuos sólidos

Calendarización de Duración	Estado
Primera visita	Apto
Segunda visita	Apto
Tercera visita	Apto
Cuarta visita	Apto
Quinta visita	Apto
Sexta visita	No apto

El prototipo perdió la funcionalidad, y la eficiencia en la sexta visita realizada, debido al aumento de las precipitaciones que llevó consigo el aumento del caudal y el ensanchamiento del río (Ver figura 22).

El río creció de manera repentina, ocasionando así la ruptura de la fijación del sistema en el río. La fijación ubicada en el extremo derecho del río se mantuvo perenne permitiendo así el estancamiento del mismo en los márgenes del río.

Como bien describe el tema de investigación “Diseño de un dispositivo capaz de encauzar los desechos sólidos flotantes de un río mediante la implementación del plano inclinado” de Fernández & Vladymir (2017), en el prototipo aplicado en el río Isabela denominado “prueba de marco y malla con t” se describe la funcionalidad teniendo como objetivo principal el encauzamiento de desecho sólidos flotantes, pero no la duración del mismo, ellos recalcan la variabilidad del tiempo meteorológico, ya que el diseño lo aplicaron en temporada de lluvias, siendo el PVC un material más

débil como es la madera su prototipo no tuvo la duración esperada como el descrito en nuestro proyecto, la duración del prototipo de PVC fue de 15 horas, debido al crecimiento del río ocasionando el pandeo del material y la ruptura de la malla de seguridad. Ellos denotan en sus resultados que se debe tomar en cuenta los factores físicos y mecánicos del río, para garantizar que los diseños soporten la presión ejercida por el agua.

El sistema de retención de residuos sólidos flotantes es una opción de mejora para la calidad de fuentes superficiales, es una iniciativa económica y fácil de realizar para el cuidado de las fuentes superficiales y sobre todo del medio ambiente. Se deben tomar las medidas necesarias para el desarrollo de un diseño similar o igual, teniendo en cuenta las precipitaciones. Se es necesario realizar la limpieza del sistema, para mejorar sus características de eficiencia y duración.

4.2. Conclusiones

- Se concluyó que mediante la buena información obtenida y la aplicación de los materiales adecuados se pudo diseñar y aplicar en un punto determinado un sistema de retención de residuos sólidos de las aguas del río Cajamarquino.

- Se detalló las características del sistema de retención de residuos sólidos dependiendo del punto de disposición del experimento; el ancho, el largo y la altura del río, así como también fue importante la medición del caudal del mismo.

- Se delimitó la funcionalidad teniendo el control en el proceso de elaboración desde un inicio observando en un tiempo determinado la cantidad de residuos sólidos flotantes que capta, hasta el último día de implementación del sistema en las aguas del río Cajamarquino.

- Se elaboró con los materiales e instrumentos apropiados, aptos para una buena resistencia e implementación del sistema de retención en las aguas del río Cajamarquino.

REFERENCIAS

- Akash, M. (2016). Proyecto Nacional de la Cuenca del Río Ganges.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2015/03/23/india-the-national-ganga-river-basin-project>
- Ambiente, M. d. (2019). Informe nacional sobre el estado del ambiente 2014-2019. Lima.
- Arnold, M., & Osorio, F. (1998). Introducción a los conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Santiago: Cinta de Moebio.
- Bateman, A. (2007). Hidrología básica y aplicada. Grupo de investigaciones en transporte de sedimentos.
- Cabanillas, C. (2019). Investigación educativa Arquitectura del proyecto de investigación y del informe de tesis, Perú, Cajamarca, Martínez compañía.
- Casado, P. (2013). Barreras anticontaminación [Tesis de Grado, Universidad de Cantabria].
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/3935/Pablo%20Casado%20Ferreiro.pdf?sequence=1>
- Contreras, J.A. (2014). Diseño Y Construcción De Un prototipo Recolector De Material Plástico Flotante En El Agua [Tesis de grado, Universidad de la Salle].
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1035&context=ing_automatizacion
- DIGESA. (2010). Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/vigilancia_recursos_hidricos.asp
- DIGESA. (2018). Gestión integral y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud, servicios médicos de apoyo y centros de investigación.
- Eames, C. (1972). ¿Que és diseño? Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/arq/n49/art10.pdf>
- Fernández, K y Vladymir, M. (2017). Diseño de un dispositivo capaz de encauzar los desechos sólidos flotantes de un Río mediante la implementación del plano inclinado. República Dominicana: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

- Gálvez, J. J. (2011). Aguas Subterráneas - Acuíferos. Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2016). Plan de Gestión de la Microcuenca río San Lucas. Cajamarca.
- Gómez, J.A. (2022). Cripto-ransomware: Análisis y detección temprana basada en el uso de archivos trampa [Tesis de Maestría, Universidad de Granada-España]. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/76803/94887%281%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Hernández, R y Mendoza, CP. (2018). Metodología de la investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico, DF, MexicoGraw Hill.
- Hidroninámica. (2018). Obtenido de <https://fdocuments.ec/document/3-tb2-hidrodinmica-pag-18-a-32-resumen-despus-del-resumen-te-pongo-unas-conclusiones.html?page=15>
- Hopkins, G., & Kirves, M. (2006). Sistema diseñado para flotar en vías de aguas para capturar la basura antes de que fluya a otros afluentes (Bandalong Litter Trap). <https://www.plasticsoupfoundation.org/en/solutions/bandalong-litter-trap-2/>
- INDECI. (2005). Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de los baños del Inca. Cajamarca.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Censos 2017: Departamento de Cajamarca cuenta con 1341012 habitantes. Lima: Oficina Técnica de Difusión.
- Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Colombia.
- Ministerio del Ambiente. (21 de Diciembre de 2017). Normas Legales. El Peruano, pág. 32.
- Pedroza Gonzáles, E. (2018). Hidráulica Básica. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- Pérez Porto, Julián; Merino, María;. (2014). Definicion de. Obtenido de <https://definicion.de/remocion/>
- Pérez, J., & Merino, M. (2012). Definición de . Obtenido de <https://definicion.de/remocion/>
- Peruano, E. (21 de Diciembre de 2017). Normas legales. Diario Oficial El Peruano, pág. 32.
- Re., M., García, P. E., Lecertua, E., & Menéndez, Á. N. (2016). Transporte y destino de residuos sólidos flotantes en la desembocadura del río Matanza-Riachuelo. Buenos Aires: Cuadernos del Curiham.
- Real Academia Española. (2019). Agua. En diccionario de Lengua Española (Edición del Tricentenario).
- Real Academia Española. (2021). Diccionario de la lengua Española. Obtenido de <https://dle.rae.es/residuo?m=form>
- Río Cajamarquino. (s.f.). Obtenido de Library: <https://1library.co/document/qm6oe19y-rio-cajamarquino.html>
- Rojo Hdz, J. D. (1998). Hidrología.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2019). Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones>
- Sainathn, M; Shridhar, S; Vijay, B y Siddharth, K. (2017). *Aqua drone remote controlled unmaned river cleaning bot*. http://www.kscst.iisc.ernet.in/spp/41_series/40S_awarded_&_selected_projs_further_devpt/40S_BE_1930.pdf
- Tántera, M. (2014). Sistema para reducir la cantidad de basura que llega a los lagos y ríos. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- TecnoConverting. (2020). Ecnocnverting suministra e instala el sistema de retención. <https://www.tecnoconverting.es/noticias-tecnoconverting/tecnograbber-zaragoza/>
- Watemberg, S. (21 de Setiembre de 2019). Barrera atrapa residuos. Obtenido de Impacto positivo: <https://www.mareaverdepanama.org/impacto>

ANEXOS



Figura 1. Reconocimiento del lugar de estudio



Figura 2. Autorización al encargado de la propiedad



Figura 3. Toma de coordenadas de la zona



Figura 4. Toma de datos del caudal



Figura 5. Precintos de seguridad



Figura 6. Cordel



Figura 7. Malla de seguridad



Figura 8. Malla de seguridad



Figura 9. Wincha



Figura 10. Martillo



Figura 11. Taladro



Figura 12: Botas de seguridad



Figura 13: Cámara fotográfica



Anexo 14: Construcción de prototipo



Figura 15. Aplicación de sistema en el río Cajamarquino