



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.

**CREACION DE UNA APLICACIÓN WEB DESTINADA A EL
DISEÑO DE COMPONENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE.**

Elaborado por:

Andrés Felipe Escobar Riaño.

Código 20182081056.

Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos.

Bogotá D.C

2023.

Contenido

RESUMEN.	8
ABSTRACT.	9
INTRODUCCIÓN.	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	12
OBJETIVOS.	13
Objetivo General.	13
Objetivos Específicos.	13
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.	14
MARCO REFERENCIAL.	16
Marco teórico.	16
Fuente de abastecimiento:	16
Captación:	17
Conducción:	17
Desarenador:	17
Estación de tratamiento de agua potable:	18
Red de distribución:	19
Next JS :	22
Java :	23
CSS :	23
Javascript :	23
SpringBoot:	24
MARCO NORMATIVO.	24
METODOLOGÍA.	26
BACK-END, JAVA SPRING-BOOT.	28
FRONT-END NEXT.JS.	32
CÁLCULOS.	35
Proyección de población:	35

Demandas de agua:	36
Dotación bruta:	36
Caudal Medio Diario:	36
Caudal Máximo Diario:	37
Caudal Máximo Horario:	37
Bocatoma de fondo:	38
Altura de la lámina de agua:	38
Corrección Laterales:	38
Velocidad del agua sobre la rejilla:	39
Ancho del canal de aducción:	39
Diseño de la presa: rejilla:	40
Longitud de la rejilla:	40
Cálculo del número de orificios:	41
Diseño de la presa – niveles en el canal de aducción:	42
Diseño de la presa: Cámara de recolección:	43
Diseño del desarenador	43
Velocidades en el desarenador:	43
Cálculo para determinar el tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo:	44
Determinación número de Hazen :	44
Tiempo de retención hidráulica:	45
Volumen del desarenador:	45
Área superficial:	45
Dimensiones del desarenador :	45
Coeficiente de arrastre:	47
FUNCIONAMIENTO.....	47
PRESUPUESTO.....	57
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	59
CONCLUSIONES.	61

Índice de imágenes

Imagen 1. Organización de paquetes y clases de tipo controlador.....	29
Imagen 2. Botón para desligue modal de insercion del nombre del acueducto	48
Imagen 3. Modal de inserción del nombre del acueducto	48
Imagen 4. Inserción nombre del acueducto y cambio en la interfaz gráfica	49
Imagen 5. Ejemplo de tarjeta habilitada para el diseño de componentes.	49
Imagen 6. Ayuda gráfica para la elección de la demanda neta.	52
Imagen 7. Ayuda gráfica para la elección de la demanda neta.	56

Índice de figuras

Figura 1. Vista de perfil vertedero en aducción bocatoma de fondo.....	39
Figura 2. Vista de perfil presa.	43

Índice de tablas

Tabla 1. Leyes aplicables.....	24
Tabla 2. Número de Hazen (V_s/V_o).....	45
Tabla 3. Presupuesto despliegue aplicación Web	58

Índice de diagramas

Diagrama 1. Pseudocódigo proyección de población.....	51
Diagrama 2. Pseudocódigo de demandas y dotaciones de agua.	52
Diagrama 3. Pseudocódigo de componente: Captación de fondo.	54
Diagrama 4. Pseudocódigo de componente: Canal de aducción.....	55
Diagrama 5. Pseudocódigo de componente: Desarenador.....	56

RESUMEN.

El presente documento tiene como objetivo ofrecer una plataforma interactiva donde los usuarios podrán insertar datos base, configurar y diseñar componentes como la bocatoma, el canal de aducción, el desarenador, entre otros.

El objetivo principal de esta plataforma es facilitar el proceso de diseño y cálculo de los componentes de acueductos, eliminando la necesidad de realizar tediosos cálculos manuales y simplificando la toma de decisiones. Los usuarios podrán ingresar los parámetros específicos de cada componente, como la capacidad de flujo, las dimensiones y las condiciones de operación, y la plataforma realizará los cálculos pertinentes automáticamente.

Una vez que se hayan configurado todos los componentes del acueducto, la plataforma generará un informe completo con todos los resultados obtenidos. Este informe incluirá datos como las dimensiones finales de cada componente, las velocidades de flujo, las pérdidas de carga y cualquier otro cálculo relevante. El informe será presentado en un formato claro y fácil de entender, lo que permitirá a los usuarios tomar decisiones informadas sobre el diseño y la construcción de los acueductos.

En resumen, el desarrollo de esta página web proporcionará una herramienta poderosa y eficiente para el diseño de componentes de acueductos. Al automatizar los cálculos y generar informes detallados, se espera simplificar y agilizar el proceso de diseño, mejorando así la eficiencia y precisión en la planificación y construcción de acueductos.

ABSTRACT.

The objective of this document is to offer an interactive platform where users can insert base data, configure and design components such as the intake, the adduction channel, the sand trap, among others.

The main objective of this platform is to facilitate the design and calculation process of aqueduct components, eliminating the need for tedious manual calculations and simplifying decision making. Users will be able to enter the specific parameters of each component, such as flow capacity, dimensions and operating conditions, and the platform will perform the relevant calculations automatically.

Once all the components of the aqueduct have been configured, the platform will generate a complete report with all the results obtained. This report will include data such as the final dimensions of each component, flow rates, pressure drops, and any other relevant calculations. The report will be presented in a clear and easy-to-understand format, allowing users to make informed decisions about the design and construction of the aqueducts.

In summary, the development of this web page will provide a powerful and efficient tool for the design of aqueduct components. By automating calculations and generating detailed reports, it is expected to simplify and streamline the design process, thereby improving efficiency and accuracy in aqueduct planning and construction.

INTRODUCCIÓN.

Los servicios públicos domiciliarios cumplen una importante función dentro de nuestra sociedad, estos nos brindan elementos que nos son indispensables para el normal desarrollo de nuestra cotidianidad, si bien todos son útiles y necesarios, el servicio público de acueducto cobra una mayor importancia al suministrar el líquido indispensable que permite el desarrollo de la vida en el planeta tierra, el agua, la cual además nos brinda y asegura bienestar, salubridad y progreso.

Es debido a esto que el servicio de acueducto no debe permanecer estático con respecto a su entorno, sino que en cambio este debe adaptarse, actualizarse y avanzar conforme lo hace la sociedad, la cual tiene una notable inclinación a la utilización de medios digitales para la automatización de procesos y tareas que antes se solían realizar de manera manual.

En respuesta a esto surge este trabajo el cual posee la intención de presentar una alternativa, el desarrollo de una aplicación web que permite mediante la inserción de datos base, el diseño rápido y confiable de componentes de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP). Teniendo como principal objetivo la optimización y facilitación de los procesos y cálculos necesarios.

Para el desarrollo de esta aplicación, se utilizó una metodología de diseño centrado en el usuario, con el fin de asegurar que la interfaz de la aplicación sea intuitiva y fácil de usar para los usuarios finales. Asimismo, se han implementado herramientas y tecnologías de vanguardia para garantizar la calidad y robustez de la aplicación.

A través de este trabajo, no solo se presenta una solución innovadora para el diseño de componentes de acueducto, sino que también se contribuye al mejoramiento del servicio de acueducto en Colombia y en el mundo entero. Esta aplicación tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia y calidad del servicio, lo que a su vez se traducirá en una mejor calidad de vida para la sociedad en general.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Si bien Colombia es un país rico hídricamente según cifras del MADS, en 2017 cerca del 60% del agua que reciben los colombianos a través de las llaves de sus hogares no cuenta con parámetros óptimos de potabilización, Esto se debe, en gran medida, a las limitaciones presupuestarias y técnicas que afrontan las autoridades municipales y regionales encargadas de diseñar, construir y mantener los sistemas de acueducto.

Uno de los principales motivos para que estos sucesos se den en Colombia es que el diseño, construcción y puesta en marcha de un acueducto destina una cantidad de recursos importantes que en muchas ocasiones significa una gran porción del presupuesto general del municipio y/o población, impidiendo así que se den las condiciones necesarias para realizar una inversión de semejante magnitud para asegurar agua altamente potabilizada.

Además, el diseño y construcción de plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) está sujeto a posibles errores humanos, lo que puede comprometer la calidad del agua tratada. La complejidad de los cálculos y procedimientos necesarios para el diseño de estas plantas, sumada a la falta de capacitación y experiencia de los profesionales encargados de su elaboración, pueden generar fallas en el dimensionamiento de los componentes y equipos de tratamiento, lo que puede impactar negativamente en la eficiencia y eficacia del proceso de potabilización.

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Realizar una página web que permita mediante la inserción de datos el diseño de componentes clave de plantas de tratamiento de agua potable, como los sistemas de captación, conducción, sedimentación entre otros.

Objetivos Específicos.

- Facilitar el diseño de componentes de plantas de tratamiento de agua potable, mediante la operación y consumo de cálculos estándar, llevados a cabo por una API y consultados y expuestos por el aplicativo web.
- Permitir la disminución del costo en los diseños de acueductos mediante la automatización del diseño.
- Proponer una interfaz intuitiva y fácil de manejar mediante un diseño minimalista, ejemplificación y de fácil usabilidad, esto con el objetivo de que pueda ser empleada incluso por personas no especializadas en el área.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

Colombia es un país que cuenta con una gran cantidad de recursos hídricos, sin embargo, en muchos casos, el agua que se suministra a través de las redes de acueducto no cumple con los parámetros óptimos de potabilización. Esta situación se da con mayor frecuencia en poblaciones alejadas de los centros urbanos y con altos índices de pobreza, lo que pone en riesgo la salud y la vida de sus habitantes.

En la actualidad, existen distintos softwares relacionados con el diseño de redes de abastecimiento o de recolección, como lo son “AQUEDUCTOS”, “HIDROSOFTWARE” o “ALCANTARILLADOS” más sin embargo estos softwares no son de uso libre, es decir tienen un costo de adquisición, además su utilización requiere un conocimiento más avanzado en las herramientas técnicas y tecnológicas de manejo de software. Sumado a esto dichas herramientas están más enfocadas en el diseño de redes de abastecimiento o de recolección que en sí el diseño de componentes presentes en una planta de tratamiento.

Por ello, se hace necesario desarrollar un software libre con un uso sencillo e intuitivo, permitiendo su uso incluso a personas que no tengan gran experiencia manejando este tipo de herramientas. De esta manera, se busca facilitar el diseño de los distintos componentes que forman un acueducto y reducir los costos de su implementación, promoviendo así la implementación de más acueductos en el país.

Este proyecto busca reducir las barreras en el diseño de acueductos y contribuir a la seguridad alimentaria de las zonas más vulnerables y con mayores dificultades económicas

del país, dignificando la vida de millones de personas que hoy en día no cuentan con acceso seguro al agua potable.

MARCO REFERENCIAL.

7.1. Marco teórico.

Un sistema de acueducto comprende una serie de sistemas y obras de ingeniería que den paso a la óptima función de este, cada unidad empleada en el sistema desde la captación hasta los sistemas de distribución debe ser diseñada con gran precisión, debido a que esto es un sistema con eslabones concatenados con la finalidad de entregar un agua óptima para el consumo humano, asegurando calidad, cantidad y continuidad. Estos suelen presentar esta constitución:

Un acueducto está compuesto por diferentes elementos que trabajan en conjunto para suministrar agua potable a una población. Algunos de los principales elementos constitutivos de un acueducto son:

Fuente de abastecimiento:

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA, s.f), "Una fuente de agua hace referencia al agua de origen (como ríos, arroyos, lagos, embalses, manantiales y aguas subterráneas) que proporciona agua a los suministros públicos de agua potable y a los pozos privados." Para el servicio de acueducto suelen primar las captaciones en fuentes superficiales y subterráneas.

Captación:

Es el proceso de extracción del agua de la fuente de abastecimiento. Esta extracción puede ser realizada mediante el aprovechamiento del desnivel del terreno (gravedad) o mediante el uso de sistemas de bombeo (SSWM, s.f.).

Conducción:

El sistema de conducción de agua potable se refiere al conjunto de tuberías utilizado por la entidad prestadora para transportar el agua potable desde la fuente de captación hasta la planta de tratamiento (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico [CRA], s.f.).

Desarenador:

El desarenador es una estructura esencial que se encuentra ubicada aguas abajo de una fuente de agua superficial. Su principal función es eliminar partículas sólidas como arenas, arcillas, gravas finas y material orgánico de cierto tamaño presentes en el agua captada. Esta estructura juega un papel crucial al proteger la línea de conducción, equipos y accesorios instalados aguas debajo de la captación.

El desarenador opera mediante un proceso de sedimentación, donde las partículas sólidas más pesadas se asientan en el fondo del tanque debido a la acción de la gravedad. La velocidad horizontal del agua se reduce en el tanque desarenador, lo que favorece la sedimentación de las partículas suspendidas. De esta manera, se logra separar y remover eficientemente los materiales no deseados presentes en el agua captada.

La presencia de un desarenador es crucial para evitar problemas de erosión y acumulación de materiales a lo largo del sistema de conducción (Albuja, Pinos y Samaniego, s.f). Sin esta estructura, las partículas sólidas podrían causar daños y desgaste tanto en la línea de conducción como en los equipos y accesorios utilizados aguas abajo de la captación. Al remover estas partículas, se garantiza un flujo de agua más limpio y se protege la integridad del sistema en su conjunto.

En resumen, el desarenador es una estructura vital en la captación de agua, ya que permite la remoción de partículas sólidas indeseables mediante el proceso de sedimentación. Su objetivo principal es proteger la línea de conducción y evitar problemas de erosión y acumulación de materiales, asegurando un flujo de agua limpio y preservando la eficiencia y durabilidad del sistema.

Estación de tratamiento de agua potable:

Una planta o estación de tratamiento de agua potable (PTAP) es un conjunto de instalaciones y sistemas de ingeniería diseñados para procesar y purificar el agua con el fin de hacerla segura y apta para el consumo humano (Ingelink, s.f.).

El tratamiento de agua y las plantas de tratamiento son sistemas y procesos que utilizan diversas operaciones físicas, químicas y biológicas para eliminar o reducir la contaminación y las características no deseadas del agua. Estos sistemas están diseñados para tratar diferentes tipos de aguas, ya sean naturales, de abastecimiento, de procesos industriales o residuales.

Red de distribución:

La red de distribución de agua potable abarca todas las instalaciones y sistemas implementados por la empresa de abastecimiento para transportar el agua desde su punto de captación y tratamiento hasta el consumidor final, asegurando que el suministro cumpla con los estándares de calidad requeridos y satisfaga las necesidades de los usuarios (Molina Rafael, s.f).

Esta red comprende una serie de componentes, como tuberías, válvulas, bombas y tanques de almacenamiento, que se interconectan para permitir el flujo constante y controlado del agua potable. Estos elementos se distribuyen estratégicamente a lo largo de un área geográfica para cubrir las necesidades de abastecimiento de la población.

La red de distribución de agua potable tiene como objetivo principal garantizar el suministro continuo y confiable de agua de calidad a los consumidores finales. Para lograrlo, se realizan diversos estudios y análisis para determinar la demanda de agua, calcular las capacidades requeridas y diseñar la distribución óptima de los componentes de la red. Además, se implementan sistemas de monitoreo y control para asegurar un funcionamiento eficiente y detectar posibles fugas o problemas en tiempo real.

En resumen, la red de distribución de agua potable es un sistema integral que permite llevar el agua desde los puntos de captación y tratamiento hasta los usuarios finales, garantizando que se cumplan los estándares de calidad y satisfaciendo las necesidades de abastecimiento de la población de manera eficiente y confiable.

- Usuarios finales: son las personas o comunidades que utilizan el agua potable suministrada por el acueducto. Los usuarios finales pueden ser domicilios, empresas, instituciones públicas, entre otros.

En Colombia, se utilizan diferentes tipos de acueductos para suministrar agua potable a las comunidades. Algunos de los tipos de acueductos más comunes en Colombia son:

- Acueductos convencionales: Son sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyen una o varias fuentes de agua, una planta de tratamiento para purificar el agua, y una red de tuberías que distribuye el agua a los usuarios. Estos acueductos pueden tener diferentes etapas de tratamiento, como la sedimentación, filtración y desinfección.
- Acueductos rurales: Son sistemas de abastecimiento de agua diseñados para comunidades rurales o áreas alejadas de los centros urbanos. Estos acueductos suelen

utilizar fuentes de agua naturales, como manantiales o ríos, y emplean tecnologías más sencillas de tratamiento y distribución, como filtros de arena y cloración.

- **Acueductos comunitarios:** Son sistemas de abastecimiento de agua gestionados por la propia comunidad. Estos acueductos suelen ser pequeños y atender las necesidades de una comunidad específica. Pueden utilizar diferentes tecnologías de tratamiento y distribución, como sistemas de filtración, cloración y almacenamiento local.
- **Acueductos veredales:** Son sistemas de abastecimiento de agua que atienden a varias veredas o comunidades rurales cercanas entre sí. Estos acueductos pueden tener una infraestructura más amplia y compleja que los acueductos rurales, y suelen requerir una mayor inversión y planificación.
- **Acueductos regionales o metropolitanos:** Son sistemas de abastecimiento de agua que abarcan grandes áreas metropolitanas o regiones geográficas extensas. Estos acueductos suelen incluir múltiples fuentes de agua, plantas de tratamiento de gran capacidad y una extensa red de distribución que suministra agua a numerosos municipios y localidades.

Teniendo en claro la constitución de los acueductos, los tipos de acueductos y la importancia de estos diseños, para la implementación de nuevos acueductos es intuitivo pensar que el costo de la elaboración del diseño de acueductos es una inversión importante para cualquier comunidad o municipio, prueba de esto se encontró que el presupuesto destinado para la realización del diseño del sistema de acueducto para Barú alcanzó los \$586.301.351 COP, esta es una cifra con la que muchos municipios y comunidades no cuentan fácilmente, por lo que el factor económico pasa a ser un impedimento en los esfuerzos por asegurar agua de calidad para todos los colombianos.

Si bien el desarrollo en materia de servicios públicos ha tenido un lento caminar en Colombia otras áreas han crecido de una manera más acelerada, una de ellas es el área de las TIC que según el sitio web de El País “la conectividad en Colombia habría crecido más del 50% en el primer trimestre del 2021” (Colprensa, 2021), sin duda alguna esto es un recurso que debemos emplear para el beneficio de los Colombianos, desarrollando aplicativos que permitan que cualquier persona o comunidad con acceso a internet pueda beneficiarse.

Este aplicativo se alimenta de dichos avances tecnológicos debido a que está construido con un stack de tecnologías a la vanguardia, asegurando así escalabilidad, rendimiento y buena experiencia de usuario. Entre este stack podemos encontrar tecnologías como :

Next JS :

Es un marco de desarrollo web de código abierto y basado en React utilizado para construir aplicaciones web y sitios web de alto rendimiento. Fue creado por Zeit (ahora Vercel) y se ha vuelto muy popular en la comunidad de desarrollo web.

Java :

Es un lenguaje de programación de alto nivel orientado a objetos que fue desarrollado por Sun Microsystems (ahora propiedad de Oracle) en la década de 1990. Es un lenguaje ampliamente utilizado en el mundo de la programación y se encuentra en una amplia variedad de aplicaciones, desde desarrollo de software empresarial hasta aplicaciones móviles y sistemas embebidos.

CSS :

Es el acrónimo de "Cascading Style Sheets" (Hojas de Estilo en Cascada, en español).

Es un lenguaje de diseño utilizado para controlar la presentación y el estilo de un documento HTML o XML.

CCS describe cómo deben ser mostrados los elementos HTML en una página web, como su diseño, formas, colores, tamaños, espaciado, etc. Se utiliza para separar la estructura y el contenido de un documento web de su presentación visual.

Javascript :

Es un lenguaje de programación de alto nivel, orientado a objetos e interpretado. Fue creado originalmente como un lenguaje de scripting para agregar interactividad a las páginas web, pero desde entonces se ha expandido y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, tanto en el lado del cliente (frontend) como en el lado del servidor (backend).

SpringBoot:

Es un framework de desarrollo de aplicaciones en Java que se basa en Spring framework. Proporciona una forma rápida y fácil de crear aplicaciones Java autónomas y listas para producción.

MARCO NORMATIVO.

La principal ley por la que se debe regir cualquier sistema destinado a la prestación de servicios públicos es la ley 142 de 1994 por la cual se instaura el régimen de los servicios públicos domiciliarios tanto como las actividades que realicen las personas que los presten.

Por otra parte, podemos encontrar otras normativas como:

Tabla 1 Leyes aplicables

Ley/Regulación	Descripción
Ley 142 de 1994	Establece el marco legal para la prestación de los servicios públicos domiciliarios, incluyendo el servicio de acueducto.
Ley 1437 de 2011	Establece el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, que regula los procedimientos en materia de servicios públicos domiciliarios.
Decreto 302 de 2000	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
Resolución 2115 de 2007	Establece las especificaciones técnicas de calidad del agua potable para consumo

	humano.
Resolución 631 de 2015	Establece los criterios y condiciones para el otorgamiento de los permisos de vertimientos al sistema de alcantarillado y a los cuerpos de agua.
Ley 373 de 1997	Mediante la cual se instaure el programa de ahorro y uso eficiente del agua.
Resolución 0330 de 2017	Mediante la cual adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
Decreto 3050 de 2013	Mediante el cual se dictaminan las condiciones para el trámite de las solicitudes de disponibilidad y viabilidad de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

Fuente:Autor.

METODOLOGÍA.

La metodología seleccionada para el presente proyecto de grado es el estudio de caso, que se basa en una arquitectura de datos y tiene una orientación cuantitativa. En este enfoque, se llevará a cabo un análisis detallado del proceso de generación del aplicativo, explicando cada uno de los pasos seguidos en su desarrollo sin proporcionar resultados cuantitativos en esta sección del trabajo. La finalidad de la metodología es ofrecer una descripción detallada de la secuencia de acciones necesarias para la creación del software, permitiendo la reproducción del proceso por parte de otros investigadores o desarrolladores interesados.

Para la realización de la aplicación web se optó por implementar un desarrollo basado en una arquitectura de microservicios, donde los distintos componentes que conforman la totalidad de la aplicación web se encuentran separados por servicios más pequeños comunicados a través de peticiones http. Dicha arquitectura posee grandes ventajas como su facilidad de mantenimiento, testeo, desarrollo y despliegue por lo que para la finalidad de este proyecto se acopla perfectamente a las necesidades.

Dentro de estos microservicios encontramos dos principales, el back-end y el front-end: el primero se desarrolló en el lenguaje de Java con Spring-Boot, acompañado de distintas API's que facilitan el manejo de los datos como Java Persistence Api y Hibernate, el primero para la persistencia y el segundo para el mapeo de datos. Por otra parte, el front-end fue realizado en Next.js, el framework más popular para React. Además de las tecnologías anteriormente nombradas también se utilizaron otras librerías como Bootstrap, Lombok, etc.

Por último, para el registro de los datos suministrados se utilizó la base de datos relacional MySQL, es importante aclarar que debido a que la aplicación no cuenta con una sesión o un requisito de registro, los datos no son persistentes para el usuario, es decir, una vez culminada su visita a la aplicación web los registros son eliminados.

BACK-END, JAVA SPRING-BOOT.

El back-end está construido en 3 grandes segmentos, el controlador (controller), el servicio (service) y por último el repositorio (repository). Todos estos segmentos están encargados de una u otra forma de procesar según las peticiones solicitadas al servicio las 9 clases principales del proyecto:

- AqueductDesign
- AducctionChannel
- BottomIntake
- SandTrap
- GrossEndowment
- ArithmeticProjection
- ExponentialProjection
- FinalProjection
- GeometricProjection.

A continuación, se muestra más en detalle la construcción de cada uno los 3 principales segmentos:

1. Controlador: El controlador es el encargado de recibir peticiones (request), procesarlas y darles una respuesta (response). Para poder realizar esto en java, una clase debe ser asignada con la notación “@Controller”. El controlador procesa las peticiones típicas de un CRUD (create, read, update, delete), más sin embargo para el objetivo de este

proyecto, en el front-end solo se habilitó el create, el cual básicamente es un POST.

Para cada componente y para personalización del nombre del acueducto se cuenta con un controlador, esto suma 4 paquetes y un total de 8 clases controladoras (imagen 1).

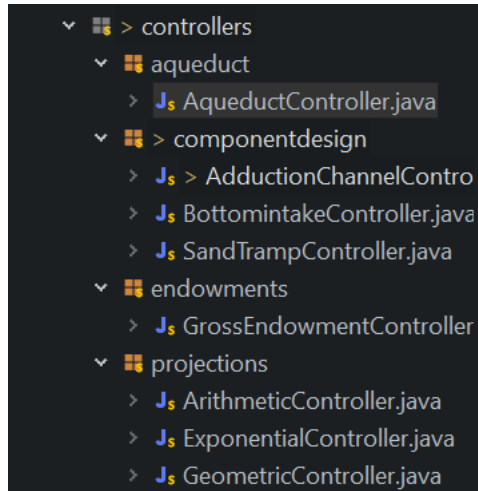


Imagen 1 organización de paquetes y clases de tipo controlador

Como se especificó anteriormente estas clases controladoras procesan las peticiones básicas de un CRUD es por esto por lo que dentro de la clase se especifican unos endpoints a los cuales se deben hacer referencia al momento de hacer una petición al servicio. Estos endpoints están ordenados de las siguientes maneras:

- Para la personalización del nombre del acueducto, el controlador recibe la dirección de despliegue seguida de “/design”, para operaciones de tipo post y get bastaría solo con este endpoint, si se quieren hacer las operaciones restantes es necesario especificar la id en el path, es decir “/design/id”.

- La misma lógica de las operaciones expuesta anteriormente se aplican a las otras clases controladoras, más los endpoints en el resto de las clases están ligados a su nombre, por ejemplo: para la clase “AdductionChannelController” su endpoint será “/AduccctionChannel”.

2. Repositorio: La finalidad de las clases repositorio es proveer un mecanismo que permita el almacenamiento, eliminación, actualización o recuperación de objetos de Java, es decir que estas capas pertenecen a la capa de persistencia de la aplicación, más sin embargo estas clases no son accedidas directamente por el controlador, sino que son utilizadas por terceras cómo se explica más adelante en este documento. Estas clases poseen la anotación de “@Repository”. Posee la misma estructura de paquetes que en la imagen 1.
3. Servicio: En el servicio encontramos la parte mas compleja del proyecto, en el paquete “service” se encuentran dos sub-paquetes: “interfaces” y “impl”, en el paquete de interfaces se encuentran todos los métodos que deben ser implementados por las clases existentes en el paquete de “impl” he ahí el porqué de su nombre, estas interfaces servirán como punto de conexión entre el controlador y las implementaciones. En el paquete de “impl” se encuentra toda la lógica de negocio de la aplicación, aquí se encuentran todas las operaciones y cálculos necesarios para el diseño de los distintos componentes de una planta de tratamiento de agua potable.

4. Otros segmentos y helpers: En el proyecto se cuentan con otro tipo de lógicas, por ejemplo, la clase response permite dar un formato a las respuestas que manda el servicio o la clase “config” da una configuración al CORS.

FRONT-END NEXT.JS.

La aplicación está concebida como una Single Page Application (spa), es decir que solo cargará un documento en el cual estará reescribiendo los elementos de la interfaz en base a la interacción con el usuario. Este modelo presenta grandes ventajas, según Chiradeep BasuMallick (2022), las Single Page Application presentan claras ventajas frente a las páginas web tradicionales, este resalta esencialmente tres:

- Es rápida y responsiva.
- Rápido desarrollo.
- Experiencia de usuario mejorada.

Este modelo de SPA es soportado gracias al Framework elegido para el desarrollo del frontend, Next.js es el framework por excelencia para desarrollos llevados a cabo en REACT, la cual según la plataforma web Kinsta(2022) es la biblioteca JavaScript basada en componentes más popular para el desarrollo de interfaces interactivas .

Para simplificar la interacción con el usuario final, la aplicación posee tan solo dos páginas, en la primera el usuario administra los datos necesarios para el cálculo de los componentes que desee diseñar. En la segunda, el usuario puede acceder a un PDF con el resultado de sus cálculos.

La arquitectura de la aplicación web se ha organizado de manera eficiente, siguiendo una estructura de carpetas que permite una fácil navegación y gestión de los diferentes componentes y recursos utilizados. A continuación, se describen las principales carpetas que conforman la arquitectura de la aplicación desarrollada en Next.js:

1. Carpeta de Componentes: En esta carpeta se encuentran todos los componentes individuales que forman parte directa o indirecta de la interfaz de usuario (UI) de la aplicación web. Cada componente se ha diseñado y desarrollado de forma modular, lo que facilita su reutilización en distintas partes de la aplicación. Esta estructura modular mejora la mantenibilidad y escalabilidad del proyecto, ya que permite realizar modificaciones y actualizaciones de manera independiente en cada componente.
2. Carpeta de Pages: En el contexto de Next.js, esta carpeta juega un papel fundamental, ya que cada archivo ubicado en ella hace referencia a una ruta específica de la aplicación. Cada archivo en la carpeta de Pages representa una página o vista de la aplicación web. Esta estructura se alinea con el enfoque de enrutamiento basado en archivos de Next.js, lo que simplifica la navegación entre las diferentes secciones de la aplicación. Además, permite una gestión eficiente de las rutas y un manejo óptimo de las transiciones entre páginas.

3. Carpeta de Public: En esta carpeta se alojan todos los recursos públicos utilizados por la aplicación web. Específicamente, se encuentran las imágenes utilizadas en la interfaz, en sus diferentes formatos como jpg y png. Además, se puede encontrar un archivo JSON utilizado para almacenar las relaciones hidráulicas requeridas en el funcionamiento de la aplicación. Al tener una carpeta dedicada para los recursos públicos, se facilita su gestión y acceso, permitiendo un flujo de trabajo más eficiente durante el desarrollo y despliegue de la aplicación.

La estructura de carpetas en la arquitectura de la aplicación desarrollada en Next.js ha sido diseñada con el objetivo de facilitar la organización y la mantenibilidad del proyecto. La separación clara de los componentes en una carpeta específica, la estructura de páginas basada en archivos y la ubicación centralizada de los recursos públicos contribuyen a una mejor estructuración del código y a un desarrollo más eficiente. Esta arquitectura permite un manejo ágil y escalable de la aplicación, lo que resulta en un producto final de alta calidad y con una experiencia de usuario mejorada.

CÁLCULOS.

A continuación, se hará un recorrido por los diferentes cálculos y fórmulas utilizadas para el diseño de los diferentes componentes:

Proyección de población:

La proyección de población bajo el método aritmético es un enfoque simple para estimar la población futura de una región o país. Este método utiliza una tasa constante de crecimiento para proyectar la población futura, lo que implica que la población aumentará a una tasa constante en cada período.

La fórmula para calcular la proyección de población bajo el método aritmético es la siguiente:

$$Pf = Puc + c (Tf - Tuc)$$

Donde:

- Pf: Población al año donde quiere realizar la proyección.
- Puc: Población a la proyección del DANE o último año censado
- Tuc: Año del último censo con información
- Tf: Año donde se quiere realizar la proyección
- c: Tasa de crecimiento aritmético

Demandas de agua:

Según el informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente, "La demanda de agua se define como el volumen de agua solicitado por los usuarios para satisfacer sus necesidades" (European Environment Agency, 1999).

Dotación bruta:

Es la cantidad de agua requerida por un habitante en donde se incluye las pérdidas. La dotación bruta es la cantidad total de agua disponible en un área geográfica determinada, sin considerar las restricciones en el acceso al agua.

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \frac{\%p}{100}}$$

Donde:

- D_{bruta} : Dotación bruta, [L/hab*día]
- D_{neta} : Dotación neta, [L/hab*día]
- %p: Porcentaje de pérdidas técnicas (%) – Valor máximo 25%

Caudal Medio Diario:

Según el informe Diseño Hidráulico de Acueductos Menores realizado por la Alcaldía Municipal de Bucaramanga el Caudal medio diario (Q_{md}) "es el promedio de los consumos diarios de caudal en un periodo de un año, proyectando al horizonte de diseño" (Alcaldía Local de Bucaramanga, s.f). Este valor fue calculado de la siguiente manera:

$$Q_{md} = P * \frac{D_{bruta}}{86400}$$

Donde:

- Qmd: Caudal medio diario, [L/s].
- Dbruta: Dotación bruta, [L/hab*día]
- P: Número de habitantes

Caudal Máximo Diario:

El caudal Máximo Diario (QMD) se ve representado por el consumo medio diario multiplicado por coeficiente de consumo k1, definido en el RAS 2000 “el coeficiente de consumo máximo diario k1, se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un periodo mínimo de un año”. El Caudal Máximo Diario está representado por la siguiente fórmula:

$$QMD = Qmd * K1$$

Donde:

QMD: Caudal máximo diario, [L/s].

Qmd: Caudal medio diario, [L/s].

k1: Coeficiente de consumo máximo diario o factor de mayoración

Caudal Máximo Horario:

El Caudal Máximo Horario (QMH), hace referencia al consumo máximo registrado en el transcurso de una hora en una duración de un año. Este se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$QMH = QMD * K2$$

Donde:

QMH: Caudal máximo Horario, [L/s].

QMD: Caudal Máximo Diario, [L/s].

k2: Coeficiente de consumo máximo diario o factor de mayoración

Bocatoma de fondo:

La bocatoma de fondo hace su captación por medio de una rejilla, que a su vez está en la dirección en el sentido transversal a la corriente del río. La captación del agua se hace mediante una rejilla colocada en la parte superior de una presa, la cual deberá estar en sentido perpendicular al flujo, el ancho de esta presa puede ser igual o menor que el ancho del río. Esta captación se efectúa por medio de una rejilla de fondo cuyos barrotes se colocan en la dirección de la corriente. (Ministerio de Vivienda 2010).

Altura de la lámina de agua:

Con el propósito de determinar la altura de la lámina de agua bajo condiciones de diseño QMD, teniendo en cuenta condiciones máximas y mínimas del afluente de captación se posee la siguiente fórmula:

$$H = \left(\frac{Q}{1.84L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Corrección Laterales:

En caso de que la bocatoma posea contracciones laterales se debe realizar una corrección en la longitud del vertedero tal como lo indica la siguiente ecuación:

$$L' = L - 0,1 nH$$

Donde:

n = número de contracciones laterales.

Velocidad del agua sobre la rejilla:

Según (Martínez, 2020) este valor debe estar comprendido dentro del rango de los 0,3 m/s y los 3 m/s.

$$Vr = \frac{Q}{L'H}$$

Ancho del canal de aducción:

Para determinar el ancho del canal de aducción se optó por emplear las ecuaciones del alcance de chorro:

$$Xs = 0,36 Vr^{\frac{2}{3}} + 0,60H^{\frac{4}{7}}$$

$$Xi = 0,18 Vr^{\frac{4}{7}} + 0,74 H^{\frac{3}{4}}$$

$$B = Xs + 0,10$$

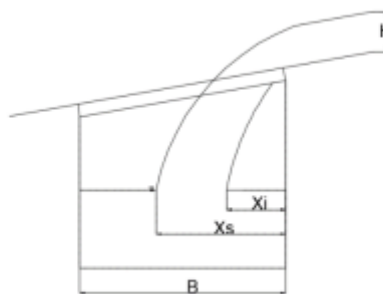


Figura 1. Vista de perfil vertedero en aducción bocatoma de fondo

Fuente. Recuperado de López Cualla (2003).

Diseño de la presa: rejilla:

Se consideró unas rejillas con dirección al flujo del río. Su área neta se determinó de la siguiente manera:

$$An = \frac{a}{a + b} BLr$$

Ecuación No 11. Área neta de la rejilla.

Donde:

An = área neta de la rejilla, m.

a = separación entre barrotes, m.

N = # de orificios entre barrotes.

b = diámetro barrotes, m.

Longitud de la rejilla:

$$Lr = \frac{An(a + b)}{B * a}$$

Donde:

An = área neta de la rejilla, m.

a = separación entre barrotes, m.

N = # de orificios entre barrotes.

b = diámetro barrotes, m.

B = ancho del canal de aducción.

Cálculo del número de orificios:

Antes del cálculo del número de orificios se debe recalcular el área neta bajo la siguiente ecuación:

$$An = \frac{a}{a + b} BLr$$

Consecuentemente se procede con el cálculo del número de orificios que poseerá la rejilla:

$$N = \frac{An}{aB}$$

Con los datos obtenidos se realiza el recálculo de la longitud de la rejilla. se sigue el siguiente orden:

- Recalculo Área neta: $An = aBN$
- Recalculo velocidad entre los barrotes: $\frac{Q}{KAneta}$
- Recalculo longitud de la rejilla (Ecuación No 11)

Diseño de la presa – niveles en el canal de aducción:

Determinación de los niveles de aguas arriba y aguas abajo en el canal de aducción.

$$h_o = \left[2he^2 + \left(he - \frac{iLc}{3} \right)^2 \right]^{0.5}$$

Donde:

i = Pendiente del canal de aducción.

Lc = Lrejilla + espesor del muro.

3.9. Altura de muros: Se debe calcular la velocidad del agua al final del canal y la altura de los muros, cada altura se ve representada en la Figura No.14. Se sigue el siguiente flujo de trabajo:

- Alturas:

$$H_o = h_o + \text{Bordelibre}$$

$$H_e = H_o + iLc$$

- Velocidad del agua al final del canal, según (Martinez,2020) esta debe estar comprendida entre los 0.3 m/s a los 3 m/s

$$V_e = \frac{Q}{Bh_e}$$

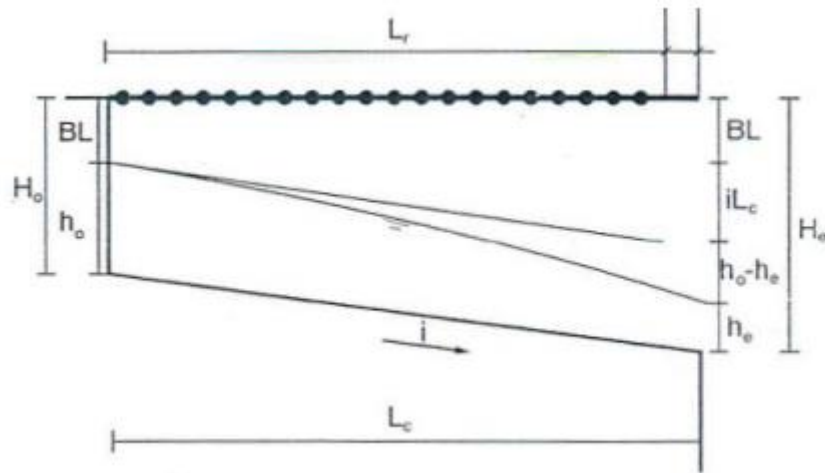


Figura 2. Vista de perfil presa.

Recuperado de Gonzales Oscar (s.f).

Diseño de la presa: Cámara de recolección:

Para el cálculo de la cámara de recolección se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$Xs = 0,36 Ve^{\frac{2}{3}} + 0,60 he^{\frac{4}{7}}$$

$$Bcamara = Xs + 0,30$$

Diseño del desarenador

Para el diseño del desarenador se implementaron las siguientes ecuaciones:

Velocidades en el desarenador:

$$V_S = \frac{(P_S - P_W) * d^2 * g}{10 * v}$$

Donde:

v_s : Velocidad de sedimentación, [m/s]

ρ_s : Densidad de la partícula de arena, [kg/l], (2.65)

ρ_w : Densidad del agua, [kg/l], (1)

d : Diámetro de la partícula de arena, [m]

g : Aceleración de la gravedad, [9,8 m/s²].

ν : Viscosidad cinemática del agua, [m²/s].

Cálculo para determinar el tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo:

$$t = \frac{h}{V_s}$$

Donde:

h : Profundidad del desarenador.

Determinación número de Hazen:

Con el % de remoción esperado y el grado de complejidad del desarenador se obtiene el número de Hazen basándose en la tabla No 2.

Tabla 2 Número de Hazen (Vs/Vo)

	% Remoción							
	87,5	80	75	70	65	60	55	50
n=1	7,00	4,00	3,00	2,30	1,80	1,50	1,30	1,00
n=3	2,75		1,66					0,76
n=4	2,37		1,52					0,73
Máximo teórico	0,88		0,75					0,50

Fuente: Cualla, 1995, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado, p.191

Tiempo de retención hidráulica:

$$t_{rh} = \#Hazen * t$$

Volumen del desarenador:

$$V = t_{rh} * Q$$

Área superficial:

$$A_s = \frac{v}{h}$$

Dimensiones del desarenador:

$$a = \sqrt{\frac{A_s}{r}}$$

$$l = r * a$$

Donde =

a: Ancho.

l: Largo.

r: Relación largo ancho

Carga superficial:

$$C_s = \frac{Q}{A_s}$$

Diámetro partículas removibles:

$$d_p = \sqrt{\frac{18\nu * V_0}{g(Sg_p - 1)}}$$

Velocidad Horizontal:

$$V_h = \frac{V_0 L}{h}$$

Velocidad de arrastre:

$$V_{arraastre} = \sqrt{\frac{0,38g(sg_p - 1) d_p}{0,03}}$$

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{Vs * d}{\nu}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds de la partícula [adimensional].

vs: Velocidad de sedimentación, [m/s].

d: Diámetro de la partícula de arena, [m].

v: Viscosidad cinemática del agua, [m²/s].

Coefficiente de arrastre:

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

Donde:

CD: Coeficiente de arrastre

Re: Número de Reynolds de la partícula (adimensional).

FUNCIONAMIENTO.

La primera interacción del usuario con la aplicación será en la página de diseño, en esta página se encuentra toda la lógica de inserción de datos de manera dinámica. En este orden de ideas, la primera inserción que deberá realizar el usuario será asignarle un nombre al acueducto que está diseñando, esto lo logrará mediante la interacción con el botón de ‘Empezar’ (Imagen No.2), el cual desplegará un modal (Imagen No.3) que le permitirá introducir el nombre del acueducto que está por diseñar.



Imagen 2 Botón para despliegue modal de inserción del nombre del acueducto

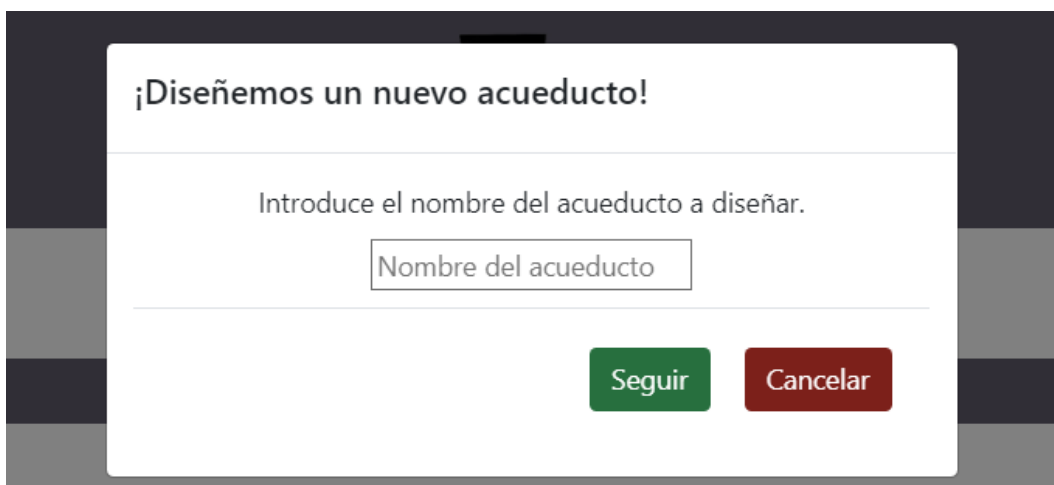


Imagen 3 Modal de inserción del nombre del acueducto

Una vez introducido el nombre del acueducto a diseñar, el usuario deberá notar un cambio en la interfaz gráfica de la aplicación web, desde ahora, podrá ver el nombre introducido como título de la página (imagen No.4), además este nombre será utilizado en el PDF que se generará una vez termine el diseño de todos los componentes.



Imagen 4 Inserción nombre del acueducto y cambio en la interfaz gráfica

Además del cambio en la interfaz gráfica anteriormente nombrado, el usuario también podrá notar que una de las tarjetas de los componentes cambió de aspecto, los componentes que están habilitadas para su diseño presentan un contorno de color azul celeste (Imagen No 5.), a medida que el usuario diseña componentes, el aplicativo le va guiando hacia el siguiente componente que este debería diseñar.

Imagen 5 Ejemplo de tarjeta habilitada para el diseño de componentes.



Después de la inserción del nombre del acueducto el primer módulo que se habilitará será el de la proyección de población (Imagen No.5), esta demanda está calculada bajo el método aritmético y recibe 5 inputs:

- Año de diseño (año actual más periodo de diseño).
- Población de un censo base (población inicial).
- Población del último censo (población final).
- Año del censo inicial (año inicial).
- Año del censo final (año final).

Una vez ingresado estos datos, el aplicativo evaluará que los datos ingresados se ajusten a la lógica esperada (especificada en el diagrama No.1) y de ser así realizará un cambio en la interfaz gráfica, más específicamente en la tarjeta anteriormente utilizada para la inserción de datos, en donde se visualizará el resultado de los cálculos, para este caso, el sistema permitirá la visualización de la proyección para el año final y la tasa de crecimiento.

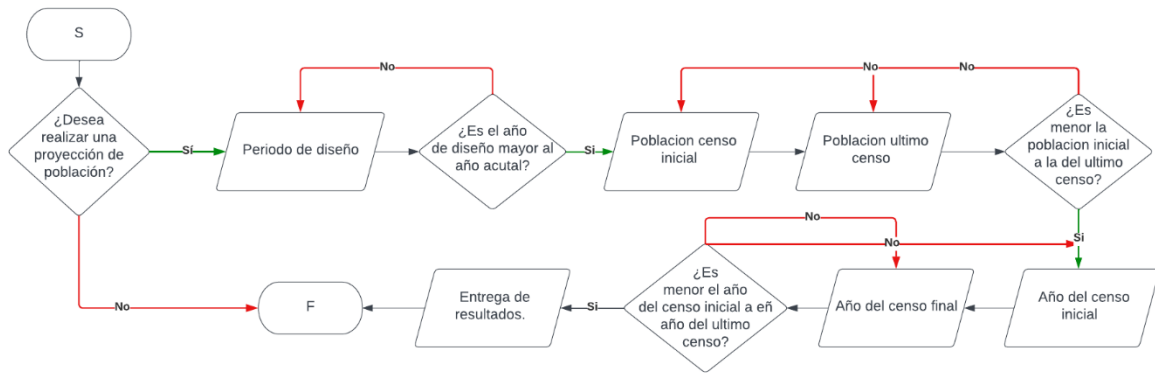


Diagrama 1 Pseudocódigo proyección de población.

El siguiente elemento habilitado será las demandas y dotaciones de agua, este recibe 4 inputs y al igual que todos los elementos una vez evaluada su respectiva lógica (Diagrama 2) los datos serán visualizados a través de un cambio en la interfaz gráfica. Favoreciendo la visualización general de la aplicación, la tarjeta del componente solo mostrará 3 resultados en específico más sin embargo todos los resultados serán visualizados en el PDF generado en la última instancia de la aplicación. Los resultados visualizados en la tarjeta son:

- Caudal medio diario en m3/s.
- Caudal máximo diario en m3/s.
- Caudal máximo hario en m3/s.

Este componente posee una ayuda gráfica para la elección de la demanda neta (Imagen 6.) la cual es uno de los inputs anteriormente enumerados, estos inputs son:

- Demanda neta $L/Hab \cdot día$.

- Porcentaje de pérdidas.
- Coeficiente de consumo k1.
- Coeficiente de consumo k2.

Demandas y dotaciones de agua

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA	DOTACION NETA MÁXIMA (L/HAB*DIA)
>2000 msnm	120
1000-2000 msnm	130
<1000 msnm	140

Tabla de dotación neta maxima en base a la altura

Imagen 6 Ayuda gráfica para la elección de la demanda neta.

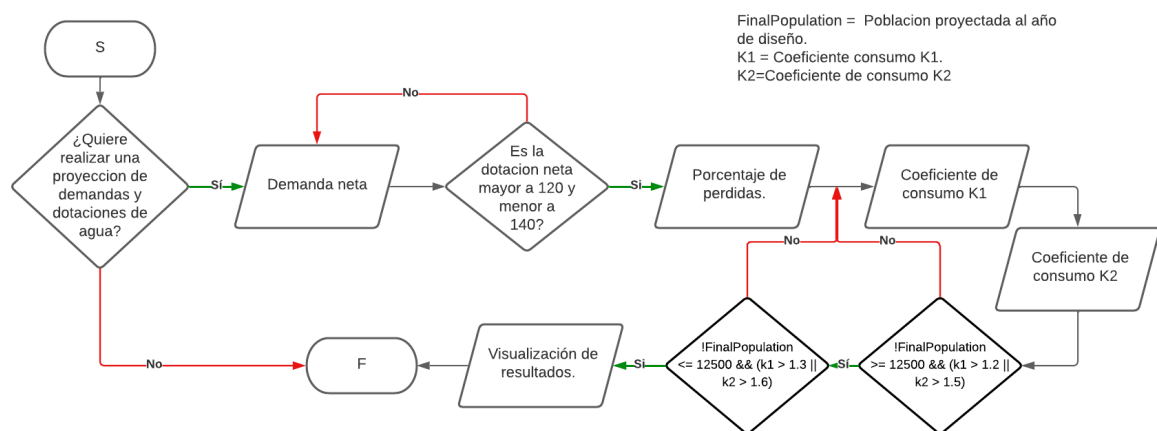


Diagrama 2 Pseudocódigo de demandas y dotaciones de agua.

Una vez culminado, empieza el diseño de los componentes de acueducto, los procesos anteriormente realizados son insumos necesarios que se utilizarán concurrentemente como parte esencial de la lógica de diseño. El primer componente para diseñar será la captación de fondo, la cual incluye la rejilla, el canal de aducción, la cámara de recolección entre otros que serán dispuestos en el PDF final. Este componente requiere de 8 inputs, los cuales son:

- Borde libre en metros.
- Pendiente del canal.
- Anchura del muro en metros.
- Ancho de la presa en metros.
- No de contracciones laterales.
- Diámetro de las barras (rejilla).
- Diámetro de las barras en metros.
- Espacio entre barrotes en metros.
- Velocidad entre barrotes en metros.

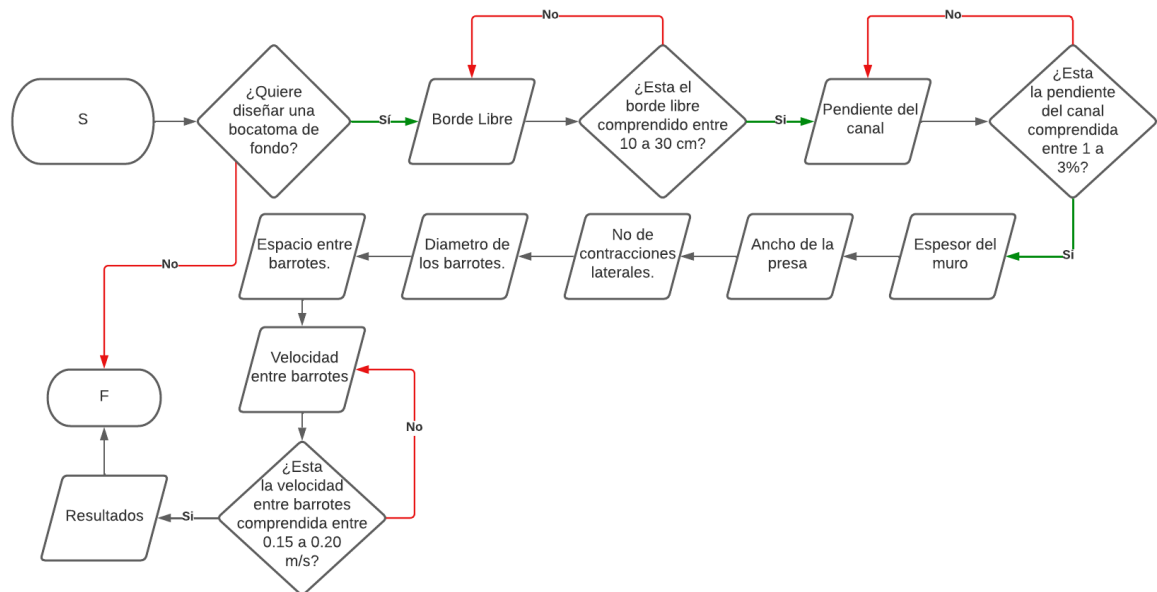


Diagrama 3 Pseudocódigo de componente: Captación de fondo.

En el diseño del canal de aducción, el cual transporta el agua de la cámara de recolección a él desarenador, encontramos el mismo comportamiento que los componentes anteriormente realizados, producto de la inserción de datos, el aplicativo evaluará la información suministrada (Diagrama 4) y en base a su validez permitirá o no el cálculo para su posterior visualización en la interfaz gráfica. Este componente cuenta con cuatro inputs, estos son:

- Longitud del tramo de aducción (Del punto a al b)
- Coeficiente de rugosidad (representa la resistencia de un flujo en un canal).
- Límite superior (Altura del límite superior, en m)
- Límite inferior (Altura del límite inferior, en m)

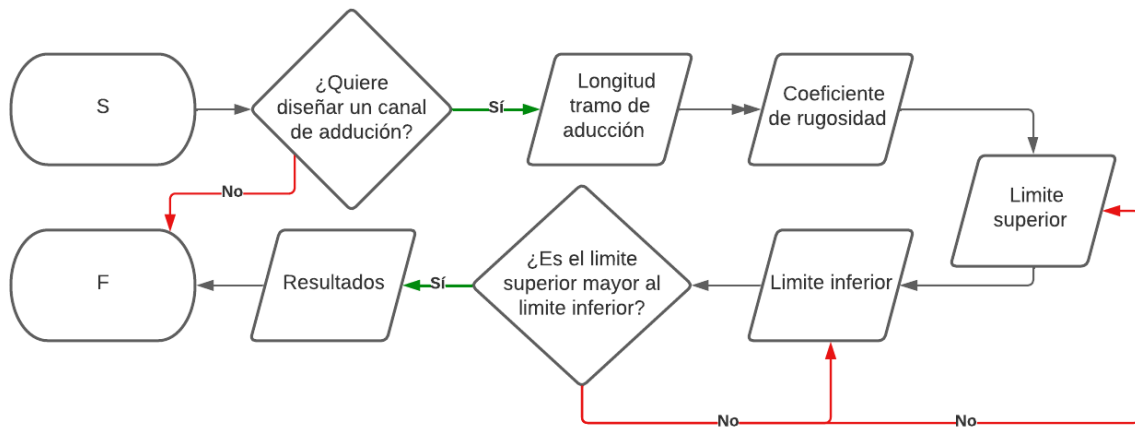


Diagrama 4 Pseudocódigo de componente: Canal de aducción.

El último componente disponible en el aplicativo es el desarenador, el cual posee el mismo comportamiento de los componentes anteriormente diseñados. Su uso está especificado en el diagrama No.5 y recibe los siguientes inputs:

- Temperatura promedio del sitio en el que se realizará el componente (En grados centígrados)
- Diámetro de la partícula a remover (en mm).
- Porcentaje de remoción esperado.
- Profundidad del desarenador en metros.
- Relación largo/ancho del desarenador.
- Grado de complejidad del desarenador.

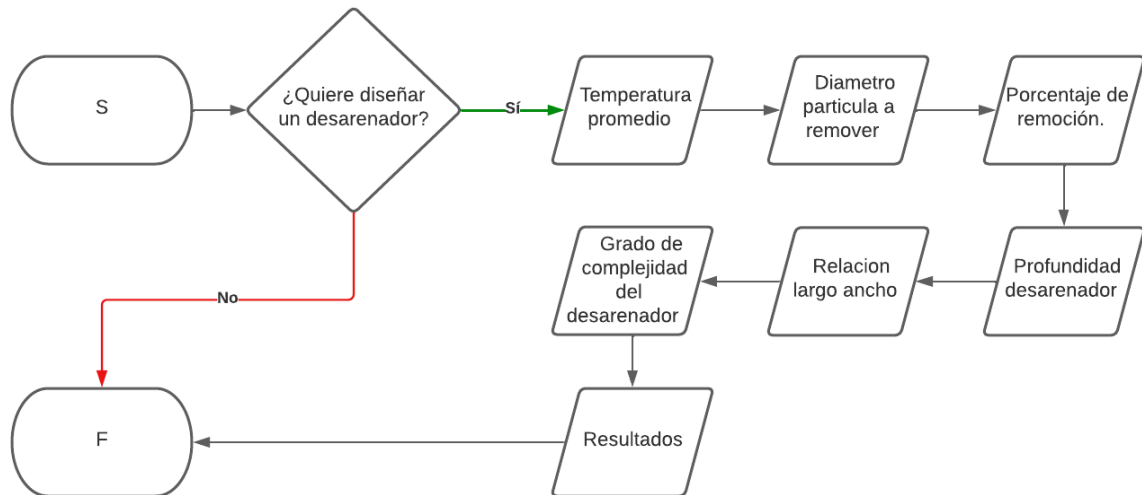


Diagrama 5 Pseudocódigo de componente: Desarenador.

Una vez culminado el diseño de los componentes, la aplicación habilitará la opción para generar el PDF (Imagen No.7) el cual abrirá una ventana en la cual se visualizará el PDF descargable el cual contiene todos los resultados de los cálculos realizados en cada componente.

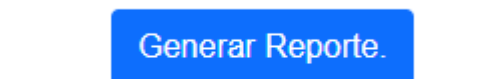


Imagen 7. Ayuda gráfica para la elección de la demanda neta.

PRESUPUESTO.

PRESUPUESTO DESPLIEGUE APLICACIÓN WEB					
I T E M	DESCRIPCIÓN	U N D	CANTI DAD	VR. UNITARI O APU	VR TOTAL
1	PRODUCCIÓN				
1. 1	DESPLIEGUE DEL FRONTEND (NETILIFY)	m es	1	\$ 87.0 80,00	\$ 87.080, 00
1. 2	DESPLIEGUE DEL BACKEND (HEROKU)	m es	1	\$ 22.9 16,04	\$ 22.916, 04
Subtotal Capítulo					\$ 109.996 ,04

	TOTAL C. Directos		\$ 109.996 ,04
	Vr. Total, APLICATIVO WEB X MES		\$ 109.996 ,04

Tabla 3.Presupuesto despliegue aplicación Web

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Si se cuenta con una información recolectada clara, organizada y segura, el diseño de los componentes básicos de un acueducto puede llevar menos de 5 minutos utilizando la aplicación. Esta eficiencia en el proceso de diseño tiene varios beneficios en términos de costos, viabilidad y ventajas generales.

En primer lugar, al reducir significativamente el tiempo requerido para el diseño, la aplicación contribuye a una considerable disminución de los costos asociados. El ahorro de tiempo se traduce en una reducción de los gastos relacionados con los servicios de diseño externos, ya que las organizaciones no tendrán que contratar especialistas por largos períodos de tiempo. Esto es especialmente valioso en proyectos de acueductos donde el tiempo es un factor crítico y se busca optimizar los recursos disponibles.

Además, la aplicación proporciona una mayor viabilidad para las organizaciones al permitirles realizar múltiples iteraciones de diseño en un corto período de tiempo. Al ofrecer la posibilidad de ajustar y jugar con los datos introducidos, los usuarios pueden evaluar diferentes escenarios y seleccionar la opción más adecuada para satisfacer sus necesidades específicas. Esto resulta en una mayor flexibilidad y adaptabilidad del diseño, lo que a su vez mejora la viabilidad del proyecto al considerar diversas variables y condiciones cambiantes.

En términos generales, la aplicación no solo agiliza el proceso de diseño, sino que también mejora la toma de decisiones al brindar resultados rápidos y precisos. Esto tiene un impacto directo en la eficiencia operativa y la calidad del diseño del acueducto. Al poder obtener rápidamente resultados confiables y evaluar diferentes opciones, las organizaciones pueden optimizar sus recursos, reducir riesgos y asegurar que el diseño cumpla con los estándares requeridos.

En resumen, la aplicación ofrece beneficios significativos en términos de costos, viabilidad y ventajas generales. Al reducir el tiempo y los costos asociados al diseño, mejorar la adaptabilidad y la toma de decisiones, y optimizar los recursos disponibles, las organizaciones pueden lograr una mayor eficiencia y éxito en sus proyectos de acueductos.

CONCLUSIONES.

- La inclusión de una representación visual del proceso de diseño de los componentes y la incorporación de información útil, como las dimensiones de los datos requeridos en los espacios designados, hacen que la aplicación sea fácil de usar. Esto significa que incluso las personas con poca experiencia en el uso de herramientas informáticas pueden utilizarla sin dificultad. En resumen, la aplicación ha sido diseñada de manera que su uso sea accesible para un amplio rango de usuarios, brindando una experiencia simplificada y amigable para aquellos que no tienen conocimientos avanzados en programación o informática.
- El desarrollo del aplicativo web ha logrado cumplir con el objetivo de facilitar el diseño de componentes de plantas de tratamiento de agua potable. La incorporación de una API que realiza cálculos estándar y los expone de forma accesible en el aplicativo, ha simplificado el proceso de diseño al proporcionar herramientas y datos relevantes para los usuarios. Esto ha permitido agilizar el proceso de diseño, ahorrando tiempo y esfuerzo en la realización de cálculos manuales complejos.
- La aplicación presenta restricciones definidas, ya que no tiene una función de inicio de sesión, los datos no se guardan de forma permanente, es de uso único y no registra ninguna información de los procesos realizados. Sin embargo, esta limitación puede considerarse como una ventaja en términos de seguridad para ciertos usuarios. Al no almacenar datos personales ni registros de actividades anteriores, se garantiza una mayor privacidad y reduce el riesgo de posibles

brechas de seguridad. En resumen, las restricciones de la aplicación ofrecen una ventaja en términos de seguridad al no almacenar información personal ni registros de uso, proporcionando a los usuarios una mayor tranquilidad en cuanto a la privacidad de sus datos.

15. BIBLIOGRAFIA.

- Cepei (2020). 352 MUNICIPIOS DE COLOMBIA NO CUENTAN CON ACCESO A AGUA POTABLE DE CALIDAD. Recuperado de: [<https://cepei.org/novedad/352-municipios-de-colombia-no-cuentan-con-acceso-a-agua-potable-de-calidad/>]
- Aguas de Cartagena ACUACAR. (2016, 02). SELECCIÓN DEL CONSULTOR PARA LA REALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO PARA BARÚ. Recuperado de:

[<https://www.acuacar.com/Portals/0/Terminos%20de%20referencia%20Diseno%20Sistema%20acueducto%20Baru.pdf>]
- Colprensa. (2021, Julio 22). CONECTIVIDAD EN COLOMBIA CRECIÓ MÁS DEL 50% EN EL PRIMER TRIMESTRE DEL 2021:

[<https://www.elpais.com.co/tecnologia/conectividad-en-colombia-crecio-mas-del-50-en-el-primer-trimestre-del-2021.html>]
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. 2010. Título B. Sistemas de Acueducto - Reglamento Técnico Del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS.
- Spiceworks. (s.f.). WHAT IS A SINGLE-PAGE APPLICATION? Recuperado de [<https://www.spiceworks.com/tech/devops/articles/what-is-single-page-application/>]
- Kinsta. (s.f.). ¿QUÉ ES REACT JS? Recuperado de [<https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-react-js/>]

- European Environment Agency. (s.f.). WATER DEMAND - GLOSSARY | EEA.
Recuperado de:
[\[https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/water-demand\]](https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/water-demand)
- Instituto de Acueductos y Alcantarillados de Bucaramanga (IBAL). (s.f.). DISEÑO HIDRÁULICO DE ACUEDUCTOS MENORES. Recuperado de
[\[https://ibal.gov.co/sites/default/files/ibal/sites/default/files/images/stories/Diseño%20hidraulico%20de%20acueductos.pdf\]](https://ibal.gov.co/sites/default/files/ibal/sites/default/files/images/stories/Diseño%20hidraulico%20de%20acueductos.pdf)
- Agencia de Protección Ambiental. (s.f.). INFORMACIÓN SOBRE LA PROTECCIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA. Recuperado de
[\[https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-sobre-la-proteccion-de-las-fuentes-de-agua\]](https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-sobre-la-proteccion-de-las-fuentes-de-agua)
- SSWM. (s.f.). CAPTACIÓN DE RÍOS, LAGOS Y EMBALSES (RESERVORIOS).
Recuperado de [\[https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captación-de-ríos%2C-lagos-y-embalses-%28reservorios%29#:~:text=La%20captación%20de%20aguas%20superficiales,del%20recurso%20a%20una%20población.\]](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captación-de-ríos%2C-lagos-y-embalses-%28reservorios%29#:~:text=La%20captación%20de%20aguas%20superficiales,del%20recurso%20a%20una%20población.)
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (s.f.). SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE. Recuperado de
[\[https://www.cra.gov.co/atencion-servicios-ciudadania/glosario/sistema-distribucion-conduccion-agua-potable#:~:text=Se%20entiende%20por%20el%20sistema,se%20alimenta%20el%20sistema%20de\]](https://www.cra.gov.co/atencion-servicios-ciudadania/glosario/sistema-distribucion-conduccion-agua-potable#:~:text=Se%20entiende%20por%20el%20sistema,se%20alimenta%20el%20sistema%20de)

- Albuja, C., Pinos, C., Samaniego, J. (2013-06). USO DE DESARENADORES EN ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. Recuperado de [\[http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30010/1/172-631-1-PB.pdf\]](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30010/1/172-631-1-PB.pdf)
- Ingelink (s.f). PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE. Recuperado de [\[https://ingelink.net/planta-de-tratamiento-de-agua-potable/\]](https://ingelink.net/planta-de-tratamiento-de-agua-potable/)
- Molina Rafael. (s.f). REDES DE DISTRIBUCIÓN. Recuperado de [\[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjao-qolvb-AhX5SDABHcfJBQcQFnoECAoQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.eoi.es%2Fes%2Ffile%2F18411%2Fdownload%3Ftoken%3DgX0xQ45Q%23%3A~%3Atext%3DUna%2520red%2520de%2520distribuci%25C3%25B3n%2520de%2Ccondiciones%2520que%2520satisfagan%2520sus%2520necesidades.&usg=AOvVaw2qPcjU56wsL4nA8z81vb-4\]](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjao-qolvb-AhX5SDABHcfJBQcQFnoECAoQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.eoi.es%2Fes%2Ffile%2F18411%2Fdownload%3Ftoken%3DgX0xQ45Q%23%3A~%3Atext%3DUna%2520red%2520de%2520distribuci%25C3%25B3n%2520de%2Ccondiciones%2520que%2520satisfagan%2520sus%2520necesidades.&usg=AOvVaw2qPcjU56wsL4nA8z81vb-4)
- Sanchez y Jerez (2018). ESTUDIO DEL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE LA REMOCIÓN DE ARENAS EN DESARENADORES DE FLUJO HORIZONTAL CONSTRUIDOS RESPECTO A TEORÍAS O A TEORÍAS DE DISEÑO. Recuperado de [\[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1337&context=ing_civil\]](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1337&context=ing_civil)
- Martinez Daniel (2020). DISEÑO DE BOCATOMA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA GARANTIZAR EL CAUDAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE LA MESA, CUNDINAMARCA. Recuperado de

[<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38104/MARTINEZHERRERADANIELSIDNEY2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>]

-