



**UNIVERSIDAD DE MARGARITA**  
**SUBSISTEMA DE DOCENCIA**  
**DECANATO DE INGENIERÍA**  
**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE  
PROCESOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES “EL YAQUE”, UBICADA EN  
EL ESTADO NUEVA ESPARTA**

Elaborado por:  
César Torres  
Manuel Pereira  
Tutor (a): Profa. Valentina Martinez

El Valle del Espíritu Santo, junio de 2023.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
LISTA DE CUADROS.....	ii
LISTA DE FIGURAS .....	iii
RESUMEN .....	iv
INTRODUCCIÓN .....	v
PARTE I .....	1
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Formulación del Problema .....	1
1.2 Interrogantes .....	3
1.3 Objetivo General .....	4
1.4 Objetivos Específicos .....	4
1.5 Valor Académico de la Investigación .....	4
PARTE II .....	6
DESCRIPCION TEÓRICA.....	6
2.1 Antecedentes .....	6
2.2 Bases teóricas.....	9
2.2.1 Sistema .....	9
2.2.2 Sistemas de información.....	9
2.2.3 Sistemas de control .....	10
2.2.4 Gestión de procesos .....	11
2.2.5 Requerimientos funcionales.....	11
2.2.6 Planta de aireadores flotantes .....	12
2.3 Bases legales.....	12
2.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela .....	12
2.4 Definición de términos.....	15
PARTE III .....	18
DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA .....	18
3.1 Naturaleza de la investigación .....	18
3.2 Tipo de investigación .....	18
3.3 Diseño de la investigación .....	19
3.4 Población y muestra.....	19
3.5 Técnicas de recolección de datos .....	20
3.6 Técnicas de análisis de datos .....	21

PARTE IV .....	23
ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	23
4.1 Identificación de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque” .....	23
4.2 Definición de las funcionalidades y requerimientos técnicos que se utilizarán para desarrollar el sistema de gestión que permita el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”. .....	29
4.3 Diseño del sistema de gestión para la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque” .....	32
PARTE V .....	35
PROPUESTA .....	35
5.1. Importancia de la Aplicación de la Propuesta .....	35
5.2. Viabilidad de Aplicación de la Propuesta .....	35
5.2.1 Técnica .....	35
5.2.2 Operativa .....	36
5.2.3 Económica .....	36
5.3. Objetivos de la Propuesta .....	37
5.3.1 Objetivo General .....	37
5.3.2 Objetivos Específicos.....	37
5.4. Representación Gráfica y Estructura de la Propuesta .....	37
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES .....	42
Referencias bibliográficas .....	43
ANEXOS .....	45
Anexo 1. Guía de entrevista realizada a los operadores de la planta. ....	45
Anexo 2. Guía de entrevista realizada a los ingenieros de la planta.....	46
Anexo 3. Instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”. .....	47
Anexo 4. Piscina #1 con aireadores flotantes. ....	49
Anexo 5. Piscina de reposo final.....	49
Anexo 6. Máquina de cloración de la planta de tratamiento "El Yaque" .....	50
Anexo 7. Máquina de encendido y apagado de los aireadores.....	51
Anexo 8. Instalaciones de las diferentes plantas de tratamientos de aguas residuales pertenecientes a “HIDROCARIBE”. .....	51

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseamos agradecer principalmente a las personas que estuvieron involucradas en este proceso. A nuestra familia, a nuestros padres por ser un gran apoyo a lo largo de toda esta experiencia, nuestros hermanos por nunca dejar de creer en nosotros. Y queremos ofrecer un agradecimiento especial a nuestro tutor de tesis, la Ing. Valentina Martinez, por sus valiosos aportes académicos, experiencia y apreciable asesoría. Porque aún fuera del horario laboral siempre tiene una actitud amable e inspiradora, y nos acompañó en todo el proceso de búsqueda, agradezco sinceramente su paciencia. Además, darle las gracias a la profesora Yemnel por su paciencia y siempre buena disposición en todo momento para que pudiéramos lograr llevar a cabo este trabajo. Así como también a los buenos amigos que nos dejó esta experiencia universitaria, con los cuales compartimos estudios, siendo al principio compañeros de clase para luego pasar a ser nuestros verdaderos amigos. Por último, queremos darle las gracias a la Universidad de Margarita, por darnos la oportunidad de formarnos no solo como ingenieros, sino como buenos ciudadanos y buenas personas, estaremos agradecidos eternamente.

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1. Matriz FODA.....	26
Cuadro 2. Cuadro descriptivo de los requerimientos técnicos.....	31
Cuadro 3. Equipos necesarios para la implementación del sistema.....	36
Cuadro 1: Costos de inversion.....	36

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Flujo de procesos de la planta de tratamiento “El Yaque” .....	24
Figura 2. Estructura organizativa.....	24
Figura 3. Diagrama de flujos de procesos del sistema.....	33
Figura 4. Interfaz de inicio principal.....	37
Figura 5 Interfaz de ventana de mantenimiento.....	38
Figura 6. Interfaz de ventana de inventario.....	38
Figura 7. Interfaz de operación.....	39

**UNIVERSIDAD DE MARGARITA  
SUBSISTEMA DE DOCENCIA  
DECANATO DE INGENIERÍA**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE  
PROCESOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
“EL YAQUE”, UBICADA EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA**

Autor: Cesar Torres y Manuel Pereira  
Tutor: Profa. Valentina Martinez  
Junio de 2023

**RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema de gestión para el control de procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”, ubicada en el Estado Nueva Esparta. La investigación, de tipo cuantitativa, se enmarcó en un diseño descriptivo y de campo, utilizando instrumentos como la entrevista estructurada y no estructurada, así como la investigación documental, para la recolección de datos relevantes. Las principales conclusiones revelan deficiencias en el control y la gestión de la planta, incluyendo la ausencia de un sistema de gestión propio, falta de control de inventario y capacitación insuficiente del personal, lo que conlleva a la ineficiencia en las actividades realizadas y problemas de comunicación entre el personal. Por ello, se recomienda implementar el sistema propuesto para organizar y controlar los datos arrojados por los distintos procesos de la planta.

**Descriptores:** aguas residuales, gestión, control, planta de tratamiento, sistema.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales constituye un factor de vital importancia, tanto para la preservación del medio ambiente, como para la protección de la salud pública. Un adecuado tratamiento contribuye al desarrollo sostenible de una región, esto es especialmente relevante en el caso del Estado Nueva Esparta, donde se lleva a cabo esta investigación, debido a la necesidad de un alto grado de cuidado ambiental. Sus islas dependen, en gran medida, del turismo como motor económico, y un cuidado ambiental óptimo es fundamental para su desarrollo.

Por tal motivo, el objetivo de este estudio está centrado en desarrollar un sistema de gestión para el control de procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”, ubicada en el Estado Nueva Esparta. Se ha identificado que el establecimiento carece de un sistema propio de control y gestión, lo cual ocasiona pérdidas significativas y un desempeño deficiente. El desarrollo de este sistema tiene como principal propósito mejorar el rendimiento de la planta, así como lograr beneficios en la comunidad donde se encuentra. En tal sentido, el contenido de esta investigación está estructurado de la siguiente manera:

Parte I: se comienza con una visión general del problema y se presentan las interrogantes clave que permiten determinar el objetivo general y los específicos. Por último, se explica el valor académico de la investigación.

Parte II: se proporcionan los antecedentes y las bases teóricas y legales que sustentan el trabajo, además de la definición de términos para una mejor comprensión del tema.

Parte III: se detalla la metodología de la investigación, lo que incluye información sobre la naturaleza y el tipo de investigación, el diseño utilizado, la población y la muestra, y las técnicas de recolección y análisis de datos.

Parte IV: se presentan y analizan los datos obtenidos en la investigación, destacando los resultados de cada uno de los objetivos establecidos.



Parte V: se presenta la propuesta realizada, resaltando su importancia y viabilidad, junto con su objetivo general y específicos, anexando también su representación gráfica.

Por último, se finaliza con una descripción de las conclusiones y las recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

## **PARTE I**

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA**

Como señala Ackoff, R. (1953), “Un problema correctamente planteado está parcialmente resuelto, a mayor exactitud corresponden más posibilidades de obtener una solución más satisfactoria”, esto quiere decir que si al momento de desarrollar el planteamiento de la problemática se logra plasmar de forma organizada y ordenada, siendo concreto en lo que se expone, dentro de un trabajo de investigación, se facilita la apertura para encontrar la manera más adecuada de resolver el problema planteado.

#### **1.1 Formulación del Problema**

A lo largo del tiempo en las organizaciones, se han venido presentando una serie de problemas que afectan sus operaciones, por lo cual se han buscado distintas alternativas para encontrar una solución a estos inconvenientes. En esta búsqueda surgió como ayuda la programación, la cual consiste en el proceso que se lleva a cabo para desarrollar algún tipo de aplicación, web o software, para representar un concepto o un proyecto que requiera del uso de un lenguaje de programación para realizarse, con la finalidad de resolver un problema, volver un proceso más eficaz o automatizar algún tipo de trabajo.

Específicamente, estos problemas se han visto abordados por los sistemas de información; Laudon, K. (2013) establece que “un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización”, ya que las empresas buscan tener un mayor control, una mejor ejecución de sus tareas y lograr automatizar sus procesos, lo cual puede lograrse mediante la correcta implementación de un sistema de información, en si lo que se busca es resolver la problemática de la forma más óptima. De esta manera, plantean las funcionalidades del sistema basadas en la problemática, luego de eso se ejecuta un algoritmo que ayuda a ver el resultado del mismo y, finalmente, se procede a la realización del sistema de información, los cuales han sido muy utilizados en las últimas décadas,

considerando que han evolucionado de formas cada vez más complejas y útiles para las distintas empresas o rubros a los que se apliquen.

En efecto, uno de los primeros sistemas de información desarrollados con el fin de ayudar a las organizaciones con el procesamiento de sus datos fue el “Sistema de procesamiento de transacciones (TPS)”, principalmente dirigido al personal administrativo de las organizaciones. El TPS inicial utilizaba datos de procesamiento por lotes que se acumularon durante un período y todas las transacciones se procesaron posteriormente. Luego de esta primera implementación del concepto “sistema de información” surgen muchos otros tipos, evolucionando con el propósito de ser más útiles y específicos para cada problema, lo cual ha generado como resultado el incremento de su implementación.

Sin embargo, una de las principales problemáticas que se presenta en las organizaciones hoy en día es el no aprovechamiento de sus datos, debido al mal almacenamiento de los mismos, además de no contar con una debida retroalimentación de ellos o por el simple hecho de no poseerlos, generando como consecuencia pérdida de eficiencia, tiempo y recursos; a raíz de esto se han buscado alternativas para solventar esta problemática y poder utilizarlos de manera eficiente.

De acuerdo a esto se puede notar que la información es muy valiosa para las empresas, ya sea de sus usuarios, registros de sus transacciones o datos propios, con el fin de aprovechar su potencial y sacarle provecho. En efecto, la informática ha avanzado de gran manera, dando como resultado la posibilidad de beneficiar a las empresas con el uso de la información, a través de su control, ya que dentro de una empresa es una parte fundamental. Para Robbins, S. (1996) el control puede definirse como "el proceso de regular actividades que aseguren que se están cumpliendo como fueron planificadas y corrigiendo cualquier desviación significativa", tener control de la información da la posibilidad de realizar estimaciones, cálculos y reestructuraciones con el uso de estos datos.

En la actualidad los sistemas de gestión de procesos son muy utilizados, ya que permiten mantener un control de las actividades que se realizan, tanto por parte de los clientes, como de los trabajadores u operadores de una empresa. Un ejemplo de ello corresponde a la compañía europea Schneider Electric, la cual opera a nivel mundial y se basa en la prestación de servicios, como lo son los sistemas de datos, recursos eléctricos y entre ellos están los sistemas de gestión para el control de procesos, los cuales permiten un mejor manejo de los procesos, la posibilidad de tener una estimación de cómo se está trabajando y el tiempo que pueda llevar una tarea o proceso en llevarse a cabo.

En tal sentido, surge el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”, ubicada en el municipio García del Estado Nueva Esparta; la cual tiene entre sus principales problemas la falta de control y conocimiento sobre sus datos e información, de acuerdo con lo indicado por el ingeniero Jose Montaner, quien es el gerente asignado por la empresa responsable de dicho establecimiento, “Hidrocaribe”. Además, en una visita a las instalaciones y un recorrido por parte de su personal, se pudo observar que no se tiene un control de los procesos que se llevan a cabo en ella ni de la cantidad de agua que entra, sale y se trata, ni llevan un registro de las horas trabajadas por la maquinaria de la planta, como lo son los aireadores que oxigenan el agua para limpiarla, lo que genera como consecuencia que no se sepa ni se tenga ningún tipo de estimación de cuando es necesario realizarles mantenimiento a los equipos.

Debido a esto, se propone el desarrollo de un sistema de control para el monitoreo de los procesos y procesamiento de los datos que pueden ser relevantes para la planta y la futura distribución del agua ya tratada, para así resolver los problemas mencionados, generando como resultado una retroalimentación que permita darle el debido uso y aprovechamiento a la información, permitiendo realizar estimaciones, cálculos y reestructuraciones, al momento de ser requeridas.

## **1.2 Interrogantes**

- ¿Cuál es la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”?

- ¿Cuáles serían las funcionalidades y los requerimientos técnicos usados para el desarrollo y óptimo funcionamiento del sistema de gestión para la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”?
- ¿Cómo estaría estructurado el sistema de gestión de procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”?

### **1.3 Objetivo General**

Desarrollar un sistema de gestión para el control de procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”, ubicada en el Estado Nueva Esparta.

### **1.4 Objetivos Específicos**

- Identificar la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”.
- Definir las funcionalidades y requerimientos técnicos que se utilizarán para desarrollar el sistema de gestión que permita el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”.
- Diseñar el sistema de gestión para la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”.

### **1.5 Valor Académico de la Investigación**

Un sistema de gestión de procesos es indispensable al momento de llevar el control de una planta de aguas residuales por numerosas razones. En primer lugar, permite llevar un debido registro de todos los procesos estructurados de la planta y, por lo tanto, facilitaría su funcionamiento y serviría como pauta para establecer las normas a seguir. Del mismo modo, ayudaría a llevar un control de las horas trabajadas por la maquinaria, para así obtener un promedio de cada cuánto necesitan mantenimiento y poder estar operativas el mayor tiempo posible, siendo productivas para su función dentro de la planta.

Por otra parte, poseer un sistema de gestión de procesos beneficiaría a la planta para futuros usos del vital líquido, en vista de que lograría proporcionar un control de la cantidad de agua que se está tratando. También, facilitaría los

procesos de trabajo a futuro de distribución del agua, dado que todos los miembros del equipo sabrían la manera en la que está trabajando la planta y, a su vez, evitará errores de cálculos por falta de conocimiento.

A su vez, esta investigación podría servir de ejemplo para futuros proyectos, además de concientizar cada vez más a las grandes y pequeñas empresas, sobre la importancia de tener un debido control dentro de sus procesos.

## PARTE II

### DESCRIPCION TEÓRICA

De acuerdo con Kerlinger, F. (1975): “una teoría es un conjunto de constructos (conceptos), definiciones y proposiciones relacionadas entre sí, que presentan un punto de vista sistemático de fenómenos especificando relaciones entre variables, con el objeto de explicar y predecir los fenómenos”. Por tal razón, se puede entender que el objetivo de la descripción teórica es presentar un punto de vista con la finalidad de explicar las variantes que tendrá el presente trabajo de investigación.

#### 2.1 Antecedentes

Cieza, Callao y Rojas (2022), publicaron un artículo sobre su trabajo de investigación en la revista de investigación de ciencias agrónomas y veterinarias titulado: *Gestión de procesos internos para manejo ambiental en planta de tratamiento de aguas residuales*, el cual tuvo como objetivo principal diseñar un modelo de gestión de procesos internos que contribuya al fortalecimiento del manejo ambiental en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la ciudad de Jaén ubicada en España, 2021. Para ello se hizo uso del enfoque cuantitativo y fue de tipo descriptiva propositiva, las técnicas utilizadas fueron la encuesta y la analítica.

Este trabajo demostró que los actuales controles y gestión de procesos no son los adecuados en la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que se desperdicia mucha agua, al ser vertida al medio ambiente, por lo que se recomendó realizar un análisis más extenso sobre el porqué, finalmente se diseñó un manual con los lineamientos del modelo de gestión de procesos internos para el fortalecimiento del manejo ambiental en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Jaén para su futura implementación.

El artículo mencionado anteriormente se relaciona con este trabajo de investigación, ya que resalta la importancia de tener una buena gestión de procesos en una planta de tratamiento de aguas residuales, considerando que ayudaría a mejorar su funcionamiento de múltiples maneras; además de prevenir

el deterioro del medio ambiente al reducir el porcentaje de sedimentos en el agua procesada que es vertida al mar, este artículo fue desarrollado con enfoque metodológico cuantitativo, el diseño de la investigación, Descriptivo – prospectiva, y de campo de naturaleza no experimental.

Hernández (2019), elaboró una tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en Automatización Industrial, titulada: *Sistema de control para una planta de tratamiento de aguas residuales con un modelo dinámico de decantación*, este estudio tuvo como finalidad la elaboración e implementación de un controlador para una planta de tratamiento de aguas residuales con sistema dinámico de decantación. A grandes rasgos, el proceso del controlador se puede definir como la interacción de una población microbiana contenida en un biorreactor, que consume la materia orgánica presente en el fluido entrante y pasa por un tanque decantador en donde se realiza una separación física de sólidos y líquidos, dando como resultado agua clarificada. La metodología utilizada se conoce como Ajuste de Retroalimentación por Referencia virtual (VFRT) y está basada en la recolección de datos de entrada y salida de la planta para obtener el controlador a través de una estructura definida, que en este caso se especifica como un controlador PID (Proporcional Integral Derivativo).

Para la obtención de datos fue necesario elaborar un simulador que representara adecuadamente el modelo acoplado con el sistema dinámico de decantación y los controladores resultantes fueron implementados en dos escenarios diferentes. Finalmente, para concluir, se puede decir que el desempeño de los dos controladores estuvo dentro de lo esperado según los criterios de diseño, ya que, tanto para la planta de menor escala como para el modelo completo, las señales de salida respondieron adecuadamente al cambio de referencia en la entrada dando como resultado agua clarificada.

Como se puede apreciar, la tesis antes mencionada se basa en la elaboración e implementación de un controlador para una planta de aguas residuales para mejorar sus procesos y dar un mejor resultado, por lo cual se relaciona con el presente trabajo, ya que resalta la importancia de tener un apropiado control de los procesos en pro de generar resultados óptimos, adicionalmente proporciona



información de los procedimientos que se llevan a cabo en esta, este trabajo de investigación sugiere una metodología de investigación mixta, que combina elementos de investigación cuantitativa y cualitativa. La investigación cuantitativa se utilizaría para recopilar y analizar datos numéricos, como el rendimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y los parámetros del modelo de decantación. La investigación cualitativa se utilizaría para entender los procesos y las interacciones humanas que se llevan a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales, así como para identificar las necesidades y perspectivas de los usuarios y las partes interesadas.

Usme y Muñoz (2019) elaboraron un trabajo de pasantía institucional para optar al título de ingeniero mecatrónico en la Universidad Autónoma De Occidente ubicada en la ciudad de Cali (Colombia) titulado: *Diseño e implementación de un sistema de control y supervisión para una planta didáctica de tratamiento de aguas ubicada en el Laboratorio de Control de Procesos del Sena*. Este trabajo tuvo como objetivo la realización de un proyecto de ingeniería de control y supervisión bajo el concepto de manufactura inteligente, para un sistema interconectado de cuatro plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales a escala de laboratorio, las cuales son de carácter informativo, didáctico y de aprendizaje. Esto dio como resultado la automatización de procesos industriales, ya que, al diseñar e implementar el sistema centralizado encargado de controlar las condiciones de operación de la maquinaria utilizada, se logró supervisar las variables más importantes del proceso, para obtener una operación óptima del sistema.

El trabajo de pasantía descrito anteriormente se relaciona con el presente, debido a que se basó en el desarrollo de un sistema que ayuda con el control y supervisión de una planta de tratamiento de aguas residuales, con la diferencia de que tenía un fin más informativo, y en el presente trabajo de investigación se busca recolectar datos funcionales con la finalidad de que sean útiles para proyectos futuros, por lo que con la información proporcionada se puede realizar estimaciones, cálculos y análisis que sirvan para prevenir distintos escenarios no favorables para el establecimiento o tomar precauciones sobre los mismos, este trabajo de investigación sugiere una metodología investigación práctica o experimental que involucre el diseño de sistemas automatizados y la

implementación de tecnologías de control y supervisión en una planta piloto instalada en un laboratorio.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Sistema**

Según Van Gigch, J. (1978), un sistema se define como: “una unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada. Las partes se afectan por estar en el sistema y se cambian si lo dejan”

De acuerdo al ciberneta Stafford, A. (1969), está constituido por:

Un conjunto de ítems que están dinámicamente relacionados, formando una actividad, que es la operación (o procesamiento) del sistema, para alcanzar un objetivo o propósito, operando sobre datos/energía/materia, que son los insumos o entradas de recursos para que el sistema pueda operar.

Se puede observar que, mientras Van Gigch se enfoca más en la estructura y la relación entre las partes de un sistema, Stafford incide en la dinámica, actividad y objetivo del sistema mediante la operación de entrada y salida de recursos. Ambos enfoques son complementarios para comprender el funcionamiento de un sistema completo en su conjunto, por lo que es importante tener claro este concepto.

Para el diseño de un sistema de gestión se requiere comprender el funcionamiento y las interacciones entre las partes o componentes de la planta, así como la operación y procesamiento de los datos y recursos necesarios para lograr sus objetivos. Por lo tanto, estas citas ofrecen una perspectiva general sobre lo que un sistema debe cubrir y cómo este puede ser organizado y controlado.

### **2.2.2 Sistemas de información**

Los autores Whitten, J., Bentley, L. y Dittman, K. (2004), citados en Fernandez (2006), describen un sistema de información como “un conjunto de personas, datos, procesos y tecnología de la información que interactúan para recoger, procesar, almacenar y proveer la información necesaria para el correcto funcionamiento de la organización”.

Por otra parte, Laudon, K. y Laudon, J. (2013) establecen que “un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización”.

De esta forma, se define un sistema de información como un conjunto de elementos que trabajan juntos para recopilar, procesar, almacenar y proporcionar información necesaria para una correcta toma de decisiones y el control en una organización. En primer lugar, se menciona la interacción entre personas, datos, procesos y tecnología, para dar paso a los componentes interrelacionados que recopilan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información. Ambas perspectivas resaltan la importancia de la tecnología de la información en la gestión de los datos y la toma de decisiones organizacionales.

En este caso, las plantas de tratamiento presentan una cantidad de datos relevantes para los procesos previos e incluso posteriores al tratado de agua, y un sistema para recopilar y utilizar esos datos es de suma importancia para optimizar sus resultados.

### **2.2.3 Sistemas de control**

Koontz, H. y Weihrich, H. (2007) definen el control como “la medición y corrección del desempeño para garantizar que los objetivos de la empresa y los planes diseñados para alcanzarlos se logren”.

De acuerdo con Ogata, K. (2002)., "un sistema de control es un conjunto de dispositivos interconectados que se utilizan para dirigir o regular el comportamiento de otros dispositivos o sistemas"

En tal sentido, se puede afirmar que para llevar un debido control dentro de una empresa y alcanzar un correcto rendimiento y funcionamiento es necesario tener un monitoreo constante mediante un sistema de control diseñado en función de los objetivos que busca alcanzar la organización, con el fin de obtener los resultados deseados. Debido a esto, toma un papel tan importante en el

proyecto, por la manera en la que permite llevar un manejo del comportamiento de las partes de un sistema.

#### **2.2.4 Gestión de procesos**

Según Hammer, M. (1990) "La gestión de procesos implica el diseño, la administración y la mejora continua de los procesos empresariales con el objetivo de mejorar el rendimiento y los resultados de una organización."

Respecto a ello, Martínez, A. y Cegarra, J. (2014) establecen que:

La Gestión por Procesos puede ser conceptualizada como la forma de gestionar toda la organización basándose en los Procesos, siendo definidos estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada para conseguir un resultado.

Ambas citas hacen referencia a la importancia de la gestión por procesos en una organización como forma de mejorar el rendimiento obtener mejores resultados. Mientras que Hammer se enfoca en la actividad que realiza la gestión de procesos dentro de una empresa Martínez y Cegarra destacan la importancia y la conceptualización de gestionar la organización en su totalidad.

Esta es una definición clave para el proyecto, debido a que la organización y gestión de procesos en una planta de tratamientos de aguas residuales es fundamental para su funcionamiento

#### **2.2.5 Requerimientos funcionales**

Según Sommerville, I. (1998).:

Los Requisitos Funcionales son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, de la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en situaciones particulares. En algunos casos, los Requisitos Funcionales también pueden declarar explícitamente lo que el sistema no debe hacer.

De acuerdo con Wiegers, K. (2003), "Las herramientas más importantes que un equipo puede tener para crear un gran software son los requisitos, tanto funcionales como no funcionales, y una buena comunicación".

Ambos autores coinciden en la importancia de los requerimientos funcionales en el desarrollo de software. Sommerville se centra específicamente en los requisitos funcionales, es decir, las declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema. Mientras que Wiegers enfatiza la importancia de tener una buena comunicación y de considerar, tanto los requisitos funcionales como los no funcionales para desarrollar un sistema óptimo.

De esta manera, se define lo que el sistema debe hacer para satisfacer las necesidades o expectativas del usuario, es por esto que es importante para este proyecto identificar los requerimientos, en función de las necesidades presentes en la planta de tratamiento.

### **2.2.6 Planta de aireadores flotantes**

En la plataforma web de la empresa Boss Tech (2020), se define la planta de aireadores flotantes como: “Uno de los sistemas de aireación más comunes. Con los aireadores flotantes, el agua viaja a través de la tubería bajo presión. Luego, un fino rocío se dispersa por medio de la boquilla y cae por el aire”.

En la plataforma web Bioingepro (2022), definen una planta de aireadores flotantes como: “una bomba de alto caudal y baja presión que descarga grandes cantidades de líquido en el aire en forma de lámina densa. El oxígeno atmosférico es absorbido en esta lámina que cae nuevamente, con lo cual se aumenta la concentración del oxígeno disuelto en el líquido.”

Ambas fuentes definen este tipo de planta como un sistema muy efectivo para el tratamiento de aguas residuales, además es uno de los más comunes por su simpleza, pero buen desempeño para realizar dicha tarea, como se observa en el caso de la planta de tratamiento “El Yaque”.

## **2.3 Bases legales**

### **2.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

**Artículo 110 (El régimen de la ciencia y tecnología)**- “El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como

para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía”.

El presente artículo establece, no solamente el interés del Estado en fomentar todo lo relativo a la explotación y desarrollo de la ciencia y la tecnología al servicio del país, sino que se fundamenta en normativas que sustentan ese desarrollo para brindar seguridad social, haciendo hincapié en que debe ser una labor integrada del Estado venezolano junto con el sector privado, con la finalidad de lograr cumplir objetivos comunes en beneficio del país, por tal razón el presente trabajo de investigación se basa legalmente en él; puesto que con su ejecución se busca beneficiar a la nación, mediante la implementación de una tecnología que permita el cuidado y óptimo tratamiento de las aguas residuales.

**Artículo 127. (DERECHO AL AMBIENTE)-** Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

El artículo anteriormente planteado tiene relación con el presente trabajo, ya que explica el derecho y deber que tienen las generaciones actuales y futuras de preocuparse por mantener el ambiente, como se busca, en este caso, con el cuidado y tratado de las aguas residuales en el Estado.

**Artículo 156 -** Es de la competencia del Poder Público Nacional:

#16: El régimen y administración de las minas e hidrocarburos; el régimen de las tierras baldías; y la conservación, fomento y aprovechamiento de los bosques, suelos, aguas y otras riquezas naturales del país.

#23: Las políticas nacionales y la legislación en materia naviera, de sanidad, vivienda, seguridad alimentaria, ambiente, aguas, turismo y ordenación del territorio.

#29: El régimen general de los servicios públicos domiciliarios y, en especial, electricidad, agua potable y gas.

Este artículo tiene una relación directa con el presente trabajo de investigación sobre el tratamiento de aguas residuales, ya que se encarga de regular y administrar los recursos naturales del territorio nacional, incluyendo el agua.

El numeral #16 se encarga de la conservación y aprovechamiento de las aguas, por lo que se deben tomar medidas para evitar la contaminación de las mismas con residuos industriales y químicos.

El numeral #23 se enfoca en la protección del ambiente y en particular del agua, lo que se traduce en políticas y acciones para garantizar su uso sostenible y seguro, así como el tratamiento adecuado de los residuos y aguas residuales generados.

Finalmente, el numeral #29 se relaciona directamente con los servicios públicos domiciliarios, incluyendo el suministro de agua potable y el manejo de aguas residuales. Este busca garantizar el acceso a dichos servicios y su calidad, lo que implica la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y la evaluación de su impacto ambiental.

**Artículo 178-** Son de la competencia del Municipio el gobierno y administración de sus intereses y la gestión de las materias que le asigne esta Constitución y las leyes nacionales, en cuanto concierne a la vida local, en especial la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, la aplicación de la política referente a la materia inquilinaria con criterios de equidad, justicia y contenido de interés social, de conformidad con la delegación prevista en la ley que rige la

materia, la promoción de la participación, y el mejoramiento, en general, de las condiciones de vida de la comunidad, en las siguientes áreas en el: #4 y #6 se establece lo siguiente:

Protección del ambiente y cooperación con el saneamiento ambiental; aseo urbano y domiciliario, comprendidos los servicios de limpieza, de recolección y tratamiento de residuos y protección civil.

Servicio de agua potable, electricidad y gas doméstico, alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas; cementerios y servicios funerarios.

Este artículo hace referencia a que es competencia del municipio y el gobierno la prestación y dotación de los siguientes servicios: protección ambiental, tratamiento de residuos y servicio de aguas servidas, es por ello que se ve directamente relacionado con el presente trabajo, ya que el mismo tiene como objetivo evaluar y mejorar los procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”.

**Artículo 304-** Todas las aguas son bienes de dominio público de la Nación, insustituibles para la vida y el desarrollo. La ley establecerá las disposiciones necesarias a fin de garantizar su protección, aprovechamiento y recuperación, respetando las fases del ciclo hidrológico y los criterios de ordenación del territorio.

De esta manera, se establece que las aguas son indispensables para el debido desarrollo de la nación, razón por la cual deben ser cuidadas y tratadas fomentando su aprovechamiento y recuperación, lo cual se relaciona con uno de los fines de este proyecto, ya que se busca lograr un debido funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”.

## **2.4 Definición de términos**

**Aguas Residuales:** “Aguas procedentes de procesos productivos o del consumo humano. Previo tratamiento puede convertirse en aguas regeneradas susceptibles de reutilización si alcanzan los criterios de calidad adecuados para cada tipo de uso”. (RAE)



**Aireación de aguas residuales:** Es el proceso de agregar aire o aguas residuales para permitir la biodegradación aeróbica de los componentes contaminantes. (Definición propia)

**Algoritmo:** “Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema. Método y notación en las distintas formas del cálculo”. (RAE)

**Automatizar:** Término utilizado en programación, utilizado como el acto y la consecuencia de automatizar, alude a hacer que determinadas acciones se vuelvan automáticas (es decir, que se desarrollen por sí solas y sin la participación directa de un individuo). (Definición propia)

**Funcionalidades:** Estas son el conjunto de características que hacen útil a algo para llevar a cabo un proceso en específico. Desde hace tiempo se emplea la palabra funcionalidad para referirse a la capacidad de un dispositivo o programa de llevar a cabo una determinada tarea. (Definición propia)

**Gestión:** Se refiere a la acción que se lleva a cabo normalmente con el fin de administrar o gestionar tareas que hagan posible realizar una operación o un propósito en concreto. (Definición propia)

**Gestión de procesos:** Se trata de una disciplina cuyo propósito es mejorar el desempeño de los procesos de una organización, en términos de eficiencia, eficacia y flexibilidad. (Definición propia)

**Lenguaje de programación:** Es un lenguaje formal, que se compone de signos y reglas, y se utiliza para crear programas que ejecutan algoritmos, los cuales pueden controlar el comportamiento de una máquina, es decir, es la forma mediante la cual un programador de software puede decirle a la máquina como quiere que se comporte. (Definición propia)

**Plantas de Tratamiento de aguas residuales:** Son sistemas de ingeniería que se encargan de tratar el agua para que pueda ser usada para distintos fines. (Página web ingeniería y construcción)

**Proceso:** Es un conjunto planificado de actividades que involucran la participación de múltiples elementos y recursos coordinados para lograr una meta previamente identificada. (Definición propia)

## **PARTE III**

### **DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA**

Esta etapa de la investigación describe la identificación y desarrollo de los métodos, técnicas e instrumentos necesarios para recabar información de acuerdo con la naturaleza, el tipo y diseño de investigación. Según indica Tamayo, M. (2007) “Científicamente la metodología es un procedimiento general para lograr de manera precisa el objetivo de la investigación, por lo cual nos presenta los métodos y técnicas para la realización de la investigación”, lo cual quiere decir que un elemento fundamental de todo trabajo de investigación es la metodología, ya que indica las maneras y estrategias sobre las cuales se lleva a cabo, facilitando el logro del objetivo por el cual se realiza.

#### **3.1 Naturaleza de la investigación**

El presente trabajo tiene una naturaleza de carácter cuantitativo, debido a que se utilizan distintos datos numéricos para analizar si los procesos están siendo llevados a cabo de manera adecuada en la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”. Según Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, M. (2014:4) el enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”.

Además, para desarrollar el trabajo es necesario medir el beneficio de poseer un sistema de gestión para control de procesos dentro del establecimiento, por lo que la investigación en curso necesita la recopilación de datos con fuente numérica y estadística.

#### **3.2 Tipo de investigación**

El presente trabajo se enmarca dentro de una investigación de tipo proyecto factible, debido a que se llevará a cabo el desarrollo de un sistema de gestión para el control de procesos. Según Balestrini, A. (2002), “los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las

necesidades a satisfacer”. Este tipo de investigación consiste en elaborar una propuesta de un modelo para satisfacer un problema, requerimiento o necesidad.

### **3.3 Diseño de la investigación**

El diseño de la presente investigación es de campo, pues será necesario recopilar información de manera natural, obteniendo los datos directamente del establecimiento que fue elegido como objeto de estudio. Según Palella, S. y Martins, F. (2017) “la investigación de campo consiste en la recolección de datos directo de la realidad, sin manipular o controlar las variables”.

De esta manera lo que se busca es realizar un análisis de los problemas, describirlos, analizarlos y, finalmente, implementar una solución a los problemas existentes en la planta de tratamiento “El Yaque”.

### **3.4 Población y muestra**

Arias, F. (2012) define la población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”.

En efecto, la población estudiada es finita, ya que el número de elementos que la conforman es contable y está constituida por cuatro (4) trabajadores de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque” y el personal relacionado perteneciente a Hidrocaribe, conformado por dos ingenieros industriales.

Por otra parte, Tamayo, M. (2006), define la muestra como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada".

Al respecto, Hernández, S. citado en Castro, M. (2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra", por tal razón, en este caso, la muestra estará compuesta por la totalidad de la población indicada previamente.

### **3.5 Técnicas de recolección de datos**

Luego de haber definido el diseño de la investigación delimitando el enfoque, es necesario establecer los métodos y procedimientos que se utilizarán para poder recolectar la información requerida para el desarrollo del trabajo de investigación. Según Arias, F. (2006), “las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información”. Son ejemplos de técnicas, la observación directa, la encuesta y la entrevista, el análisis documental, de contenido, entre otros.

Para identificar la situación actual de la planta, se llevará a cabo una entrevista no estructurada a los empleados de la planta. Para Arias, F. (2016) esta técnica: “Se basa en un diálogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado, acerca de un tema, previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”

Para definir los requerimientos funcionales para el desarrollo del sistema se emplearán las siguientes técnicas de recolección de datos:

La entrevista estructurada para definir, por parte de los ingenieros encargados de la planta en Hidrocaribe, las funcionalidades con las que debe contar el sistema. Taylor, S. y Bogdan, R. (1986) entienden la entrevista como “un conjunto de reiterados encuentros cara a cara entre el entrevistador y sus informantes, dirigidos hacia la comprensión de las perspectivas que los informantes tienen respecto a sus vidas, experiencias o situaciones”.

Por otra parte, se utilizará también la técnica de observación directa, los autores Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2006: 316), expresan que consiste en “el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta. A través de esta técnica el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”.

En efecto, se hará uso de esta técnica para complementar la información proporcionada por las entrevistas y, de esa manera, abarcar lo máximo posible, sin dejar pasar ningún requerimiento importante.

Para establecer los requerimientos técnicos y diseñar la interfaz del sistema, se empleará la técnica de investigación documental. Según Arias, F. (2012):

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios; es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

En tal sentido, la investigación documental proporcionará una base sólida de información y referencias para respaldar las decisiones tomadas en cuanto a los requerimientos técnicos y el diseño de la interfaz del sistema. Al analizar y evaluar la documentación existente, se podrá identificar las mejores prácticas, tendencias y enfoques exitosos utilizados en sistemas similares, lo que permitirá obtener un sistema eficiente y acorde a las necesidades específicas del proyecto.

### **3.6 Técnicas de análisis de datos**

Una vez recolectada la información requerida para el desarrollo del trabajo de investigación, es necesario utilizar un conjunto de técnicas para observar, analizar y examinar los datos recolectados de forma que, con el uso de estas, sea posible lograr los objetivos propuestos, como también responder las interrogantes planteadas. Al respecto, Sabino, C. (1999) establece que:

Finalizadas las tareas de recolección el investigador quedará en posesión de un cierto número de datos, a partir de los cuales será posible sacar las conclusiones generales que apunten a esclarecer el problema formulado en los inicios del trabajo. Pero esa masa de datos, por sí sola, no nos dirá en principio nada, no nos permitirá alcanzar ninguna conclusión si, previamente, no ejercemos sobre ella una serie de actividades tendientes a organizarla, a poner orden en todo ese multiforme conjunto.

Para analizar los resultados obtenidos en la entrevista no estructurada para definir el estado de la planta de tratamiento, se realizará un análisis temático, ya que esta estrategia organiza y describe mínimamente el conjunto de datos en detalle, e interpreta aspectos del tema para dar con claridad una respuesta a los datos recolectados.

Adicionalmente, se empleará una matriz FODA para identificar los aspectos clave de la planta, incluyendo fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Esto brindará una visión más amplia y precisa de su situación actual. Según Dyson. R. (2004): “el análisis FODA (también conocida como DOFA, FODA, MAFE en español y SWOT en inglés) es una de las técnicas más empleadas en la planeación estratégica, en especial para la determinación de la posición estratégica de la empresa.”

Para identificar los requerimientos funcionales del sistema, basado en los datos obtenidos por el personal directivo de la planta de tratamiento, se empleará el análisis de contenido. Esta técnica de análisis y procesamiento de datos permitirá examinar y comprender de manera sistemática los datos recopilados durante la entrevista, identificando los aspectos funcionales relevantes para el sistema.

Con el fin de determinar los requerimientos técnicos necesarios para el desarrollo del sistema en cuestión, se empleará un análisis documental. Esta técnica se considera la más apropiada para este caso, ya que permitirá obtener datos relacionados aunque no sean precisos. Además, ofrece la ventaja de representar la información contenida en los documentos de manera estructurada, presentándolos de forma clara y unívoca.

Por otra parte, se empleará un diagrama de flujo para procesar la información relacionada con el diseño del sistema en cuestión. Según Chiavenato, I. (1993) “Es una gráfica que representa el flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene como ventaja que indica la secuencia del proceso, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución”.

Esta técnica de análisis fue seleccionada debido a su capacidad para presentar de manera organizada la estructura del sistema en desarrollo. Mediante el diagrama de flujo, se establecerá una visualización clara del cumplimiento de los requerimientos en un esquema detallado y secuencial.

## **PARTE IV**

### **ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

En este apartado se presenta el resultado del procesamiento de los datos acumulados a partir de las técnicas de recolección correspondientes, para analizar los hallazgos significativos y pertinentes con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos planteados en la situación objeto de estudio

#### **4.1 Identificación de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque".**

Las técnicas de recolección de datos empleadas en el estudio permitieron precisar la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque". En tal sentido, el análisis de los datos obtenidos mediante la entrevista no estructurada aplicada a los operadores, reveló que el establecimiento tiene un propósito bien definido, reflejado en su misión y visión, que sirven como guías fundamentales para su accionar.

En conjunto, los operadores de la planta expresaron que su misión es "Tratar y purificar las aguas residuales para convertirlas en aguas limpias y seguras, para su reintroducción en el medio ambiente. Además, busca mantener la salud pública y la protección del medio ambiente al reducir la contaminación del agua". De manera similar, su visión se declara en términos de "Ser líderes en la gestión sostenible del agua, reconocidos por su eficiencia, innovación y excelencia en la protección de la salud pública y el medio ambiente. Asimismo, se compromete a mantener una sostenibilidad a largo plazo y ser respetuosos con el medio ambiente".

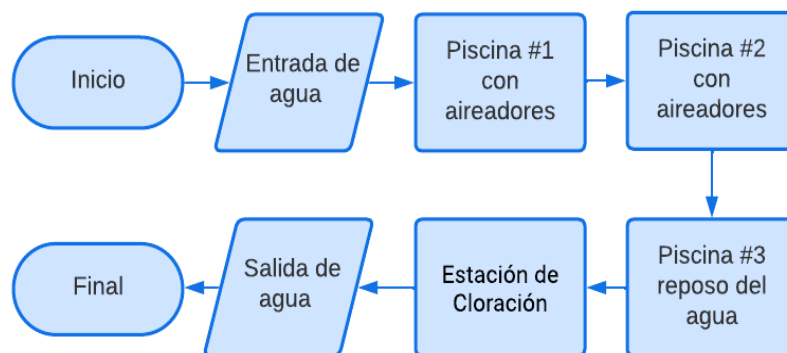
Por otro lado, según los datos obtenidos, se determinó que la planta tiene la capacidad de abastecer a 17.500 personas, tratando un volumen de agua de 3.500.000 litros por día. Además, se estima que la planta puede regar una superficie de 600.000 metros cuadrados. Sin embargo, actualmente no cuenta con la maquinaria completa para operar al 100%, debido a la falta de mantenimiento. Estas estimaciones son aproximadas, ya que no disponen de un sistema de control para el agua entrante y saliente de la planta, lo que dificulta la obtención de cálculos precisos. A pesar de todo esto, se afirma que esta es



una de las pocas plantas de tratamiento de aguas residuales que está en funcionamiento actualmente en la región

En cuanto al proceso de tratamiento de agua, se identificaron tres etapas principales. La primera consta de dos piscinas con dos aireadores cada una, que oxigenan el vital líquido y separan las partículas de suciedad. Luego, el agua reposa al sol en una tercera piscina, para que los rayos UV eliminen bacterias y microorganismos. Finalmente, el agua procesada pasa por una estación de cloración para concluir el proceso de tratamiento.

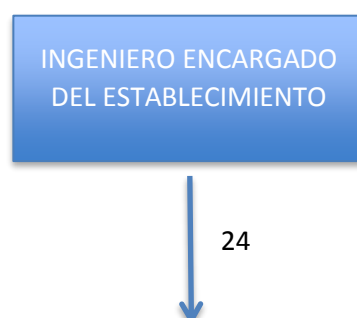
**Figura 1. Flujo de procesos de la planta de tratamiento “El Yaque”**

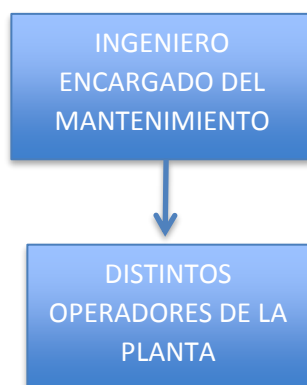


Fuente: Planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”. Elaboración propia.

En cuanto a la estructura organizativa, se observa que es simple, debido al tamaño y las actividades desarrolladas, se presenta de manera vertical encabezada por la Gerencia General, la cual se encuentra representada por el ingeniero encargado de la supervisión del establecimiento, el ingeniero encargado del mantenimiento de las máquinas y los cuatro operadores de la planta, quienes trabajan en turnos de 24 horas, alternándose entre la semana, para prevenir cualquier tipo de inconveniente.

**Figura 2. Estructura organizativa**





Fuente: Planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”. Elaboración propia.

Es relevante destacar que la estructura organizativa del establecimiento es gestionada por la empresa responsable de la planta, “Hidrocaribe”, que es la organización estatal venezolana encargada de proveer servicios de agua potable y saneamiento básico en la región caribeña del país, con el fin de garantizar el acceso al agua potable y mejorar la gestión de los recursos hídricos en la región.

En efecto, en la cima de la estructura organizativa se encuentra el ingeniero supervisor de la planta, perteneciente a “Hidrocaribe”, el cual juega un papel fundamental en su funcionamiento, ya que es quien se encarga de que todos los operadores cumplan con su horario y sus labores de forma eficiente.

Luego se encuentra el ingeniero de mantenimiento, quien se encarga de estar atento al llamado del superior, al momento de que la maquinaria que opera en el establecimiento necesite de mantenimiento para seguir funcionando de manera óptima.

Seguido de él se ubican los operadores, quienes se encargan de verificar que todas las máquinas se encuentren en óptimas condiciones, y de mantener al tanto a su superior de lo que sucede en la planta, tomando en cuenta: los niveles del agua distribuida en los tres (3) estanques, la cantidad de suministros utilizados y el inventario de suministros necesarios para el debido funcionamiento de la planta.

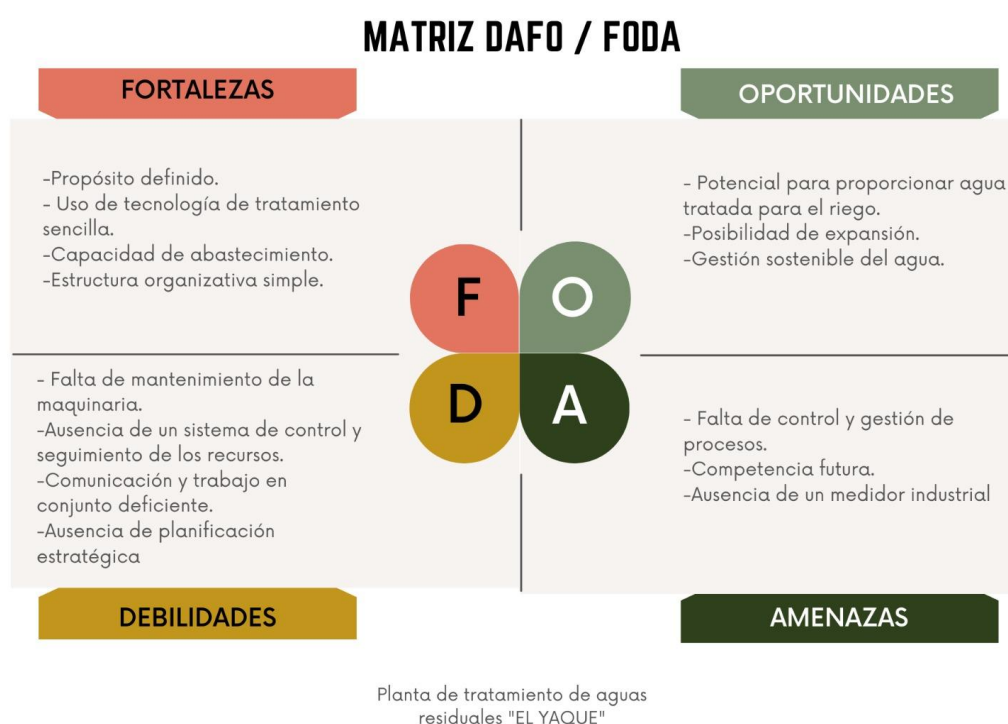
De esta forma, también se identificó como un desafío importante la falta de comunicación y trabajo en conjunto generada por la ubicación remota del establecimiento.

Asimismo, se identificaron carencias en el control y gestión de procesos en la planta, a pesar de tener una estructura organizativa simple. No se registran adecuadamente todas las actividades realizadas entre los diferentes niveles, lo que impide un rendimiento y funcionamiento óptimo.

Además, se observó una falta de control del supervisor sobre los elementos que conforman la planta, como el tiempo de uso de los aireadores de agua, lo que genera como consecuencia un aumento en el nivel de exigencia recomendado que supera el máximo permitido y provoca averías graves en el sistema.

Tomando en consideración la información expuesta, se procedió a sintetizar los aspectos más relevantes de la situación actual en la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque", mediante la siguiente Matriz FODA:

**Cuadro 1. Matriz FODA sobre la situación actual en la planta de tratamiento “El Yaque”**



Fuente: Planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”. Elaboración propia.

A continuación, se describe cada uno de los elementos que constituyen la matriz FODA:

**Fortalezas:**

- **Propósito definido:** La planta cuenta con una misión y visión claras que orientan sus acciones hacia el tratamiento y purificación de aguas residuales, así como la protección de la salud pública y el medio ambiente.
- **Uso de tecnología de tratamiento sencilla:** La planta utiliza procesos de tratamiento que incluyen aireación, sedimentación y desinfección con cloro, lo que contribuye a la purificación del agua de una forma básica y fácil.
- **Capacidad de abastecimiento:** La planta tiene la capacidad de abastecer a 17.500 personas y tratar un volumen de agua de 3.500.000 litros por día, lo que representa un aporte significativo a las necesidades de la región.
- **Estructura organizativa simple:** La estructura vertical de la planta facilita la supervisión y coordinación de las actividades, con un ingeniero supervisor y operadores responsables del funcionamiento diario.

**Oportunidades:**

- **Potencial para proporcionar agua tratada para el riego:** Esta iniciativa tendría un impacto positivo en el medio ambiente, al reducir el consumo de agua potable para actividades de riego en terrenos adyacentes, lo que contribuiría a la conservación de este recurso escaso.
- **Posibilidad de expansión:** La planta es una de las pocas en funcionamiento en el territorio, lo que brinda oportunidades para ampliar su capacidad de tratamiento y atender a una mayor población.
- **Gestión sostenible del agua:** Existe la posibilidad de posicionarse como líderes en la gestión sostenible del agua, optimizando sus procesos internos y manteniendo el compromiso y respeto por el medio ambiente.

**Debilidades:**

- Falta de mantenimiento de la maquinaria: La planta no cuenta con la maquinaria completa y no se realiza un control adecuado de su uso, lo que provoca averías graves en el sistema y afecta su funcionamiento óptimo.
- Ausencia de un sistema de control y seguimiento de los recursos: La falta de control del inventario dificulta la identificación de necesidades de reposición a tiempo, lo que puede generar retrasos en la adquisición de los recursos necesarios y afectar la continuidad y eficiencia de las operaciones.
- Comunicación y trabajo en conjunto deficiente: La ubicación remota del establecimiento dificulta la comunicación y el trabajo en equipo entre los miembros de la planta.
- Ausencia de planificación estratégica: Sin una planificación adecuada, se corre el riesgo de mantener una operación reactiva en lugar de una proactiva, lo que podría afectar la eficiencia, la calidad del agua tratada y la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías y desafíos futuros.

**Amenazas:**

- Falta de control y gestión de procesos: La ausencia de un registro adecuado de actividades dificulta el control y la gestión de los procesos de la planta, lo que puede afectar su rendimiento y funcionamiento óptimo.
- Competencia futura: La planta puede enfrentar competencia en el futuro si se establecen y reactivan nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales en la región.
- Ausencia de un medidor industrial: La falta de medición precisa del agua entrante y saliente, además de tratada y descargada, dificulta la optimización de los procesos e impide evaluar con precisión la eficacia de los procesos de purificación y el cumplimiento de los estándares ambientales y normativas establecidas.

Por tal motivo, para superar los desafíos actuales, se requiere una gestión efectiva que establezca mecanismos de control, priorice el mantenimiento de la maquinaria y el seguimiento de los procesos y promueva una comunicación y trabajo en conjunto más efectivos. Al abordar estos aspectos, la planta de tratamiento "El Yaque" estará en una mejor posición para enfrentar los retos futuros y cumplir con su objetivo de tratar y purificar las aguas residuales de manera eficiente y responsable.

#### **4.2 Definición de las funcionalidades y requerimientos técnicos que se utilizarán para desarrollar el sistema de gestión que permita el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque".**

Para llevar a cabo este objetivo, se utilizó una entrevista estructurada directamente con el ingeniero encargado del establecimiento, dado que la información necesaria sería proporcionada por el usuario.

Respecto a los requerimientos funcionales, es crucial determinar las funcionalidades que debe abarcar el sistema de gestión y control. Durante la entrevista, se identificó que uno de los datos más importantes es la cantidad de agua que ingresa a la planta, ya que un control preciso permitirá evitar desbordamientos, tal como ocurrió anteriormente debido a la falta de conocimiento sobre la cantidad de líquido que entraba y salía.

También se hizo énfasis en la importancia de mostrar información sobre la cantidad de agua tratada, lo cual permitiría evaluar el rendimiento de la planta al finalizar todos sus procesos. Asimismo, se considera relevante conocer el tiempo de funcionamiento de cada maquinaria y el tiempo restante para su mantenimiento con el fin de prevenir averías y gestionar el mantenimiento de manera oportuna, en colaboración con el ingeniero encargado de dicha área.

Otro aspecto crítico es tener un control del inventario de los materiales empleados por los usuarios de la planta en sus operaciones diarias, ya que actualmente no se implementa ningún sistema de monitoreo que permita llevar un registro adecuado acorde a los requerimientos. Asimismo, se identificaron otros elementos fundamentales, como la cantidad de agua presente en cada piscina durante el proceso de depuración, la cantidad de agua en la cloradora y, finalmente, el agua expulsada de la planta una vez tratada, ya que, de esta

manera, se podría tener un control y gestión efectivos de las fases que componen la planta de tratamiento de aguas residuales.

Una vez determinados estos aspectos fundamentales que deberá contener el sistema, se plantea la generación de reportes diarios para llevar un control adecuado del inventario de productos y materiales, así como de los otros aspectos mencionados anteriormente, como las horas de trabajo de la maquinaria, agua entrante y saliente y cantidad de agua en las piscinas.

Respecto a los requerimientos técnicos, se evaluó el entorno más adecuado y fácil de usar, considerando los equipos disponibles y el conocimiento del personal, como resultado, se determinó que un entorno de escritorio es el más conveniente.

En tal sentido, se ha propuesto un diseño básico, con una interfaz cómoda y fácil de utilizar, tomando en cuenta la estructura organizativa de la planta, que incluye 2 niveles de acceso. El operador tendrá la opción de observar el funcionamiento adecuado de los procesos, mientras que podrá generar reportes y revisar registros de los datos proporcionados por el sistema.

En cuanto a las herramientas de desarrollo, se realizó una investigación documental y se determinó que el lenguaje de programación C# sería el más adecuado para desarrollar el sistema. Según Set, J. (2017), en su libro "Depth", "C# es una excelente opción para desarrollar aplicaciones con interfaces gráficas de usuario debido a su combinación de facilidad de uso y potencia".

Además, se decidió utilizar Visual Studio 2022 como un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) eficiente para trabajar con programas desarrollados en este lenguaje. Al respecto, este IDE ofrece herramientas de integración continua que permiten automatizar la compilación, pruebas y despliegue del código en un entorno de desarrollo colaborativo. Al ser un programa de escritorio, el sistema en desarrollo se ajusta al flujo de trabajo proporcionado por Visual Studio.

Por último, es necesario determinar el sistema gestor de base de datos que utilizará el sistema. Se seleccionó SQL Server, debido a su buena compatibilidad con Visual Studio, específicamente con una base de datos local, como la que será utilizada en este caso.

A continuación, se presenta un cuadro descriptivo que resume de forma concisa los requerimientos identificados, detallando tanto los aspectos técnicos como los funcionales del sistema:

**Cuadro 2. Requerimientos del sistema de gestión**

<b>Requerimientos técnicos</b>	
<b>Diseño de la interfaz</b>	Orientado a la comodidad y fácil uso.
<b>Niveles de acceso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El operador (acceso limitado al sistema).</li> <li>- El supervisor (acceso total al sistema)</li> </ul>
<b>Entorno</b>	Tipo escritorio.
<b>Herramientas de desarrollo</b>	
<b>Lenguaje de programación</b>	C#
<b>Entorno de desarrollo</b>	Visual Studio 2022
<b>Gestor de base de datos</b>	SQL Server
<b>Requerimientos funcionales</b>	
<b>Monitoreo</b>	Establecer un control que permita monitorear la cantidad de agua que ingresa y egresa
<b>Reportes</b>	Generar informes de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distintos procesos de la planta</li> <li>- Inventario de la planta</li> </ul>
<b>Seguimiento</b>	Proporcionar el seguimiento de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de funcionamiento de la maquinaria</li> <li>- Tiempo que falta para el mantenimiento</li> </ul>

Fuente: Planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque". Elaboración propia.

Este cuadro proporciona una visión general de los elementos clave que se deben tener en cuenta en el desarrollo del sistema de gestión, estableciendo una base sólida para su diseño.

Una vez definidos los requerimientos funcionales y técnicos para el sistema de gestión de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque", se abre el camino hacia el diseño de un sistema eficiente y efectivo. Estos requerimientos proporcionan una guía clara sobre qué aspectos deben abordarse y qué funcionalidades deben incorporarse en el sistema. Con la información recopilada



y el análisis detallado de las necesidades del usuario, es posible comenzar a trabajar en la arquitectura y la interfaz del sistema.

#### **4.3 Diseño del sistema de gestión para la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”.**

Para el presente objetivo, se consideraron varios factores, incluidos los resultados del análisis de datos obtenidos de las entrevistas estructuradas y no estructuradas expuestos previamente. A partir de esta información, el siguiente paso fue seleccionar una metodología de trabajo adecuada, y después de una investigación, se determinó que la metodología Kanban sería la más apropiada para el caso de estudio.

La metodología Kanban se enfoca en mejorar el flujo de trabajo y asegurar altos estándares de calidad. Una de sus características principales es la limitación de las tareas en progreso, lo que significa que no se inician nuevas actividades hasta que se concluyan las pendientes. Este enfoque evita la sobrecarga y optimiza la entrega de resultados finales.

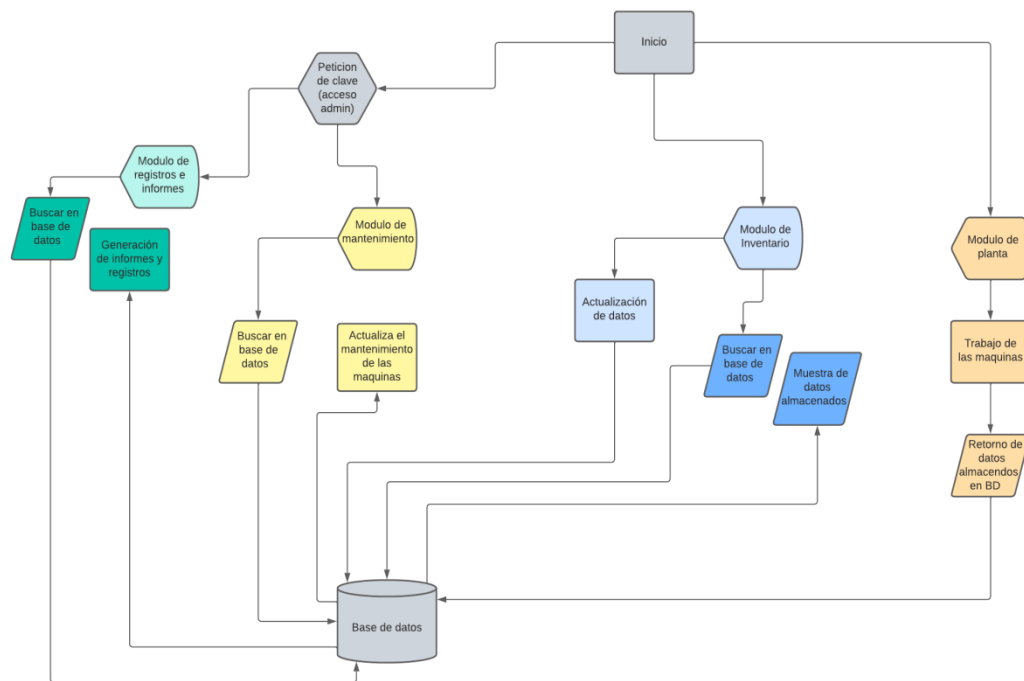
En tal sentido, el diseño de la interfaz se estructuró en etapas, según los módulos del sistema. De esta forma, se desarrolló primero el diseño de cada módulo y luego se agregaron las funcionalidades correspondientes, así como las conexiones a bases de datos, descritas a continuación:

- Módulo 1 (Inicio): Funciona como contenedor e incluye un menú para acceder a los demás módulos.
- Módulo 2 (Planta): Encargado de los procesos de los aireadores y la cloradora, así como del registro y almacenamiento de datos para su uso en otros módulos.
- Módulo 3 (Reportes): Accesible solo para el supervisor, este módulo genera informes y reportes basados en datos específicos obtenidos de la base de datos.
- Módulo 4 (Inventario): Refleja los productos utilizados en la planta y permite su actualización.

- Módulo 5 (Mantenimiento): Gestiona las actualizaciones de mantenimiento de los aireadores y muestra el tiempo restante para realizar el próximo mantenimiento.

Una vez descritos los diferentes módulos del sistema de gestión, se presentará un diagrama de flujo que los represente visualmente:

**Figura 3. Diagrama de flujos de procesos del sistema**



Fuente: Planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”. Elaboración propia.

Este diagrama de flujo permite comprender de manera más clara la estructura y la interrelación entre los módulos, facilitando así la visualización del flujo de información y las acciones realizadas en cada etapa del proceso. Esta representación gráfica es fundamental para una mejor comprensión y comunicación del diseño del sistema, ya que proporciona una visión general y ordenada de cómo se organiza y opera.

En conclusión, el diseño del sistema de gestión para la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque" se realizó considerando diversos factores y utilizando una metodología de trabajo adecuada. Se utilizó una combinación de elementos para diseñar el sistema de gestión de la planta de manera efectiva y eficiente y se implementó la metodología Kanban seleccionada para enfocarse en lograr los objetivos planteados y obtener los resultados esperados.



## **PARTE V**

### **PROPUESTA**

#### **5.1. Importancia de la Aplicación de la Propuesta**

La implementación de un sistema de gestión en la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque" resulta fundamental debido a la necesidad de la preservación del medio ambiente y la protección de la salud pública. Al facilitar el óptimo funcionamiento de la planta, la propuesta permitirá aprovechar al máximo el recurso hídrico tratado, abriendo la posibilidad de desarrollar proyectos futuros orientados a su aprovechamiento en actividades como riego de terrenos adyacentes u otras alternativas que reduzcan la dependencia de agua potable en actividades secundarias.

Además, la aplicación de esta propuesta traerá consigo una serie de beneficios significativos. Por un lado, mejorará la eficiencia en la gestión de los procesos de tratamiento de aguas residuales, lo que se traducirá en un funcionamiento más eficaz de la planta, reducción de tiempos de operación y una mayor capacidad para hacer frente a incrementos en la demanda. Por otro lado, al optimizar los recursos utilizados y minimizar las pérdidas, se logrará una reducción de los costos operativos asociados al tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

#### **5.2. Viabilidad de Aplicación de la Propuesta**

A continuación, se presenta el análisis de la factibilidad de la presente propuesta para la planta de Tratamiento de aguas residuales "El Yaque".

##### **5.2.1 Técnica**

Luego de evaluar los equipos con los que cuenta el establecimiento se determinó que, para lograr la implementación del sistema de forma adecuada y efectiva son necesarios los siguientes equipos:

#### **Cuadro 3. Equipos necesarios para la implementación del sistema**

Equipos necesarios	Especificaciones	Cantidad
<b>Laptop Lenovo Chromebook N23</b>	Celeron 1.60ghz 4gb Ram 16gb Dd	1 unidad
<b>Medidor De Agua</b>	Chorros Múltiple 2 Pulgadas Uso Industrial	2 unidades

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2 Operativa

Se identificó que la implementación exitosa del sistema de gestión propuesto requiere que el personal que lo utilizará cuente con conocimientos sólidos sobre el flujo de procesos en las distintas etapas de la planta de tratamiento. Es fundamental que el personal esté familiarizado con los procedimientos operativos y las actividades relacionadas para garantizar un uso efectivo y eficiente del sistema.

Para lograr esto, se recomienda proporcionar capacitación adecuada al personal involucrado, tanto en el manejo del sistema de gestión como en la comprensión de los procesos específicos de la planta. Esto permitirá que el equipo esté preparado para utilizar el sistema de manera óptima.

### 5.2.3 Económica

A continuación, se indicarán los costos asociados a los elementos necesarios para llevar a cabo la implementación del sistema:

**Cuadro 2: Costos de inversión para la implementación del sistema**

RECURSO	COSTO UNITARIO (\$)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (\$)
Laptop Lenovo Chromebook N23 Celeron 1.60ghz 4gb Ram 16gb Dd	95	1	95
Medidor De Agua Chorros Múltiple 2 Pulgadas Uso Industrial	45	2	90

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Objetivos de la Propuesta

#### 5.3.1 Objetivo General

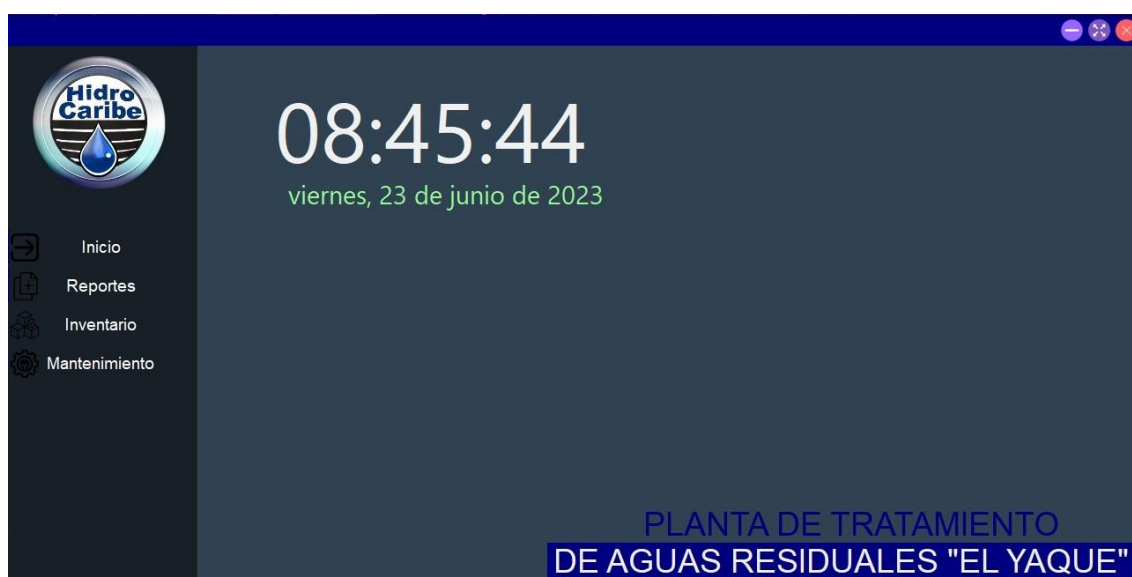
Desarrollar un sistema de gestión que permita mejorar el control de los procesos dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”, ubicada en el Estado Nueva Esparta.

#### 5.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer un módulo de control que permita monitorear la cantidad de agua que ingresa y egresa del establecimiento
- Generar informes actualizados reportes de los distintos procesos y del inventario de la planta.
- Proporcionar un módulo de seguimiento del tiempo de funcionamiento de los aireadores y su programación de mantenimiento.
- Establecer un control de los materiales utilizados dentro de la planta.

### 5.4. Representación Gráfica y Estructura de la Propuesta

Figura 4. Interfaz de inicio principal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Interfaz de ventana de mantenimiento.



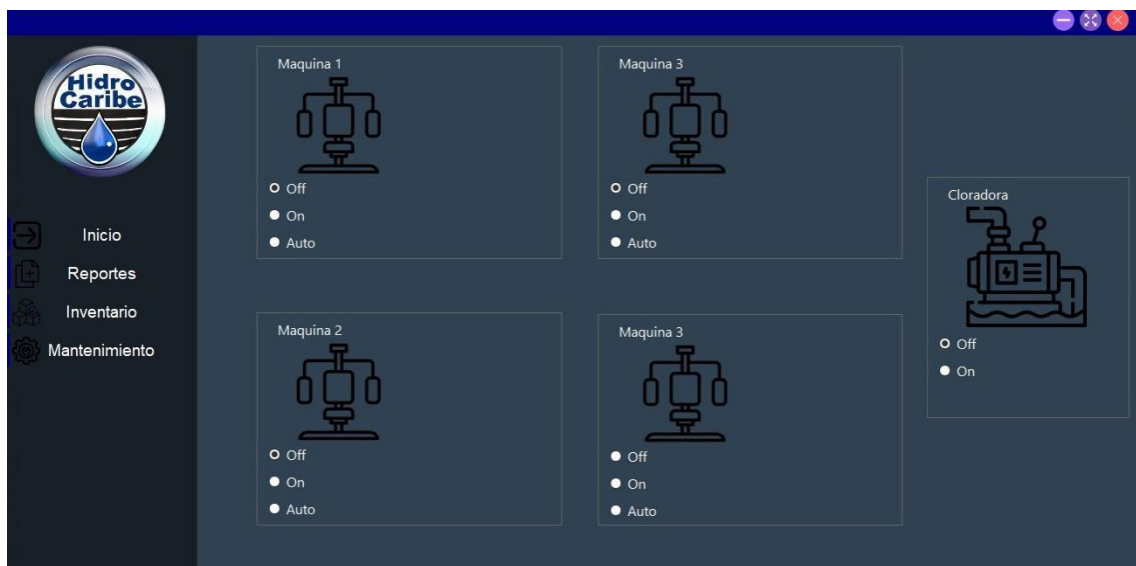
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Interfaz de ventana de inventario.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Interfaz de operación.



Fuente: Elaboración propia.



## **CONCLUSIONES**

Una vez analizados todos los aspectos relevantes de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque", se han obtenido conclusiones significativas que permiten visualizar el rumbo hacia un funcionamiento óptimo mediante la implementación de un sistema de gestión:

En primer lugar, se logró obtener una visión detallada de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Yaque". Para ello, se recopilaron datos relevantes sobre los procesos existentes, los recursos disponibles y los desafíos enfrentados, y se determinó que existe un nivel muy bajo de organización respecto a sus procesos internos. Además, la falta de control y registro de información dentro de la planta de tratamiento ha generado una pérdida de datos valiosos que podrían contribuir a mejorar su rendimiento y cumplir con sus objetivos. Esta información fue fundamental para comprender el estado de la planta y sentar las bases para el desarrollo de un sistema de gestión eficiente.

Luego, se procedió a identificar y establecer de manera precisa las funcionalidades y requerimientos técnicos necesarios para el desarrollo del sistema, a través de la interpretación de los datos obtenidos de entrevistas y análisis documental. Estos sirvieron como guía fundamental durante el proceso de diseño y codificación, para proporcionar las herramientas que garanticen la automatización de sus operaciones.

En tal sentido, se llevó a cabo el diseño del sistema de gestión para la planta. A través de la utilización de la metodología Kanban y el enfoque modular, se logró estructurar un sistema eficiente y organizado. El diagrama de flujos proporcionó una guía visual clara de las etapas y la interacción de los módulos del sistema. Dicho diseño, basado en los requerimientos técnicos y funcionales previamente definidos, tiene como propósito optimizar los procesos de la planta y contribuir al logro de sus metas.

La implementación del sistema de gestión propuesto supondría una mejora significativa, ya que permitiría almacenar y aprovechar la información disponible, tanto en el presente como en futuros proyectos. Además, se reconoce la importancia de utilizar dichos datos de manera adecuada para realizar registros,

pronósticos y establecer ciclos de mantenimiento oportunos, evitando posibles fallos y desbordes. Asimismo, su uso facilitaría la optimización de los procesos de la planta y la toma decisiones basadas en información precisa y relevante.

## **RECOMENDACIONES**

- Implementar el sistema de gestión propuesto en la planta, que permita un control completo de las instalaciones y su información. Esto asegurará el cumplimiento de los objetivos y metas planteadas, así como la generación de pronósticos, reportes e informes para respaldar futuros proyectos y mejoras.
- Incorporar una plataforma en línea que facilite la comunicación a distancia y la actualización remota del sistema de control. Esto permitirá un monitoreo continuo, así como la generación de reportes e informes de forma remota, optimizando la eficiencia de la planta.
- Proporcionar capacitación adecuada al personal, brindándoles conocimientos básicos sobre los procesos llevados a cabo dentro de la instalación. Esto garantizará que el personal cuente con una comprensión sólida de los procedimientos, lo que les permitirá responder de manera rápida y eficiente ante cualquier escenario de emergencia, mientras los expertos en el tema brindan una solución general.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria utilizada en la planta, con el fin de evitar posibles averías y fallos que puedan afectar su funcionamiento. Esto prolongará la vida útil de los equipos y garantizará un rendimiento óptimo a largo plazo.

## Referencias bibliográficas

- Arias, F. (2012) El Proyecto de la investigación. Introducción a la metodología científica (6ta Edic).
- Balestrini, A. (2002), Como se elabora el proyecto de investigación. (6ta Edic). Caracas: BL Consultores Asociados
- Bioingepro (2022). Página oficial. Recuperado el 25 de junio de 2023, de: <https://bioingepro.com.ar/>
- Boss Tech (2020) Página oficial. Recuperado el 15 de junio de 2023, de: <https://bosstech.pe/aireacion-aguas-residuales-importancia/>
- Carrasco, B. (2001). Gestión de Procesos. Santiago, Chile, Ed. Evolución S. A.
- Castro, M. (2003). El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. (2da Edic.). Caracas: Uyapal.
- Chiavenato, I. (1993). Administración de recursos humano. El capital humano de las organizaciones. Recuperado el 10 de abril de 2023, de: [https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/administracion\\_de\\_recursos\\_humanos\\_-\\_chiavenato.pdf](https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/administracion_de_recursos_humanos_-_chiavenato.pdf)
- Cieza, A; Callao, M; Rojas, J (2022) Gestión de procesos internos para manejo ambiental en planta de tratamiento de aguas residuales. Recuperado el 10 de abril de 2023, de: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/540/5403172003/html/>
- CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. Gaceta Oficial N° 36.860 del 30 de diciembre de 1999. Capítulo I - Art. 304  
Capítulo II - De la Competencia del Poder Público Nacional - Art. 156.  
Capítulo IV - Del Poder Público Municipal - Art. 178. Capítulo VI - De los Derechos Culturales y educativos - Art. 110. Capítulo XI - De los derechos ambientales - Art. 127.
- Dyson, R.G. (2004) Strategic Development and SWOT Analysis at the University of Warwick. European Journal of Operational Research, 152, 631-640. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00062-6)
- Hernández, N. (2019) Sistema de control para una planta de tratamiento de aguas residuales con un modelo dinámico de decantación. Recuperado el 10 de abril de 2023, de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76416/Vrft-NathalieHernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, L. (2006). Metodología de la Investigación (4ta Edic). DF, México. McGraw Hill.

- Laudon, K. (2013). E-commerce 2013. Negocios, tecnología, sociedad. (9na Edic). México, D.F. México.
- Martínez, A. y Cegarra, J. (2014) Gestión por procesos de negocio. Organización horizontal. Editorial: Ecobook Editorial del Economista
- Robbins, S. (1996). Comportamiento Organizacional: teoría y Práctica. (7ma Edic). México: Prentice-Hall
- Tamayo, M (2007) Diseño metodológico. Recuperado el 10 de abril de 2023, de: <http://angelicamarialo.blogspot.com/2007/10/diseo-metodologico-segn-mario-tamayo-y.html>
- Taylor, S. y Bogdan, R. (1986). Introducción a los métodos cualitativos de la investigación. La búsqueda de significados. Recuperado el 5 de abril de 2023, de: <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2011/12/Introduccion-a-metodos-cualitativos-de-investigaci%C3%B3n-Taylor-y-Bogdan.-344-pags-pdf.pdf>
- Usme, H; Muñoz, C (2019) diseño e implementación de un sistema de control y supervisión para una planta didáctica de tratamiento de agua ubicada en el laboratorio de control de procesos del sena. Recuperado el 25 de marzo de 2023, de: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11823/T08977.pdf;jsessionid=C4D9AF752AF62AE648296F438EFF5984?sequence=5>
- Van Gigch, J. (1978), el enfoque de los sistemas de administración. Sección de aspirantes y candidatos. Recuperado el 25 de marzo de 2023, de: <https://www.ipn.mx/assets/files/investigacion-administrativa/docs/revistas/24/ART3.pdf>
- Wilson, Leslie B. (1993). Comparative Programming Languages, Second Edition. Addison-Wesley. p. 213. ISBN 0-201-56885-3. (en inglés).

## ANEXOS

### Anexo 1. Guía de entrevista realizada a los operadores de la planta.



DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE PROCESOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL YAQUE", UBICADA EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA

#### Guía de entrevista

*(Destinada al personal de la planta de tratamiento "El Yaque")*

ESTA ENTREVISTA TIENE COMO FINALIDAD RECOLECTAR INFORMACIÓN SOBRE LOS PROCESOS Y MÉTODOS LLEVADOS A CABO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL YAQUE", PARA CONOCER SU ESTADO ACTUAL Y DAR RESPUESTA A UNO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Los puntos clave a abarcar son los siguientes:

1. ¿Puede describir brevemente la planta de tratamiento de aguas residuales "EL YAQUE"?
2. ¿Cómo describiría el propósito de su empresa o su razón de existir?
3. ¿Cuál es la capacidad de tratamiento de la planta?
4. ¿Se lleva un control de las actividades realizadas en la planta?
5. ¿Cuáles son los principales procesos llevados a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales?
6. ¿Cuáles son los desafíos o problemas comunes que enfrenta la planta?
7. ¿Cuáles son las instalaciones y equipos clave en la planta de tratamiento?
8. ¿Cómo se realiza el mantenimiento de la infraestructura y los equipos?
9. ¿Cuánto personal trabaja en la planta y cuáles son sus roles y responsabilidades?
10. ¿Qué tipo de tecnología se utiliza para el tratamiento de las aguas residuales?
11. ¿Existen suficientes recursos (humanos, financieros, tecnológicos, etc.) para el adecuado funcionamiento de la planta?
12. ¿Tiene alguna sugerencia o mejora que considere relevante para el funcionamiento de la planta?

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD DE MARGARITA

## Anexo 2. Guía de entrevista realizada a los ingenieros de la planta.



DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE PROCESOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL YAQUE", UBICADA EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA

### Guía de entrevista

*(Destinada al personal de la planta de tratamiento "El Yaque")*

ESTA ENTREVISTA TIENE COMO FINALIDAD RECOLECTAR INFORMACIÓN SOBRE LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y TÉCNICOS A SER APLICADOS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL YAQUE" Y DAR RESPUESTA A UNO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Las preguntas a abarcar son las siguientes:

1. ¿Qué tipo de información se espera obtener mediante este sistema de control y gestión?
2. ¿Qué tipo de entorno cree que sería el más adecuado para el sistema de gestión? (web, escritorio, móvil)
3. ¿Qué procesos específicos le gustaría que el sistema de gestión facilite o automatice?
4. ¿Qué funcionalidades considera esenciales para el sistema de gestión de la planta de tratamiento de aguas residuales?
5. ¿Qué aspectos considera importantes en términos de interfaz y usabilidad del sistema de gestión? (características de diseño o navegación)
6. ¿Qué niveles de acceso o restricciones de usuario considera necesarios para el sistema? (operador, supervisor, ingeniero)

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD DE MARGARITA



**Anexo 3. Instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Yaque”.**







**Anexo 4. Piscina #1 con aireadores flotantes.**



**Anexo 5. Piscina de reposo final.**







**Anexo 6. Máquina de cloración de la planta de tratamiento "El Yaque"**



**Anexo 7. Máquina de encendido y apagado de los aireadores.**



**Anexo 8. Instalaciones de las diferentes plantas de tratamientos de aguas residuales pertenecientes a “HIDROCARIBE”.**







