



# Universidad **Mariana**

Ensamble y programación del EDS® Water management: el ciclo del agua con comunicación OPC para muestra de señales y variables de las diferentes etapas de la planta

Luis Felipe Cabrera Grijalba

Universidad Mariana  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería Mecatrónica  
San Juan de Pasto

2024

Ensamble y programación del EDS® Water management: el ciclo del agua con comunicación OPC para muestra de señales y variables de las diferentes etapas de la planta

Luis Felipe Cabrera Grijalba

Informe de investigación para optar al título de: Ingeniero Mecatrónico

Asesor: Mg. Tito Manuel Piamba

Co-asesor: Mg. Javier Chamorro

Universidad Mariana  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería Mecatrónica  
San Juan de Pasto  
2024

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son  
responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)  
Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007  
Universidad Mariana

## **Agradecimientos**

Gracias a todos aquellos que han sido parte fundamental de este proyecto. A los profesores, quienes con su sabiduría y paciencia han guiado y brindado las herramientas necesarias para alcanzar esta meta, a los asesores, que siempre aportaron valioso conocimiento y a los laboratoristas de la sede Alvernia, siempre dispuestos a colaborar.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi madre, quien me ha brindado su amor incondicional y su apoyo a lo largo de toda mi vida académica. Sin su confianza en mí y su constante motivación, este logro no habría sido posible. A mi familia, gracias por creer en mis sueños y por ser mi inspiración diaria.

Felipe Cabrera

## Contenido

1. Resumen del proyecto .....	13
1.1. Descripción del problema.....	13
1.1.1. Planteamiento del problema .....	14
1.2. Justificación.....	15
1.3. Objetivos .....	16
1.3.1. Objetivo general .....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Marco referencial .....	16
1.5. Marco de antecedentes .....	17
1.5.1. Bases de datos y criterios de búsqueda.....	17
1.5.2. Vigencia de temática .....	19
1.5.3. Descripción del Top 5 de los artículos más citados en la historia .....	20
1.5.4. Descripción de los artículos Top 5 más citados de los últimos 5 años.....	24
1.6. Marco teórico .....	29
1.6.1. Marco conceptual .....	35
1.6.2. Marco contextual.....	36
1.6.3. Marco legal.....	37
1.6.4. Marco ético.....	38
1.7. Metodología .....	38
1.7.1. Tipo de investigación .....	38
1.7.3. Hipotesis de investigación.....	39
1.7.4. Descripción metodológica.....	39
1.7.5. Validez de la investigación .....	39
2. Presentación de resultados .....	40
2.1. Resultados de acuerdo a objetivos .....	40
2.2. Análisis de resultados.....	55
2.2.1. Análisis de la Adecuación de la Planta .....	55
2.2.2. Análisis del segundo objetivo.....	55
2.2.3. Análisis del tercer objetivo.....	56
2.2.4. Análisis del cuarto objetivo.....	56

3. Conclusiones .....58  
Referencias Bibliográficas .....58  
Anexos.....65

**Índice de tablas**

Tabla 1. Citaciones realizadas en el periodo 2018- 2022..... 29

## Índice de figuras

Figura 1. Resultado de búsqueda de palabras claves sin filtros. ....	18
Figura 2. Figure 2: Búsqueda en Scopus con filtros en las palabras clave. ....	18
Figura 3. Vigencia del tema sin filtros .....	20
Figura 4. Grafica de la Vigencia del tema con sus respectivos filtros. ....	21
Figura 5. Etapa de Purificación de Agua.....	30
Figura 6. Etapa Suministro de agua .....	32
Figura 7. Etapa de Trasporte del agua.....	33
Figura 8. Etapa de Tratamiento de aguas residuales .....	34
Figura 9. Diagrama de tuberías e instrumentación del sistema. ....	35
Figura 10. Etapa de Suministro de agua ensamblada y lista para poner en marcha.....	41
Figura 11. Etapa de Distibucion de agua ensamblada y lista para poner en marcha .....	42
Figura 12. Etapa de Trasporte de agua ensamblada y lista para poner en marcha.....	43
Figura 13. Etapa de Tratamiento de agua residual ensamblada y lista para poner en marcha .....	44
Figura 14. Aplicación Fluidlab water management. ....	45
Figura 15. Simulación de etapa de purificación recibiendo datos y controlando la planta.....	46
Figura 16. Simulación de etapa de distribucion recibiendo datos y controlando la planta .....	47
Figura 17. Simulación de etapa de trasporte de agua recibiendo datos y controlando la planta....	48
Figura 18. Simulación de etapa de tratamiento recibiendo datos y controlando la planta.....	49
Figura 19. código en Python para leer e importar archivos TXT a la base de datos.....	50
Figura 20. Datos adquiridos de la etapa de siministro de agua .....	50
Figura 21. Datos adquiridos de la etapa de potabilizacion de agua .....	51
Figura 22. Datos adquiridos de la etapa de trasporte de agua .....	52
Figura 23. Datos adquiridos de la etapa de tratamiento de agua.....	53
Figura 24. diagrama de bloques donde se configura los sensores y parámetros.....	54
Figura 25. Grafica de monitoreo en PRTG de los 2 últimos días .....	54
Figura 26. Grafica de monitoreo en PRTG de la salud de la sonda y del sistema central .....	55
Figura 27. Grafica de monitoreo en PRTG de la interfaz y la EDS wáter management.....	55
Figura 28. Grafica de monitoreo en PRTG de la conexión al control remoto .....	56

## **Índice de Anexos**

Carpeta Google Drive de archivos de investigación.....	55
--	----

## **Introducción**

El EDS® Wáter Management es una planta que realiza el proceso de tratamiento para potabilizar aguas residuales, es de la empresa Festo y se encuentra en la sede del Sena en la ciudad de Pasto, la habilitación de la planta fue el inicio del proyecto y se ha llevado acabo el debido proceso a través de recopilación de información y distintas fuentes de información relacionadas al tema para su correcto ensamble y su puesta en marcha, en colaboración con las herramientas que proporciona el Sena, esta planta será puesta en marcha con el fin de instruir a los educandos, aspirantes a técnicos, tecnólogos, universitarios y empresarios, sobre los conceptos básicos y complejos de manera sencilla sobre la manipulación de máquinas de tratamiento de agua de alto costo, para que los operarios de las mismas, puedan estar capacitados para manipularlas de forma correcta, ya que al tener conocimientos previos se podrían prevenir accidentes, que pondrían poner en juego el funcionamiento de la planta y también del agua que al ser un elemento tan indispensable para la vida en el planeta, tenemos la responsabilidad de cuidarla de cualquier forma posible, porque sabemos que el calentamiento global no es un mito y es nuestra responsabilidad preservarla.

Después de resaltar, de cuán importante es que los estudiantes estén capacitados para no cometer errores en una situación real de operación de máquinas industriales ya que no solo sería afectada la misma, si no también miles de litros de Agua. La Planta Festo necesita de una programación y ensamble de cuatro estaciones para poder realizar el respectivo proceso ya que en un principio se encontraba en desuso.

La planta opera de manera conjunta o de manera individual ya que cada etapa puede ser operada de manera individual para ser observada a más detalle. El presente proyecto propone la habilitación de esta herramienta para el beneficio de la institución, además de hacer uso del OPC UA (Unified Architecture) el cual es utilizado por el EDS WATER MANAGEMENT de FESTO por medio de este protocolo estándar y seguro utilizado en la industria para compartir datos entre sistemas de control y supervisión.

La comunicación se realiza a través de objetos OPC UA, que describen la estructura de los datos y proporcionan métodos para acceder y administrar los datos. Esto nos permite que componentes de software individuales puedan interactuar y compartir los datos entre sí. Estos se almacenarán

atruaves de un servidor para realizar un seguimiento y compara, haciendo la comparativa del día que haya sido utilizada, con respecto al día anterior.

Volviendo a retomar la importancia del agua para vida del ser humano en este planeta es necesario cuidarla e instruir a los estudiantes de manera sencilla de cómo se llevan a cabo los distintos procesos para que el agua llegue a poder ser potabilizada y así tratar de prevenir los accidentes, por eso se busca la habilitación de esta plata, ya que es una máquina de alto costo y gran utilidad para los estudiantes de esta institución y de la nuestra. ya por el hecho de estar inutilizada representa un gran desperdicio de herramientas de aprendizaje para los educandos.

En la actualidad ya existen sistemas que realizan esta función que son de empresa Festo, pero no se cuenta con los recursos suficientes para la obtención de estos elementos de alto costo, por eso se propuso realizar este proyecto con los recursos que facilita la institución y los conocimientos adquiridos para poder llevar a cabo este proyecto.

## **1. Resumen del proyecto**

El proyecto consiste en habilitar la planta festo EDS® water management que significa manejo del agua, o manejo del agua que bien su nombre lo indica sirve para explicar el proceso por el cual se somete el agua no tratada para posteriormente ser potabilizada, primeramente se lee los manuales y archivos referentes al tema para posteriormente ensamblar y simular la planta con programas software con los que la programamos para que pueda cumplir sus funciones tal y como se especifica en las instrucciones.

En un principio se propone simplemente programar la Planta tal y como esta en los manuales lo cual se realizó a cabalidad, y al mismo tiempo se la adapto a otros software que sean compatibles con OPC que servira para la comunicación para controlar y supervisar los procesos de la planta, llevándolos a una base de datos en los cuales serán almacenados con el transcurso de los días, ya sea para un Análisis de datos, Optimización de procesos, mantenimiento predictivo, Cumplimiento regulatorio o Monitoreo remoto, ya que este almacenamiento de los datos de la planta en una base de datos nos podría proporcionar información valiosa para mejorar la operación, mejorar la confiabilidad de los equipos y cumplir con los requisitos regulatorios.

### **1.1. Descripción del problema**

El mundo tiene la responsabilidad de conservar los limitados recursos hídricos. Garantizar un suministro de agua estable y sostenible que ayude al crecimiento continuo de un país es un desafío creciente en todo el mundo. Aunque el agua cubre más del 70% del planeta tierra, el agua en su forma útil es considerada escasa. El agua es una parte esencial de la mayoría de las áreas de la vida humana: agua en forma de agua potable o agua de servicio y agua utilizada para generar energía eléctrica que impulsa el progreso económico e industrial.

Según Pereira los cuellos de botella en el suministro de energía, la caída de los niveles de las aguas subterráneas y las crecientes contaminaciones de los recursos hídricos están poniendo cada vez más en peligro esta fuente esencial de vida (Pereira et al., 2002).

La falta de acceso a agua limpia es, por razones obvias. Las aguas residuales contaminadas, junto con los fertilizantes utilizados en la agricultura, provocan la contaminación de ríos, lagos y aguas subterráneas, lo que provoca daño severo al ecosistema. Causas del agua contaminada en los ecosistemas enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea y otros. La Organización Mundial de la Salud estima que 80% de todas las enfermedades en los países en desarrollo son causados por agua contaminada (Recursos & Uu, 2011).

En diferentes tipos de instalaciones complejas se requiere un manejo responsable, ya que las aplicaciones pueden tener graves efectos en las personas, la instalación y el medio ambiente (Romero Rojas, 2001). En un mundo de cambio tecnológico permanente, la actual oferta de formación no es suficiente para cubrir la tremenda demanda de operadores y técnicos calificados (© 2022 Festo, s. f.).

Así como con normas de seguridad reconocidas. No obstante, la vida y la integridad física del usuario y de terceros pueden resultar dañadas, y el funcionamiento seguro de los componentes puede verse afectado si se utilizan incorrectamente. el EDS®- Water Management ha sido elaborado y fabricado exclusivamente para la educación y formación técnica y profesional (EFTP) (© 2022 Festo, s. f.).

Los recursos limitados requieren un manejo y cuidado sensato. La comunicación máquina a máquina (M2M), es decir, la conexión entre dispositivos u objetos como automóviles o electrodomésticos; la comunicación máquina a persona (M2P) donde, por ejemplo, sensores envían información a las personas sobre sus actividades para ser analizadas, y la comunicación persona a persona (P2P), a través de plataformas digitales para la colaboración, todo esto es necesario para comprender mejor cada ciclo por el que pasa la planta de potabilización de agua para su mejor comprensión de datos y variables (Recursos & Uu, 2011).

### ***1.1.1. Planteamiento del problema***

¿Cómo puede la implementación del EDS WATER MANAGEMENT de FESTO junto con Servidor Remoto, permitir la recolección y almacenamiento de datos de una planta de producción

de agua, y cómo estos datos pueden ser utilizados para el análisis y de los procesos de producción, el mantenimiento predictivo de los equipos, la reducción de costos y el cumplimiento regulatorio? Además, ¿qué tipo de datos pueden ser recopilados por el EDS WATER MANAGEMENT y cómo se pueden integrar en la base de datos? ¿Cuál es la comunicación OPC UA utilizada por la planta para la transmisión de datos y cómo se puede implementar esta comunicación con el Servidor? Finalmente, ¿cómo se puede utilizar el software PRTG network para el monitoreo y análisis de los datos almacenados en la base de datos y qué beneficios puede ofrecer para la mejora continua de la operación de la planta?

## **1.2. Justificación**

El uso eficiente de los recursos hídricos es fundamental en cualquier industria que utilice el agua en sus procesos de producción. En este caso los Aprendices del Sena necesitan saber acerca de la medición y monitoreo de los parámetros de calidad del agua y el consumo de agua son aspectos críticos para la optimización de los procesos de producción y la reducción de costos. El EDS WATER MANAGEMENT de FESTO es un sistema que permite el monitoreo y control de la calidad del agua en una planta de producción, pero para aprovechar al máximo las funcionalidades de este sistema es necesario contar con una solución de almacenamiento y análisis de los datos recopilados.

La implementación de una solución de almacenamiento de datos utilizando un servidor que permitirá la recolección y almacenamiento de los datos generados por el EDS WATER MANAGEMENT, lo que permitirá el análisis de los datos en tiempo real y la detección temprana de problemas en los procesos de producción. Además, la utilización de un Scrib en Python permitirá la integración de los datos en la plataforma MySQL que permita la visualización y análisis de los mismos. Ya que uno de los objetivos de este proyecto es la implementación de una solución de almacenamiento y análisis de datos para el EDS WATER MANAGEMENT de FESTO, lo que permitirá la optimización de los procesos de producción, la reducción de costos y el cumplimiento regulatorio. Este es un proyecto que servirá para explicar de forma práctica y sencilla el funcionamiento de una planta de potabilización de agua además de realizar la habilitación de esta herramienta se propone adaptarla para que recolecte los datos suministrados en las distintas

etapas para su posterior comparación y estudio de señales y variables. Ya que en un principio se encontraba en desuso y sin aprovechar sabiendo que es un potencial de inversión y de apoyo académico para los educandos.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Poner en marcha el EDS® Water Management además de implementar OPC al dispositivo para la recolección de datos.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Adecuar la Planta por medio del ensamblaje de todas sus estaciones de trabajo para proceder a su programación.
- Realizar la programación en OPC con el objetivo de recolectar datos.
- Simular el funcionamiento en Distribución de la planta con el fin de proceder a la instalación.
- Poner a funcionar la planta de manera que los estudiantes del Sena puedan aprender de forma sencilla sobre la manipulación de máquinas industriales de potabilización de Agua.

### **1.4. Marco referencial**

El EDS para la gestión del agua fue diseñado para simular el ciclo completo del uso del agua por parte del ser humano. Empieza por la acumulación de este recurso a través del bombeo de las aguas subterráneas, superficiales o de los manantiales, y procede por su posterior almacenamiento y depuración.

Además de la distribución del agua entre los consumidores, También el uso que provoca que el agua se convierta en un residuo (Didactic, 2014). Después representa el transporte de las aguas residuales junto con el caudal de lluvia y el tratamiento de las mismas. En una planta real de

tratamiento, el vertido final se descarga en forma de agua superficial, generalmente a través de los ríos. La reutilización directa no es una práctica habitual, pero el vertido se integra en caudales naturales que vuelven a alimentar las fuentes de extracción de agua. El ciclo del agua en el EDS para la gestión del agua concluye con la reutilización del vertido final, que vuelve a entrar en el sistema (© 2022 Festo, s. f.).

El equipo para enseñanza práctica EDS simula de forma realista este ciclo del agua "a medida del ser humano" mediante cuatro sistemas:

- purificación de agua
- Suministro de agua
- Transporte del agua
- Tratamiento de aguas residuales

Los ejercicios prácticos permiten comprender los procesos de bombeo, almacenamiento, floculación, desinfección y distribución del agua, entre otros. Tras la adición de materiales sólidos rastreamos el caudal y analizamos procesos como la sedimentación, la ventilación y la recirculación de las aguas residuales (Lee & Yang, 2010).

La documentación es muy completa e incluye una parte teórica, lo que fomenta el éxito del aprendizaje. Cuatro de los manuales se corresponden directamente con los sistemas, mientras que otros dos manuales generales ofrecen una introducción exhaustiva a la tecnología de reguladores y a la eficiencia energética (© 2022 Festo, s. f.).

## **1.5. Marco de antecedentes**

### ***1.5.1. Bases de datos y criterios de búsqueda***

Se hace un criterio de búsqueda haciendo uso de la base de datos Scopus, en el que se realizaron varios filtros en especial a los artículos más citados y artículos más relevantes de los últimos cinco

años. Cabe resaltar que la investigación se realizó en agosto del 2022 enfocándose a artículos en inglés.

**Figura 1.**

*Resultado de búsqueda de palabras claves sin filtros.*

97 document results

TITLE-ABS-KEY ("PLANT\*" AND "EDS" AND "WATER" AND "MANAGEMENT" OR "LEARNING")

Edit Save Set alert

Search within results...

Refine results

Limit to Exclude

Open Access

- All Open Access (10) >
- Gold (7) >
- Hybrid Gold (1) >

Documents Secondary documents Patents View Mendeley Data (227943)

Analyze search results Show all abstracts Sort on: Cited by (highest)

All Export Download View citation overview View cited by Save to list

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1 Green synthesis of Fe nanoparticles using eucalyptus leaf extracts for treatment of eutrophic wastewater	Wang, T., Jin, X., Chen, Z., Megharaj, M., Naidu, R.	2014	Science of the Total Environment 466-467, pp. 210-213	319

View abstract View at Publisher Related documents Activar Windows

**Figura 2.**

*Búsqueda en Scopus con filtros en las palabras clave.*

36 resultados de documentos

TITLE-ABS-KEY ( "PLANT\*" Y "EDS" Y "AGUA" Y "GESTIÓN" O "APRENDIZAJE" ) Y ( EXCLUYE ( IDIOMA , "Chino" ) ) Y ( LÍMITE A ( PUBYEAR , 2022 ) O LÍMITE A ( PUBYEAR , 2021 ) O LÍMITE A ( PUBYEAR , 2020 ) O LÍMITE A ( PUBYEAR , 2019 ) O LÍMITE A ( PUBYEAR , 2018 ) ) Y ( LÍMITE A ( PALABRA CLAVE EXACTA , "Artículo" ) O LÍMITE A ( PALABRA CLAVE EXACTA , "Purificación del agua" ) O LÍMITE A ( PALABRA CLAVE EXACTA , "Gestión del agua" ) ) Y ( LÍMITE -TO ( IDIOMA , "Inglés" ) )

Editar Ahorrar Establecer alerta

Buscar dentro de los resultados...

Refinar Resultados

Limitado a Excluir

Acceso abierto

- Todo acceso abierto (4) >
- Oro (3) >
- Oro híbrido (1) >

Documentos Documentos secundarios patentes Ver datos de Mendeley (127501)

Analizar resultados de búsqueda Mostrar todos los resúmenes ordenar en: Citado por (más alto)

Todos Exportar Descargar Ver descripción general de la cita Ver citado por Guardar en la lista

Título del documento	Autores	Año	Fuente	Citado por
1 Síntesis verde y caracterización de nanopartículas de plata de la flor de Moringa oleifera y evaluación de propiedades antimicrobianas y de detección	Bindhu, MR, Umadevi, M., Correo electrónico, GA, Al-Dhabi, NA, Arasu, MV	2020	Revista de Fotoquímica y Fotobiología B: Biología 205, 111336	81

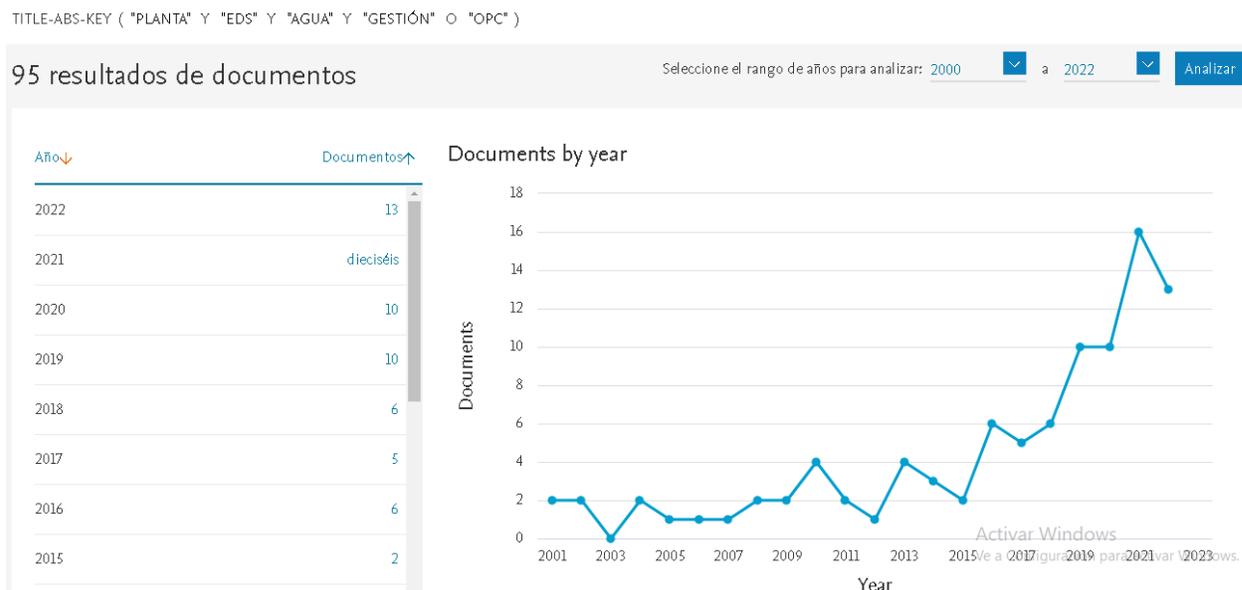
Activar Windows Ve a Configuración para activar Windows.

### 1.5.2. Vigencia de temática

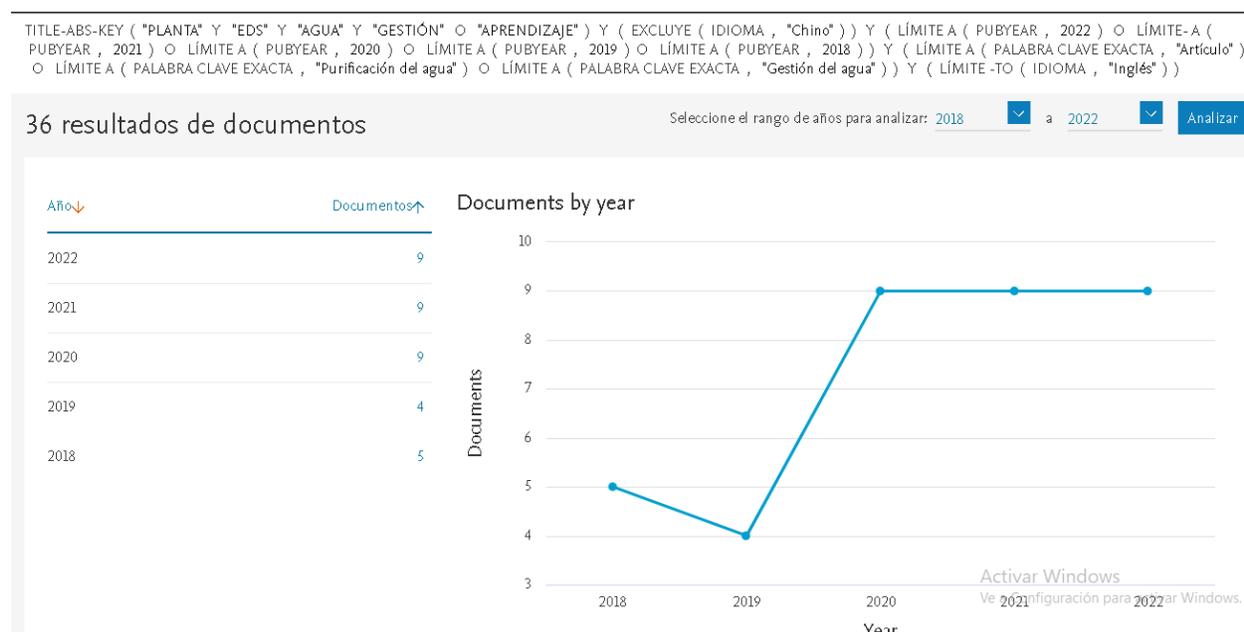
Como se observa en la figura 3, la serie de palabras clave consultadas por Scopus arroja unas graficas a partir del año 2000 hasta el 2022, en el cual se ha tenido un significativo incremento cuanto a la cantidad de publicaciones, aspecto a tener en cuenta, es que, a partir del año 2020, el tema redujo el número de publicaciones con respecto a los últimos años.

**Figura 3.**

*Vigencia del tema sin filtros*



Posteriormente, en la figura 4, se puede examinar el número de publicaciones con filtros tipo (artículo, inglés y años), por cierto, el número de publicaciones más alto se dio en el año 2024, a partir del año 2020 la cantidad de publicaciones fue prácticamente el mismo hasta estas fechas.

**Figura 4.***Grafica de la Vigencia del tema con sus respectivos filtros***1.5.3. Descripción del Top 5 de los artículos más citados en la historia**

En el estudio de sintetizaron de nano partículas a través de una ruta biocinética a temperatura ambiente que realizaron utilizando extracto de la hoja de eucalipto (EL-Fe NP). La microscopía electrónica de barrido (SEM) y el espectrómetro de dispersión de energía de rayos X (EDS) se confirmó la síntesis exitosa de las nano partículas de hierro esferoidal. Se evaluó la reactividad de las NP de EL-Fe para el tratamiento de aguas residuales porcinas y los resultados indicaron que se eliminó el 71,7 % del N total y el 84,5 % de la DQO, respectivamente (Wang et al., 2014). Esto demostró el tremendo potencial de las NP de EL-Fe para la remediación de aguas residuales eutróficas.

Según este artículo desde inicios de los 90, las nano partículas de hierro (Fe NP) han atraído un interés sustancial para la remediación de sitios y el tratamiento de agua contaminada por

contaminantes orgánicos o inorgánicos debido a la mayor reactividad intrínseca de sus sitios superficiales. Las NP de Fe se pueden sintetizar rápidamente gracias a los métodos químicos y físicos, por ejemplo, la reacción de sales de hierro (II) o hierro (III) con borohidruro de sodio, pulverización al vacío y descomposición del precursor de hierro en disolventes orgánicos. Ya que estos métodos tienen precios muy elevados y para ser efectivos se necesitan equipos especiales, alta energía e involucran sustancias químicas que son tóxicas, corrosivas e inflamables, como NaBH<sub>4</sub> o disolventes orgánicos. Además, la tendencia a formar aglomerados utilizando métodos como los expuestos anteriormente podría conducir a la reducción de la reactividad y la estabilidad de estas nano partículas.

Por ende, la síntesis verde de NPs de Fe utilizando extractos de productos naturales se ha convertido en los últimos años en un método simple, rentable y respetuoso con el medio ambiente. También se pueden utilizar como fuente de iones ferrosos en un proceso similar al de Fenton que conduce a la producción de radical hidroxilo, que luego atacan a los contaminantes orgánicos. En comparación con las NP de Fe sintetizadas químicamente, aunque ambas comparten mecanismos de degradación similares.

En resumen, las NP de Fe esférica se prepararon con éxito a través de un sencillo método ecológico de un solo paso que utiliza extractos de hojas de eucalipto por primera vez. Entre las particularidades de este método se exalta que es bastante simple y eficiente y puede usarse a temperatura ambiente; las hojas de eucalipto son biodegradables y no tóxicas, normalmente se consideran desechos, pero son respetuosas con el medio ambiente y fáciles de obtener; y los polis fenoles en el extracto reducen la agregación de Fe NP y mejoran su reactividad. Además, la aplicación de EL-Fe NP en aguas residuales porcinas indicó que se eliminó el 71,7% del N total, el 30,4 % del P total y el 84,5 % de DQO, respectivamente. Esto demuestra de manera convincente su tremendo potencial para la sedimentación de aguas residuales (Bossio et al., 201).

Por lo tanto, existe una necesidad creciente de desarrollar procesos ecológicos para la síntesis de nano partículas que no utilicen productos químicos tóxicos. Métodos biológicos de síntesis de nano partículas utilizando microorganismos, plantas o extractos de plantas se han sugerido como posibles alternativas ecológicas a los métodos químicos y físicos. El uso de plantas para la síntesis de

nano partículas puede ser ventajoso sobre otros procesos biológicos, como la ruta microbiana, porque elimina el elaborado proceso de mantenimiento de cultivos celulares y también puede ampliarse adecuadamente para la síntesis a gran escala de nano partículas. Del estudio realizado se encuentra que las nano partículas de Ag exhiben actividad fotocatalítica y pueden ser utilizadas en sistemas de purificación de agua. Aunque se requiere más investigación para evaluar el mecanismo de descomposición del colorante por las nano partículas de Ag (Arunachalam et al., 2012).

Según la revista Ciencia y tecnología del agua, las plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR) representan una fuente importante de entrada de micro contaminantes como disyuntores endocrinos (DE) o compuestos farmacéuticamente activos (PhAC) en el medio ambiente acuático. La eficiencia del tratamiento de las WWTP a menudo se informa, teniendo en cuenta solo las concentraciones de entrada y efluentes sin más especificaciones de la WWTP investigada.

Para permitir la comparación y evaluación de la eficiencia de eliminación de diferentes diseños y conceptos en el tratamiento de aguas residuales, se necesita información adicional como el tiempo de retención de lodos (SRT) y la carga de lodos (relación F/M). Los resultados presentados de diferentes WWTP muestran la correlación de la eliminación de ED y PhAC con el SRT. En comparación con las WWTP con una alta relación F/M, la implementación del proceso de nitrificación en las WWTP da como resultado un aumento significativo de la eficiencia de eliminación de ED y PhAC (Pereira et al., 2002).

El problema del agua potable ha puesto más estrés en la eliminación de contaminantes, incluidos los contaminantes orgánicos tóxicos y patógenos microorganismos de las aguas residuales. Tecnologías convencionales de tratamiento de agua tienen limitaciones en la descontaminación completa de aquellos orgánicos antropogénicos emergentes contaminantes o desinfección de bacterias sin subproductos de desinfección nocivos (DBP). Además, la separación, recuperación y reutilización del TiO<sub>2</sub> nanométrico de aguas tratadas plantean otro obstáculo para las aplicaciones prácticas.

En resumen, los nanos compuestos multifuncionales que consisten en láminas de GO, TiO y las nano partículas de Ag se sintetizaron con éxito a través de un método de dos fases. GO-TiO Los nano

compuestos Ag muestran actividades de degradación fotocatalítica notablemente mejoradas hacia AO 7 y fenol bajo irradiación solar en comparación con GO- TiO<sub>2</sub> y GO-Ag. La carga óptima de Ag en los nanos compuestos para la degradación del tinte es diferente de la de la degradación de fenol/bacterias bajo la radiación solar. Dado que actividades fotocatalíticas superiores de GO-TiO<sub>2</sub>-Nanopartículas de Ag hacia contaminantes orgánicos y patógenos transmitidos por el agua bajo la irradiación solar, y el hecho de que podrían ser fácilmente recuperado confiando en las hojas GO grandes, es creíble que el nuevo GO-TiO<sub>2</sub>-Ag los nano compuestos podrían ofrecer oportunidades prometedoras en las aplicaciones del agua purificación y otros campos (Liu et al., 2013).

Una de los métodos de eliminación de uranio de la rizofiltración en la remediación de aguas subterráneas se investigaron en experimentos a escala de laboratorio. Girasol (*Helianthus annuus* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. *vulgaris*) y se usaron en los experimentos una solución contaminada artificialmente con uranio y tres muestras genuinas de agua subterránea. Más del 80 % del uranio inicial en solución y de agua subterránea genuina, respectivamente, se eliminó en 24 h mediante el uso de girasol y la concentración de uranio residual del agua tratada fue inferior a 30 g/L (límite de agua potable de la USEPA). Para el frijol, la eficiencia de eliminación de uranio de la rizofiltración fue aproximadamente del 60 al 80%. La eliminación máxima de uranio mediante rizofiltración para los dos cultivares de plantas se produjo a un pH de 3 a 5 de la solución y sus eficiencias de eliminación de uranio superaron el 90 %. El sistema de limpieza de rizofiltración continua a escala de laboratorio logró una eficiencia de eliminación de uranio superior al 99 %, y los resultados de los análisis SEM y EDS indicaron que la mayor parte del uranio se acumulaba en las raíces de las plantas.

En el artículo de corrientes dominadas por efluentes. parte 1: presencia y efectos del exceso de nitrógeno y fósforo en Wascana creek, saskatchewan, Canadá, sus aguas residuales en una moderna planta de tratamiento de aguas residuales (STP) en Wascana Creek. En el invierno, los efluentes de aguas residuales tratadas constituyen casi el 100% del flujo de la corriente. Cuatro estudios realizados entre 2005 y 2007, en diferentes estaciones, indicaron concentraciones significativamente más altas de nitrógeno (N) y fósforo (P) en los sitios aguas abajo de la STP en comparación con un sitio de control aguas arriba. Aguas abajo, Wascana Creek tiene N

hipersaturado (N total disuelto >3 mg/L) y el fósforo reactivo soluble (SRP) constituye un mayor porcentaje del P total (TP).

Además NO<sub>2</sub> y NO<sub>3</sub>-Las concentraciones de N superan con creces los límites de la Organización Mundial de la Salud para agua potable (10 mg/L) y taxones sensibles, mientras que NH<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, y NO<sub>2</sub> y NO<sub>3</sub>-N supera las Directrices de calidad del agua canadienses para la protección de la vida acuática y las de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. Alto NH<sub>4</sub>-Las concentraciones de N pueden ser responsables de las depresiones no solo en la biomasa de algas y la producción observada aguas abajo, sino también de las reducciones en las proporciones de producción primaria a bacteriana (PP:BP). En primavera y otoño, estas reducciones empujan PP:BP de autotrófica neta a heterotrofia. El estudio de Wascana Creek destaca los considerables problemas asociados con el exceso de nutrientes en los ecosistemas dominados por efluentes (EDS).

También subraya la necesidad de mejores controles en NH<sub>4</sub>-N adiciones de STP en tales EDS, especialmente en una época en que los suministros de agua dulce están disminuyendo y se esperan efectos negativos del cambio climático. cambiar el funcionamiento general del ecosistema, y hacer que el agua de los arroyos no sea apta para beber en ciertas épocas del año. Los planes de acción para el monitoreo constante de las concentraciones de N y P, y la reducción de la carga de N de la STP de Regina no solo se requieren con urgencia, sino que son imprescindibles (Waiser et al., 2011).

#### ***1.5.4. Descripción de los artículos Top 5 más citados de los últimos 5 años***

Diversos aspectos con respecto a los artículos tomados se muestran en la Tabla 3, para este caso se tiene en cuenta las citaciones realizadas en los últimos 5 años.

**Tabla 1:** Citaciones realizadas para el periodo 2019-2023.

Número	Autores y año		
<b>Citaciones</b>			
<b>1</b>	Liu, Y., Zhang, J.(2020)	54	Contaminación ambiental
<b>2</b>	Mosa, A. , El-Ghamry, A..(2018)	53	quimiosfera,(Water Technology)
<b>3</b>	Zheng, H. , Wang, M..(2019)	32	Ecotoxicología y Seguridad Ambiental(Water Technology).
<b>4</b>	Vela, N. , Calín, M..(2018)	30	quimiosfera,(Water Technology)
<b>5</b>	Deng, Y. , Huang, S..(2018)	30	Investigación en Ciencias Ambientalesy Contaminación (wáter management)

Según Ocurrencia y características de los microplásticos en el río Haihe: una investigación de un río marítimo que fluye a través de una mega ciudad en el norte de China los sistemas de agua dulce sirven como fuentes importantes y rutas de transporte para la contaminación por microplásticos marinos, y se ha prestado una atención inadecuada a esta situación. Faltan datos sobre la contaminación por microplásticos de los ríos marítimos típicos delnorte de China (Tan et al., 2016). En el estudio actual, se investigó la distribución y las características de los microplásticos en la corriente principal del río Haihe, que atraviesa una metrópolis con una alta densidad de población y nivel de industrialización y luego desemboca en el mar de Bohai.

Las muestras de microplásticos fueron recolectadas por redes de arrastre mantacon tamaños de poro de 333metrom, y las concentraciones de microplásticos oscilaron entre 0,69 y 74,95 artículos/m3. los MP en la corriente principal del río Haihe se clasificaron de la siguiente manera: (1) fibras sintéticas, que se desprenden de los textiles durante el uso y la limpieza diarios y luego ingresan a los cuerpos de agua a través de las plantas de tratamiento de aguas residuales o la

escorrentía superficial; (2) fibras duras, que se caen durante las actividades de pesca (incluidas las redes de pesca, el hilo de pescar y la cuerda); (3) PE, PP, PSy otros gránulos, que se utilizan como materia prima en resinas industriales y se filtran durante el transporte y la producción; (4) películas, que pueden derivarse de bolsas de plástico, películas, materiales de embalaje y PA desechados, que contribuyeron con una gran fracción en este estudio; (5) EPS, que se usa ampliamente en envases de alimentos, artículos de laboratorio y vajillas y estuvo presente en forma de espuma en nuestro estudio; y (6) fragmentos, que pueden provenir de caucho, revestimientos plásticos o sus adhesivos.

Las concentraciones de MP en la sección industrial aguas abajo del río Haihe fueron significativamente superiores a las del tramo urbano aguas arriba en 1,53mi3,44 veces. Las concentraciones de PM en las áreas aguas arriba (secciones suburbanas y urbanas) de las EDAR fueron Significativamente inferiores a las de las zonas aguas abajo (por ejemplo, las secciones rural e industrial) y en los sitios de muestreo cercanos a las EDAR.

Por lo tanto, las principales fuentes de descarga de MP en la corriente principal del río Haihe incluían los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales y las aguas residuales (Cloete & Oosthuizen, 2001). rizo filtración en biocarbón de ingeniería multifuncional para diversas aplicaciones ambientales (p. ej., recuperación de fosfato) en comparación con el agua de drenaje original como tratamiento de control (OB). losen el lugar funcionalización de biochara través dela materia prima inherentemente rica en metales pesados produjo complejos organominerales homogéneos en una matriz de biocarbón sin peligros ambientales (por ejemplo, volatilización o formación de lodos químicos) asociados con otros métodos de funcionalización post- sintéticos. El biochar agotado mostró un efecto de mejora en los bajos potenciales de suministro de agua y nutrientes del suelo arenoso.

La rizofiltración es una de las técnicas más eficaces y asequibles para la limpieza de metales pesados de los efluentes de aguas industriales y urbanas. Sin embargo, pueden surgir desafíos ambientales y financieros adicionales relacionados con la eliminación de las enormes cantidades de biomasa generada contaminada con metales. Esta investigación está evaluando el potencial del lugar funcionalización de biochara través del contenido inherente rico en metales pesados de las disposiciones de rizofiltración. el rico contenido de metales pesados de la biomasa demostró su

acción catalítica hacia la funcionalización del biocarbón durante la conversión termoquímica de los vertidos de Jacinto de agua. La recuperación de fosfato por parte de los biocarbón funcionalizados fue mucho mayor que la de las formas no funcionalizadas. La precipitación fue el mecanismo de quimisorción dominante de la absorción de fosfato en biocarbón con una contribución parcial de intercambio iónico, atracción electrostática y formación de complejos con grupos funcionales activos. La modificación del suelo arenoso por el biochar agotado condujo a promover su potencial de suministro de agua y nutrientes con algunas restricciones en su aplicación directa dado su alto contenido de micronutrientes.

La investigación de contaminantes antropogénicos en aguas subterráneas y residuales han mostrado una amplia variedad de compuestos orgánicos indeseables tales como Disruptores endocrinos (DE). Como un resultado, tratamientos de aguas residuales usando innovativas tecnologías para eliminar esos orgánicos se requieren. En este trabajo, la foto agregación de seis EDS en aguas residuales en se reporta escala de planta piloto. El agua es el recurso más importante de la Tierra que abarca todos los aspectos de la vida humana.

El agua dulce constituye menos del 1% del mundo total de recursos, y se está convirtiendo escaso en muchas zonas. Por lo tanto, una importante recuperación de agua es que los recursos son limitados. Además, los compuestos sintéticos capaces de alterar ciertas funciones de los sistemas endocrinos de afluentes de aguas residuales de aguas residuales han contaminado muchas aguas ambientales. Los tratamientos de aguas residuales (preliminar, primario sancionador) comúnmente realizados en WWTP no son lo suficientemente efectivos en muchos eliminar compuestos recalcitrantes que son muy resistentes a la biodegradación. Métodos de tratamiento avanzados distintos de los utilizados en el tratamiento convencional requerido.

Para los biochars producidos a temperaturas de pirólisis más altas, las contribuciones de  $q_p$  y  $p_{\text{CPTA}}$  la adsorción aumentaron, mientras que las contribuciones disminuyeron. En general, dominada por adsorción por biochars de alta temperatura (700 °C) (que representan aproximadamente el 73% de  $q_p$ ), fue el mecanismo más destacado para los biocarbón a baja temperatura (400 °C) (que representa el 43,3–50,9 % de  $q_p$ ). Los resultados sugirieron que el biocarbón derivado de la paja de arroz es un adsorbente prometedor para el Cd<sup>2+</sup> y la eliminación de las

aguas residuales y que los biochars de baja temperatura pueden superar a los biochars de alta temperatura para  $\text{Cd}^{2+}$  inmovilización en aguas o suelos ácidos.

En general, el intercambio de cationes fue el mecanismo dominante de  $\text{Cd}^{2+}$  adsorción por biochars preparados a baja temperatura ( $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (representando 43.3–50.9%), mientras que la precipitación con minerales  $\text{Cd}^{2+}$  adsorción por biocarbón producido a alta temperatura ( $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (representando aproximadamente el 72%). Todos estos mecanismos contribuyeron a la diferencia en  $\text{Cd}^{2+}$  capacidad de adsorción entre biocarbón derivado de paja de arroz y estiércol porcino, pero la precipitación y el intercambio iónico fueron prominentes.

Los resultados de este estudio sugirieron que el biocarbón derivado de la paja de arroz es un adsorbente prometedor para el  $\text{Cd}^{2+}$  eliminación de las aguas residuales y que el biocarbón de baja temperatura puede superar al biocarbón de alta temperatura para  $\text{Cd}^{2+}$  inmovilización en agua ácida o suelo. Una contribución novedosa de este trabajo es cuantificar los impactos de la temperatura de pirólisis en los mecanismos de  $\text{Cd}^{2+}$  adsorción para dos importantes materias primas de biomasa que se utilizan para la producción de biocarbón. Comprender el mecanismo de adsorción ayudará a los fabricantes de biocarbón a optimizar sus productos para la adsorción de  $\text{Cd}$  en diferentes tipos de suelos.

Partiendo de la problemática sobre el tratamiento de aguas residuales se llegó a las conclusiones de que es el recurso vital para la existencia del ser humano y ya que los diferentes procesos buscan un mismo objetivo se busca acoplar una serie de pasos para el tratamiento y sedimentación de aguas residuales.

Inicialmente para la etapa de pre procesamiento se aplica una serie de filtros para poder encontrar los datos más relevantes sobre el estudio de tratamiento de aguas residuales para su posterior consumo ya que en los países más desarrollados hay una gran demanda de necesidad de tratar este tipo de agua ya que es el motivo número uno de enfermedades y muertes por mal tratamiento del agua ya que se ha encontrado varios tipos de micro plásticos y otras partículas las cuales perjudican el organismo.

## **1.6. Marco teórico**

El EDS Wáter Management es un invento tecnológico que busca convertir el agua cruda presente en una fuente natural a través de un tratamiento que consta de la captación que usa un filtro que impide el paso de elementos de gran tamaño, un desarenador que a través de la sedimentación elimina las partículas de gran tamaño además de bombas y sensores los cuales interactúan para enviarlos a un tanque de mezcla dónde se le agregan productos químicos que hacen que el agua llegué a un punto estable para el consumo.

El sistema se ha diseñado para su uso en los módulos de formación Recolección de aguas residuales, Operaciones de monitorización, supervisión y optimización y Optimización energética en las plantas de tratamiento de aguas y tratamiento de las aguas residuales.

### **Figura 5.**

*Etapa de Purificación de Agua*



Las aguas residuales que se recogen de las viviendas, edificios o centros comerciales o industriales se transportan por tuberías a un centro para su tratamiento en donde el objetivo es eliminar sustancias orgánicas, organismos dañinos y contaminantes del agua residual antes de ser depositadas en un cuerpo acuático como un río, o lago. Para una configuración eficiente en el tratamiento de aguas residuales requiere de un diseño cuidadoso basado en aspectos como caudales, componentes de aguas residuales, carga orgánica, viabilidad económica y de otros factores del lugar como la temperatura la precipitación entre otras así entonces de este modo, no existe un diseño específico para este proceso sino que este depende de las condiciones que se presenten en el lugar empleado, aunque puede decirse que para llevar a cabo el tratamiento de aguas residuales de viviendas domesticas se llevan a cabo 4 pasos, tratamiento previo, tratamiento primario o físico-químico, tratamiento secundario o biológico y tratamiento terciario, que normalmente implica cloración.

El tratamiento previo consiste en separar los materiales muy gruesos y arenosos que puedan afectar el tratamiento de las aguas en general mediante los tamices y los desarenadores. El tratamiento primario implica en la eliminación de solidos floculantes, mediante la sedimentación neutralizando el ácido y eliminando el material inorgánico mediante precipitación química. El objetivo del tratamiento secundario consiste en reducir el material orgánico de las aguas residuales, este tratamiento está basado en el proceso biológico de auto purificación, así entonces se puede decir que este tratamiento es una manera de que las bacterias o algas del cuerpo acuoso donde se va a descargar las aguas en su proceso de oxidación natural descomponga de manera más rápida y eficiente la materia orgánica.

Este módulo está diseñado para la etapa de tratamiento de aguas residuales, este se emplea para ilustrar y mostrar los principales procesos en el tratamiento de aguas residuales, principalmente en la sedimentación, tratamiento biológico y la recirculación de lodos de aguas residuales. A continuación, explicaremos algunos de los materiales más principales: Sensor de oxígeno disuelto: Los sensores de oxígeno disuelto en línea son instrumentos analíticos diseñados para la supervisión continua del oxígeno disuelto con resultados en tiempo real para una amplia variedad de procesos industriales. Ofrecen un diseño resistente a la par que sencillo para asegurar una medición exacta en todas las condiciones de proceso.

**Figura 6.**

*Etapa Suministro de agua*



*Fuente: (© Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf, Germany, 2013).*

El agua para uso doméstico deber cumplir con ciertas características de modo que sea segura para beber. El agua potable es aquella que es adecuada para para beber, lavar, cocinar y también para usos industriales. Se dice que el agua es potable si es seguro beberla y no produce enfermedades y tanto su aspecto como saborson aceptables.

Los recursos hídricos como lo son ríos, pozos de agua, pantanos o manantiales vienen contaminados debidoda distintos procesos naturales como la disolución de sales provenientes del suelo o procesos causados por el humano como son los desechos que generan.

Inicialmente esta etapa se encargará de llevar a cabo distintos procesos que tienen como finalidad eliminarlos contaminantes químicos, orgánicos y bacterianos que trae el agua sin tratamiento.

Primero se filtra el agua de modo que se separen los sólidos grandes, seguido a esto probablemente se verterá cloro sobre el agua con el fin de matar los microorganismos que puede contener e incluso controlar el color y sabor o también oxidar contenidos como hierro, manganeso y aluminio. En la cámara de mezcla rápida se incorporan distintos productos químicos al agua, los coagulantes hacen que las partículas finas se aglutinen formando partículas de mayor tamaño, se añade álcali para ajustar el pH y se puede añadir hexametáfosfato de sodio para evitar corrosión en las tuberías.

### **Figura 7.**

#### *Etapa de Transporte del agua*



*Fuente: (© Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf, Germany, 2013).*

La mezcla del agua y coagulante se agita vigorosamente de modo que se obtiene una mezcla casi instantánea antes de su liberación al tanque de floculación, en este tanque las partículas contaminantes de tamaño pequeño se juntan formando grupos más grandes que reciben el nombre de flóculos; el agua fluye a través del tanque de sedimentación y los flóculos se asientan en el suelo

de modo que pueda ser extraídos, seguido a esto, el agua pasa por filtros con el fin de retener las partículas que pasaron del tanque de sedimentación.

**Figura 8.**

*Etapa de Tratamiento de aguas residuales*

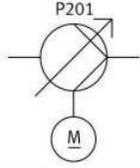


*Fuente: (© Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf, Germany, 2013).*

A continuación, se hará una breve descripción de algunos de los elementos que se usan en todas las etapas:

**Figura 2.**

*Diagrama de tuberías e instrumentación del sistema*

Símbolo	Significado
	Bomba con motor eléctrico
	Tanque (forma de tanque de sedimentación)
	Filtro
	Tubería
	Tubería con derivación
	Actuador (símbolo general)
	Actuador de control manual
	Válvula de control manual
	Sensor Parte superior: FIC significa sensor de caudal o flujo (F) que muestra el valor actual (I) y puede usarse para el circuito de mando secuencial cerrado (C) Parte inferior: numeración <b>Explicación más detallada de los caracteres de la parte superior del símbolo: véase la tabla inferior</b>

- Sensor de caudal: Este sensor se encarga de recoger las velocidades del flujo de aire o líquidos. El funcionamiento de los sensores de caudal en líquidos se basa en ultrasonidos, la ventaja de estos sensores en su medición es que no se encuentran expuestos a golpes de medios sólidos.
- Sensor de presión: Este sensor se encarga de medir la fuerza necesaria para impedir la expansión de un fluido.
- Bomba Eléctrica: se encarga de bombear el agua a las posteriores etapas de la planta.

El objetivo de la distribución es explicar sobre el tratamiento de agua y como se distribuye por toda la planta y para que consiste este proceso. El personal técnico de la red es responsable de garantizar que el agua que sale de la planta de tratamiento de agua no se contamine hasta llegar a los reservorios y al usuario.

La calidad y cantidad de agua potable debe satisfacer los respectivos estándares nacionales, así como abastecer en todo momento la demanda básica de los hogares, la industria y el servicio de bomberos. La red debe permitir el correcto funcionamiento de la ducha y cumplir con las exigencias de la industria.

### ***1.6.1. Marco conceptual***

Convertir un residuo en un recurso es uno de los principios básicos de la economía circular, algo que es particularmente importante en el problema global, cada vez más preocupante, de las aguas residuales.

Tal como dice Juan Rodríguez, autor del informe ‘Wastewater: From Waste to Resource’ (elaborado para el Banco Mundial), “una de las principales ventajas de adoptar estos principios para la gestión de las aguas residuales es que esta recuperación y reutilización agregarían valor a la economía”.

Según la Real Academia Española (RAE), las aguas residuales son las procedentes de procesos productivos o del consumo humano. Son susceptibles de ser tratadas para ser reutilizadas si se alcanzan ciertos niveles de calidad para según qué usos. La UNESCO asegura que el 80% de las aguas residuales vuelve al ecosistema sin ser tratada ni reutilizada. Pero también indica que pueden ser herramientas útiles para el desarrollo sostenible. Y, en este sentido, Naciones Unidas insta a ejercer una “responsabilidad común y compartida para mejorar su gestión y prevenir la contaminación ambiental”.

### **1.6.2. Marco contextual.**

La investigación antes mencionada se llevará a cabo en la Universidad Mariana, de San Juan de Pasto, del 10 al 14 de enero de 1964 llevando a cabo la fundación en abril de 1964, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de San Juan de Pasto, es una institución de educación superior, católica y privada. la cual forma profesionales humanos y académicamente competentes, con espíritu crítico, sentido ético y compromiso social la interacción con el entorno y el diálogo entre fe, ciencia y cultura contribuye a la transformación sociocultural y al desarrollo con justicia social y respeto por el ambiente, desde el Evangelio de Jesucristo y la espiritualidad mariana y franciscana.

La Universidad Mariana cuenta con cuatro facultades entre las cuales están la facultad de humanidades y ciencias sociales, la facultad de ciencias contables, económicas y administrativas, la facultad de ingeniería y facultad de ciencias de la salud; las cuales ofertan en total 17 programas de pregrado, en el que se encuentra incluido el programa de Ingeniería Mecatrónica el cual surge de la necesidad de formar profesionales en la región debido a la falta de estudiantes capacitados en el área de automatización de procesos industriales.

El Objetivo del programa que es formar Ingenieros integrales que propendan por el bienestar biopsicosocial de la comunidad desde el mantenimiento, la optimización y la potencialización de las maquinas industriales, así como a la contribución del mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad con gran sentido ético y profesional a nivel regional y nacional; Además caracterizando el programa de Ingeniería Mecatrónica por formar un profesional creador de su propia empresa, líder en procesos interdisciplinarios, contribuyendo al bienestar de la comunidad con la ejecución de proyectos sociales, comunitarios y de investigación generando impacto en la región (<http://www.umariana.edu.co/programas-profesionales.html>, s.f.). La verificación del funcionamiento del dispositivo se realizará en la sede SENA de la ciudad de Pasto.

### **1.6.3. Marco legal**

Esta investigación se basa en la LEY 100 DE 1993 habla de la gran importancia de la TECNOLOGÍA BIOMÉDICA en la accesibilidad, costos y calidad en la prestación de los servicios de salud, para lo cual se establecieron las competencias y responsabilidades de los distintos Actores del Sistema, dando así un mayor fortalecimiento de los sistemas de habilitación, acreditación y auditoría con un empoderamiento a través del desarrollo del sistema de información en Calidad Desarrollo y mejoramiento del talento humano en salud Fortalecimiento de los procesos de evaluación e incorporación de tecnología en el campo de salud y a la mayoría de los mecanismos de evaluación e incorporación de tecnología que tienen un gran vacío.

El Decreto-ley 4109 de 2011 dentro del artículo I tiene en cuenta que en su carácter de autoridad científico-técnica el Instituto Nacional de Salud tendrá como objeto en los literales I, II Y III respectivamente ; el desarrollo y la gestión del conocimiento científico en salud y biomedicina para contribuir a mejorar las condiciones de salud de las personas; realizar investigación científica básica y aplicada en salud y biomedicina; y también la promoción de la investigación científica, la innovación y la formulación de estudios de acuerdo con las prioridades de salud pública de conocimiento del Instituto; Además en el artículo II de las funciones se tendrá en cuenta las siguientes funciones como :Generar, desarrollar, aplicar y transferir el conocimiento científico sobre la naturaleza, la etiología, las causas, la fisiopatología, la patogénesis, la epidemiología y los riesgos de enfermedades de prioridad en salud pública, que permita acelerar el uso de ese conocimiento en estrategias de predicción, prevención, diagnóstico, tratamiento y control oportunos para el beneficio de la salud de la población humana y de igual manera promover, dirigir, ejecutar y coordinar la investigación y gestión del conocimiento en salud pública, de conformidad con las políticas, planes y lineamientos del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación y del Ministerio de Salud y Protección Social.

De igual manera en La LEY 29 de 1990 en el artículo 2º da referencias muy importantes en cuanto a las innovaciones tecnológicas del campo de la salud que habla por medio de la presente Ley el desarrollo de los derechos de los ciudadanos y los deberes del Estado en materia del desarrollo

del conocimiento científico, del desarrollo tecnológico y de la innovación, se consolidan los avances hechos por la Ley 29 de 1990, mediante los siguientes objetivos específicos:

- Fortalecer una cultura basada en la generación, la apropiación y la divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanentes.
- Definir las bases para la formulación de un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Incorporar la ciencia, la tecnología y la innovación, como ejes transversales de la política económica y social del país.

Es así como las leyes colombianas dan a la investigación unos pilares para que se pueda fundamentar más a fondo la estrategia que se busca implementar como lo es la creación del dispositivo que busca siempre el beneficio de la sociedad y la mejora de los implementos de salud como principales soportes que dictan las leyes colombianas.

#### ***1.6.4. Marco ético***

### **1.7. Metodología**

Para resolver las problemáticas se utilizará una metodología top down (Divide y Vencerás) que trata en fragmentar el problema en segmentos más pequeños o en subproblemas los cuales pueden ser divididos todavía más, este proceso es ejecutado hasta alcanzar problemas que puedan ser mucho más tratables y manejables. Cada módulo del sistema, va a ser modelado e implementado mediante diagramas de flujo y de caso de uso (UML).

#### ***1.7.1. Tipo de investigación***

Experimental cuantitativa, ya que es una estrategia de investigación que se centra en cuantificar la recopilación del análisis de datos. De forma que a partir de un enfoque deductivo en el que se hace hincapié en la comprobación de la teoría, se moldean filosofías empiristas y positivistas.

### ***1.7.2. Hipótesis de investigación***

Se pretende habilitar la planta: EDS® Water management, de tal manera que los estudiantes interactúen y se relacionen con este tipo de procesos para que puedan estudiar sobre los distintos factores que involucran los procedimientos de tratamiento del agua. Se pretende hacer un énfasis sobre el monitoreo y control remoto de estas plantas para futuros estudios y predicción más exacta del estado de la misma para prevenir daños en los sensores y conexiones de este tipo de plantas.

### ***1.7.3. Descripción metodológica***

Para resolver las problemáticas se utilizó una metodología top Down (Divide y Vencerás) que fragmento el problema en segmentos más pequeños o en sub problemas los cuales pudieron ser divididos todavía más, para que por fin este proceso sea ejecutado con el fin de alcanzar problemas que puedan ser mucho más tratables y manejables.

Cada módulo del sistema, fue modelado e implementado mediante diagramas de flujo y de caso de uso (UML). El que desempeña un rol importante no solo implementación del software, además también en los sistemas que no tienen software en muchas industrias, ya que es una forma de mostrar visualmente el comportamiento y la estructura de un sistema o proceso.

### ***1.7.4. Validez de la investigación***

El proyecto propuesto se valida en el momento que los estándares de funcionamiento especificados en los manuales se cumplan correctamente y con respecto a la aplicación se tomara unos resultados los cuales e validaran en los días transcurridos en los que se operó la planta así comparar datos con sensores calibrados y tener una mayor certeza de los datos obtenidos en la aplicación.

## 2. Presentación de resultados

Los resultados actuales del proyecto son la habilitación del 100% de la planta y el 100% del ensamble de la misma, además de la creación inicial de una base de datos donde se alojarán las distintas señales que envíe la planta para que posteriormente puedan llegar a ser comparados después de ser analizados en el transcurso de operación de la máquina.

### 2.1. Resultados de acuerdo a objetivos

#### 2.1.1 objetivo general

Se inicia por adecuar la planta por medio del ensamblaje de todas sus estaciones de trabajo para proceder a su programación.

#### Figura 10.

*Etapa de Suministro de agua puesta en marcha*



En la figura10 se muestra la etapa de suministro se bombea el agua ejemplificando recolección de aguas subterráneas al primer tanque donde se la almacena hasta donde el sensor de proximidad nivel el agua para que no haya reboso, cuando el agua llega al punto máximo del tanque B101 se activa la válvula V101 para enviarlo al tanque B102 hasta donde el sensor de nivel activa la válvula de apertura B102 para enviarlo a la etapa de distribución de agua.

Figura 11.

*Etapa de Distribución de agua puesta en marcha*



En la figura 11 se observa la segunda estación de la planta donde previamente abastecida de agua se lleva a cabo la fase de distribución de agua, ya que si entra aire a las bombas, se detendrá de manera automática el proceso y enviara notificación a la aplicación PRTG para revisar el punto donde no siguió funcionando, en el tanque B201 se almacena el agua enviada desde al anterior

tanque B101 y lo distribuye al tanque de residuos B202 simulando la distribución, cuando esta etapa se utiliza de manera individual o la siguiente fase de la planta cuando se utiliza de forma conjunta.

Figura 12.

*Etapa de transporte de agua puesta en marcha*



En la etapa de transporte de agua como se observa en la figura 12, se activa un motor T304 que se activa de manera automática para agregar y simular las macropartículas que están presente en las aguas contaminadas y las guarda en un taque de reserva B301 donde son enviadas a través de un tubo transparente para ser visible el proceso hacia un taque de recolección B401 donde también se simula la recolección de aguas lluvias y se la envía la última etapa de la planta.

**Figura 13.**

*Etapa de Tratamiento de agua residual puesta en marcha*



En la etapa final como se puede notar en la figura 3, se recolecta el agua y la devuelve al tanque de recolección T201 para poder volver al punto de inicio y siga funcionando de forma automática para recolectar información de los sensores.

Todo el proceso es controlado a través de la aplicación Fluid-lab wáter management por medio de los EASYPORT que son conectados a la planta y utilizan la comunicación OPC para enviar y recibir datos de la planta hacia la aplicación que aloja el servidor principal.

**Figura 14.**

*Aplicación Fluidlab water management activa y con los easyport conectados*



En la figura 14 observamos la aplicación Fluidlab de la empresa Adiro de software gratuito los easyport conectados y activos que se comunican a través de OPC para activar las salidas analógicas que activaran los sensores y actuadores que controlaran la planta y recibir las señales para guardarlos en la base de datos.

### 2.1.2 objetivos específicos

Simulación de cada etapa de la planta para obtener los resultados de los sensores de frecuencia de caudal, altura del agua en los tanques.

En la figura 15 podemos observar la simulación y control de la primera etapa de la planta donde se reciben las señales en las gráficas de presión del caudal en litros por minuto FIC(l/min) y la altura del tanque B101 en L LIC(l)ya que el tanque B102 no se utiliza cuando la planta funciona de manera conjunta más si se utiliza solo esta etapa de la planta se recibirían las señales de los tres sensores y en el último sensor de proximidad en el tanque B102 de mide el volumen AI(ppm).

Figura 15.

Simulación de etapa de purificación recibiendo datos y controlando la planta

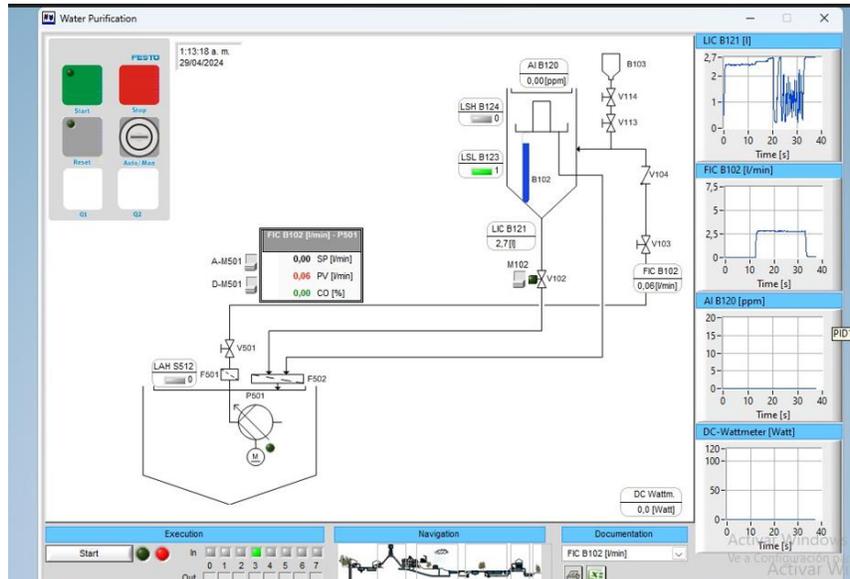
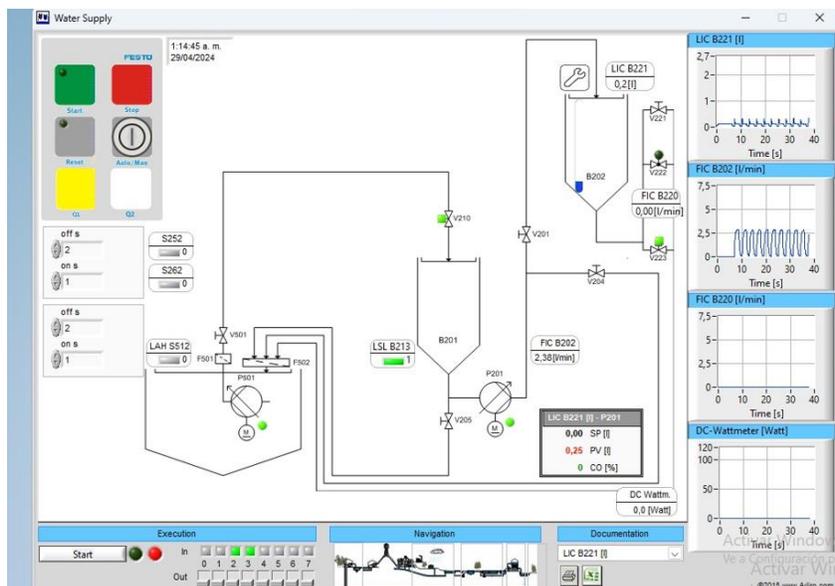


Figura 16.

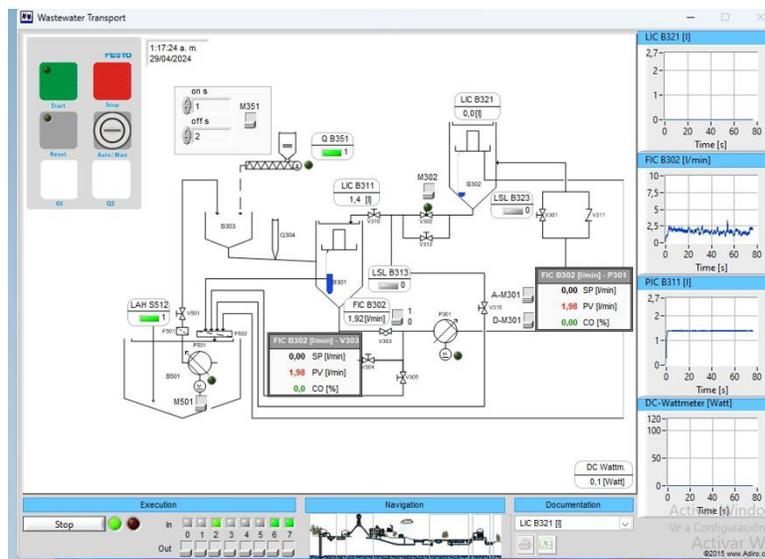
Simulación de etapa de Distribución recibiendo datos y controlando la planta



En la figura 16 observamos la simulación y control de la segunda etapa de la planta donde se reciben las señales en las gráficas de presión del caudal en litros por minuto FIC(l/min) y la altura del tanque B101 en LIC(l) ya que el tanque B202 no se utiliza cuando la planta funciona de manera conjunta más si se utiliza solo esta etapa de la planta se recibirían las señales de los tres sensores y en el último sensor de proximidad en el tanque B202 de mide el volumen AI(ppm).

Figura 17.

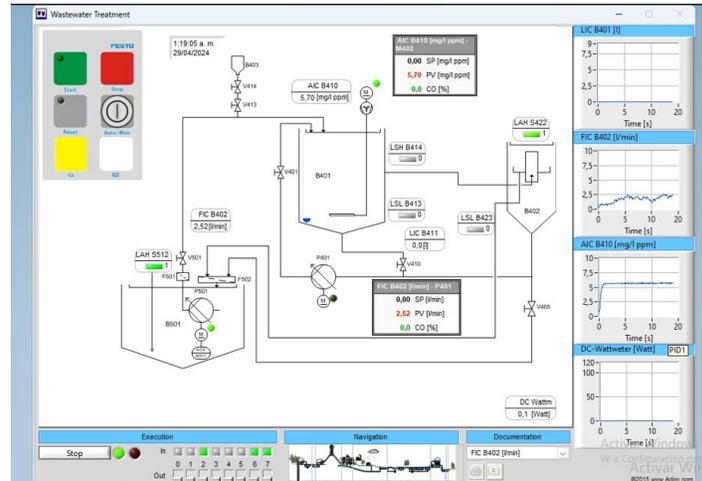
*Simulación de etapa de transporte recibiendo datos y controlando la planta*



En la figura 17 se indica la simulación y control de la tercera etapa de la planta donde se reciben las señales de PIC(l) en litros por la altura del tanque B302 ya que el tanque B301 no se utiliza cuando la planta funciona de manera conjunta.

Figura 18.

Simulación de etapa de tratamiento de agua recibiendo datos y controlando la planta



Para para poder enviarlo posteriormente a la base de datos donde serán analizados por medio de un código en Python gracias a la librería numpy y sqlite3 como se observa en la figura 19.

Figura 19.

Código en Python para leer e importar archivos TXT a la base de datos

```

Archivo  Editar  Selección  Ver  Ir  Ejecutar  ...  base de datos de la planta
EXPLORADOR
  BASE DE DATOS DE LA PLANTA
    base de datos.py
    distribucion.txt
    purificacion.txt
    transporte.txt
    tratamiento.txt
  ESQUEMA
  LINEA DE TIEMPO  purificacion.txt (pinned)
  El Historial local realizará un seguimiento de los cambios recientes a medida que los guarde a menos que el archivo esté excluido o sea demasiado grande. No se configuró el control de código

base de datos.py |
1 # Programa para mostrar varias formas de leer y guardar datos en un archivo de texto.
2 import sqlite3
3 import numpy as np
4
5 file = open("distribucion.txt", "w")
6 file2 = open("purificacion.txt", "w")
7 file3 = open("transporte.txt", "w")
8 file4 = open("tratamiento.txt", "w")
9 L = ["This is Lagos \n", "This is Python \n", "This is Fcc \n"]
10
11 # Asignar ["This is Lagos \n", "This is Python \n", "This is Fcc \n"]
12 # a la variable L
13
14 #El \n se coloca para indicar fin de línea
15
16 file.write("base de datos \n")
17 file.writelines(L)
18 file.close()
19 # Usar close() para cambiar los modos de acceso a archivos
20
21
22 file = open("distribucion.txt", "r+")
23 print("Output of the Read function is ")
24 print(file.read())
25 print()
26
27
28 file2 = open("purificacion.txt", "r+")
29 print("Output of the Read function is ")
30 print(file2.read())
31 print()
32

```

Figura 20.

Datos adquiridos de la etapa de distribución de agua

The screenshot shows a software interface with a search bar at the top containing 'base de datos de la planta'. Below the search bar are several tabs: 'base de datos.py 1', 'distribucion.txt', 'purificacion.txt', 'trasporte.txt', and 'tra'. The 'distribucion.txt' tab is active, displaying a table with 12 columns and rows numbered 139 to 170. The data in the table is as follows:

Row	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10
139	0,281	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
140	0,522	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
141	0,752	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
142	0,975	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
143	1,209	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
144	1,442	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
145	1,674	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
146	1,897	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
147	2,133	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
148	2,369	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
149	2,601	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
150	2,822	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
151	3,056	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
152	3,283	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
153	3,515	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
154	3,740	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
155	3,974	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
156	4,206	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
157	4,442	0,000	0,000	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
158	4,674	0,000	0,001	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
159	4,922	0,000	0,002	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
160	5,168	0,000	0,012	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
161	5,415	0,000	0,016	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
162	5,664	0,000	0,018	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
163	5,914	0,000	0,031	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
164	6,153	0,000	0,045	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
165	6,401	0,000	0,059	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
166	6,651	0,000	0,062	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
167	6,895	0,000	0,066	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
168	7,124	0,000	0,074	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
169	7,376	0,000	0,082	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		
170	7,608	0,000	0,093	0,000	1,500	2,500	0,100	1,000		

En la figura 20 se observan los datos recolectados de la etapa de distribución de la planta donde muestra primera mente el tiempo trascurrido de la planta desde que se puso en marcha, la frecuencia d élitros por minutos porcentaje de cloro en el agua volumen en los tanques principales.

**Figura 21.**

*Datos adquiridos de la etapa de potabilización de agua*

	Time [s]	SP [mmg]	PV [mmg]	CO [%]	Kp	Ti	Td	MAN/AUTO
1	1/05/2024 1:47 a. m.							
2	0,000	0,000	0,000	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
3	0,201	0,000	0,001	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
4	0,364	0,000	0,001	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
5	0,522	0,000	0,001	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
6	0,679	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
7	0,842	0,000	0,001	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
8	1,002	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
9	1,162	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
10	1,321	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
11	1,480	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
12	1,645	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
13	1,805	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
14	1,964	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
15	2,124	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
16	2,281	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
17	2,439	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
18	2,595	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
19	2,744	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
20	2,900	0,000	0,001	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
21	3,058	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
22	3,218	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
23	3,380	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
24	3,534	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
25	3,690	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
26	3,849	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
27	4,005	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
28	4,163	0,000	0,001	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
29	4,323	0,000	0,001	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
30	4,473	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000
31	4,632	0,000	0,002	0,000	2,500	3,500	0,200	0,000

1En la figura 21 se observan los datos recolectados de la etapa de purificación de la planta donde muestra primera mente el tiempo trascurrido de la planta desde que se puso en marcha, la frecuencia d élitros por minutos porcentaje de cloro en el agua, volumen en los tanques que están siendo utilizados ya que como mencionamos anteriormente hay tanques quen no están en uso cuando se utiliza de manera conjunta la planta.

**Figura 22.**

*Datos adquiridos de la etapa de trasporte de agua*

	base de datos.py 1 ●	distribucion.txt	purificacion.txt	trasporte.txt X	tratamiento.txt
≡ transporte.txt					
124	0,399	0,000	0,971	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
125	0,781	0,000	1,206	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
126	1,154	0,000	1,402	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
127	1,537	0,000	1,564	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
128	1,906	0,000	1,559	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
129	2,280	0,000	1,737	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
130	2,656	0,000	1,680	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
131	3,030	0,000	1,545	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
132	3,410	0,000	1,764	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
133	3,776	0,000	1,637	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
134	4,153	0,000	1,666	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
135	4,529	0,000	1,790	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
136	4,897	0,000	1,590	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
137	5,267	0,000	1,852	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
138	5,628	0,000	2,035	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
139	6,017	0,000	2,034	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
140	6,393	0,000	2,197	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
141	6,763	0,000	2,169	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
142	7,114	0,000	1,963	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
143	7,495	0,000	1,649	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
144	7,868	0,000	1,459	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
145	8,248	0,000	1,700	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
146	8,613	0,000	1,542	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
147	8,984	0,000	1,703	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
148	9,372	0,000	1,969	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
149	9,742	0,000	1,754	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
150	10,105	0,000	1,915	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
151	10,484	0,000	1,761	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
152	10,853	0,000	1,690	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
153	11,223	0,000	1,721	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
154	11,600	0,000	1,463	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000
155	11,976	0,000	1,603	0,000	0,400 2,500 0,100 1,000

En la figura 22 se observan los datos recolectados de la etapa de transporte de agua de la planta donde muestra como en las anteriores etapas el tiempo transcurrido de la planta desde que se puso en marcha, frecuencia del caudal, y el volumen en los tanques que se utilizan en la planta cuando está funcionando junta.

Figura 23.

*Datos adquiridos de la etapa de tratamiento de aguas residuales*

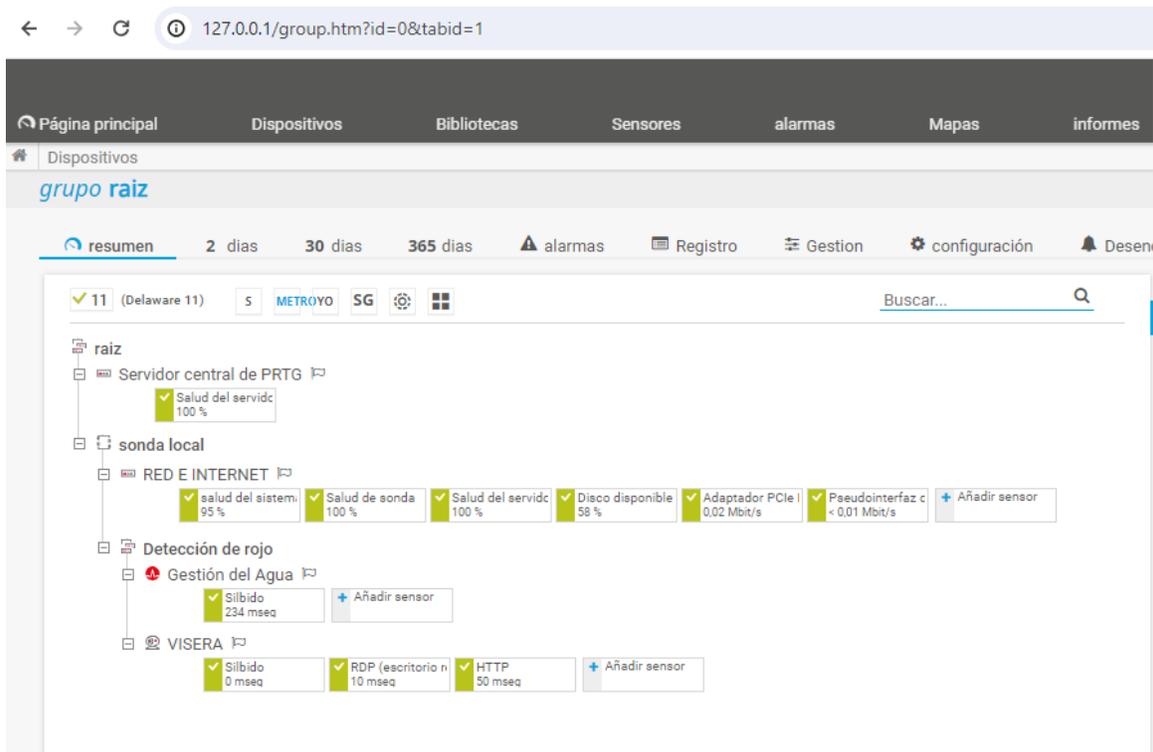
base de datos.py 1 •								
≡ distribución.txt								
≡ purificación.txt								
≡ transporte.txt								
≡ tratamiento.txt X								
≡ tratamiento.txt								
1	FIC B402 [l/min] - P401 1/05/2024 1:52 a. m.							
2	Time [s]	SP [l]	PV [l]	CO [%]	Kp	Ti	Td	MAN/AUTO
3	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
4	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
5	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
6	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
7	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
8	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
9	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
10	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
11	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
12	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
13	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
14	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
15	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
16	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
17	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
18	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
19	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
20	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
21	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
22	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
23	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
24	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
25	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
26	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
27	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
28	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
29	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
30	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
31	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000
32	0,000	0,000	0,004	0,000	0,200	2,500	0,100	1,000

En la figura 23 ya se ha llevado a cabo la recolección de información con el fin de estudiar y hacer una comparativa entre los datos obtenidos en cada uno de los días que se puso a funcionar la planta todo esto gracias a un código Python donde nos permite leer y enviar los dichos datos obtenidos a una base de datos alojada en SQL.

La planta, el servidor donde se aloja la aplicación y la conexión remota al internet, así como los datos y otro tipo de información fue monitoreada a través de la aplicación PRTG network la cual nos brindó información muy detallada de la salud y el estado de la planta y también del servidor donde está alojada.

Figura 24.

*Diagrama de bloques donde se configura los sensores y parámetros que se monitorearán*



En la figura 24 se observa el diagrama de bloques donde se configuraron los sensores que posteriormente serian programados para enviar las alertas para estar al tanto de cualquier fallo en el sistema en general o algún sensor en específico.

**Figura 25.**

*Gráfica de monitoreo en PRTG de los 2 últimos días*



En la anterior figura 25 se puede analizar la gráfica donde nos muestran las alarmas, índice de tiempo de respuesta, índice de carga del procesador y índice de tráfico de todos los sensores en general, a continuación, mostraremos graficas del monitoreo de cada sensor por separado.

En la figura 26 se indica las gráficas de salud de la aplicación con respecto a los valores suministrados y de la CPU central así como del servidor donde se reciben todos los datos la memoria del servidor, salud del servidor, tiempo de actividad y el búfer de base de datos.

Figura 26.

Gráfica de monitoreo en PRTG de la salud de la sonda y del sistema central

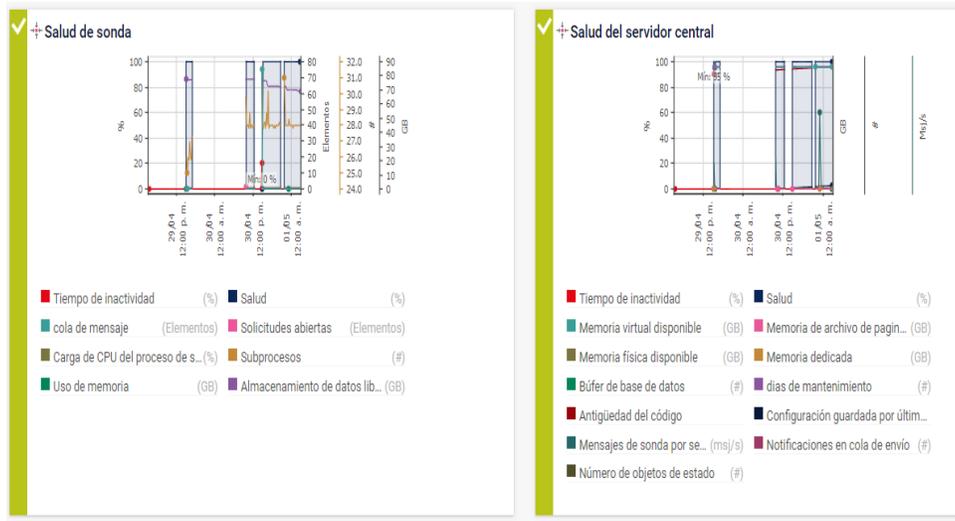


Figura 27.

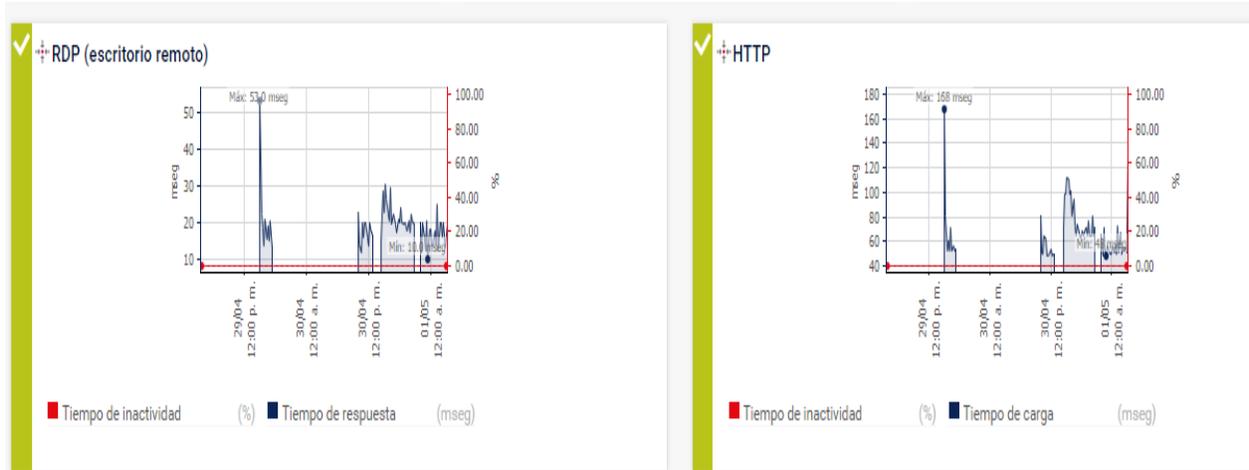
Gráfica de monitoreo en PRTG de la interfaz y la EDS water management



En la figura 27 se puede visualizar las gráficas de: interfaz, donde se muestran los valores de tráfico de datos y distintos paquetes de entrada y salida de datos y un sensor que nombre silbido donde se enviará una alerta de cuando la máquina esté desconectada del servidor.

**Figura 28.**

*Gráfica de monitoreo en PRTG de la conexión al control remoto y a la página http*



En la figura 27 son los dos sensores más sencillos por los dos valores que mide cada grafica las dos miden el tiempo de inactividad y del escritorio remoto el tiempo de respuesta y la pagina http el tiempo de carga de datos.

## 2.2. Análisis de resultados

### 2.2.1. Análisis de la Adecuación de la Planta

Se Adecua la Planta por medio del ensamblaje de todas sus estaciones de trabajo para proceder a suprogramación el cual se cumple exitosamente como se puede observar en las primeras imágenes delos resultados.

### 2.2.2. Análisis del segundo objetivo

Se realiza la habilitación de la planta y la activación de todos sus software y permisos para conectar la planta al servidor donde se alojó la aplicación fluidlab water management donde se utilizaron los easyport que se comunican gracias al OPC para manipular la planta desde una aplicación y con el

objetivo de recolectar datos a través de un Scrib en Python partiendo de los resultados que nos da el software de festo y llevándolos a una base de datos que administrara la información recolectada.

### ***2.2.3. Análisis del tercer objetivo***

En este objetivo, se realizó una simulación del funcionamiento utilizando diversos softwares de programación, tanto de Festo como es el fluidlab-Water-Management para simular la distribución de la planta, como gratuitos los cuales fueron, Radmin VPN que nos permitió conectarnos remotamente al servidor para tener control de la planta desde cualquier lugar y PRTG network que nos permitió a través de sus bibliotecas de sensores conectarnos a la planta para tener mayor información detallada de cada aspecto de la planta, con el fin de optimizar la distribución de la planta industrial. Tras esta fase, se procedió a la instalación física de los componentes y su conexión, coordinando estrechamente equipos de ingeniería y producción. Luego, se llevó a cabo un monitoreo continuo del rendimiento del sistema en tiempo real, recopilando datos gracias a Python para un análisis posterior. Este análisis, basado en técnicas estadísticas y visualización de datos, permitió identificar patrones y tendencias relevantes para mejorar la eficiencia y la productividad del sistema en su conjunto, estableciendo así las bases para futuras optimizaciones industriales.

### ***2.2.4. Análisis del cuarto objetivo***

Cuando por fin se adecua la planta según lo especificado se procede a Instalar el dispositivo en el área final para ser usado por los estudiantes en forma conjunta o por etapas.

Este es el objetivo más lejano a alcanzar ya que para poner a funcionar la planta de manera que los estudiantes del Sena puedan aprender de forma sencilla sobre la manipulación de Plantas industriales de potabilización de Agua se debe tener listo los primeros cuatro objetivos para poder cumplir con certeza este último, pero no más importante objetivo.

### **3. Conclusiones**

Hasta ahora se puede llegar a la conclusión que esta Planta servirá mucho de apoyo para los estudiantes relacionados a estos procesos de tratamientos de agua y manipulación de Plantas de alto costo, además se realizó la interfaz para poder manipular la planta desde cualquier lugar gracias al software de escritorio remoto Radmin VPN y también se pudo adaptar el software PRTG network para monitorear la planta y así enterarse de cualquier fallo en el sistema lo cual no se tenía pensado en un principio pero ya que se encontró la necesidad de implementar la parte de monitoreo y adquisición de datos para tener mayor control e información del estado de la planta y el servidor. Partiendo de que se puede hacer un estudio y comparación de los datos para que los estudiantes estén atentos de cualquier fallo en los procesos normales de la planta, se recomienda que antes de utilizar la planta se guie por el instructor a cargo para no llegar a dañar este tipo de sensores y así afectar el normal funcionamiento de la planta.

## Referencias Bibliográficas

© 2022 Festo. (s. f.). *EDS® Water Management: descubrir el ciclo del agua - Gestión del agua - Tecnología ambiental - Learning Systems - Festo Didactic*. Recuperado 27 de marzo de 2022, de <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/environmental-automation/water-management/eds-water-management-descubrir-el-ciclo-del-agua.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC4xMzE3LjgyMzg>

Arunachalam, R., Dhanasingh, S., Kalimuthu, B., Uthirappan, M., Rose, C., & Mandal, A. B. (2012). Phytosynthesis of silver nanoparticles using *Coccinia grandis* leaf extract and its application in the photocatalytic degradation. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 94, 226-230. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2012.01.040>

Bossio, D., Geheb, K., & Critchley, W. (2010). Managing water by managing land: Addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management*, 97(4), 536-542. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.12.001>

Cloete, T. E., & Oosthuizen, D. J. (2001). The role of extracellular exopolymers in the removal of phosphorus from activated sludge. *Water Research*, 35(15), 3595-3598. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00093-8](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00093-8)

Didactic, F. (2014). *Recolección de aguas residuales*.

Lee, M., & Yang, M. (2010). Rhizofiltration using sunflower (*Helianthus annuus* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. *vulgaris*) to remediate uranium contaminated groundwater. *Journal of Hazardous Materials*, 173(1-3), 589-596. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.08.127>

Liu, L., Bai, H., Liu, J., & Sun, D. D. (2013). Multifunctional graphene oxide-TiO<sub>2</sub>-Ag nanocomposites for high performance water disinfection and decontamination under solar irradiation. *Journal of Hazardous Materials*, 261, 214-223.

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.07.034>

Mittal, H., & Ray, S. S. (2016). A study on the adsorption of methylene blue onto gum ghatti/TiO<sub>2</sub> nanoparticles-based hydrogel nanocomposite. *International Journal of Biological Macromolecules*, 88, 66-80. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.03.032>

Pereira, L. S., Oweis, T., & Zairi, A. (2002). *Irrigation management under water scarcity*.

*Agricultural Water Management*, 57(3), 175-206. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00075-6)

Recursos, I. De, & Uu, E. E. (2011). douglas j.merrey. capítulo 1, 252-255.

Romero Rojas, J. A. (2001). Tratamiento de aguas residuales. *Bernardo-Servin-Massieu*, 1(55), 1-15.

Tan, X.-F., Liu, Y.-G., Gu, Y.-L., Liu, S.-B., Zeng, G.-M., Cai, X., Hu, X.-J., Wang, H., Liu, S.-M., & Jiang, L.-H. (2016). Biochar pyrolyzed from MgAl-layered double hydroxides pre-coated ramie biomass (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud.): Characterization and application for crystal violet removal. *Journal of Environmental Management*, 184, 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.08.070>

Waiser, M. J., Tumber, V., & Holm, J. (2011). Effluent-dominated streams. Part 1: Presence and effects of excess nitrogen and phosphorus in Wascana Creek, Saskatchewan, Canada. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(2), 496-507. <https://doi.org/10.1002/etc.399>

Wang, T., Jin, X., Chen, Z., Megharaj, M., & Naidu, R. (2014). Green synthesis of Fe nanoparticles using eucalyptus leaf extracts for treatment of eutrophic wastewater. *Science of the Total Environment*, 466-467, 210-213. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.022>

**Anexos**

**Anexo A.**

Carpeta donde se encuentran alojados todos los archivos relacionados a este proyecto.

[https://drive.google.com/drive/folders/1ivf0lDs\\_utS960J68yTvTbA8FIQE-m5h?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1ivf0lDs_utS960J68yTvTbA8FIQE-m5h?usp=sharing)