

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA:**  
**CAMPUS TEMPÉ**

**Presentado por:**

**Br. Daniel A. Paris A.**

**Br. Josué Becerra A.**

**TRUJILLO, VENEZUELA**

**2022**

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA:**  
**CAMPUS TEMPÉ**

**Trabajo Especial de grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Presentado por:**

**Br. Daniel A. Paris A.**

**Br. Josué Becerra A.**

**Tutor**

**WILMER MÉNDEZ**

**TRUJILLO, VENEZUELA**

**2022**

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**

[www.uvm.edu.ve](http://www.uvm.edu.ve)

R.F.P. J-31702424-9

Av. Independencia con calle La Paz, Sede Mirabel, Urbanización Mirabel, Plata I,  
Diagonal al Parque SAPINAET. Municipio Valera Estado Trujillo.





**VICERRECTORADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**


## VEREDICTO


Nosotros, Prof. Wilmer Méndez, Profa. Liliana Rivera y Prof. Javier Mazzey, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo Especial de Grado titulado: **"DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA: CAMPUS TEMPÉ"**, que presenta el Bachiller **DANIEL ALFONZO PARIS ANDRADE**, portador de la Cédula de Identidad N° **25.882.975**, nos hemos reunido para revisar dicho Trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **VEINTE (20)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos Especiales de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos, en Valera a los doce (12) días del mes de julio de dos mil veintidós (2022).


  
\_\_\_\_\_  
Prof. Liliana Rivera  
C.I. 13.048.877  
JURADO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Wilmer Méndez  
C.I. 5.501.239  
TUTOR

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Javier Mazzey  
C.I. 11.319.775  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Marilyn Briceño  
C.I.- N° 13.205.436  
DECANA



  
\_\_\_\_\_  
Profa. Ana Linares  
C.I.- N° 9.013.217  
VICERRECTORA

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**

[www.uvm.edu.ve](http://www.uvm.edu.ve)

RIF: J-1270014-9

Av. Independencia con calle La Paz, Sede Miraflores, Urbanización Miraflores, Plaza L.  
Diagonal al Parque SAPINAEI, Municipio Valera Estado Trujillo.





**VICERRECTORADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

## VEREDICTO

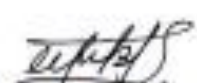
Nosotros, Prof. Wilmer Méndez, Profa. Liliana Rivera y Prof. Javier Mazzey, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo Especial de Grado titulado: "DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA: CAMPUS TEMPÉ", que presenta el Bachiller **JOSUÉ BECERRA ARAUJO**, portador de la Cédula de Identidad N° **27.022.205**, nos hemos reunido para revisar dicho Trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **VEINTE (20)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos Especiales de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos, en Valera a los doce (12) días del mes de julio de dos mil veintidós (2022).


  
\_\_\_\_\_  
Prof. Liliana Rivera  
C.I. 13.048.877  
JURADO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Wilmer Méndez  
C.I. 5.501.239  
TUTOR

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Javier Mazzey  
C.I. 11.319.775  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Marilyn Briceño  
C.I.- N° 13.205.436  
DECANA



  
\_\_\_\_\_  
Profa. Ana Linares  
C.I.- N° 9.013.217  
VICERRECTORA

## **DEDICATORIA**

Al creador de todo el universo, que ha sido guía y luz en cada paso dado.

A mis padres, José Gregorio Paris y Mariela Andrade de Paris y Hermanos por su apoyo absoluto, a ellos por ser la columna fundamental de todo lo que soy.

A mis Amigos, quienes siempre han estado dando ánimo para continuar adelante, agradecido por su disposición y soporte en mi formación y experiencia de vida.

A mi novia Paulina Barreto, que ha sido apoyo incondicional en este gran esfuerzo de formación, especialmente en lo emocional; sin duda alguna sin el acompañamiento de ella esto no hubiera sido posible.

A mis tías Carmen, Ana y Virginia, por darme ese apoyo y contención fundamental a lo largo de toda mi etapa universitaria.

A mis primas Andreina y Davyana, gracias infinitas por darme motivación sobre todo en los últimos años de universidad.

**Daniel Paris**

## DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por ser mi guía espiritual, quien me conduce hacia el camino del bien y el éxito.

A mi mamá María Irma Araujo Duarte, quien ha sido mi soporte, dispuesta siempre para que cumpla mis sueños y anhelos. Este logro también es tuyo.

A mi hermano Giancarlo Silvestri y a mi Padrino Miguel Ángel Castellanos, por acompañarme todos estos años, brindándome su apoyo incondicional y enseñándome con el ejemplo que las cosas más importantes de la vida son las más simples.

A toda mi familia y amigos, quienes a lo largo de mi carrera, se han preocupado por mi educación, disponiendo su confianza en cada desafío, sin vacilar de mi inteligencia y capacidad.

A la Universidad en cuyas estructuras alcancé mi formación académica, quien me ayudó a crecer como ser humano.

Al personal docente de la Escuela de ingeniería, por su calidad humana y profesional, que guiaron mi aprendizaje.

**Josué Becerra**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todopoderoso por haber sido mi conductor en la carrera, por ser mi solidez en los momentos difíciles y permitirme gozar de experiencias y aprendizajes.

A mis padres, José Gregorio Paris y Mariela Andrade de Paris, por brindarme la oportunidad de una maravillosa educación. A ustedes infinitas gracias.

A mi novia Paulina por brindarme soporte y fuerza en cada momento.

A La Universidad Valle del Momboy, en especial a la facultad de Ingeniería Industrial y a los docentes por permitirnos ser parte de esta gran familia.

Finalmente, quiero agradecer a mi colega de tesis, Josué Becerra ya que, juntos logramos llevar a cabo esta investigación de manera exitosa.

**Daniel Paris**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso, quien me conduce hacia el camino del bien y el éxito.

A mi mamá María Ilma Araujo Duarte, mi hermano Giancarlos Silvestri y a mi Padrino Miguel Ángel Castellanos, de cada uno de ustedes he aprendido a continuar caminando con confianza, a pesar de los obstáculos encontrados en el camino, pero con la certeza de que Dios me lleva de su mano; Jamás serán suficientes las palabras para terminar de agradecerles todo el amor que me brindaron. Eternamente agradecido.

A mis amigos, de manera particular a la señora María Gerez, quien me dio su apoyo en momentos difíciles de mi formación y en especial (+) Atilio Briceño, gracias por trasmitirme su experiencia, el cariño y el apoyo que me brindo siempre.

A mi compañero de tesis Daniel Paris por compartir está gran viaje conmigo.

A mi alma mater Universidad Valle del Momboy, por haberme formado como profesional capaz al servicio de la sociedad; al ING. Wilmer Méndez, asesor de tesis, por su valiosa colaboración y oportuna orientación que siempre me brindo.

A todos muchas gracias.

**Josué Becerra**

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA:  
CAMPUS TEMPÉ**

Autor(es): Br. Daniel A. Paris A.  
Br. Josué Becerra A.  
Tutor(A): Wilmer Méndez.  
Año: 2022

**RESUMEN**

Este estudio tuvo como objetivo general Diseñar el desarenador para el pre-tratamiento del agua en la acequia del Campus Tempé y como objetivos específicos: Evaluar el volumen de agua necesaria para el diseño del desarenador, Identificar los modelos de sedimentación para el diseño del desarenador, así como, Determinar la velocidad del flujo y sedimentación para el diseño del desarenador; en relación con ello, estuvo enmarcada en una investigación de tipo aplicada y de campo. En este sentido, se trabajó con una población radicada en el área de acequia que atraviesa el Campús Tempé, se utilizó la técnica de la observación, con un diseño de campo; produciendo como resultado que Diseñar el desarenador para el pre-tratamiento del agua en la acequia de Campus Tempé, es un procedimiento necesario y efectivo, que favorece la utilización de agua de calidad, por lo que se recomienda considerar para el pre-tratamiento del agua en la acequia del Campus Tempé el diseño propuesto en esta investigación, porque está elaborado con el debido soporte técnico-científico, igualmente, continuar con los procesos de clarificación coagulación, floculación, sedimentación y filtración para garantizar una buena calidad de agua de la acequia para el proceso de desinfección un tratamiento no agresivo a los ecosistemas naturales aguas abajo del Campus Tempé y replicar esta experiencia en la subcuenca del río Momboy para el saneamiento ambiental del mismo.

**Palabras Claves:** volumen de agua, pretratamiento, modelos de sedimentación desarenador hidráulico, caudal.

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA:  
CAMPUS TEMPÉ**

Autor(es): Br. Daniel A. Paris A.  
Br. Josué Becerra A.  
Tutor(A): Wilmer Méndez.  
Año: 2022

**ABSTRACT**

The general objective of this study was to Design the sand trap for the pretreatment of water in the Tempe Campus ditch and as specific objectives: Evaluate the volume of water necessary for the design of the sand trap, Identify the sedimentation models for the design of the sand trap, as well as, Determine the speed of flow and sedimentation for the design of the grit trap; In relation to this, it was framed in an applied and field type investigation. In this sense, we worked with a population living in the ditch area that crosses Campus Tempe, using the observation technique, with a field design; producing as a result that Designing the sand trap for the pretreatment of water in the Campus Tempe ditch, is a necessary and effective procedure, which favors the use of quality water, for which it is recommended to consider for the pretreatment of water in the ditch of the Tempe Campus Tempe the design proposed in this research, because it is elaborated with the due technical-scientific support, in addition, to continue with the processes of clarification, coagulation, flocculation, sedimentation and filtration to guarantee a good quality of water from the ditch for the disinfection process. a non-aggressive treatment of the natural ecosystems downstream of the Tempe Campus and replicate this experience in the Momboy River sub-basin for its environmental sanitation.

**Keywords:** volume of water, pretreatment, sedimentation models hydraulic desilter, flow

## INDICE

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	6
RESUMEN.....	8
INDICE.....	10
INDICE DE TABLAS.....	13
INDICE DE FIGURAS.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA.....	17
Planteamiento del problema.....	17
Problemas de la investigación.....	19
Problema general .....	19
Problemas específicos .....	20
Objetivos de la investigación .....	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos .....	20
Justificación de la Investigación .....	20
Práctica.....	20
Social.....	21

	12
Metodológica .....	22
Teórica .....	22
Alcances y Limitaciones .....	22
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>24</b>
<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>24</b>
Antecedentes de la Investigación .....	24
Internacionales .....	25
Nacionales.....	29
Bases teóricas.....	32
Bases legales.....	46
Definición de términos básicos .....	48
Operacionalización de las Variables.....	51
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>52</b>
<b>MARCO METODOLOGICO.....</b>	<b>52</b>
Tipo y Diseño de la investigación.....	52
Tipo de investigación.....	52
Diseño de la investigación .....	53
Población y muestra.....	53
Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	54
Procesamiento y análisis de datos.....	55
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>57</b>
<b>ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>

Dimensión 1: Volumen del agua en el proceso de desarenado.....	57
Dimensión 2: Modelos de sedimentación.....	59
Dimensión 3: Matriz de selección de modelos de sedimentación.....	60
CAPÍTULO V.....	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
Conclusiones.....	68
Recomendaciones.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71
ANEXOS.....	73

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 <i>Operacionalización de la variable</i> .....	51
Tabla 2 <i>Matriz de doble entrada para la selección del modelo de sedimentación</i> .....	60
Tabla 3 <i>Matriz de selección del modelo de sedimentación</i> .....	61
Tabla 4 <i>Relación ancho, largo y profundidad de la zona de sedimentación</i> .....	66
Tabla 5 <i>Dimensiones del desarenador seleccionado</i> .....	66

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Vertedero rectangular .....	58
Figura 2 Selección de modelos de sedimentación .....	62
Figura 3 Componentes del desarenador rectangular de flujo horizontal .....	63

## INTRODUCCION

Los problemas relacionados con el agua como recurso natural más demandado en el mundo cada día cobra mayor preocupación, dado que los crecimientos desordenados, la industrialización, entre otros, ejercen una mayor presión comprometiendo seriamente su disponibilidad en términos de cantidad y calidad. El problema del agua abarca a toda la humanidad, siendo una expresión del mal manejo y su impacto en las condiciones de vida; esta realidad lleva a reflexionar en la necesidad de abocarse al seguimiento de la problemática, que genera una lucha en el uso del recurso agua como elemento esencial del desarrollo económico y social de una nación; puesto que ella forma la vida misma, con ello se garantiza la solución de necesidades básicas como salud, producción, alimentación entre otros aspectos del ser humano y de los ecosistemas naturales.

Considerando los proyectos que la universidad tiene en el Campús Tempé, a la luz de impulsar el desarrollo de los espacios donde se esta se encuentra, así como, la contribución para el desarrollo agrícola, se estima la ejecución del trabajo de investigación: diseño de un desarenador en el pre tratamiento del agua de la acequia del Campus Tempé, cuyo propósito se orienta a que los estudiantes, en el caso particular de Ingeniería Industrial realicen sus aportes técnicos. Esta investigación genera interés por la naturaleza del proyecto, la cual va dirigida al mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales.

La investigación tiene utilidad por la intención que tiene el proyecto, no solo a nivel académico, social, económico, productivo y ambiental, sino que sirve de apoyo teórico para futuras investigaciones vinculadas con el tema.

El trabajo, se enmarca metodológicamente en la investigación aplicada con un diseño de campo, además, consta del desarrollo de cinco capítulos.

En el primer capítulo se plantea el problema, permitiendo formular las interrogantes de la investigación; también se establecen los objetivos que buscan dar respuesta a dichas interrogantes.

Además se expone la justificación de la investigación, así como sus delimitaciones; el capítulo dos trata lo relativo al marco teórico, dando a conocer los antecedentes que tienen el trabajo de investigación, las bases legales que la sustentan; los términos básicos tratados en el proyecto. En cuanto al tercer capítulo, se expone el marco metodológico, mostrando el tipo de investigación, el diseño, la población a estudiar, así como la muestra, las técnicas para la recolección de información, sus instrumentos, técnicas de procesamiento y los análisis de los datos. En el cuarto capítulo muestra el análisis de los resultados y finalmente en el capítulo cinco se manifiestan las conclusiones y recomendaciones que aporta el proceso investigativo en relación al tema.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Planteamiento del problema**

Cada vez es mayor la preocupación respecto a los problemas relacionados con el recurso natural más demandado en el mundo, como es el agua; los crecimientos desordenados, la industrialización, entre otros, ejercen una mayor presión comprometiendo seriamente su disponibilidad en términos de cantidad y calidad. El conflicto del agua abarca el mundo global, siendo esto una expresión del mal uso y su impacto en las condiciones de vida del ser humano y de los ecosistemas naturales.

La agencia de las Naciones Unidas (2019) afirma que “la penuria de agua se contempla como el punto en el que el consumo de los usuarios afecta la calidad de la misma, de manera que la demanda no puede ser complacida completamente” (p.2).

El agua fomenta el crecimiento y el desarrollo tanto económico como social de una región, afecta los patrones de vida y la cultura, por lo que indica que es un agente dominante en el desarrollo de las comunidades y no cabe duda, que se han logrado notables avances respecto a las tecnologías del tratamiento de las aguas, buscando formas de solución para su mantenimiento, sin embargo, se requiere implementar acciones que vayan en beneficio del agua y por ende, de la población en su conjunto.

Por otra parte, sobresale que el principal usuario de agua dulce es la agricultura, utilizando a nivel mundial un promedio del 70% de todos los surtidores hídricos superficiales; el agua en la agricultura es uno de los factores más frecuentes en su tratamiento, de tal forma, que la calidad de

la misma constituye un elemento importante para la producción de alimentos en la subsistencia de la sociedad.

La agricultura es motivo y mártir al mismo tiempo de la contaminación de los recursos hídricos, generada por la descarga de sedimentos y contaminantes, uso de aguas residuales y subterráneas contaminadas que producen la transmisión y propagación de enfermedades, que merman el rendimiento, productividad y calidad de los cultivos.

Esta realidad lleva a reflexionar en el seguimiento de esta problemática, que genera duros conflictos del recurso de agua para uso esencial del desarrollo económico y social de una nación; dado que el agua forma la vida misma, necesaria para satisfacer las necesidades básicas (salud, alimentación, producción, entre otros aspectos).

La Universidad Valle del Momboy, en relación a estos argumentos, como institución privada universitaria, de carácter comunitario, sin fines de lucro e inspiración humanista, cuyo fin es contribuir al desarrollo humano sostenible en la región andina venezolana y su enfoque orientado en la promoción del desarrollo humano con ética y calidad de procesos, mediante procesos participativos, competentes y emprendedores, entre uno de sus proyectos está el Campus Universitario, que representa una síntesis creativa entre la tradición y lo avanzado de la ciencia del conocimiento, la armonía con el entorno, la adopción de las tecnologías apropiadas para crear una Universidad respetuosa del ecosistema y los valores arquitectónicos andinos; destacándose en el pensum de Ingeniería Industrial, el desarrollo industrial, tecnológico y empresarial mediante el diseño, implementación monitoreo y coordinación de sistemas productivos, a la par del cuidado del ambiente, el bienestar económico y social.

Destaca además, la "formación integral de personas" mediante una preparación profesional adecuada, desarrollo del hábito crítico y reflexivo en el alumno, lo cual fomentará la inventiva

profesional y la libertad necesaria para participación ciudadana en el ámbito rutinario, profesional y social.

La institución cuenta con varias sedes, diseminadas en el casco central del municipio Valera o en su periferia, una de ellas, ubicada en la avenida principal del sector San Isidro, conocido como CAMPUS TEMPÉ; está concebido como una ciudad jardín, es un parque temático de vivencia, disfrute y aprendizaje del desarrollo humano sustentable.

El Campus esta bordeado por una acequia que brinda agua para la irrigación de cultivos y pasto en su propiedad, como también en áreas aledañas, ese canal artificial no revestido, traslada agua clasificada como subtipo 1B destinada al uso doméstico y al uso industrial según gaceta oficial no 36013 de fecha 2 de agosto de 1996, las cuales deben ser acondicionadas a través de tratamientos convencionales, por lo cual, es posible, el aprovechamiento de la acequia como vía natural de agua, permitiendo un suministro regular y seguro para el Campus Tempé.

El aprovechamiento de estas aguas, está condicionado al uso de un grupo de estructuras físicas que no existen en el Campus, limitando severamente el uso de la misma para el desarrollo y crecimiento agrícola. La universidad adelanta una serie de acciones para mejorar la calidad, entre ellas está el diseño de un Desarenador para el pre-tratamiento del agua de la acequia eliminando partículas indeseables como son las arenas que son arrastradas por el flujo de agua.

## **Problemas de la investigación**

### **Problema general**

¿Cuáles son los elementos a considerar en el diseño de un desarenador en el pre tratamiento del agua de la acequia del Campus Tempé?

### **Problemas específicos**

¿Cómo evaluar el volumen de agua necesaria para el diseño del desarenador?

¿Cómo determinar los modelos de sedimentación para el diseño del desarenador?

¿Cómo determinar la velocidad del flujo y sedimentación para el diseño del desarenador?

### **Objetivos de la Investigación**

#### **Objetivo general**

Proponer el diseño de un desarenador para el pre-tratamiento del agua en la acequia del Campus Tempé.

#### **Objetivos específicos**

Estimar el volumen de agua necesaria para el diseño del desarenador.

Identificar los modelos de sedimentación para el diseño del desarenador.

Determinar la velocidad del flujo y sedimentación para el diseño del desarenador.

### **Justificación de la investigación**

Considerando los proyectos que la universidad tiene en el Campus, con motivo de impulsar los espacios donde se encuentra la misma, así como, el aporte para el desarrollo agrícola, se estima la ejecución del trabajo de investigación: diseño de un desarenador en el pre tratamiento del agua de la acequia del Campus Tempé, cuyo propósito se orienta a que los estudiantes de Ingeniería Industrial hagan los aportes técnicos al respecto de los expuesto anteriormente. Esta investigación

genera interés dado que la naturaleza del proyecto va dirigida al mejoramiento de las variables de índole social, económica, ambiental entre otros aspectos. Es la parte del trabajo en la que mediante:

Una exposición de los objetivos, se muestra la viabilidad, pertinencia o importancia de la investigación, mencionando los beneficios que ésta proporcionará o cuál será su impacto a corto, mediano o largo plazo, la utilidad que el trabajo tiene para la comunidad. (Arias, 2003, p.13)

Esta investigación tiene utilidad por la intención que demanda la naturaleza del proyecto, no solo a nivel académico, social, económico, productivo y ambiental, sino porque sirve de apoyo teórico para futuras investigaciones vinculadas con el tema.

Desde la perspectiva práctica, es provechoso que el “Campus Tempé”, disponga de proyectos de esta índole en el tratamiento de agua y su aprovechamiento con propósitos agrícolas en aras del desarrollo humano sustentable; es indispensable el diseño de obras de infraestructura que permitan el uso del agua para la producción de cultivos, satisfaciendo necesidades del entorno, mejorando así las condiciones de vida en la población.

Igualmente, desde el punto de vista social, el trabajo de investigación se justifica, ya que sus objetivos, orientan la investigación hacia el estudio y desarrollo de una estructura que aportará beneficios a la comunidad en lo referente a la satisfacción de una necesidad esencial para el ser humano, como lo es el agua, por lo que el planteamiento de sus motivos, le otorga una proyección social la cual explica su desarrollo e implementación como proceso investigativo desde este punto de vista.

Desde el punto de vista económico el proyecto es pertinente, ya que la realización de éste, constituye un recurso que permitirá en definitiva el mejoramiento de las condiciones de vida, lo que se puede traducir como un procedimiento que a la larga beneficiará la economía de la población.

Por otra parte, Hernández y otros (2015) refieren que “toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, en el cual se define el uso de técnicas, estrategias, instrumentos y determina el nivel o tipo de trabajo”, teniendo en cuenta el abordaje del problema, la manera como se recolectan los datos que se requieren para llevar adelante el proyecto, el cual permitirá lograr en forma precisa los objetivos que pretende alcanzar el investigador; de allí su importancia, puesto que este proceso facilita los aportes teórico-metodológicos para llegar al cumplimiento del objetivo general.

### **Alcances y limitaciones**

El alcance de una investigación, queda entendido como:

Aquello que se logra a partir de la realización de un proceso investigativo, se enlaza con los objetivos, el logro de metas; es aquella que indica hasta donde se llega con el desarrollo de la investigación y que beneficios ofrece a las personas en todas las esferas, ya sea en lo ambiental, económico, productivo, social y humanístico. (Hernández y col, 2015)

En consideración a esta perspectiva, cabe señalar que el proyecto de investigación propone como objetivo el diseño de un desarenador que elimine partículas indeseables como las arenas y gravas en el agua que aporta la acequia del río Momboy que fluye en los predios de la Universidad “Valle del Momboy”, específicamente, cerca de sus instalaciones administrativas conocidas como “Campus Tempé”; se aspira que la investigación genere resultados que se conviertan en un aporte valioso para llevar adelante el objetivo final del trabajo.

Por otro lado, las limitaciones de la investigación, quedan entendidas como “Aquel condicionamiento o dificultad en el cumplimiento de los fines y en el diseño de los métodos

utilizados para la recolección, procesamiento y análisis de los datos, así como los inconvenientes encontrados en la realización de la investigación” (Hernández y col, 2015).

No obstante, las limitantes consideradas en el proyecto a ejecutar, es que la investigación de esta naturaleza requieren de estudios previos, como calidad del agua y topografía del área, los cuales son excesivamente costosos, aunado a la escasa información al respecto del tema, sin embargo, el equipo investigación hace los ajustes necesarios para cumplir el compromiso asumido como futuros profesionales de la ingeniería industrial.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

Este capítulo hace referencia al sustento teórico relativo del desarrollo de la investigación, así como los antecedentes que tienen vinculación, congruencia y relación directa con el tema plasmado; igualmente, los fundamentos técnicos (bases teóricas) que componen al proyecto de Diseño del Desarenador para el Pre-Tratamiento de Agua de la Acequia en el “Campús Tempé”. Así mismo, las bases legales que justifican jurídicamente la ejecución de obras de infraestructura en el área, respetando el ecosistema, el entorno social, la terminología básica-operacional y por último, la Operacionalización de la variable.

#### **Antecedentes de la Investigación**

Los antecedentes de la investigación representan los estudios previos al tema, los cuales facilitan su relación o interés directa con el proyecto de diseño de obras infraestructura física; estos estudios muestran su utilidad en el cumplimiento de los objetivos propuestos, también, ilustran los distintos enfoques del problema. Es así, como los antecedentes de la investigación reflejan exclusivamente otros trabajos de investigación nacional e internacional. A este respecto los antecedentes se refieren como:

Todos aquellos trabajos de investigación que preceden al que se está realizando, pero, además expone que debe guardar relación con los objetivos del estudio, es decir, son los trabajos de investigación relacionados con el objeto de estudio presente en la investigación que se espera llevar a cabo. (Tamayo, 2006, p.89)

Por su parte, Sabino (2002), expresa que “los antecedentes de la investigación son estudios previos y tesis de grado relacionados con el problema planteado, son investigaciones realizadas precedentemente y que guarden alguna vinculación con el problema en estudio” (p.39).

Los estudios precedentes al proyecto nos llevan a tener una visión más clara de los aspectos a ejecutar en el diseño del Desarenador para el Pre-Tratamiento de Agua en la Acequia del Campús Tempé. Entre las investigaciones anteriores que guardan correspondencia con el objeto del presente estudio, especifican en:

### **Antecedentes Internacionales**

En este tópico, Moya e Irazabal (2021) realizaron un trabajo de tesis titulada Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial para mejorar la calidad de vida de la parroquia Puerto Misahuallí Cantón Tena, Provincia de Papo, realizado en Ecuador; donde el objetivo general estuvo enmarcado en el diseño de un alcantarillado sanitario, pluvial y en el ofrecimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para disminuir la contaminación de las aguas que drenan a los primordiales afluentes hídricos de la localidad, debido a su alta incidencia turística.

El proyecto empleó una metodología que le permitió contar con los estudios topográficos, además del manejo de la estación total de geo-referenciado con dos BMs existentes in situ. El diseño del boceto, se manejó en el software civil 3D, usaron tubería de tipo PVC con un diámetro nominal de 250 milímetros y una longitud de 6844,66 metros en el alcantarillado sanitario, un diámetro nominal de 400 milímetros, con una longitud de 4498,29 metros para el alcantarillado pluvial, verificando que se cumpliera con todos los parámetros hidráulicos estipulados.

Las conclusiones de este trabajo fueron veinticuatro planos, 3 hojas de cálculos hidráulicos, 5 hojas de cálculo de diseño de planta de tratamiento de aguas y un presupuesto

referencial de USD 2.806.737,38 centavos para que a futuro se ejecute, contribuyendo así con progreso parroquial de Puerto Misahuallí.

La investigación anterior mantiene correlación con el proyecto de investigación vigente, debido a que ambas tienen como intención final el diseño de sistemas para el tratamiento adecuado de las aguas, para minimizar la contaminación, lo que garantizaría que los afluentes de agua permanezcan en condiciones óptimas.

Por otro lado, Ortega (2019), efectúa un trabajo denominado Estudio de la eficiencia de dos desarenadores para cámaras de inspección bajo distintas condiciones hidráulicas de carga de sedimentos, en la Universidad de los Andes de Bogotá; donde el objetivo fue medir, lo anteriormente dicho dentro de cámaras de inspección plástica, de 1m de diámetro, que siguen tanques de almacenamiento de agua tipo celdas plásticas modulares.

La investigación fue de tipo documental; las fuentes primarias y secundarias de información proporcionaron la población, que fue consultada mediante un cuestionario estructurado, cuyos resultados proyectaron, que las urbanizaciones nuevas construidas de manera progresiva han generado un ciclo de agua alterado, en las etapas de evo-transpiración e infiltración natural, lo cual ha influido en el aumento de escorrentía en los suelos de las comunidades.

Así mismo, las redes existentes de alcantarillado pluvial, no fueron diseñadas para atenuar tales efectos, son colapsadas de manera rápida, ocasionando inundaciones, aumento de los caudales de entrada por unión errónea en los alcantarillados sanitarios, trayendo alteraciones en el ámbito de salubridad, seguridad vial, también el aumento en los volúmenes de escorrentía, la erosión de los suelos de todo tipo (naturales y artificiales), generándose también el arrastre de sedimentos, arena, basura que imposibilitan la inspección, limpieza y mantenimiento interno de las mismas.

Esta investigación permite considerar ciertos criterios técnicos para el diseño del desarenador como son los expuestos por el autor presentado anteriormente, además, ambos trabajos persiguen como meta diseñar un desarenador eficaz y conveniente con la finalidad de retener la arena que llevan las aguas para evitar que estas ingresen al canal de aducción y generen serios problemas al área.

Barnuevo (2018) realizó una investigación titulada, Nuevo diseño del Desarenador desaguadero del canal Taymi en Pucalá, Provincia de Chiclayo Región Lambayeque, cuyo objetivo fue el diseño del Nuevo Desarenador Desaguadero del Canal Taymi; la metodología se orientó como un plan con diseño de campo, se realiza una revisión adecuada del desarenador existente para conocer sus características y las condiciones que limitaban su funcionamiento, bien sea por el desgaste producto del tiempo de funcionamiento o por el surgimiento de nuevas tecnologías que permiten el uso de aparatos más eficientes y con menor costo.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que la tecnología propuesta en el proyecto, favorece la materialización de un funcionamiento adecuado, contando con una estructura hidráulica correcta, reconociendo que se garantiza la limpieza, la descolmatación oportuna y el buen funcionamiento de obras complementarias.

Proyectos de este carácter descenden notablemente los costos de limpieza y descolmatación anual, realizada en forma mecánica en el desarenador actual. El nuevo diseño del desarenador desaguadero, producirá un mayor caudal para irrigación, fomentando la producción agrícola, contribuyendo a unas condiciones de vida ideales para la población; se relaciona con la presente investigación, en cuanto que ambos trabajos pretenden que el desarenador diseñado realice un tratamiento adecuado a las aguas, mejorando así, las condiciones de vida de los habitantes mediante la disposición de una fuente confiable de agua.

Continuando con los antecedentes, se hace referencia al trabajo de Cubillos y Naranjo (2018) el cual se denomina, Diseño hidráulico de obras civiles para la captación y tratamiento de agua cruda del sistema de acueducto centro poblado la Magdalena municipio de Quebradanegra, Cundinamarca, presentado en Colombia, que tuvo como objetivo proponer una opción de diseño para la captación, gestión y uso múltiple de agua para el Centro Poblado La Magdalena.

La metodología utilizada fue un proyecto factible con diseño de campo y para su desarrollo se realizó una investigación bibliográfica, acerca de las características que debe cumplir una planta de tratamiento de agua realmente eficiente, y las características de la fuente de agua (filtros, sedimentador, desarenador y floculador) del centro poblado en cuestión; con la información recopilada se concluye, que la quebrada utilizada como fuente de suministro de agua posee un caudal adecuado para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad; el autor deja claro que “se debe contar con una planta de tratamiento adecuada para procesar el agua cruda, para lo cual sugiere una PATAP siglas para una planta de tratamiento de agua potable planificada con la facultad de remover mesófilos aerobios, coliformes totales y coliformes fecales para que los usuarios gocen de agua de calidad de los sistemas de acueductos.

Guarda relación directa con el proyecto diseño del desarenador de la acequia del Campús, porque sus objetivos son similares a los de la misma, partiendo de su revisión documental, se realiza un análisis exhaustivo de los desarenadores y sus características esenciales, como fragmento del diseño de la planta de tratamiento, además, su metodología de trabajo, también lo aproxima en forma evidente al que se plantea en el presente proyecto.

López (2017) en su trabajo titulado Sistema de desarenación hidráulica mediante fuerza centrífuga, de flujo continuo y auto lavable (Defuca), presentado en Colombia, tuvo como objetivo diseñar una red de sistemas de desarenación hidráulica, partiendo de la fuerza centrífuga que

permita separar la arena del agua, utilizando materiales reciclables y reutilizables aplicable para localidades marginales y vulnerables en zona rural, cuya metodología fue un estudio experimental, exploratorio y cuantitativo integrado por conglomerado de actividades ordenadas realizadas para determinar la eficiencia de remoción de arenas y sólidos suspendidos de muestras de agua y establecer que tan eficiente es la fuerza centrífuga en la desarenación.

Elabora un prototipo con materiales de fácil acceso, que le sirve como parámetro de referencia en esta estructura, concluyendo que al realizar la prueba hidrodinámica para estimar, determinar y comprobar la eficiencia del desarenador se obtuvo un nivel en retención de partículas de arena del 85.95%; es importante acotar que según la norma RAS 2000, la eficiencia de un desarenador debe ser alrededor del 75%; de acuerdo con el resultado obtenido se establece que el desarenador es apto para su funcionalidad.

Este trabajo indica que un desarenador purifica el agua mediante la implementación de la fuerza centrífuga, así se aproxima los objetivos que se persiguen, con los que se llevará a cabo la investigación que se presenta.

### **Antecedentes Nacionales**

Los trabajos ejecutados en Venezuela, tienen pertinencia con el proyecto que se desarrolla en el Campús Tempé sobre desarenadores y sirven de referencia en la materialización de los objetivos planteados. Es de hacer notar que trabajos de esta naturaleza se han publicado poco, posiblemente por la escasa investigación producida en este aspecto, que demanda de requerimientos en la producción de información requiriendo de inversión cuantiosa para la obtención de información, además, de la poca información generada en nuestro país.

Urdaneta, K (2021), en su trabajo denominado Propuesta de mejora para la gestión de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Católica Andrés Bello. Extensión Guayana, cuyo objetivo estuvo dirigido a germinar una propuesta para mejorar la gestión y así optimizar la calidad del efluente (líquido), eludiendo exponer el lugar donde se vierte el agua tratada y disminuyendo el riesgo ambiental.

La metodología utilizada se basó en la descripción de la gestión de la planta, como también, los métodos de recolección de datos, ya sean entrevistas y encuestas no estructuradas, observación directa de todos los procesos; para esto se implementaron diagramas de flujo. Se generó un diagnóstico en base a la información anterior, análisis FODA y matrices de riesgos. El trabajo tiene como resultados: el conocimiento de los procesos y componentes de la planta, verificación de las normas vigentes para efluentes; se propuso las mejoras a nivel estratégico, procesal, en mantenimiento, seguridad y en el equipamiento de la planta; Se reveló que la planta a pesar de ser tipo de lodos activados, no ejerce función como tal, debido a que la cantidad de biomasa presente en el reactor biológico no es capaz para su re-circulación.

El trabajo es vinculante debido a que la planta de lodos activados presenta sistemas de pre-tratamiento para la eliminación de cuerpos extraños ajenos a la planta, tal como ocurre en la acequia, cuyo caudal va a ser aprovechado, además, de las técnicas de recolección de datos de campo para mejorar la información básica necesaria para el diseño del desarenador

Maldonado (2019) en su trabajo titulado Diagnóstico planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Urbanización Los Castores. Estado Miranda; tuvo como objetivo mejorar las condiciones de la planta de tratamiento de agua residual mediante su diseño.

La metodología utilizada se orientó en la revisión teórica que reflejan las condiciones actuales para el uso del agua, estimando dotaciones de dos escenarios: disponibilidad de agua por los pozos existentes y dotación de la normativa como criterios de demanda.

Se concluyó en este estudio, que la planta de tratamiento de aguas residuales de aireación extendida según el diseño original y sin realizar ampliaciones del sistema, la producción máxima de agua residual debe ser de 6 l/s, implicando una dotación de agua potable en el orden de los 200 l/personas-d para que siga operando tal como fue concebida.

Los parámetros largo-ancho-profundidad de la planta de tratamiento de agua residual de aireación extendida guarda relación con las dimensiones del desarenador propuesto en este proyecto.

Altuve y Ramirez (2011), presentan un proyecto en la Universidad de Carabobo, titulado, Propuesta de Normas Técnicas para el Diseño de sistemas físico-químicos en plantas de tratamiento de aguas residuales industriales; el objetivo fue desarrollar una propuesta de normas técnicas para diseñar sistemas físicos-químicos en plantas de tratamiento de agua residuales.

La metodología se orientó en la investigación documental y estudio descriptivo, en la modalidad de proyecto especial, realizando una revisión bibliográfica, así como, una exploración exhaustiva de toda la normativa encontrada al respecto; los resultados generados en este proyecto son que el sistema más frecuente es la coagulación-floculación, también las variaciones del PH entre los tanques de igualación, mezcla lenta y la dosificación de polímeros.

Se vincula con esta investigación al señalar que el pre-tratamiento es el primer proceso para acondicionar aguas con cargas orgánicas y minerales indeseables, como las partículas de arena en que obstruyen y colmatan la acequia del Campus Tempé y por su puesto la normativa legal vigente en Venezuela para evitar daños a los ecosistemas naturales.

## **Bases teóricas**

Comprenden un conglomerado de definiciones y proposiciones que forman una perspectiva determinada, enfocados en explicar fenómenos.

Las definiciones a utilizar, que son necesarias para articular el estudio que se pretende realizar a los principios teóricos y las definiciones operacionales que son esenciales para poder llevar adelante cualquier investigación o proyecto, ya que los datos deben ser recogidos en términos de hechos observables. (Tamayo, p. 147)

En este contexto, el proyecto de investigación, constituye la fuente fundamental en la construcción de los basamentos teóricos que facilitan el cumplimiento de los objetivos establecidos para esta investigación, como aporte al desarrollo económico, social, ambiental, así como al impacto físico y técnico de los espacios de la Universidad Valle del Momboy. El Pre-Tratamiento del agua es la parte principal de un sistema de tratamiento, donde se origina la remoción de todo material sólido, ya sea grueso, fino o abrasivo que pudiera perjudicar los equipos o etapas posteriores del proceso; ello, implica conocer que sistemas de separación se utilizan, siendo estos, tamices y rejas para la separación de partículas de un tamaño grande, como botellas de plástico, desarenadores para separar la arena presente en el agua cruda y trampas para descartar grasas y aceites.

También se hace indispensable, la referencia sobre las operaciones más importantes en el pre-tratamiento, como el: Desbaste, desarenado, desengrasado y homogeneizado.

Según el Ministerio del Ambiente (2008) “Los acueductos son sistemas que permiten el transporte de agua en forma de flujo continuo desde el lugar de captación que se denomina bocatoma, hasta un punto de consumo distante, que generalmente es un poblado o una ciudad” (p. 35). Según el tamaño de la comunidad a la que se surte del vital líquido, en ingeniería, el término

acueducto se usa para referirse a cualquier sistema de tuberías, zanjas, canales, túneles y otras edificaciones usadas para la conducción de agua de un lugar a otro. Actualmente se sabe que estas estructuras se utilizaron desde tiempos de la antigua Grecia, el imperio Egipcio y el imperio Romano, ya que aún existen sistemas de acueducto construidos por los conquistadores de Roma funcionales desde ese periodo.

La forma en que estas obras fueron construidas respondieron a las características de la época, obedeciendo a las demandas de una población, que como se expuesto en párrafos anteriores, se requiere permanente y continuamente del recurso agua.

Los acueductos, según Valdez (2005) “pueden tener diversas formas y formatos dependiendo de cada situación: la distancia a recorrer, el tipo de terreno” (p. 89). Los acueductos tienen formas similares a edificaciones como puentes, uniendo distancias considerablemente importantes. Por ellos circula de manera permanente el agua, generalmente presentan gran altura e inclusive arcos de medio punto haciendo en ambos lados de sus columnas homeostasis, como los elaborados por el Imperio Romano. También se pueden observar formas primitivas como surcos simples en el terreno creando desvíos del curso de agua natural. Existen formas más modernas construidas con materiales como metal, sin embargo, pueden estar bajo la forma de pozos o entubados.

Estos acueductos sirven de referencia en la dirección del agua por un camino preestablecido, lo cual implica la construcción de vías de metal en forma de tuberías, cemento en forma de canales pre-elaborados u otro material que permita la conducción segura del líquido; los acueductos modernos, tienen como característica el hecho de que durante este recorrido se presentan algunas obras que permiten el tratamiento del agua, para que esta sea apta y de buena calidad, por lo que debe ser liberada de partículas extrañas que pueden encontrarse en suspensión

y de agentes bacteriológicos que actúen como focos productores de enfermedades generalmente del tipo gastrointestinal.

Un elemento que forma parte de un tratamiento y que es necesario para realizar un proceso de purificación adecuado es el tratamiento con los desarenadores, los cuales tienen como función decantar el material granular proveniente de la fuente y retenerlo momentáneamente en un área denominada almacenamiento de lodos, a fin de evitar que ingresen partículas al canal de aducción o la PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable) y la obstaculicen creando serios problemas de obstrucción, disminuyendo así la facultad hidráulica de la planta y llegando incluso a producir daños irreparables en ésta, haciéndola totalmente infuncional.

### **Pre tratamiento del agua**

Todo proceso en el mejoramiento de la calidad de agua, lleva implícito una serie de acciones a seguir para cumplir con su propósito, entre estas tenemos el Pre-Tratamiento o tratamiento primario, que según Catalán et al (2000) comprende una serie de operaciones de carácter mecánico, físico o físico-químicos, exigidas por la naturaleza y procedencia del agua bruta residual; incluye la construcción de obras que faciliten eliminar todo tipo de partículas que dificulten el curso del líquido en condiciones óptimas; en tal sentido, el Pre-Tratamiento son aquellos procesos que se sitúan a la entrada de la planta depuradora para eliminar los residuos sólidos, arenas y grasas, que si no se separan dañan mecánicamente los equipos de la subsiguiente fase de tratamiento y sedimentación en las tuberías, así como los conductos de la instalación, obstruyendo y produciendo pérdidas de eficiencia.

Como se refirió en párrafos anteriores, el pre-Tratamiento es la etapa inicial en el sistema de tratamiento de agua, donde se realiza la remoción de todo material sólido grueso, fino y abrasivo

que pueda dañar y afectar los equipos o procesos posteriores del mismo sistema. Para este autor, las operaciones más importantes de Pre-Tratamiento son el Desbaste, Desarenado, Desengrasado y Homogeneizado:

**DESBASTE:** En esta operación es donde se eliminan los sólidos de mayor tamaño del agua residual; aquí el agua se hace pasar por rejas o tamices, teniendo como objetivo separar todo material de tamaño excesivamente grueso que representan contaminación y en consecuencia, daños; esta operación tiene por finalidad la separación y recogida de materiales que, por su volumen o naturaleza, pueden dificultar el éxito o complicar otras operaciones al tratamiento; básicamente, consiste en la disposición de rejas de limpieza manual o mecánica.

Igualmente, el **DESARENADO:** Son aquellas materias que se indican generalmente con el nombre de arenas, están constituidas por gránulos minerales de distinta procedencia; para eliminar estas partículas indeseables se dimensionan unos depósitos especiales, largas, bajos y anchos, con fondo casi horizontal y dimensiones de forma que los líquidos alcancen una velocidad suficiente para la depositación de la arena.

**DESENGRASADO:** En este proceso se separan las grasas y aceites arrastrados por el agua residual, generando numerosos problemas en el proceso de depuración; se realiza con el fin de evitar que las mismas perturben el proceso.

**HOMOGENIZACION:** Se le considera como la entrada de agua a la planta depuradora, en lo que respecta al caudal como a carga contaminante; estas variaciones dificultan el correcto desarrollo de los tratamientos, sean físico-químicos o biológicos.

En consecuencia, el pre tratamiento del agua genera beneficios para la población; incrementa la vida útil de los dispositivos o componentes mecánicos, asegura que el agua entregada al sistema de riego o redes de agua potable cumpla con el estándar de calidad requerido, contribuye

a la producción continua y fiable de agua, maximiza el ciclo de vida de la planta de tratamiento y de otros componentes, reduciendo así los costos.

### **Desarenadores**

Es una configuración o estructura que se diseña con el fin de detener la arena que traen las aguas servidas o superficiales, evitando así que accedan al canal de aducción, central hidroeléctrica o al proceso de tratamiento y lo frenen.

Un desarenador es un dispositivo que permite la retención del agua, de tal modo que partículas de arena puedan decantar como resultado de las fuerzas de gravedad y de otras fuerzas. En líneas de aducción por gravedad uno de los requerimientos para el desarrollo de las actividades humanas, es el diseño de una tanquilla con función desarenadora, ya que la obtención de un surtidor superficial proporciona el paso de materiales de cierto tamaño, especialmente en épocas de lluvia, lo cual provoca desajustes por la obstrucción en un corto tiempo. (p.120)

Por estas razones se hace necesario desarrollar mecanismos para quitar las sustancias presentes que perjudican la salud, haciéndose imprescindible construir sistemas de tratamiento.

No obstante, para contar con agua de calidad se han desarrollado varias técnicas que en esencia se basan en los mismos principios teóricos, los cuales serán una secuencia de procesos, siendo cada una interrelación de los anteriores a estos; los procesos mencionados son en su orden: captación, desarenado, coagulación-floculación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución.

En tal sentido, los desarenadores tienen la misión de eliminar arenas y sólidos que se encuentran en una suspensión sobre el agua y posteriormente, mediante una adecuada operación, arrojarlas al cauce de donde se capta el agua. Según López (2007) “los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar” (p. 87), por lo cual el desarenador está reservado

a imposibilitar que en el río, la arena en suspensión sea llevada a los canales y posteriormente a los campos. El desarenador se posiciona en el canal después de la toma del río.

Del mismo modo, se define un desarenador como obra hidráulica que tiene como objetivo generar decantación para facilitar luego la evacuación de partículas sólidas que se hayan incorporado a través de una obra de captación; los desarenadores se utilizan en tomas para acueductos, centrales hidroeléctricas (pequeñas), plantas de tratamiento y en sistemas industriales. Estos son tanquillas de flujo horizontal, que mantienen el caudal de salida, al igual que el caudal de entrada, es decir, de flujo continuo.

Si bien, existen diferentes tipos de desarenadores, los componentes esenciales para el cumplimiento de su función, son similares con pocas variaciones, de acuerdo con Corcho (2006, p. 129), estos son:

- La cámara, es el lugar donde se dispersa la energía del caudal que tiene el agua, que llega con cierto alcance de la captación. Es una parte donde se dirigen las líneas de corriente a través de elemento conocido como pantalla deflectora, que permite el descarte de alteraciones del flujo como turbulencias en la zona de sedimentación, y al mismo tiempo, previene caños que puedan generar movimientos circulares de la masa de agua para lograr una afluencia lo más homogénea posible en el área transversal.

- La zona de entrada, que es el sector en el cual, el caudal de las aguas se encuentran con dos estructuras:

El vertedero de exceso, es un dispositivo que se encuentra sobre una de las paredes, ubicadas paralelamente a la dirección de entrada que tiene el flujo del caudal del agua, su función es la de disipar el derroche de caudal que conduce la línea de aducción, sobre todo en épocas en que se sobre alimenta la fuente de agua, ya que si no se bota este excedente, el régimen de velocidad

en la zona de sedimentación aumenta, lo cual conlleva a una disminución en la eficiencia del desarenador, por lo cual este debe diseñarse para evacuar o eliminar totalmente el caudal que pueda conducir el reactor.

-Pantalla deflectora: Es la que divide la zona de entrada de la zona de sedimentación, en ella se ejecutan ranuras u orificios los cuales que permiten al agua pasar con una velocidad adecuada para que se origine la sedimentación, la que no debe ser superior a los 0.3m/s, en este sector, los orificios pueden ser en círculos, cuadrados de tipo rectangular, aunque se considera que los circulares son los más adecuados porque resultan más eficaces en su función.

- Tubería de limpieza, es un elemento importante cuando se genera la situación de tener que evacuar o eliminar toda el agua presente en el desarenador, sea por mantenimiento o por algún tipo de desperfecto que se presente en él.

-Zona de sedimentación, es en esta parte donde el régimen de flujo permite la remoción de los sólidos del agua; el funcionamiento de esta zona se fundamenta en procesos como el Asentamiento, que es aquel que se genera de la misma forma como ocurre en un recipiente o envase con líquido en reposo de la misma profundidad, donde el peso del material en suspensión por su peso específico, tiende a depositarse sobre el fondo del recipiente que lo contiene. La concentración de partículas de cada tamaño es uniforme en toda la sección transversal perpendicular al flujo y la velocidad horizontal del líquido o flujo está por debajo de la velocidad de arrastre de los lodos, de manera que cuando la partícula alcance el fondo, permanezca allí. Es en esta parte donde prácticamente ocurre la evacuación de partículas en suspensión del agua, es aquí donde se encuentran elementos y componentes como la cortina para sólidos flotantes, que es una especie de vigueta, la cual se ubica en la zona de sedimentación, cuya función es generar precipitación de todo agente extraño al líquido, hojas, papeles, ramas y palos que puedan evadir la

acción desarenadora del reactor del desarenador por ser más livianos que los residuos minerales; zona de lodo, es quien absorbe todo el barro/lodo sedimentado.

En el primer tercio de longitud queda entre el 60-90%, se deben tener en cuenta dos aspectos en el diseño: La forma de eliminación de lodos y la velocidad horizontal del agua del fondo, dado que si está es vasta, las partículas ya asentadas pueden ser suspendidas nuevamente en el flujo y ser llevadas al fluente. La zona de salida tiene como propósito mantener distribuido el flujo homogéneamente a la salida de la zona de sedimentación, para generar una velocidad constante de flujo del agua que se está tratando, la estructura de salida determina en buena parte la proporción de partículas que pueden ser puestas como suspensión en el caudal de la fuente. Existen diversos tipos de estructuras para fabricar esta zona de salida, dentro de estas, cabe mencionar los vertederos de rebose, canaletas de rebose y los orificios (circulares o cuadrados).

### **Modelos de Sedimentadores o desarenadores**

Existen diversos criterios para clasificar los desarenadores, Valdez (2005) los clasifica según su mecanismo en:

Desarenadores rectangulares de flujo horizontal: se incluyen dentro de este tipo, aquellos desarenadores en los que el agua que se va a tratar se dirige a través de la cámara cumpliendo una trayectoria horizontal, producto del caudal del río o fuente de agua, el control de la velocidad lineal del flujo se obtiene con las dimensiones del canal, posicionando unas compuertas especiales en el desarenador a la entrada del dispositivo, para generar una excelente distribución del flujo o puede utilizarse vertederos de salida con secciones especiales, lo cual permite mantener el flujo de agua constante, logrando un funcionamiento del mecanismo.

Desarenadores cuadrados de flujo horizontal: Este tipo de desarenadores se han usado desde el siglo pasado, aproximadamente desde 1930; en este dispositivo, la fuerza del caudal afluyente se reparte homogéneamente en todo lo largo de la sección transversal del tanque, utilizando para ello una colección de compuertas o deflectores, por donde el agua circula dentro del mismo hasta derramar por un vertedero de descarga libre. Existen diversos tipos de sedimentadores, en los cuales, los sólidos que sedimentan se movilizan por medio de barredores mecánicos de rotación hasta un pozo situado a un lado del tanque. Estos se extraen del mismo con apoyo de mecanismos inclinados, como rastrillos recíprocos, tornillos sin fin o con un ciclón desarenador, lo que permite dividir la materia orgánica que pudiese estar presente, logrando concentrar la arena que es sometida a una fase de lavado, mientras que el material orgánico se retorna al tratamiento.

La carga superficial es la base del diseño de este tipo de desarenador, la cual depende del tamaño que tienen las partículas en suspensión, así como también, de la temperatura a la cual se encuentra agua residual.

Desarenadores aireados: el principio de funcionamiento de estos mecanismos está fundamentado en que las arenas son removidas por medio de un movimiento en espiral ejercido por el agua residual que ingresa, porque la masa de las partículas de arena se acelera y abandonan por esta causa las líneas de flujo hasta que llegan al fondo del tanque, debido a que el flujo en espiral es un área con aceleración variable inducido mediante aire inoculado.

Los factores principales que contribuyen a la fama de este tipo de desarenadores aireados, respecto a los de flujo horizontal son, en primer lugar, producen un insignificante erosión de los equipos, tampoco necesitan contar con una zona independiente para lavados de arenas en aéreas donde las aguas residuales industriales son descargadas en la red de alcantarillado. (Valdez, 2005, p.47)

Se debe destacar que los desarenadores aireados están diseñados para remover impurezas que van desde 0,21 milímetros de diámetro en adelante, con una retención en intervalos desde 2 a 5 minutos en condiciones de caudal extremo y que la velocidad de giro del mecanismo establece la cantidad de partículas que se remueven según su gravedad específica.

Este desarenador funciona creando un flujo en espiral en el líquido, por ello tiene un conducto colector de arenas de unos 0.9 metros de profundidad, con paredes laterales muy inclinadas, situado a la longitud del fondo del tanque, debajo de los difusores de aire, los cuales están entre 1.5 y 2 pies (0.45 a 0.6 metros) por encima del fondo del tanque; para ejercer un control hidráulico sobre los componentes y mejorar la eficacia en la remoción o eliminación de arena, se sitúan unos deflectores tanto en la entrada como la salida.

Desarenador tipo vórtice: el funcionamiento de estos dispositivos tiene como cimientos la formación de un remolino, el cual es inducido mecánicamente, él se encarga de capturar las partículas sólidas en una tolva central dentro de un tanque en forma circular; los principales elementos que forman parte de estas estructuras son las cámaras con fondo plano, con una rendija pequeña para recoger la arena; cámaras con un fondo inclinado y una rendija grande, la cual lleva a la tolva, el vórtice que dirige los sólidos hacia el centro, unas paletas rotativas que incrementan la velocidad, generando la fuerza suficiente para suspender el material orgánico más liviano y de esa manera, introducirlo de nuevo al flujo que pasa a través de la cámara de arena.

Estos desarenadores pueden ser de dos tipos: de flujo variable, siendo una variante que se utiliza en pequeñas instalaciones, debido a su sencillez, la arena y los desechos se extraen manualmente del canal longitudinal, el cual tiene un aforo de unos cinco días de almacenamiento; de flujo constante, éstos son estructuras más complicadas, las cuales mantiene una velocidad

uniforme en el flujo del agua de más o menos 0,3 metros sobre segundo independientemente del flujo de la fuente.

El canal de Parshall es el más utilizado, este es un canal simple que tiene paredes paralelas con una estrechez hacia la parte media, que induce a un aumento directamente proporcional, es decir, si aumenta el caudal, aumenta la altura de la lámina de agua. Las características de estos desarenadores de flujo constante son:

- Carga hidráulica menor o igual a  $70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ .
- Velocidad Horizontal  $0,3 \text{ m/s}$ .
- Tiempo de Retención 1-2 min a Carga máxima.
- Longitud 20-25 veces la altura de la lámina de agua.

Desarenadores rectangulares aireados: Para cumplir su función, estos desarenadores inyectan ciertas cantidades de aire en su cámara, lo cual provoca una corriente helicoidal del fluido, que produce una velocidad constante de barrido de fondo, que es perpendicular a la velocidad de paso, esta puede tener variaciones sin necesidad de que se genere un inconveniente en el funcionamiento, con este movimiento se facilita la separación de partículas orgánicas que pudiesen estar adosadas a las partículas de arena.

Los difusores de aire se posicionan en uno de los laterales del desarenador, a una altura entre 0,5-0,9 metros. La cantidad de aire que hay que suministrar puede variar según la profundidad del canal, de 3,0-12 l/s por metro de longitud del canal para profundidades superiores a 3,6 m, de 1,5-7,5 l/s por metro de longitud del canal para profundidades menores.

Este tipo de desarenador tiene diversas ventajas, entre las que se menciona, el rendimiento en volumen que produce el aparato es constante, por lo cual, el caudal puede variar sin alterar el resultado; el agua que es sometida a tratamiento se ventila bien, por consiguiente, esta no adquiere

malos olores, la eficiencia del dispositivo es muy buena cuando el caudal de aire es el adecuado para todo el proceso donde se elimina materia orgánica.

Las pérdidas de carga que se producen son muy pequeñas, prácticamente todo el flujo se aprovecha para ser procesado. También puede ser utilizado para purificar el agua de grasa, siempre que la cantidad de esta impureza no sea excesiva.

Desarenadores circulares con alimentación tangencial: En este desarenador, el agua entra tangencialmente en un depósito de forma cilíndrica con fondo tronco-cónico, generando un efecto Vortex, teniendo como resultados, la sedimentación de las arenas, mientras, las partículas orgánicas se mantienen en suspensión mediante un sistema de agitación de paletas o por suministro de aire con un moto-compresor. Parámetros de diseño principales:

Carga Hidráulica menor o igual a  $90 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  a Q max.

Velocidad Periférica media 0,3-0,4 m/s

Tiempo de Retención 0,5-1,0 min. a Q max.

Por otro lado, hay que destacar que Villón (2005) clasifica a los desarenadores según “sus diversas funciones, entre las que se destacan la función de operación” (p.98). El desarenador de lavado continuo, se define como aquel donde la sedimentación y la evacuación de partículas son operaciones que se realizan de manera simultánea; en cambio, los desarenadores de lavado discontinuo, son aquellos donde la sedimentación y evacuación de partículas se realizan de manera separada. Este tipo de desarenador es el más utilizado por cuanto se trata de minimizar la merma de agua debido a que la operación de lavado se realiza un periodo de tiempo menor; los soportes teóricos expuestos por el autor nos facilitan la comprensión y análisis al momento de hacer el diseño del desarenador, dando cumplimiento al objetivo de este proyecto.

El autor en cuanto a la función de velocidad de escurrimiento, sostiene que la función de baja velocidad es aquella que es menor a 1 m/s y varía entre 0.20-0.60 m/s; y de alta velocidad cuando es mayor a 1 m/s, variando 1-1.5 m/s. En relación a la situación de los desarenadores se clasifican en:

1.- En serie, estos desarenadores son conformados por dos o más depósitos construidos uno a continuación del otro.

2.- En paralelo, son conformados por dos o más depósitos distribuidos paralelamente y diseñados para una parte del caudal derivado.

En referencia al tipo, los desarenadores más conocidos y utilizados son:

El convencional, es de flujo horizontal, siendo en nuestro medio el más utilizado, en el las partículas se sedimentan al disminuir la velocidad con que son acarreadas por el agua, son generalmente rectangulares y alargados, dependiendo en gran parte de la disponibilidad del espacio y las condiciones geográficas.

El de flujo vertical, en éste se efectúa desde la parte inferior hacia arriba; mientras sube el agua, las partículas se sedimentan; pueden ser de forma muy diferentes: circulares, cuadrados y rectangulares. Estos desarenadores se construyen cuando existen inconvenientes como espacio, su costo es muy elevado y son utilizados en las plantas de tratamientos de aguas residuales.

Los desarenadores de alta velocidad, son un conjunto de tubos circulares, cuadrados o hexagonales o simplemente láminas planas paralelas, que se disponen con un ángulo de inclinación, cuyo fin es que el agua ascienda con flujo laminar. Este tipo de desarenador permite cargas superficiales mayores que las generalmente usadas por desarenadores convencionales, y por tanto, éste es más funcional, ocupa menos espacio, es más económico y más eficiente.

Fusagri (1984) define el parámetro fundamental de diseño de obras hidráulicas y sanitarias como “el volumen de agua que se descarga por unidad de tiempo, empleando unidades en l/s o m<sup>3</sup>/h según su magnitud”. El aforo o medición en pequeños curso de agua naturales o construidos permite la determinación de la superficie que se puede regar, la cantidad de agua que se está aplicando en un momento dado, la magnitud de los sobrantes o excedentes.

Existen muchos modos de medir los caudales, el más conocido es el volumétrico que consiste en medir el volumen de agua que se recoge en un receptáculo durante un tiempo dado, es adecuado cuando el gasto es pequeño; otro método es un dispositivo sencillo denominado vertedero, el cual es una retención de madera o metal que tiene una abertura de forma variada, generalmente rectangular de paredes delgada, por donde se transita el agua, este último es adecuado para el aforo de la acequia del campus por las dimensiones del mismo y por el caudal que circula por él.

El caudal es obtenido por la ecuación:

$$Q: 1,84lh^{3/2} \quad (1)$$

Dónde:

Q: caudal en m<sup>3</sup>/s

L: longitud de la cresta en m

H: carga hidráulica en m

Velocidad de flujo

Es la relación existente entre el caudal de tránsito y la sección transversal. Chow (1990), señala que “debido a la presencia de una superficie libre y a la fricción a lo largo de la longitud de las paredes del canal, las velocidades no están uniformemente distribuidas en la sección”, sin embargo, para propósitos prácticos se acepta la relación mencionada anteriormente.

### **Caudal de diseño**

Este caudal representa el máximo a transitar por el canal o acequia, su estimación se efectúa según lo expresado anteriormente para el caudal, utilizando el vertedero rectangular como método de aforo y comparando su valor con el obtenido por Araujo (2022) en la acequia de campus, mediante el proceso de área-velocidad utilizado en el diseño del sistema de clarificación.

### **Matriz de evaluación de los desarenadores**

La matriz de doble entrada es un procedimiento analítico para la toma de decisiones con relación a datos que se desean analizar cualitativamente o cuantitativamente en estudios de impacto ambiental, a este respecto Leopold et al (1971) proporciona una matriz que tiene como eje horizontal las acciones que causan impresión en el ambiente. Tiene la finalidad de evaluar algunos desarenadores existentes en el país, colocados en el eje de las ordenadas contra componentes que pueden limitar su construcción colocados en el eje horizontal para poder seleccionar la alternativa más pertinente (Caudal, oferta de materiales en el mercado local para su construcción y/o adquisición, requerimientos de equipos para su funcionamiento, eficacia en la remoción de arena, costos de construcción y mano de obra).

### **Bases Legales**

Todo proyecto debe regirse por normas y reglas que constituyen el marco jurídico que fundamenta la vida misma, el estado venezolano cuenta con leyes que regulan el proyecto en cuestión, por lo es pertinente hacer referencia al marco legal nacional que ampara el uso del agua y sus incidencias en el ambiente.

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del futuro. El estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos naturales, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica; es una obligación fundamental del estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos de conformidad con la ley. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 1999, art. 127)

Para generar dar cumplimiento a este derecho, el estado desarrolla políticas de ordenación del territorio, atendiendo a las necesidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, en correspondencia con las premisas del desarrollo sustentable, incluyendo la información, consulta y participación ciudadana; es decir, una Ley Orgánica que desarrolle los principios y criterios para este ordenamiento. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 1999, art. 128)

Por ello, todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañados de estudios de impacto ambiental y sociocultural. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 1999, art. 129)

En tal sentido, la Ley Orgánica del Ambiente (2006), que contiene la Ley Penal del Ambiente y el Reglamento Orgánico del ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, en su Capítulo II expresa:

La gestión del ambiente es un proceso constituido por un conjunto de acciones o medidas orientadas a diagnosticar, inventariar, restablecer, restaurar, mejorar, preservar, proteger, controlar, vigilar y aprovechar los ecosistemas, la diversidad biológica y demás recursos naturales y elementos del ambiente, como garantía del desarrollo” (Art. 2). Igualmente, “la gestión integral del agua, la cual está orientada a asegurar su conservación, garantizando las condiciones de calidad, disponibilidad y cantidad en función de la sustentabilidad del ciclo hidrológico” (Art. 55).

Sin embargo, para el mantenimiento de la calidad de agua, esta ley especifica que “se tomará en cuenta diversos aspectos como: Clasificación de las aguas, según sus características, su uso, actividades con probabilidades de degradar las fuentes naturales, su circulación o recorrido y su represamiento” (Art. 57).

Por su parte, las normas para clasificar y llevar control de la calidad de los cuerpos de agua, expresa que:

Las aguas se clasifican en: tipo1 hasta tipo 7, describiéndose de la siguiente manera: Tipo 1, es aquella agua potable cuyo fin es para uso doméstico e industrial destinada a consumo humano; Tipo 2 aguas destinadas a usos agropecuarios; Tipo 3 aguas marinas o de medios costeros utilizada para la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo; Tipo 4 aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia; Tipo 5 aguas destinadas a usos industriales que no requieren agua potable; Tipo 6 aguas destinadas a la navegación y generación de energía; Tipo 7 aguas destinadas al transporte, dispersión, y desdoblamiento de poluentes. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. 1995. Gaceta oficial N° 5.021 extraordinario, decreto 883. art. 3, capítulo II)

A fines de esta investigación, el agua se define como tipo1: sub-tipo 1B, es decir, es un agua que puede habilitarse mediante tratamientos convencionales, en este proyecto el diseño de un Desarenador para el Pre-Tiramiento de aguas.

### **Definición de términos básicos**

#### **Abrasión**

Derivada del vocablo en latín *abradere*, la noción de abrasión está vinculada con el hecho y consecuencia de raer o desgastar por medio de la fricción o el rozamiento.

#### **Aguas residuales**

Son aguas cuya calidad está afectada nocivamente por la influencia antropogénica. Se trata de agua que no tiene valía próxima para el propósito deseado.

#### **Zona de sedimentación**

Zona que determina el volumen útil de sedimentación, es decir las dimensiones largo, ancho y profundidad en proporción tal que permitan sedimentar las partículas de arena.

### **Zona de entrada**

Garantiza una distribución uniforme de velocidad, generalmente es pantalla para romper la energía del agua o un dispositivo con aberturas.

### **Zona de salida**

Consta de un vertedero cuidadosamente diseñado para evitar velocidades altas.

### **Zona de lodos**

Almacenamiento para las partículas sedimentadas.

### **Velocidad horizontal**

Es la velocidad de flujo del agua, cuya magnitud permite la sedimentación de partículas.

### **Sedimentación**

Proceso mediante el cual las partículas en suspensión en el agua son arrastradas hacia el fondo por acción de la gravedad y al volumen de agua desplazado. Según el régimen hidráulico se aplicara la ley de Stokes para arena fina, ley de Allen para arena gruesa y la ley de Newton para la grava.

**Ley de Stokes.**

Se aplica a velocidad de sedimentación aplicable a un flujo laminar especificado por el número de Reynolds, se considera el diámetro de 0,01cm como el límite de aplicabilidad de la ley de Stokes.

**Velocidad de arrastre**

Velocidad de flujo que permite el movimiento de las partículas sedimentadas, su valor permite seleccionar la velocidad horizontal.

**Partículas de arena**

Sólidos de tamaño lo suficientemente grande para poder ser eliminadas, arena gruesa mayor a 0,015cm hasta 0,1cm y arena fina entre de 0,010 a 0,001cm.

**Régimen hidráulico**

Se define a través del número de Reynolds, si es menor de 2000 el régimen es laminar, entre 2000 y 4000 es de transición y mayor de 4000 es turbulento, matemáticamente este es la relación entre velocidad del agua, diámetro de la tubería y la viscosidad cinemática del agua, para canales el régimen laminar es menor de 500, la transición entre 500 y 2000 y no existe límite superior para el régimen turbulento.

**Operacionalización de las Variables****Tabla 1**

*Operacionalización de la variable*

---

**Objetivo General:** Diseñar el desarenador para el pre-tratamiento del agua en la acequia de Campus Tempé.

---

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Evaluar el volumen de agua necesaria para el diseño del desarenador.		Volumen del agua en el proceso de desarenado.	Gasto o caudal de diseño
Identificar los modelos de sedimentación para el diseño del desarenador.	<b>Sedimentación</b>	Modelos de sedimentación	Matriz de selección de modelos
Determinar la velocidad del flujo y sedimentación para el diseño del desarenador.		Velocidad de flujo	Diámetro de partícula Régimen hidráulico Velocidad de arrastre Velocidad horizontal

---

**Fuente:** Becerra y Paris (2022)

### CAPÍTULO III

#### MARCO METODOLOGICO

Con relación a este capítulo, resulta importante resaltar que en él se hace una descripción a fondo, de la metodología que se implementará para desarrollar el proyecto, de la población y la

muestra que será tomada en consideración; esta información resulta primordial para conocer la proyección, la pertinencia que el trabajo tiene para la población considerada; sobre esa indagación se espera diseñar el desarenador, que permitirá el Pre-Tratamiento para el agua de la acequia del campus Tempe De la Universidad “Valle del Momboy”, logrando el aprovechamiento esta fuente de agua.

Al respecto, Hernández y col. (2015) refieren que “toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, que define el uso de técnicas, estrategias e instrumentos” (p. 211). Se define el nivel de trabajo teniendo en cuenta el abordaje del problema y la manera como se recolectan los datos necesarios para llevar adelante el proyecto, permitiendo lograr en forma precisa los objetivos que espera alcanzar el investigador, de allí la importancia que tiene el realizar la descripción de estos procesos en forma clara y precisa.

## **Tipo y Diseño de la investigación**

### **Tipo de investigación**

Toda investigación científica, asume una tipología que describa su metodología, en tal sentido, Chávez (2007) señala que el tipo de investigación se refiere a la “orientación metodológica que se ha de cumplir para desarrollar el proceso de la investigación en función de los objetivos” (p.74).

En el proyecto propuesto, el tipo de investigación es aplicada. Sabino (2006) sugiere que la investigación aplicada es “aquella que persigue fines directos e inmediatos” (p.42); por lo que, ésta tiene como fin corregir problemas definidos y prácticos de la colectividad, se sustenta en la investigación básica para alcanzar y aportar los conocimientos teóricos necesarios para la solución de los mismos y mejora de las condiciones de vida.

### **Diseño de la investigación**

El diseño a implementar, se refiere según Hernández y col. (2015) como un “conglomerado de estrategias, procedimientos, metodologías bien definidas y trabajadas previamente para desarrollar el proceso de investigación” (p.131). Esto permite generar una idea general de como la recolección de la información y la técnica a utilizar se debe ejecutar. El diseño del trabajo es de campo, ya que se efectúa en el mismo lugar donde ocurre la problemática, la cual es la perspectiva con la que se desea realizar el diseño del desarenador, que constituye la meta del presente trabajo.

### **Población y muestra**

De acuerdo con la definición metodológica, existen diversas definiciones que describen este término, todas con una descripción similar acerca de las características que enmarcan el proceso investigativo, para tomar uno de ellos en forma específica, Hernández y col. (2015), refieren que la población puede ser entendida como el “conjunto total de individuos, que tienen características que le son comunes, observables en un lugar” (p.231). Es aquella que presenta una estructura homogénea; su papel y relación se define como igual en cuanto a la influencia que la variable ejerce sobre ellas.

A su vez, Arias (2005) define población como una “agrupación finita o infinita de elementos que poseen características comunes, generando conclusiones que se obtengan del proceso de investigación” (p.81); debe ser establecida por el problema y por los objetivos que se plantean; en este caso la población está conformada por el área de la acequia en el Campus Tempé, también se constituye en la muestra.

### **Técnicas e instrumento de recolección de datos**

Para recolectar la información que se requiere para llevar adelante el estudio acerca de la necesidad del diseño de un desarenador como sistema para contar con agua de calidad, se utilizan dos técnicas, la primera es la observación directa, que se presenta cuando:

El investigador forma parte activa del grupo observado y asume sus comportamientos; también recibe el nombre de observación participante, considerada como una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear a través de los sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, luego organiza intelectualmente la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver un problema de investigación. (Méndez, 2007, p.45)

Por consiguiente, la observación directa permitirá obtener información preciada de las condiciones que presenta la acequia cuyas aguas se pretenden purificar, estas condiciones son, su caudal, volumen de agua, nivel de pureza y potabilidad de sus aguas, lo que permitirá al investigador, la selección de un desarenador que responda a estas condiciones detectadas.

Pero, además de esto, una vez estudiadas las condiciones que presentan las aguas de esta fuente, es obligatorio el uso de una segunda técnica, como la revisión documental, la cual se define por Arias (2005) como una “técnica de observación complementaria” (p.61). Es así, como la revisión documental permite hacerse una idea del progreso y características de los procesos.

Esta segunda técnica, permitirá realizar la selección de un desarenador pertinente, o sea, que se adecue a las condiciones detectadas en el agua, de manera tal que resulte eficaz para eliminar las partículas que existan en suspensión y que a la par, se ajuste a las condiciones ambientales del terreno.

## Procesamiento y análisis de datos

Para llevar adelante el proyecto, se agotarán una serie de pasos, que permite a los examinadores, la exposición de un diseño conveniente y acorde a las necesidades. Los pasos fueron:

Ubicación de problema de investigación, que se lleva a cabo gracias a la observación del área, además, esta ubicación se obtiene de la investigación y sondeo con la comunidad.

Consulta con profesionales, expertos en el área, como docentes e ingenieros de la institución, para intercambiar información e ideas acerca la necesidad que existe del desarenador que se espera diseñar, las características hidráulicas que debe poseer, que sea eficiente y adecuado para las características regionales y de la fuente de agua a tratar.

Formulación de los objetivos del trabajo, lo cual permite establecer una perspectiva real de los alcances que posee el trabajo de investigación, desde la cual se espera ejecutar el abordaje del problema y los beneficios que pudieran resultar de su aplicación.

Abordaje metodológico, donde se realiza un esbozo de las ideas preliminares para efectuar la investigación en función de los objetivos que se plantean.

Revisión de la documentación existente sobre el tema objeto de estudio, que permite el análisis de bibliografía y estudios realizados con anterioridad, los cuales proporcionan enfoques teóricos-metodológicos para obtener elementos que faciliten la comprensión del problema de la investigación.

Exhibición del diseño del desarenador, presentado como una solución para tener agua de calidad, lo cual constituye el objetivo final de la investigación.

En esta dirección, el caudal como parámetro para el diseño hidráulico puede ser estimado considerando secciones transversales levantadas en un tramo recto de la acequia utilizando el método de área velocidad, aforos in situ o registros de caudal aportados por instituciones públicas o privadas, en este caso, la investigación se apoya en un trabajo de tesis de grado en proceso que adelanta la Universidad en el mismo sitio, validado en campo por el equipo investigador.

En cuanto a los modelos de sedimentación vigentes, serán examinados mediante la aplicación de una matriz de doble entrada, utilizando conceptos como disponibilidad de materiales, recursos energéticos, eficiencia de remoción, ubicación, costos de construcción, operación, disponibilidad de mano de obra, entre otros, seleccionando el modelo adaptado a las condiciones geográficas del Campus Tempé.

Finalmente, el desarenador seleccionado, se diseña tomando en cuenta los parámetros expuestos con base a las bases teóricas y la demanda del área de la acequia; estos parámetros son: la temperatura del agua, viscosidad del agua, diámetro de partícula a eliminar, régimen hidráulico para determinar la velocidad de sedimentación, pendiente, velocidad del flujo horizontal, velocidad de arrastre, relación largo – ancho, dispositivos de entrada, zona de lodos y salida.

#### **CAPÍTULO IV**

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los investigadores presentan en este capítulo los resultados obtenidos de la recopilación de datos en campo y del análisis e interpretación de estos; según Hernández, Fernández y Baptista (2006) estos buscan describir datos, luego ejecutar análisis estadísticos para enlazar sus variables. En el ámbito de esta investigación, la observación y análisis se realizó para dar respuesta al objetivo general planteado, el cual consistió en el diseño de un desarenador el pre-tratamiento del agua en la acequia de Campus Tempé.

De igual forma, es el momento en el cual los investigadores determinan cuáles son los aspectos que requieren ser fortalecidos, emprendidos o mejorados en la temática estudiada, a fin de considerarlos en los lineamientos estratégicos a generar.

El cumplimiento del primer objetivo específico, evaluar el volumen de agua necesaria para el diseño del desarenador, tal como se indica en la operacionalización de la variable cuya dimensión es el volumen del agua en el proceso de desarenado, se realiza a través de la valoración del gasto o caudal de diseño tal como se especifica a continuación:

### **Volumen del agua en el proceso de desarenado**

El caudal o volumen de agua que fluye en la acequia por unidad de tiempo fue obtenido utilizando una retención de madera con una abertura central denominada vertedero rectangular, cuya ecuación es la siguiente:

$$Q: 1,84xLxh^{1,5} \quad (2)$$

Dónde:

1,84: factor que toma en consideración la contracción del flujo de agua.

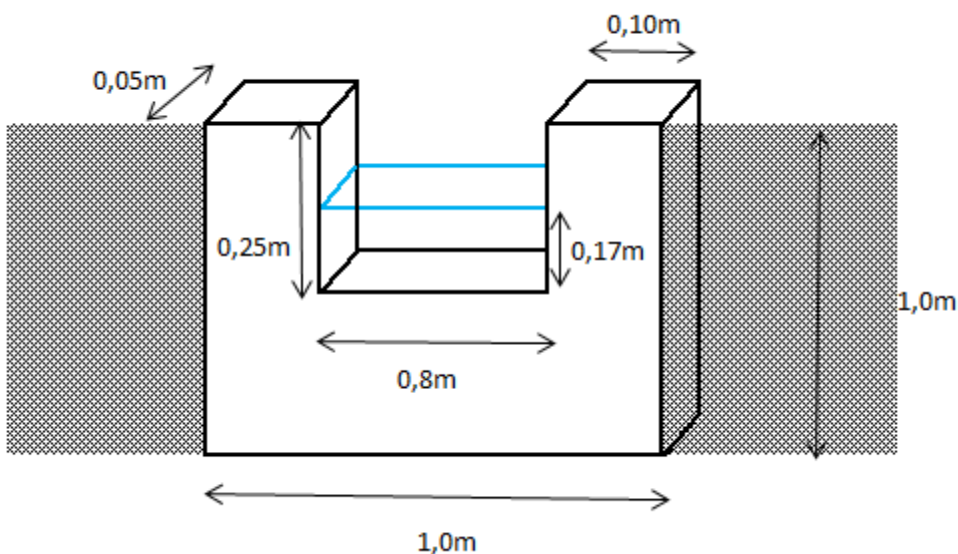
Q: caudal en m<sup>3</sup>/s

L: longitud de la cresta en m

m: carga de agua en m

En la Figura 1 se muestra el dispositivo utilizado para la verificación del caudal en la acequia.

**Figura 1.**  
*Vertedero rectangular*



Fuente: Becerra y Paris (2022)

El vertedero hincado de esta forma en la acequia, produjo una lámina de agua de 0,17 metros en una longitud de cresta de 0,8 metros, se sustituye en la ecuación 2:

$$Q: 1000 \times 1,84 \times 0,8 \times 0,17^{1,5}: 103,2 \text{ l/s}; \text{ se adoptó } 110 \text{ l/s}.$$

El cumplimiento del segundo objetivo específico fue Identificar los modelos de sedimentación para el diseño del desarenador, tal como se indica en la operacionalización de la variable y cuya dimensión modelos de sedimentación, realiza a través de la Matriz de selección de modelos tal como se detalla a continuación:

### **Modelos de sedimentación**

Los modelos para la eliminación de partículas de arena son exhibidos en las bases teóricas, sin embargo se presenta a continuación una descripción para poner en contexto elementos de interés en su funcionamiento:

Desarenador de flujo inducido:

Básicamente consiste en la introducción de aire a la masa de aguas servidas mediante difusores instalados en el piso del reactor de forma uniforme, esto se logra con el uso de compresores accionados con electricidad u otra forma de energía.

#### Desarenador de vórtice:

El flujo de agua entra en forma tangencial a la parte superior cilíndrica, provocando un torbellino vorticial descendente. La fuerza centrífuga proyecta las partículas sólidas contra la pared de la parte cónica, por lo cual desciende hasta el tubo inferior que las conduce a un depósito. Elimina partículas de mayor a 74 micras, no tiene elementos móviles, dejan escapar material, están limitados a ciertos caudales y generalmente están contruidos en acero o hierro. Requieren válvulas de control de entrada y filtros a la salida.

#### Desarenador de flujo vertical:

Se utilizan en plantas de tratamiento de aguas servidas, consisten en dispositivos de forma cilíndrica o cuadrada de pequeñas dimensiones, donde el agua es circula desde el fondo hasta la parte superior, las partículas sedimentas mientras el agua asciende, son de costos elevados.

#### Desarenadores de flujo horizontal cuadrados o rectangulares:

Difieren en su forma, pero el principio es el mismo, la masa de agua cargada con partículas en suspensión sedimentan utilizando principios hidráulicos, según el régimen laminar, de transición o turbulento, la acción de las fuerzas de gravedad, el empuje y la fricción. Ambos son de flujo horizontal, manteniendo el caudal de entrada igual al de salida. Si la zona de sedimentación se mantiene igual no hay diferencia significativas, sin embargo, la relación largo-ancho, profundidad, evita corrientes cruzadas, dificultad en la limpieza y mantenimiento, que se presenten

puntos muertos, cortocircuitos, esto se logra con la ayuda de estructuras generalmente largas con anchos menores y una profundidad que minimice costos y aumente la eficiencia,

### **Matriz de selección de modelos de sedimentación**

Para poder seleccionar el modelo que mejor se adapte a la realidad del país en general y en particular a las condiciones existentes en el campus, mencionadas en las bases teóricas se construyó una matriz de doble entrada, detallada en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Matriz de doble entrada para la selección del modelo de sedimentación*

TIPOS DE DESARENADOR	CAUDAL	DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN EL MERCADO LOCAL	REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y/O MECÁNICOS	EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE ARENA	COSTOS DE CONTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANO DE OBRA	TOTAL
FLUJO INDUCIDO(AIREADO)								
DESARENADORES DE VORTICE								
FLUJO VERTICAL CUADRADO DE FLUJO HORIZONTAL								
RECTANGULAR DE FLUJO HORIZONTAL								

Fuente: Becerra y Paris (2022)

Elementos de ponderación de los diferentes desarenadores en la matriz:

Caudal: Se refiere a la capacidad del desarenador para el manejo de caudales elevados; si es capaz de operar con caudales elevados tiene una puntuación máxima de 10, cuando, por el contrario no lo es, tiene un puntaje de 0.

Disponibilidad de materiales en el mercado local para su construcción y/o adquisición: disponibilidad máxima: 10, mínima 0

Requerimientos de equipos eléctricos y/o mecánicos para su funcionamiento: Elevados  
requerimientos 0, bajos 10

Eficiencia de remoción de arena: Eficiencia máxima 10; mínima 0

Costos de construcción y/o adquisición: Costos son elevados 0, si son bajos 10

Operación: Dificultad para la operación 0 y mínima 10

Mano de obra: Personal capacitado para la operación: máxima 0, mínima 10.

En la Tabla 3 se muestran los resultados al aplicar la matriz de doble entrada

**Tabla 3**

*Matriz de selección del modelo de sedimentación*

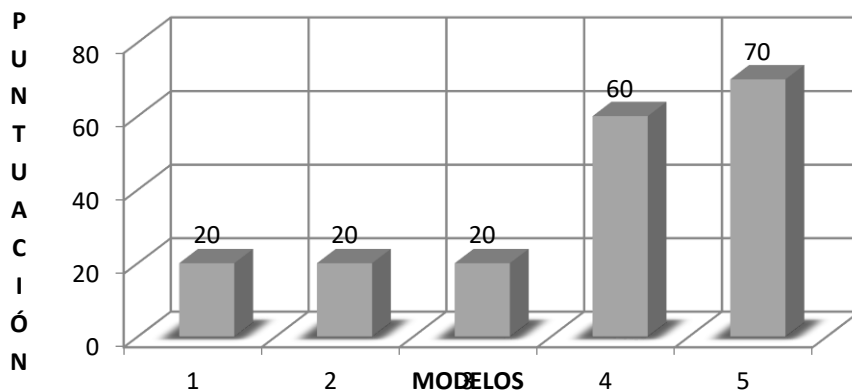
TIPOS DE DESARENADOR	CAUDAL	DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN EL MERCADO LOCAL	REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y/O MECÁNICOS	EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE ARENA	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANO DE OBRA	TOTAL
FLUJO INDUCIDO(AIREADO) DESARENADORES DE VORTICE	10	0	0	10	0	0	0	20
FLUJO VERTICAL CUADRADO DE FLUJO HORIZONTAL RECTANGULAR DE FLUJO HORIZONTAL	0	0	10	10	0	0	0	20
	10	10	10	0	10	10	10	60
	10	10	10	10	10	10	10	70

Fuente: Becerra y Paris (2022)

Según estos resultados, el desarenador que se ajusta a las necesidades del proyecto, es el rectangular de flujo horizontal ampliamente usado en las plantas potabilizadoras y sistemas grandes de irrigación en Venezuela, el cual será diseñado siguiendo lo indicado para este modelo en las bases teóricas.

**Figura 2**

*Selección de modelos de sedimentación.*



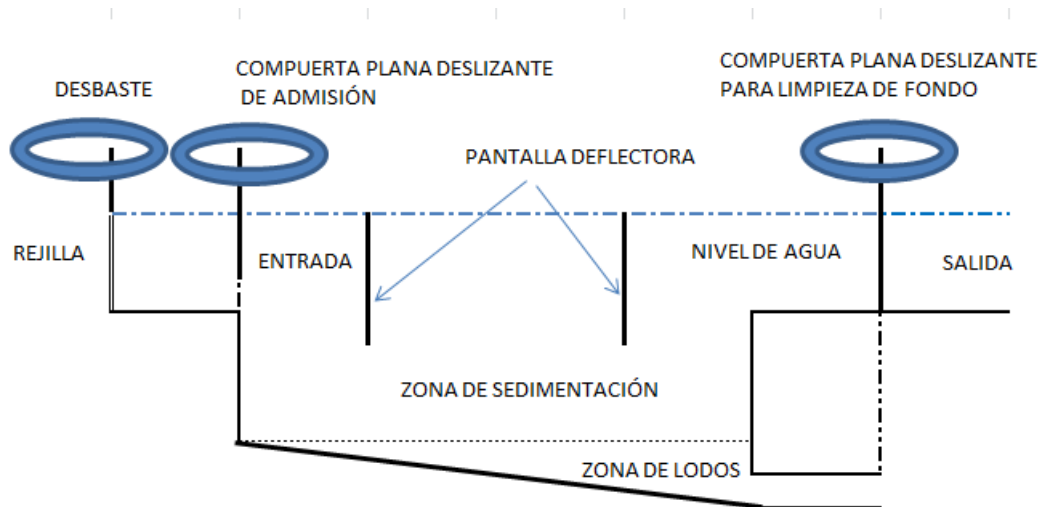
Fuente: Becerra y Paris (2022)

Y por último, la realización del tercer objetivo específico, Determinar la velocidad del flujo y sedimentación para el diseño del desarenador, tal como se indica en la operacionalización de la variable cuya dimensión velocidad de flujo, realiza por medio de la determinación del diámetro de la partícula, régimen hidráulico, velocidad de arrastre, velocidad horizontal tal como se detalla a continuación:

En la Figura 3 se muestran los componentes hidráulicos del desarenador rectangular de flujo horizontal seleccionado en la matriz de doble entrada cuya zona de sedimentación es dimensionada para eliminar partículas de arena en la acequia del Campus Tempé, y los planos constructivos con sus detalles en AutoCAD se presentan en los Anexos A y B.

### **Figura 3.**

*Componentes del desarenador rectangular de flujo horizontal*



Fuente: Becerra y Paris (2022)

Dimensionamiento hidráulico

Información básica

Caudal de diseño:

Q: 110 l/s

Diámetro de partícula:

D: 1 mm

Viscosidad cinemática del agua:

Y:  $\nu$ : 1,0105E-06 m<sup>2</sup>/s

Temperatura del agua:

T: 20°C

Densidad relativa:

S: 2,65

Régimen hidráulico:

Laminar, número de Reynolds < 1 asumido

Velocidad de sedimentación para el régimen asumido. Ecuación de Stokes

$$V_s: (g \cdot D^2 \cdot (S-1)) / 18 \cdot \nu \quad (3)$$

Dónde:

$V_s$ : velocidad de sedimentación, en m/s

$g$ : gravedad; 9,81 m/s<sup>2</sup>

$\nu$ : 0,009 m/s

Número de Reynolds

Dónde:

$$Re: V_s \cdot D / \nu \quad (4)$$

$Re$ : número de Reynolds

$Re$ : 0,89 < 1, se comprueba que el régimen asumido es correcto

Cámara de sedimentación:

Velocidad de arrastre

$$V_a: 125 \cdot ((S-1) \cdot D)^{0,5} \quad (5)$$

Dónde:

$V_a$ : velocidad de arrastre en m/s

$V_a$ : 0,16 m/s

Velocidad horizontal

Mantenerla entre  $V_h$ :  $1/4 V_a < V_h < 1/2 V_a$

$V_h$ : velocidad horizontal m/s

Vh: 0,08 m/s

Área transversal

$$At: Q/Vh \quad (6)$$

Dónde:

At: sección o área transversal en  $m^2$

At:  $1,375m^2$

Sección superficial

$$As: Vh * At / Vs \quad (7)$$

Dónde:

As: sección o área superficial en  $m^2$

As:  $12,22 m^2$

Relación largo – ancho - profundidad

$$L/P: 5 - 9 \quad (8)$$

Dónde:

L: largo en m

P: profundidad en m

$$At: PxA \quad (9)$$

$$As: LxA \quad (10)$$

Dónde:

A: ancho

En la tabla número 4 se presentan diferentes valores de ancho de la región o zona de sedimentación, la mejor relación entre el largo y profundidad.

**Tabla 4**

*Relación ancho, largo y profundidad de la región o zona de sedimentación.*

A(m)	L(m)	P(m)	L/P	L/P
0,5	24,4	2,8	8,7	5 – 9
1,0	12,2	1,4	8,7	5 – 9
1,5	8,1	0,9	9,0	5 – 9

Fuente: Becerra y Paris (2022)

Según los valores presentados en la tabla anterior, no se percibe diferencia en los resultados de la relación L/P, sin embargo la mejor relación A, L, está representada por el segundo desarenador, el ancho (A) de 1,0 m permite realizar labores de limpieza y mantenimiento, además de una longitud y profundidad manejables en el campo, por lo tanto estas dimensiones representan la mejor opción.

Para fines prácticos, la tabla 5 presenta las dimensiones finales del desarenador seleccionado.

**Tabla 5**

*Dimensiones del desarenador seleccionado*

A(m)	L(m)	P(m)	L/P	L/P
1,0	13	1,5	8,7	5 – 9

Fuente: Becerra y Paris (2022)

El volumen de almacenamiento

$V_t: L \times A \times P$

(11)

Dónde:

Vt: volumen de almacenamiento

Vt: 19,5 m<sup>3</sup>

Volumen de lodos

Vl:  $1/3Vt$  (12)

Donde

Vl en m<sup>3</sup>

Vl: 6,5 m<sup>3</sup>

Tiempo de retención hidráulico

Tr:  $Vt/Q$  (13)

Dónde:

Tr: tiempo de retención en minutos

Tr: 3 minutos

Como puede apreciarse, el análisis e interpretación de los datos, reúnen las exigencias presentadas en la operacionalización de la variable, con sus dimensiones e indicadores, respondiendo a la ejecución de cada objetivo específico y por ende, al cumplimiento del objetivo general, es decir, el diseño de un desarenador para el pre-tratamiento de agua en la acequia del Campus Tempé. En el Anexo A se detallan las dimensiones del desarenador en formato 2D con vistas en planta, cortes y especificaciones, mientras que en el Anexo B se aprecia el detalle en formato 3D.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **Conclusiones**

La lucha por aumentar la disponibilidad de agua en los proyectos de abastecimiento con fines de consumo humano y de riego, visto desde la perspectiva de mejorar las propiedades del agua para que sea potable, pura, de calidad, requiere un gran esfuerzo económico y financiero, pero sobre todo conciencia ecológica. Esta problemática no es exclusiva de Venezuela, más de 1500 millones de habitantes habitan en países que sufren escasez de agua haciéndolos cada vez más vulnerables con severas consecuencias para la salud.

Las acciones físicas de incrementar esa disponibilidad mediante el tratamiento de las aguas servidas, han sido precarias sin un objetivo bien definido a pesar de las leyes que se han elaborado para garantizar condiciones de equilibrio ambiental, en algunos casos con sistemas de tratamiento exógenos que no resuelven el problema, sino por el contrario lo agrava o lo soterra. En cuanto a la fuente de agua objeto de esta investigación, el río Momboy con una derivación artesanal denominada acequia, no escapa a esta realidad, transportando en sus aguas partículas que lo degradan y lo alejan cada vez más de un curso agua otrora prístino, con los procedimientos de saneamiento ambiental construidos a lo largo del mismo, sin monitoreo con descargas directas a este tributario del río Motatán.

La Universidad Valle del Momboy, institución de renombre en la región andina de Trujillo, la calidad profesional de sus egresados y con elevado sentido conservacionista, respetuosa de los ecosistemas y de la biodiversidad, elabora planes y proyectos orientados en el mejoramiento del recurso agua; en este sentido, se plantea el presente trabajo de investigación, que tiene como

objetivo final diseñar un desarenador para el pre-tratamiento de agua en la acequia del Campus Tempé.

En aras de cumplir con el objetivo propuesto en este proyecto, fue fundamental hacer toda una revisión, análisis e interpretaciones de las situaciones encontradas en el área de estudio, los cuales permitieron llegar a las conclusiones que se presentan a consideración de las autoridades académicas.

El cumplimiento del primer objetivo específico; la estimación del volumen de agua por unidad de tiempo, o caudal disponible, se obtuvo a través del método del vertedero horizontal colocado en un sector recto de la acequia, cuyo resultado coincide con el obtenido en el trabajo efectuado en el mismo sitio por la universidad mediante otro método de aforo más preciso, el cual fue adoptado para determinar el gasto de diseño; éste procedimiento permitió los sub-siguientes pasos a seguir hasta llegar al boceto de un desarenador para el pre-tratamiento de agua.

El cumplimiento del segundo objetivo, se diseñó una matriz de evaluación de varios modelos de sedimentadores con línea de parámetros básicos como el caudal, disponibilidad de materiales en el mercado local, requerimiento de equipos eléctrico y/o mecánicos, eficiencia de remoción, costos de construcción, operación y mano de obra, en donde el modelo de sedimentación mejor adaptado a las condiciones del sitio donde se efectúa la investigación el desarenador rectangular de flujo horizontal el cual guarda la mejor relación largo – ancho – profundidad.

Por otra parte, el cumplimiento del tercer objetivo referente a la determinación de la velocidad del flujo y sedimentación para el boceto o diseño del desarenador, tal como se señaló en la operacionalización de la variable, se realizó mediante la determinación del diámetro de la partícula, régimen hidráulico, velocidad de arrastre, velocidad horizontal, permitiendo diseñar el

desarenador rectangular de flujo horizontal para el pre-tratamiento de agua, utilizando criterios descritos en el capítulo 4.

Finalmente, por lo antes expuesto, las conclusiones constituyen el fundamento técnico en el proyecto culminado, lo que permite mencionar que Diseñar el desarenador para el pre-tratamiento del agua en la acequia de Campus Tempé, es un procedimiento necesario y efectivo, que favorece la utilización de agua de calidad.

### **Recomendaciones**

Considerando como referencia los resultados obtenidos y las conclusiones presentadas en la presente investigación, se señalan a continuación unas recomendaciones que permitirán Diseñar el desarenador para el pre-tratamiento del agua en la acequia de Campus Tempé.

- Considerar para el pre-tratamiento del agua en la acequia del Campus Tempé el diseño propuesto en esta investigación porque está elaborado con el debido soporte técnico - científico.

- Continuar con la clarificación, coagulación, floculación, sedimentación y filtración para garantizar una buena calidad de agua de la acequia.

- Replicar esta experiencia en la subcuenca del río Momboy para el saneamiento ambiental de la misma.

### **REFERENCIAS**

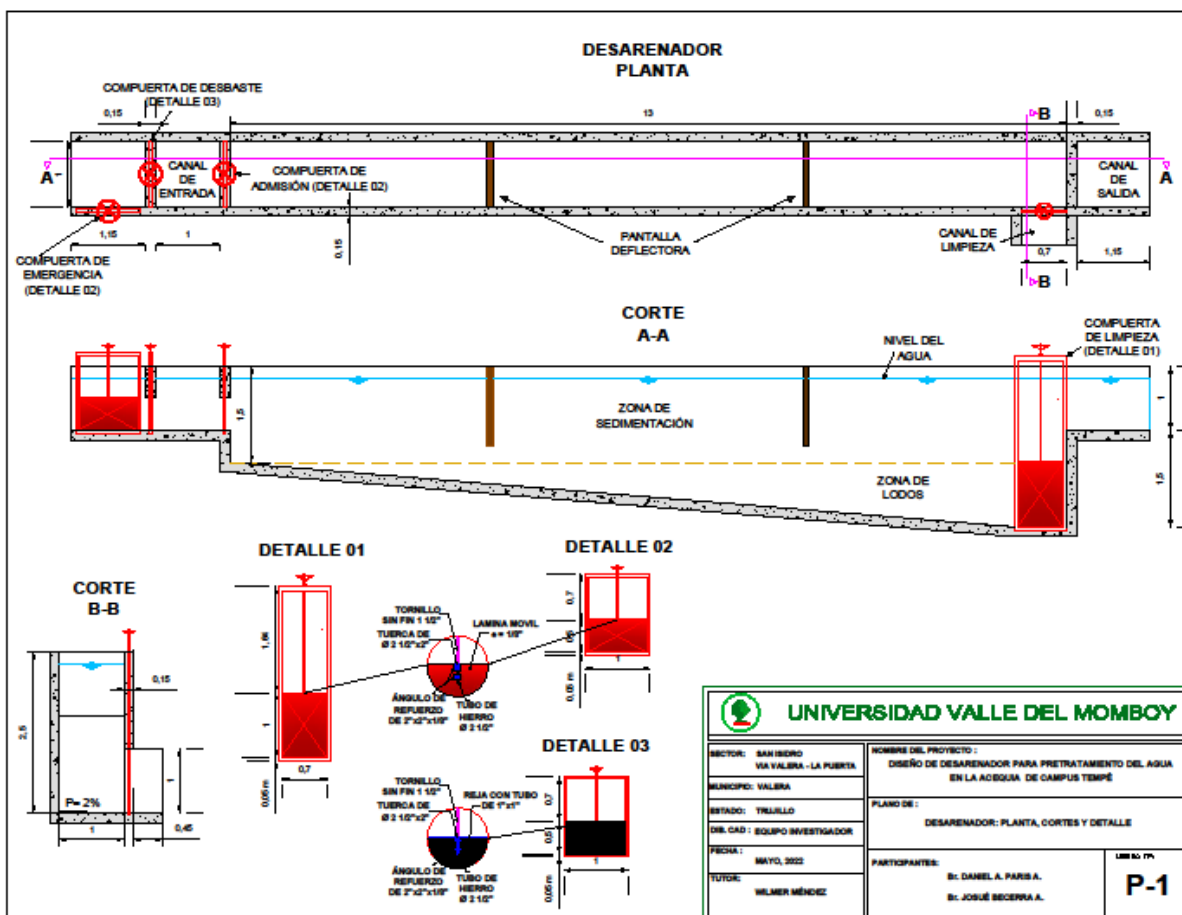
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología*. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Arocha, S. (1983). *Abastecimientos de Agua. Teoría & Diseño*. Ediciones Vega. Venezuela.
- Barnuevo, W. (2018). *Nuevo diseño del desarenador desaguadero del canal Taymi en el Distrito de Pucalá, Provincia de Chiclayo Región Lambayeque*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil Ambiental. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú.
- Catalán. Et al. (2000). *Tratado del Agua*. Editorial Santa María, Mérida. Venezuela.
- Chow, V. (1990). *Hidráulica de los Canales Abiertos*. Editorial Diana. México.
- Corcho, F. (2006). *Acueductos, teoría y diseño*. Quinta edición. Editorial Universidad de Medellín. Colombia.
- Cubillos, L., y Naranjo, J. (2018). *Diseño hidráulico de obras civiles para la captación y tratamiento de agua cruda del sistema de acueducto centro poblado la Magdalena municipio de Quebrada negra, Cundinamarca. Colombia*. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia.
- Fundación Servicio para el Agricultor. FUSAGRI. (1984). *Riego en las Fincas*. Cagua. Venezuela.
- Gaceta oficial No.39.138. (1995). *Normas para la clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos*. República Bolivariana de Venezuela.
- Garay, J. (2010). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Edición y Distribución Corporación AGR, S.C.
- Hernández, R. (1998). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc. Graw Hill. México.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2015). *Metodología de la investigación*. Editorial McGraw-Hill. 11ª edición. México D.F. México.
- Ley Orgánica del Ambiente. (2009). Gaceta oficial No.39.138 República Bolivariana de Venezuela.
- Maldonado. (2019). *Diagnóstico planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Urbanización Los Castores*, presentado para optar al título de ingeniero civil en la Universidad Católica Andrés Bello, Estado Miranda, Venezuela.
- Méndez, C. (2001). *Metodología. Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación*. Editorial McGraw Hill. Bogotá, Colombia.
- Moya e Irazabal. (2021). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial para mejorar la calidad de vida de la parroquia Puerto Misahuallí Cantón Tena, Provincia de Papo*, trabajo de tesis presentado para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato Ecuador.
- Romero, J. (2008). *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y Principios de Diseño*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia.
- Sabino, C. (2002). *El proceso de investigación*. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El Proceso de la Investigación Científica*. Editorial Limusa. México.
- Valdez, E. (2005). *Abastecimientos de aguas, redes y riesgos*. Séptima impresión. Editorial Alfaomega. México D.F.

**ANEXOS**

**ANEXO A**

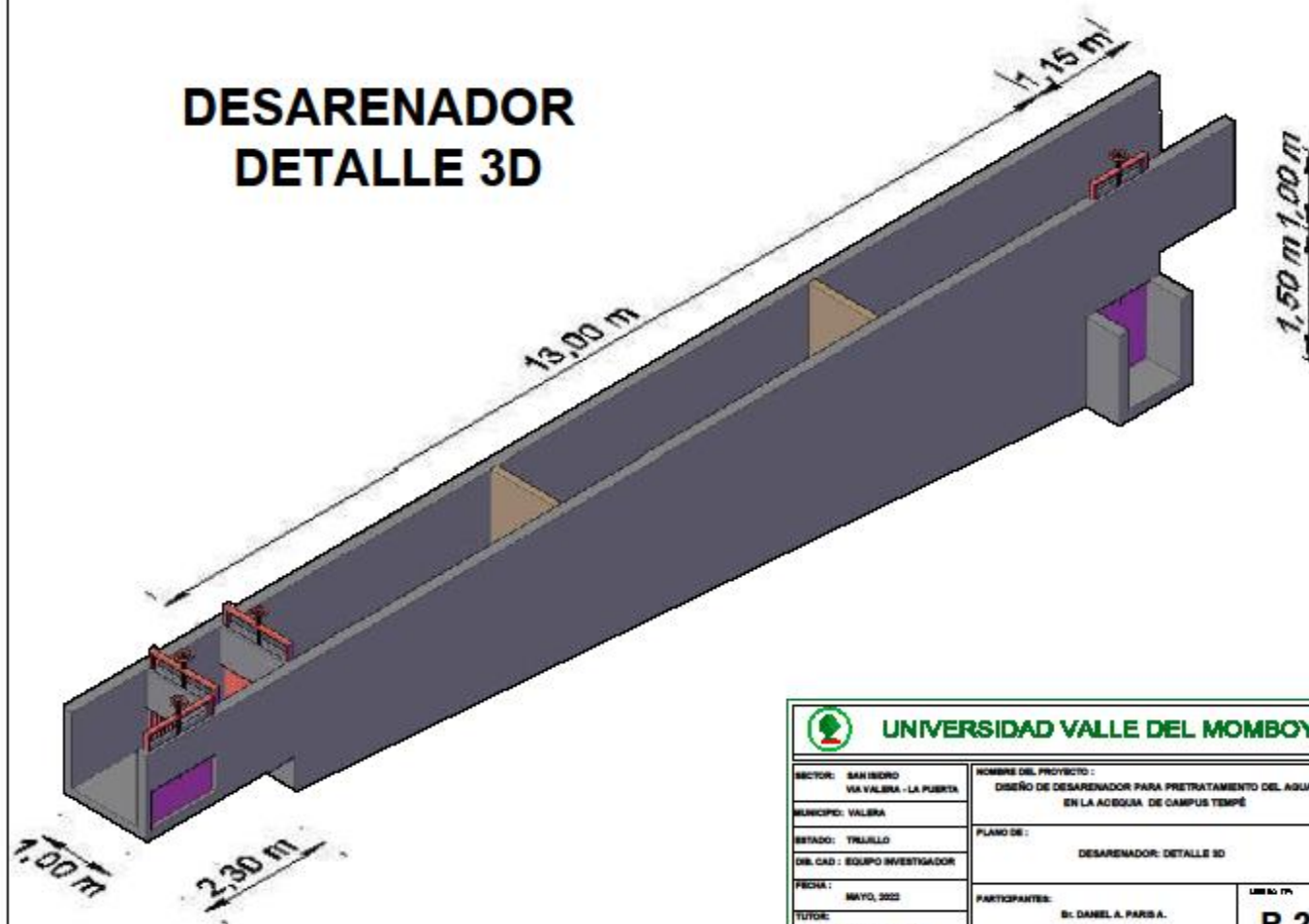
**PLANO DEL DESARENADOR EN FORMATO 2D**



 <b>UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY</b>	
SECTOR: SAN IBERO VA VALERA - LA PURRA	NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA EN LA ABOGUA DE CAMPUS TEMPE
MUNICIPIO: VALERA	PLANO DE:
ESTADO: TRUJILLO	DESARENADOR: PLANTA, CORTES Y DETALLE
DIB. CAD: EQUIPO INVESTIGADOR	PARTICIPANTES:
FECHA: MAYO, 2022	Dr. DANIEL A. PARRA A. Dr. JOSUÉ BECERRA A.
TÍTULO: WILMER MÉNDEZ	<b>P-1</b>

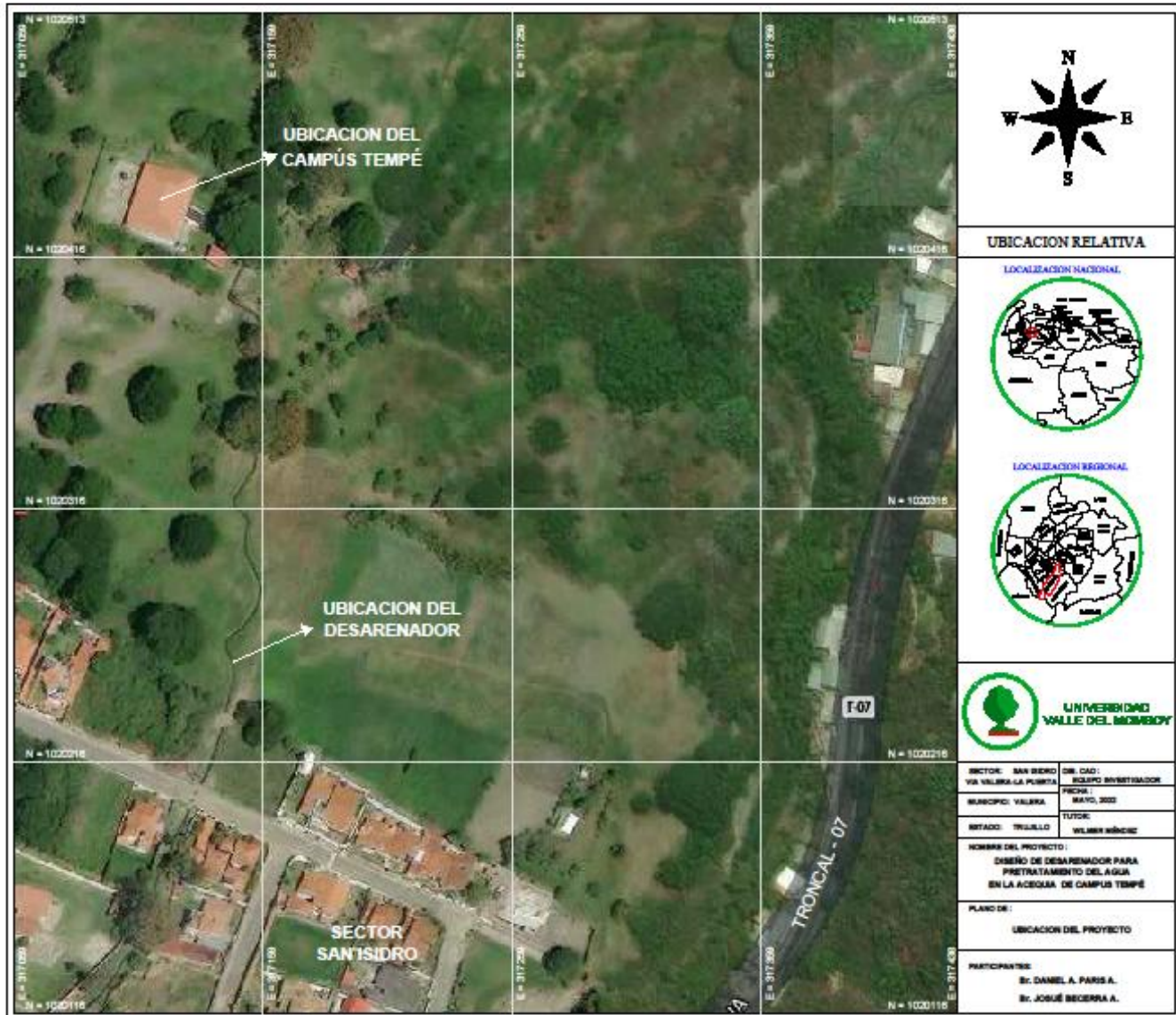
**ANEXO B****PLANO DEL DESARENADOR EN FORMATO 3D**

## DESARENADOR DETALLE 3D



 <b>UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY</b>		
SECTOR: SAN ISIDRO VIA VALERA - LA PUERTA	NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE DESARENADOR PARA PRETRATAMIENTO DEL AGUA EN LA ACQUIA DE CAMPUS TEMPÉ	
MUNICIPIO: VALERA	PLANO DE: DESARENADOR: DETALLE 3D	
ESTADO: TRUJILLO	PARTICIPANTES: Sr. DANIEL A. PARIS A. Sr. JOSUÉ BECERRA A.	
DISE. CAD: EQUIPO INVESTIGADOR	LIBRO N° <b>P-2</b>	
FECHA: MAYO, 2022		
TUTOR: WILMER MÉNDEZ		

**ANEXO C**  
**PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO**



**ANEXO D**

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**

