

**Prototipo de aplicación web para optimizar el dimensionamiento
de válvulas de control hidráulico**



Elaborado por:

Daniel Felipe Martínez Álzate

Daniel Ordoñez Román

Miller Alejandro Rodríguez Gómez

Proyecto de grado como requisito para optar al título de:

Ingeniero de sistemas

Revisado por:

Diana Paola Figueroa

Facultad de Ingeniería

Proyecto de Grado.

Universidad EAN

Bogotá D.C: 2022

INDICE

Tabla de ilustraciones	3
1. Resumen Ejecutivo	4
2. Abstract	5
3. Introducción	6
4. Objetivos.....	7
4.1 Objetivo general.....	7
4.2 Objetivos específicos	7
5. Definición del problema	8
6. Justificación.....	9
7. Análisis de requerimientos.....	11
8. Marco de referencia.....	13
8.1 Definición y partes de una válvula de control.....	13
8.2 Tipos de válvulas	16
8.3 Estaciones reductoras de presión.....	21
8.4 Caudal	22
8.5 Diámetros de tubería.....	22
8.6 Mapeo de software UML	22
8.7 Arquitectura MVC	23
8.8 Construcción de un Prototipo	24
9. Análisis de Restricciones	26
9.1 Económicas	27
9.2 Legales	27
9.3 Materiales.....	28
9.4 Alcance	28
10. Metodología	28
10.1 Desarrollo de la base de datos	30

10.2 Plantilla de creación del patrón de aplicaciones web con C# utilizando MVC.	31
10.3 Creación del modelo de la base de datos	32
10.4 Creación del Controlador	33
11. Análisis de Costos	45
11.1 Costos directos	45
11.2 Costos indirectos	45
11.3 Costos Fijos	46
11.4 Costos Totales	47
12. Conclusiones	48
Referencias	49
Anexos	53
Levantamiento de Requerimientos	53
Entrevista	53

Tabla de ilustraciones

<i>Ilustración 1: Válvula con sus partes</i>	13
<i>Ilustración 2: Válvula de Bola</i>	17
<i>Ilustración 3: válvula de compuerta</i>	18

<i>Ilustración 4:Valvula de retención</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 5: válvula de regulación</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 6:Esquema arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC)</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 7:Creación de un Query.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 8:Creación base de datos.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 9: Plantilla de Creación de Proyectos Visual Studio</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 10:Nombre de los controladores.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 11:Diseño de Función Create.</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 12:Páginas del Modelo</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 13:Diseño de interfaces</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 14: Interfaz de bienvenida de usuario.....</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 15:Index de presentación de válvulas</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 16: Interfaz de Creación de Válvulas</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 17: Interfaz de Edición.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 18: Código fuente de edición de parámetros del aplicativo</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 19: Interfaz de detalles de la aplicación</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 20: Interfaz de confirmación de Eliminación de Válvula</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 21: Cálculo realizado con el método tradicional</i>	<i>44</i>

Tablas

<i>Tabla 1 Tabal Requerimientos.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2 Formulas utilizadas para el dimensionamineto de valvulas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3. Descripción costos directos.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 4. Descripcion costos indirectos.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 5. Descripción costos fijos.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 6. Costo anual del proyecto.....</i>	<i>47</i>

1. Resumen Ejecutivo

En el sector hidráulico es necesario calcular la cantidad máxima de agua que puede pasar a través de una válvula, en el presente proyecto se busca crear un prototipo de aplicación web que se encargue de realizar estos cálculos, permitiendo controlar el caudal y medir la

velocidad que tiene el agua en la tubería para conocer cuál es el tamaño adecuado de la válvula, la velocidad con la que fluye el agua y si presenta cavitación o no.

Este prototipo de aplicación ayudará a los ingenieros a medir los parámetros necesarios de forma más precisa y efectiva, esto se hará ingresando a la aplicación donde el usuario tendrá que acceder a su cuenta, la cual contiene a su disponibilidad múltiples herramientas como lo son la calculadora que tiene integrada las operaciones matemáticas necesarias para realizar los dimensionamientos y también el historial de los cálculos desarrollados, posteriormente podrá exportar la información obtenida en el desarrollo a la compañía empleadora.

Palabras clave: Válvulas, agua, aplicativo, ODS, hidráulico, hídrico, configuración, caudal

2. Abstract

In the hydraulic sector it is necessary to calculate the maximum amount of water that can pass through a valve, this project seeks to create a web application that is responsible for making these calculations, allowing to control the flow and measure the speed of the water in the pipe to know what is the right size of the valve, the speed at which the water flows and if it presents cavitation or not.

This web application prototype will help engineers to measure the necessary parameters more accurately and effectively, this will be done by logging into the application where the user will have to access your account which contains at your disposal multiple tools such as the calculator that has integrated mathematical operations necessary to perform the sizing and also the history of the calculations developed, then you can export the information obtained in the development to the employer company.

Key words: Valve, water, application, web, SDG, hidraulic, hydric, configuration, waterflow

3. Introducción

En el presente proyecto se desarrollará un prototipo de aplicación web el cual cuenta con una calculadora que será esencial para los ingenieros de acueducto para el dimensionamiento del diámetro de una válvula de presión hidráulica, dichas válvulas son conocidas por establecer y mantener la presión constante que hay dentro de los sistemas hidráulicos. Estas válvulas funcionan disminuyendo la presión aguas arriba que trae la tubería para poder controlar el flujo del caudal de agua. Para el desarrollo de este aplicativo, es necesario conocer la presión aguas arriba que es por donde entran los fluidos que trae la tubería y la presión aguas debajo que sería por donde sale el flujo de la tubería (Servicio Hidráulico Industrial, 2018).

Para ello se debe seguir unos lineamientos como identificar las variables que influyen en el dimensionamiento de las válvulas de control hidráulico, con el fin de comprender más a detalle el alcance y la complejidad del desarrollo del prototipo, a continuación, se analizará el mercado objetivo al cual se le pueda ofrecer el aplicativo y las diferentes formas en que es utilizado por las empresas para realizar el dimensionamiento de válvulas, buscando comparar que tan eficaz y efectiva será la propuesta. Una vez realizado, se ilustrará el mapeo del aplicativo a través de un diagrama UML, esto ayudará a representar el diseño lógico y físico del sistema, también se catalogarán las clases de válvulas para luego especificar el patrón de diseño.

Finalmente, una vez se halla realizado la investigación necesaria y recopilado toda la información indispensable para el correcto funcionamiento del proyecto, se podrá continuar con la construcción del prototipo de aplicativo y contrastar los resultados obtenidos durante el desarrollo junto con los datos esperados que al inicio del planteamiento de la problemática.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Generar un prototipo de aplicativo que permita optimizar el dimensionamiento de los parámetros de puesta a punto de una válvula de control para el sector hidráulico.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar las variables que influyen en el dimensionamiento de las válvulas de control hidráulico.
- Catalogar las diferentes clases de válvulas para especificar el patrón de diseño de software.

- Construcción del prototipo de aplicativo web de dimensionamiento de las válvulas de control hidráulico.
- Contrastar los resultados del dimensionamiento obtenido con el prototipo de aplicativo web con los resultados obtenidos por el método tradicional

5. Definición del problema

Al momento de realizar los cálculos para el dimensionamiento de válvulas se presentan complejidades como lo son la pérdida de tiempo y el posible error humano al hacerlo de forma manual, lo cual puede terminar siendo tedioso y un gasto innecesario de recursos humanos, es por esto que es de vital importancia contar con una herramienta capaz de agilizar la operatividad de conocer si la válvula posee el tamaño adecuado para el sistema, esta característica es de suma relevancia, ya que al poseer un gran porcentaje de cavitación, es decir, la cantidad de presión que permite soportar una válvula para que esta no corra el riesgo de dañarse y alterar la vida útil de la válvula.

Por otra parte, el prototipo propuesto como herramienta tecnológica permitiría realizar simulaciones, evitando comprar de manera directa las válvulas y realizar pruebas de campo en un entorno controlado como los laboratorios, que terminan siendo un gasto en muchos casos innecesarios. Adicionalmente, se generaría confianza a los clientes que adquieren las válvulas al conocer que en el proceso de desarrollo se cuenta con métodos estandarizados y eficientes de diseño. Con esta situación se plantea el siguiente problema, ¿Cómo un aplicativo con la función de calcular el dimensionamiento de las válvulas de control podrá optimizar el tiempo y coste en comparación con el método tradicional?

6. Justificación

Las válvulas de control son herramientas fundamentales al momento de gestionar el flujo de los líquidos, estos instrumentos son de vital importancia por el papel que ejercen al momento de medir múltiples variables, como lo es la velocidad, el volumen o la presión. Por lo tanto, el manejo de las válvulas de control hidráulicas y de presión, requieren de un cálculo exacto para su fabricación, pues, se debe de tener múltiples casuísticas en cuenta. Por ejemplo, en el caso de las válvulas hidráulicas, se requiere saber qué tipo de agua se va a manejar debido a que en algunos casos el agua residual puede causar más daño que el agua potable o el agua marina.

Este tipo de casuísticas van a definir con qué tipo de material se van a fabricar las válvulas y también cuál es la más adecuada al momento de su instalación y uso, adicionalmente, al

obtener esa información se sabrá si es necesario realizar una modificación en el sistema de válvulas con el cual se está trabajando o si se puede seguir haciendo uso del modelo actual. Todo esto se hace con el fin de evitar una falla en el sistema de tuberías debido a que cuando se presenta un gran nivel de cavitación, es decir, un alto porcentaje de presión en las válvulas estas corren el riesgo de sufrir daños y como consecuencia afectaría toda la instalación de tuberías y válvulas generando pérdidas millonarias, para poder demostrar el valor que tiene la fabricación de un sistema de tuberías se utilizará como ejemplo la licitación de aguas del Cesar publica No. 01 de 2022; el solo coste para fabricar una válvula de control y preparar el terreno para instalarlo es de \$ 262.313.653,00 y el presupuesto total ofrecido por la entidad estatal es de \$46.567.838.397, no se puede dar una cantidad exacta gastada por las empresas encargadas de realizar los servicios requeridos por la entidad del Cesar, sin embargo, con estos costos ya se puede dar una idea de cuánto puede llegar a costar un trabajo de esta magnitud, es por esto que no es aceptable cualquier tipo de error que generaría un retroceso en la instalación (Aguas del Cesar , 2022).

Además, al momento de realizar la entrevista con el ingeniero José Guillermo Mora Pinilla, Gerente Técnico de Hidroconsulting SAS, relata que la realización de estos cálculos puede tardar dependiendo de los conocimientos del profesional, llegando a tardar entre 3 horas hasta un día completo en ser finalizados, adicionalmente, argumenta que adquiriría este aplicativo si garantiza la calidad en la fabricación de las válvulas (GALINDO, 2022).

Para poder realizar el cálculo del dimensionamiento de las válvulas, se deben tener en cuenta tres variables, las cuales son el diámetro de la tubería (pulgadas o mm), el caudal (litros/seg o m³/h), presión aguas arriba y abajo (psi o msa) (metros sobre columna de agua). El resultado final de estos análisis es el diámetro de la válvula (pulgadas o mm), la velocidad con la que viaja el agua y finalmente si las válvulas cavitan o no.

Se propone un prototipo de aplicativo web que agilizaría todo el proceso de realizar los cálculos de manera manual y los recursos utilizados, como se menciona, dependiendo del ingeniero se puede gastar más o menos tiempo realizando estos cálculos, lo que se pretende es que se reduzcan estos tiempos considerablemente. Gracias a este aplicativo, los ingenieros civiles y técnicos hidráulicos tendrán acceso inmediato a las fórmulas necesarias para el dimensionamiento de las válvulas.

Adicionalmente, este tipo de aplicativo web no se encuentra dentro de la industria del manejo de aguas, como lo es el acueducto, esto hará que la organización sea más eficiente y ayudará a muchos trabajadores a llevar a cabo su labor en el tiempo requerido (Suhissa, 2019).

7. Análisis de requerimientos

El alcance del proyecto será el desarrollo de un prototipo de aplicación web el cual permitirá calcular el dimensionamiento de una válvula, la velocidad a la que viaja el agua y la cavitación de la válvula, para el correcto funcionamiento e implementación de este se han catalogado un total de 16 requerimientos, de los cuales 12, son requerimientos funcionales y 4 son no funcionales.

Dentro de estos requerimientos funcionales se tienen: Entrada de datos, pues, para realizar los cálculos correspondientes es necesario enviar al sistema, el diámetro de la tubería, el caudal, y la presión de aguas arriba y aguas abajo; Luego, con estos datos de entrada, el aplicativo web retornará el Dimensionamiento y la cavitación de la válvula, junto con la velocidad a la que viaja el agua.

Para poder ingresar al sistema es necesario tener una interfaz de “Login” la cual permite crear nuevos usuarios al administrador y dependiendo del rol que tenga el usuario, este podrá ingresar a diferentes apartados dentro del sistema; También, se necesitará hacer uso de un

administrador de base de datos en este caso “Microsoft SqlServer” para guardar la información de los usuarios como también el historial de cálculos realizados; En cuanto al apartado del Diseño, se buscará realizar una interfaz sencilla de usar comprensible para cualquier tipo de persona (Usabilidad), así mismo, se implementará un diseño responsive, lo que permite abrir el aplicativo Web, desde cualquier tipo de dispositivo. Por otro lado, para poder subir el aplicativo a la web, será necesario de un Hosting.

En cuanto a los requerimientos no funcionales, se cuenta con el diseño de la página, como los colores, logotipos y fuentes; Por otro lado, el sistema deberá permitir que múltiples usuarios se conecten y realicen cálculos simultáneamente. Por último, se tienen los requerimientos de software y los requerimientos de hardware, estos corresponden a los lenguajes de programación, bases de datos, y Frameworks a utilizar.

A continuación, en la tabla 1, se puede ver una breve identificación de los requerimientos donde se encuentran segmentados por ID, el cual sirve para identificar el requerimiento, título o nombre del requerimiento y por último el tipo de requerimiento, si es funcional o no funcional.

Tabla 1: Tabla Requerimientos

ID	Título	Tipo
R001	Entrada de datos	Funcional
R002	Dimensionamiento de válvula	Funcional
R003	Velocidad a la viaja el agua	Funcional
R004	Cavitación de válvulas	Funcional
R005	Base de datos	Funcional
R006	Interfaces	Funcional
R007	Registros nuevos cálculos	Funcional
R008	Historial de cálculos	Funcional
R009	Responsive	Funcional
R010	Fiabilidad del Sistema	Funcional
R011	Diseño Pagina Web	No Funcional
R012	Hosting	Funcional
R013	Requerimientos de software	No Funcional
R014	Concurrencia	No Funcional
R015	Requerimientos de Hardware	No Funcional

Fuente: Elaboración propia

Si se desea conocer a detalle los requerimientos es necesario acceder al anexo “Levantamiento de Requerimientos Dimensionamiento de Válvulas”

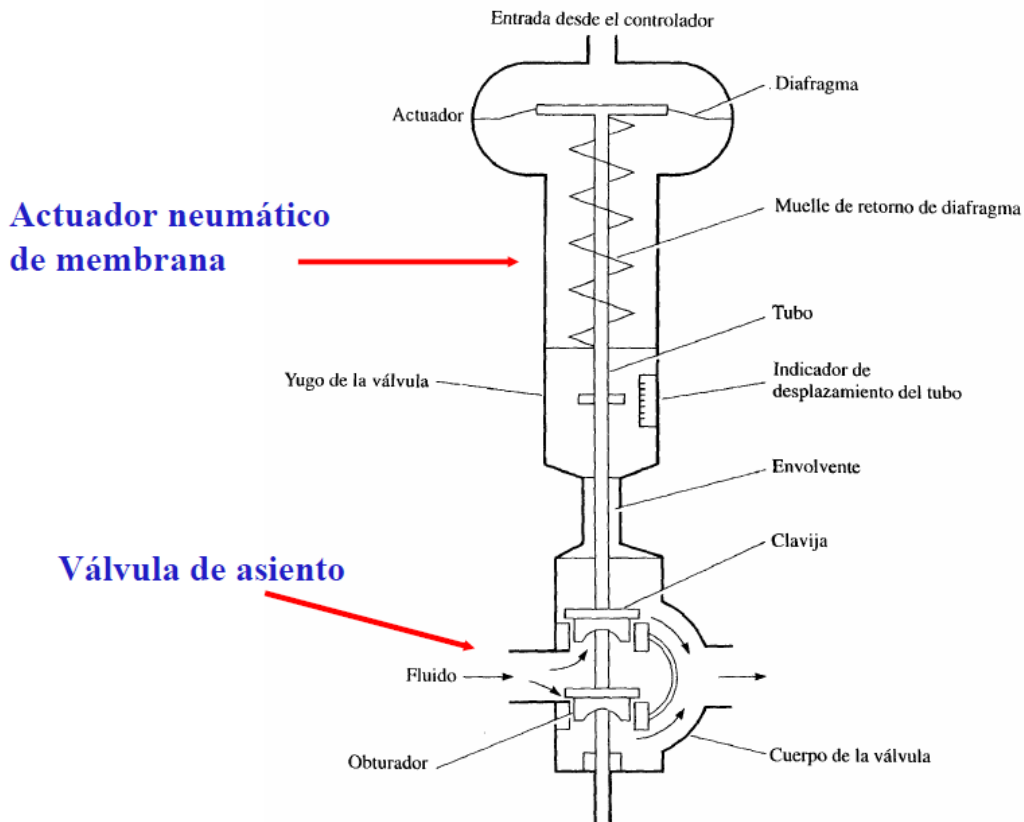
8. Marco de referencia

Para poder entender la importancia de este proyecto es importante abordar conceptos claves que ayudaran a comprender la magnitud y relevancia, es por esto se comienza definiendo que es una válvula y porque su papel es tan primordial.

8.1 Definición y partes de una válvula de control

Una válvula es un elemento que permite controlar el flujo de cualquier líquido, ya sea para permitir el paso o detenerlo por completo y moderar el flujo. Se puede ver un ejemplo de válvula de la ilustración 1

Ilustración 1: Válvula con sus partes



Equipo de redacción profesional. (2017). Partes del. Obtenido de Partes de la válvula: https://www.partesdel.com/partes_de_la_valvula.html

A continuación, se explicarán sus partes y cómo funcionan de acuerdo con el Portal educativo Partes del (Portal educativo Partesdel.com. Equipo de redaccion profesional, 2017).

- Actuador: Generalmente, son hidráulicos, eléctricos o mecánicos, son los motores de la válvula.
- Cuerpo: Contiene un tapón, accesorios y asientos. La unión entre la tubería y la válvula es posible por soldadura o a través de bridas roscadas. El tapón se encarga de regular el control de fluidos que atraviesa la válvula y pone en funcionamiento la dirección de su propio eje gracias a un movimiento angular. Está unido al actuador gracias a un vástago.
- Eje: Cumple con la función de fijar y dirigir al obturador.
- Obturador: Se encarga de interrumpir el fluido físicamente.

- **Empaquetadura del eje:** Se posiciona alrededor del eje metálico con el fin de proveer seguridad a la estanquidad de la atmosfera del fluido. La estanquidad atmosférica es evita el ingreso de cualquier partícula externa y a su vez restringir cualquier tipo de fuga.
- **Asiento:** Parte de la válvula donde la cual se cierra a través del contacto con el obturador.
- **Tapa y cuerpo:** Retienen la presión y envuelven la parte interna de la válvula.
- **Pernos de unión:** Unen la tapa de la válvula con el cuerpo para asegurar la estanqueidad atmosférica.
- **Accionamiento:** Se encarga de poner en funcionamiento la válvula.
- **Extremos:** Son las partes de la válvula que hacen posible su conexión a las tuberías, usualmente son unidas por medio de bridados, ranurados, roscados o soldaduras, además, algunas ocasiones pueden acoplarse sin necesidad de los métodos recién mencionados.
- **Juntas de cierre:** Está ubicado por encima y alrededor del órgano de cierre, proporcionándole protección a la estanqueidad del obturador.

Una vez definido el concepto de válvula, es necesario la comprensión de las siguientes definiciones para comprender su manejo.

8.1.1 Diámetro nominal

Es de vital importancia conocer qué tipo de fluido va a circular a través de las válvulas, ya que puede ser peligroso e incluso dañar la válvula, por estos motivos es fundamental tener cuidado al momento de ofrecerlo al cliente. Generalmente, al momento de escoger una válvula de fluido se deben tener en cuenta dos aspectos, sin son agua o gas.

Adicionalmente, es necesario conocer el diámetro interior de una válvula, es decir, el diámetro nominal, la cual es medida en milímetros y deberá tener el mismo tamaño que la tubería donde será instalada la válvula. Se pueden hallar dos tipos de pasos de válvula

1. **Paso total:** El paso interior es igual al de la tubería.
2. **Paso reducido:** El paso interior tiene un diámetro menor que la tubería, usualmente esto sucede cuando el paso se reduce un 5% respecto al diámetro nominal. (Borrás, 2020)

8.1.2 Presión nominal

Las válvulas cuentan con distintos niveles de presión, la presión de diseño es llamada presión nominal y se abrevia con las letras PN, esta presión está expresada en bar o kg/cm², pero no por esto las válvulas pueden trabajar siempre con esta presión, en otras palabras, esta es la presión máxima que puede soportar sin sufrir daños durante un tiempo limitado, la presión normal de trabajo continuo suele estar entre el 50% y 60% de la presión nominal. Esto se hace por seguridad y evitar trabajar con la presión al máximo (Borrás, 2020).

8.1.3 Pérdida de carga o presión

La pérdida de carga es el resultado de los inconvenientes que se presentan cuando un fluido atraviesa las tuberías, accesorios y válvulas, estos resultados representan que se necesita una bomba mayor para permitir la circulación de la misma cantidad de fluido a través de la instalación (Borrás, 2020).

En otras palabras, la pérdida de carga o presión representan el fenómeno de pérdidas de fricción en las tuberías y en los componentes hidráulicos, pero son expresados en distintas unidades, estas pueden estar divididas en dos categorías, pérdidas de carga importante, las cuales son problemas de fricción en tuberías rectas y las pérdidas de carga menor debido a los componentes como las válvulas, tuberías, etc (Connor, 2020).

8.1.4 Golpe de ariete

Este fenómeno se presenta cuando un fluido en movimiento se detiene de manera violenta, esto sucede cuando se cierra repentinamente una válvula, lo cual genera una elevación en la presión que puede alcanzar niveles muy altos, para evitar este golpe se sugiere cerrar la válvula gradualmente. Usualmente, no se ve afectado de ninguna forma a corto plazo, pero entre más de tiempo se presente este fenómeno empezará a generarse un deterioro, adicionalmente cabe mencionar que el golpe de ariete solo se genera cuando se interrumpe el transcurso de un fluido, jamás cuando se abre (Borrás, 2020).

Es indispensable tener conocimiento de estas variables y su función para tener una mejor comprensión sobre los tipos de válvulas que emplean las características mencionadas.

8.2 Tipos de válvulas

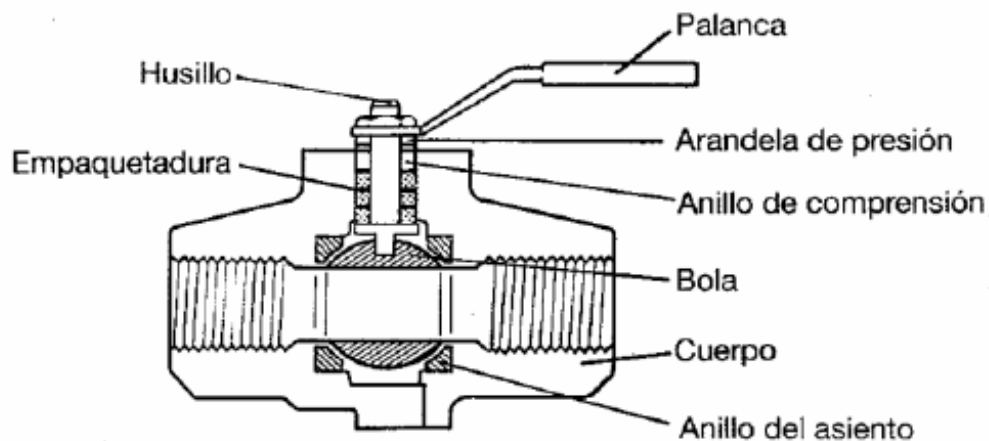
Es de vital relevancia conocer las características de las válvulas al momento de seleccionar la mejor opción para cumplir las especificaciones que se ajusten a las necesidades del cliente,

a continuación, se nombrarán y darán detalles de los tipos de válvulas empleadas en la industria hidráulica.

8.2.1 Válvula de esfera

Este tipo de válvulas se destacan al momento de realizar una apertura o cierre por el giro de una esfera taladrada, cuando el taladro está alineado con la válvula permitirá el paso del líquido, si está posicionado de manera perpendicular no lo permitirá. El movimiento que se produce es de 90 grados, esto significa que puede manipularse de manera rápida, la cual puede generar un golpe de ariete. Otra característica fundamental es que son bidireccionales, tiene pérdidas de carga diminutas, requieren de poco mantenimiento y cuentan con tamaño compacto. Este tipo de válvulas son de mayor uso y preferencia por los usuarios gracias a su precio moderado, eficacia, automatización y los múltiples materiales que se pueden combinar para utilizarlas (Borrás, 2020).

Ilustración 2: Válvula de Bola

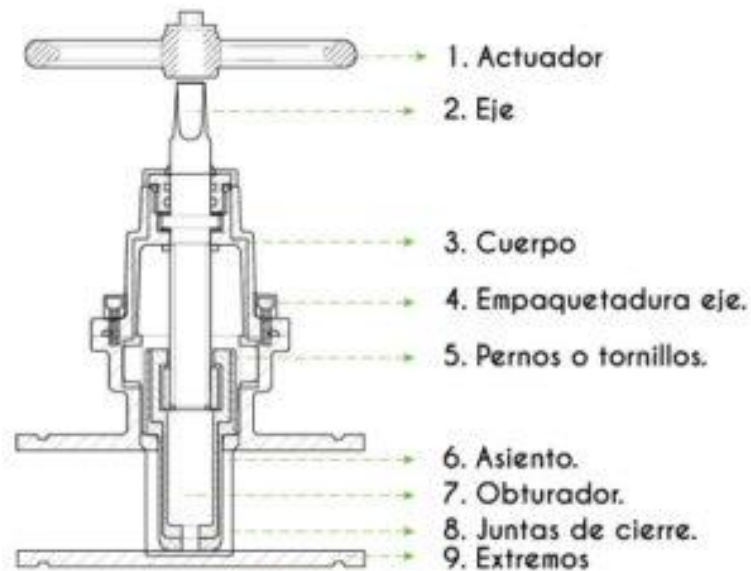


Tomado de: Válvulas online. (2021, 8 junio). VALVULAS ONLINE.
<https://valvulasonline.com/2021/06/valvula-de-bola/>

8.2.2 Válvulas de compuerta

Es de tipo multivuelta, esto significa que cierra el paso con un disco vertical que cuenta con ambas caras planas y estas se deslizan de manera recta. Su cuña interior está cubierta por una goma la cual da una buena estanquidad, su cierre es de forma progresiva la cual evita el golpe de ariete. Otra característica fundamental es que no está diseñada para su uso en regulación de caudales y su forma de construcción facilita cambiar el mecanismo interior en caso de alguna falla en la tubería (Borrás, 2020).

Ilustración 3: válvula de compuerta

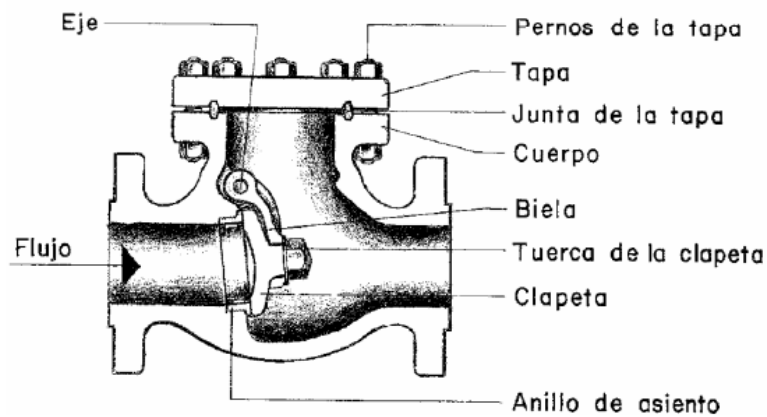


Tomado de: Satel importadores de Ferretería SAS. (2019, 29 marzo). Válvulas >. El blog de la ferretería SATEL. <https://blog.satelimportadores.com/valvulas/>

8.2.3 Válvulas de retención

Su uso es completamente diferente a las otras mencionadas en este proyecto, ya que permite el flujo de los líquidos en el sentido de la corriente, pero no lo permite de forma contraria, por lo tanto, solo tiene un sentido. El propósito de este tipo de válvulas es impedir que los fluidos retornen a través de la tubería (Borrás, 2020).

Ilustración 4:Valvula de retención

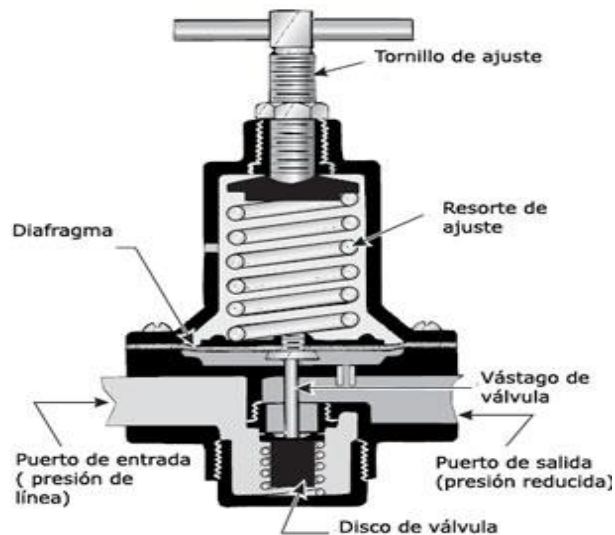


Tomado de: INEVID | Válvula de Retención. (s. f.).
<https://inevid.blogspot.com/2013/12/valvulas-de-retencion.html>

8.2.4 Válvulas de regulación

Estas válvulas están específicamente diseñadas para controlar el traspaso del agua, contienen un elemento interior que se desplaza gracias a un volante el cual regula la cantidad de agua que fluye a través de la tubería (Borrás, 2020).

Ilustración 5: válvula de regulación



Tomado de: Neumática e Hidráulica. (s. f.).
<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica23.htm>

8.3 Estaciones reductoras de presión

Las estaciones reductoras de presión no son iguales e incluso su normatividad varía dependiendo de la empresa prestadora de servicios públicos, por lo tanto, este documento tendrá varias partes de diferentes normativas, pero de igual manera el mismo estandarizará las fórmulas que permiten calcular el tamaño adecuado para el tamaño apropiado que te debe tener una válvula reductora de presión.

Las estaciones reductoras de presión, en adelante ERPs, son el conjunto de elementos que conforman la infraestructura necesaria para realizar la reducción de la presión del agua que fluye a través de las redes de distribución (Empresas Públicas de Medellín, 2016).

Estas estaciones están directamente relacionadas con los propósitos específicos de las válvulas, siendo según Carla (Sevilla, 2015).

1. Reducción de presiones excesivas, indeseables para el funcionamiento de equipos hidráulicos.
2. Sectorización de zonas de presión en redes escalonada.
3. Reducción del volumen de fugas.
4. Mantener una presión de alimentación constante ante variaciones amplias de la demanda.
5. Limitación del caudal extraído.
6. Ahorro en la inversión en tuberías mediante la reducción de la presión de trabajo de estas.

La propuesta de valor y el ámbito sostenible de este prototipo de aplicativo web de dimensionamiento está encaminado al último propósito mencionado en el listado, ya que este mismo es el que permite que la idea de creación de este surja.

Dependiendo del tamaño de la red a proyectar, la tubería de la estación reductora de presión representa en gran medida un costo bastante amplio, puede representar hasta el 75% del coste de inversión. Por ello es necesario calcular cuál es la tubería adecuada para una estación reductora de presión.

La presión de trabajo en una tubería debe ser igual o mayor a la presión máxima que puede tolerar el servicio de acueducto, ya sea la presión estática (redes descendentes alimentadas por gravedad), la dinámica (redes ascendentes alimentadas por una estación de bombeo) o la

presión máxima que puede alcanzar como consecuencia de un transitorio hidráulico (Sevilla, 2015).

La presión de trabajo de una tubería es una característica mecánica, mientras que la máxima presión de servicio es una característica hidráulica de la red. Normalmente durante la práctica se suele trabajar con variables de seguridad que permiten distanciar suficientemente la presión de trabajo de la tubería de la máxima presión de servicio para garantizar un tiempo de utilidad en la instalación adecuado (Sevilla, 2015).

Caracterizar las tuberías en función del tamaño de la válvula, permite realizar un ahorro sustancial de los costos totales de la puesta en marcha de la estación reductora de presión; ya que, conocer el tamaño adecuado de la válvula permite conocer el tamaño de la tubería el cual es fundamental al momento de realizar la compra, puesto que evitará errores de medidas.

8.4 Caudal

El caudal, según el (IDEAM), es la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal, se expresa en volumen por unidad de tiempo. Entonces el caudal no es más que la cantidad de agua que pasa a través de una tubería.

Pero también según la Real Academia Española (Real Academia Española, 2001) el caudal también aplica al gas y otras sustancias, ya que la “Cantidad de un líquido o un gas que fluye en un determinado lugar por unidad de tiempo” es caudal.

8.5 Diámetros de tubería

Todas las tuberías de manera necesaria necesitan tener un material y un diámetro específicos para su utilización, es necesario tener en cuenta que, a partir del material de las tuberías y el caudal de estas, se calcularán los tamaños de las válvulas.

8.6 Mapeo de software UML

Diagramas de Lenguaje de modelado unificado (UML) representa de manera sencilla el diseño, arquitectura e implementación de un sistema de la ingeniería de software. El UML utiliza conceptos de la Programación Orientada a Objetos (POO), tales como, clases, objetos, herencia, abstracción, encapsulación de datos y polimorfismo (Pathak, 2022).

Esto se puede entender de forma más sencilla en la siguiente citación:

“Representar ideas en formato visual es una forma eficaz de hacer que las personas comprendan lo que quieres transmitir. Y los diagramas UML le ofrecen las capacidades para hacer precisamente eso.” (Pathak, 2022).

Existen dos tipos de diagramas UML: De estructura y de comportamiento.

Cuando se hace referencia a los diagramas de estructura es porque se busca modelar partes arquitectónicas y estáticas de los sistemas, como los objetos, clases, paquetes, componentes y sus relaciones. Algunos tipos de diagramas de estructura son diagramas de: Clase, componentes, objetos, perfil, etc (Pathak, 2022).

Por otro lado, cuando se hace uso de los diagramas de comportamiento es porque se busca mostrar partes dinámicas de un aplicativo y como este interactúa y se comportan diversas entidades. Algunos tipos de estos diagramas son: De actividad, tiempo, interacción, de caso, secuencia, comunicación, etc. (Pathak, 2022)

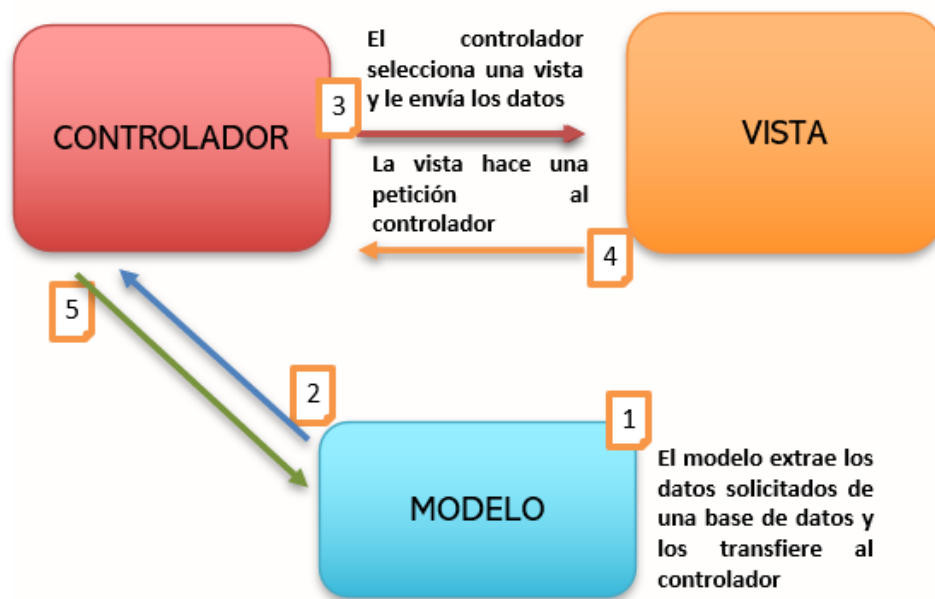
Para concluir el diagrama UML ayudará a comunicar eficazmente las ideas, procesos y funcionalidades del aplicativo. Y existen múltiples herramientas de modelado con el fin de crear el diseño que más se adapte a nuestras necesidades (Pathak, 2022).

8.7 Arquitectura MVC

El modelo MVC (Modelo-Vista-Controlador) es un marco utilizado para la creación de aplicaciones Web y API (Interfaz de programación de aplicaciones) separándolo en tres componentes: Modelos, vistas y controladores facilitando las solicitudes de los usuarios para enrutar a un controlador responsable de trabajar con el modelo que realizara las acciones solicitadas por y/o recuperar resultados de consultas.

Este modelo se puede entender observando la ilustración 6.

Ilustración 6:Esquema arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC)



Digital Guide IONOS.<https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/codeigniter-framework-php-rapido-y-versatil>

Esta distribución de responsabilidades mejora el rendimiento al momento de codificar, depurar y probar un funcionamiento que tiene solo un trabajo. Para tener un mejor manejo de esta arquitectura es necesario entender cómo funcionan sus componentes, el modelo define la información que debe contener la aplicación, si estos llegan a cambiar entonces una notificación será enviada a la vista y en ocasiones al controlador; la vista define como se ilustran la información de la aplicación, como por ejemplo, en una aplicación de compras la vista se encargara de como mostrar una lista de compras importada desde el modelo; el controlador actualiza el modelo y/o la vista de acuerdo a la información ingresada por el usuario.

8.8 Construcción de un Prototipo

El modelo de prototipo es usado para presentar una versión previa y funcional de la versión final, con el fin de presentar las capacidades del proyecto. Esto busca recoger la mayor cantidad de feedbacks en cuanto a los requisitos, funcionalidades, problemas, y usabilidad, de manera que se puedan implementar y/o corregir estos feedbacks a la versión final del aplicativo (Felipe, 2021).

A la hora de construir un prototipo es fundamental tener en cuenta los siguientes aspectos: Tiempo, coste, conciso, evolutivo y funcional. Esto con el fin de crear un buen prototipo que sea presentable al cliente, donde se podrán testear las funcionalidades básicas del aplicativo.

8.8.1 Etapas para la elaboración del modelo de prototipo

Las etapas para la elaboración de un modelo de prototipo según (Felipe, 2021) son:

1. Requisitos de Desarrollo

En primer lugar, se realiza un análisis para establecer los requerimientos del programa.

2. Modelaje y desarrollo del código

En esta fase se construye el prototipo inicial según los requerimientos establecidos.

3. Evaluación

Una vez desarrollado el prototipo es necesario comprobar su funcionamiento, evaluando su funcionalidad y verificando que cumple realmente con los requisitos iniciales.

4. Modificación

Tras evaluar el prototipo se deben corregir los errores encontrados y aplicar las mejoras necesarias para que esté listo para ser probado por los usuarios.

5. Documentación

Todo el diseño y desarrollo debe ser documentado para disponer de información precisa y clara del proceso.

6. Pruebas

Finalmente, el prototipo debe ser aprobado por los usuarios para poder recibir el feedback necesario y así evaluar su utilidad y rendimiento. Gracias a esta retroalimentación ofrecida por el prototipo se podrá desarrollar un aplicativo de mayor calidad que resuelva los problemas de los usuarios.

8.9 CRUD

El concepto CRUD está directamente relacionado a la gestión de datos digitales, el significado de CRUD hace referencia a las siguientes cuatro operaciones fundamentales:

- Create (creación de registros)
- Read (Leer registros)
- Update (Actualizar registros)
- Delete (Borrar registros)

Resumiendo, una CRUD cumple con las funciones solicitadas por el usuario de creación y gestión de datos, la mayor parte de gestión de datos están basadas en CRUD cuyas operaciones tienen como objetivo satisfacer los requisitos del sistema y del usuario (CRUD: La base dedatos, 2019).

9. Análisis de Restricciones

A continuación, para las restricciones del proyecto se realizó un análisis de los diferentes sectores, los cuales pueden llegar a limitar la construcción del prototipo de aplicativo para el dimensionamiento de válvulas.

9.1 Económicas

En primera instancia, en el ámbito económico no se cuenta con financiación externa para la realización del prototipo, pues, al ser un proyecto universitario, solo se contará con recursos propios del equipo de trabajo, por tal motivo, para el prototipo se usarán pruebas gratuitas para algunos servicios. Así mismo, se cuenta con una limitante en el tiempo de ejecución del prototipo, pues solo se dispone de 4 meses para su óptimo desarrollo.

9.2 Legales

Ahora, en cuanto al ámbito legal, se cuentan con diversas normativas, las cuales sirven para determinar la calidad y los estándares de un aplicativo de aplicativo. Dentro de éstas se encuentran los estándares internacionales oficiales ISO/IEC-27000, los cuales refieren a la seguridad de la información, por ejemplo, las series de ISO 9000 son un grupo de 5 estándares internacionales de administración y aseguramiento de la calidad. Entre los beneficios de estos estándares se encuentran, según Karron: La capacidad de proporcionar calidad para un producto o servicio. Además, evitar los costos de inspección final, los costos y procedimientos de garantía pueden reducir la cantidad de auditorías de procedimientos operativos realizadas por los clientes y lograr una mayor aceptación y adopción por parte de los clientes en los mercados nacionales e internacionales (Karron10, 2013).

Como límite legal podemos señalar que existen leyes en Colombia las cuales regulan el acceso a los datos y qué hacer con ellos para gestionar proyectos de manera adecuada, alineado a la política de protección de datos y propiedad intelectual en el aplicativo y los usuarios finales, donde es necesario explicar claramente cómo se procesarán sus datos. Algunas políticas, leyes o normas que se deben considerar son:

- ISO 9001: Esta norma es la base del sistema de gestión de calidad, ya que es reconocida a nivel internacional pues, se enfoca en todos los elementos de manejo de calidad que debe tener una empresa para crear un sistema efectivo que permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes prefieren proveedores con este certificado porque pueden estar seguros de que la empresa elegida tiene un buen sistema de gestión de calidad (SGC) (Karron10, 2013).
- Ley 1341 de 2009: Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las

Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones (Congreso de la República de Colombia, 2009).

- Régimen General de Protección de Datos Personales cubiertos por la Ley 1581 del año 2012 en Colombia.
- Ley 1266 de 2008, más conocida como ley de habeas data para la protección de datos.
- La Ley 23 de 1982: Que establece la protección de derechos de autor para productos de aplicativo.
- Decreto 1377 de 2013 el cual reglamenta el que las personas tengan la opción de ver cuáles cookies se usarán y dar permisos.

9.3 Materiales

En cuanto a la restricción por los materiales, las tuberías deben ser fabricadas con acero al carbón, pues, este material es el que usa normalmente en las tuberías de agua potable.

9.4 Alcance

Por último, en cuanto a las restricciones por el alcance, se tiene que: Funcionará solamente para el agua potable, debido a que los materiales que se emplean son muy específicos y pueden reaccionar de diferentes formas al encontrarse con residuos externos dentro del agua y, por lo tanto, la reducción de la presión será diferente. Finalmente, como se mencionó en las restricciones económicas, se dispone de 4 meses para realizar el prototipo de aplicativo, por lo cual dentro de la primera versión de este no se calcularán los precios de las válvulas, ni temas relacionados con el costo de los instrumentos. Se deja como recomendación para versiones futuras del aplicativo.

10. Metodología

El enfoque que se ha dado al proyecto es cuantitativo y de tipo experimental, pues, se busca, a través de un aplicativo optimizar tiempo y costos a la hora de realizar el dimensionamiento de las válvulas dentro del sector hidráulico.

Para creación de la aplicación web se decidió un entorno completo de desarrollo proporcionado por Microsoft, todas las herramientas de la plataforma Microsoft se soportan

entre sí ya que la compañía ofrece soluciones completas en el campo del desarrollo de aplicaciones de escritorio y de aplicaciones web, por ello todo el desarrollo se enfocará solo en tecnologías de la compañía. El entorno de desarrollo de Microsoft se conoce como ASP.NET CORE, utilizando para el BackEnd C# y para el FrontEnd HTML5, CSS3 y JavaScript. Estas tecnologías fueron escogidas por el equipo de desarrollo ya que todos tienen experiencia con el lenguaje principal que se utilizará que es C# y para el diseño su gran mayoría conoce HTML y CSS.

La aplicación tendrá entonces, apartir del patrón de aquitectura MVC, una clase para representar cada concepto. Las vistas estarán ubicadas en la carpeta 'Views', dentro de esta carpeta se contendrán otras carpetas que son las vistas de cada controlador, es decir para cada controlador habrá una carpeta dentro de vistas con un nombre igual a la clase que se especifique; por ejemplo: para HomeController.cs, estarán dentro de la carpeta Views y la carpeta Home, ubicados los archivos y de esta extensión .cshtml (que son las páginas Blazor mencionadas anteriormente) y estos archivos son Index, Error, Privacy. En la ilustración 6 se muestra un ejemplo de esta convención del patrón de diseño MVC. mismo tiempo esta carpeta contendrá una carpeta llamada 'Shared', esta carpeta contiene dos archivos uno llamado _Layout.cshtml, el cual cotiene dentro de este archivo otro llamado de manera identica a este, siguiendo la convención de ASP.NET CORE y su extesión es .cshtml.css, esta hoja de estilos estará en todos los archivos como plantilla y al igual que la clase _Layout.cshtml, estos seran el diseño estandar que tendrán todas las páginas que se añadan al aplicativo web. Por último el otro llamado _ValidationScriptPartials.cshtml, en este se añaden scripts para frameworks como lo son JQuery.

Dentro de la carpeta 'Pages' es necesario crear las vistas que se estarán utilizando en este caso, en este aplicativo será necesario generar una carpeta donde se contengan las vistas del programa en este caso se llamó 'Valvulas', dentro de esta se creo una CRUD (Create, Read, Update, Delete), para poder generar válvulas nuevas, leer sus datos, editarlas y eliminarlas de ser necesario.

La hoja de estilos general deberá ser creada dentro de la carpeta wwwroot y dentro de esta crear una carpeta llamada css, para generar código JavaScript es necesario que dentro de la carpeta wwwroot se cree una carpeta llamada js, para agregar las librerías y el ícono que tendrán las páginas en la pestaña en el momento de ser abierta la aplicación es necesario que

dentro de la misma carpeta wwwroot para las librerías se cree una carpeta llamada lib y el ícono debe estar dentro de la carpeta wwwroot, pero no estar dentro de ninguna otra carpeta, todas estas reglas son parte de las buenas prácticas al desarrollar aplicaciones web con ASP.NET CORE.

Para entender el desarrollo de la aplicación es necesario comprender las distintas etapas que el desarrollo de la aplicación se divide en los siguientes puntos:

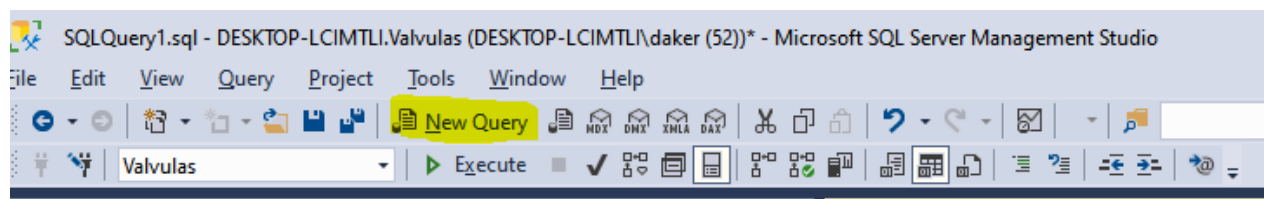
1. Desarrollo de la base de datos.
2. Plantilla de creación del patron de aplicaciones web con C# utilizando MVC.
3. Creación del modelo de la base de datos.
4. Creación del controlador.
5. Diseño de interfaces.

10.1 Desarrollo de la base de datos

Para el desarrollo de las bases de datos se utilizó la herramienta Microsoft SQL Server (SQL Server), que permite utilizar bases de datos relacionales que no son más que un conjunto de tablas que se separan por filas y columnas.

Para diseñar la base de datos es imprescindible generar un query (Consulta) en SQL Server, como se ve en la Ilustración 7, es necesario seleccionar el botón subrayado de color amarillo en el título “New Query”.

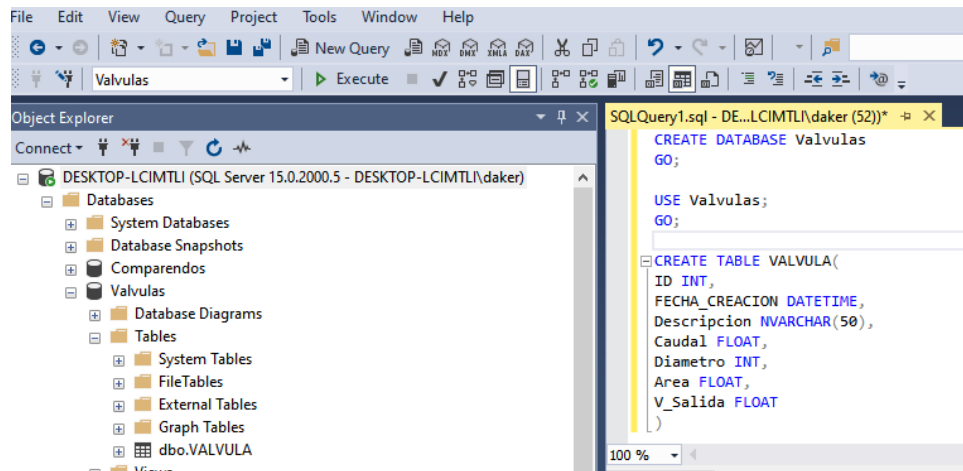
Ilustración 7: Creación de un Query



Fuente: Elaboración propia

En el 'query' se procederá a generar la base de datos y dentro de esta se crearán las tablas que terminarán siendo el modelo del aplicativo web, como se muestra en la Ilustración 8.

Ilustración 8: Creación base de datos



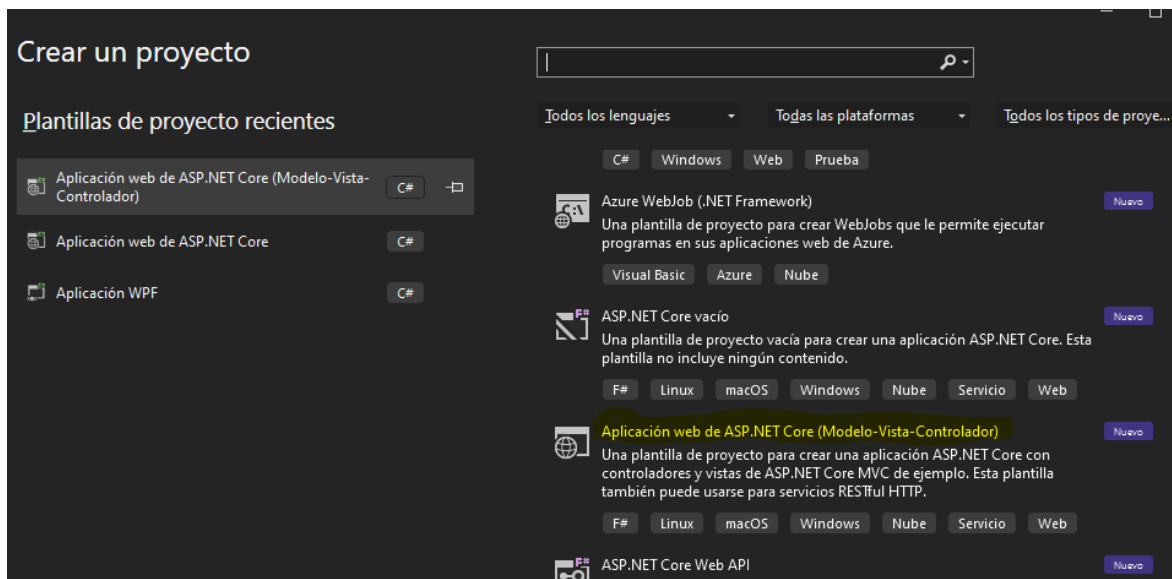
Fuente: Elaboración propia

10.2 Plantilla de creación del patrón de aplicaciones web con C# utilizando MVC.

La plantilla es generada directamente del IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) Visual Studio, desde que se ingresa a generar un nuevo proyecto, este IDE permite generar diversas soluciones web enfocadas al desarrollo con distintos lenguajes de programación como lo son JavaScript, Python, C++, C#, herramientas como Unity2D, React.JS, Windows Presentation Foundation (WPF), entre otros sin fin de opciones que brinda Visual Studio.

Para generar la plantilla desde Visual Studio basta con seleccionar la plantilla llamada “Aplicación web desde ASP.NET Core (Modelo-Vista-Controlador)”, en la Ilustración 9, en área resaltada se muestra la plantilla un vistazo a la interfaz de creación de proyectos de Visual Studio:

Ilustración 9: Plantilla de Creación de Proyectos Visual Studio



Fuente: Elaboración propia

10.3 Creación del modelo de la base de datos

A partir de las tablas indexadas en la base de datos se deben trasladar las columnas hacia las clases de la carpeta modelo, esta acción se realiza a partir de ciertas librerías que Microsoft brinda a los usuarios de .NET, pero para utilizar estas librerías es necesario instalar dichas librerías desde la carpeta de dependencia y luego en Administrar paquetes de NuGet, que no es más que un instalador que brinda Visual Studio para sus librerías. Estas librerías corresponden al nombre de Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer y Microsoft.EntityFrameworkCore.Tools, que son las que hacen posible la migración de los datos a una clase modelo de C# con la cual con la que se trabajará en el proyecto.

Desde la consola de administración de Paquetes se debe escribir siempre que la base de datos se crea y se actualiza el siguiente comando:

```
Scaffold-DbContext "Server='DESKTOP-LCIMTLI';Database=Valvulas;Trusted_
Connection=True;"Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer -OutputDir Models --force
```

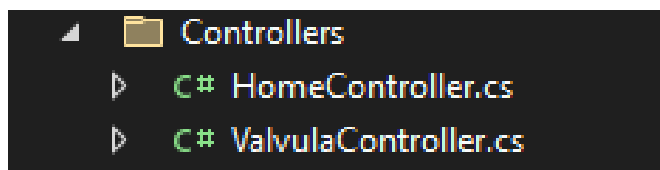
Nótese que se empieza con un comando único de la consola, seguido de un paréntesis que es la conexión a la base de datos, donde se escoge el server (en este caso práctico es el server de un computador, por lo cual tiene nombre DESKTOP-LCIMTLI), el nombre de la base de datos previamente generada y aceptar un certificado de confianza. Luego de esto se utiliza la librería Microsoft.EntityFrameworkCore.SqlServer y sus comandos --OutputDir que es para que su salida sea en la carpeta especificada que en este caso es Models y --force

es opcional la primera vez que se hace el traslape de las columnas, cuando se necesite una actualización de la base de datos siempre debe estar ese comando. En algunos casos es necesario que después de `Trusted_Connection=True;` se escriba el comando `Encrypt=False` que evita que la base de datos rechace la petición de Visual Studio para traer los datos hacia el modelo.

10.4 Creación del Controlador

Para la creación del controlador es necesario en la carpeta crear desde la plantilla dada por Visual Studio el controlador simplemente pulsando clic derecho sobre la carpeta `Controllers` y añadiendo un controlador vacío, desde el controlador vacío al mismo tiempo es necesario generar una vista que acompañe a este, por lo tanto, son buenas prácticas llamar a los controladores como se guste, pero que seguido de su nombre este la palabra `Controller`, como se muestra en la Ilustración 10.

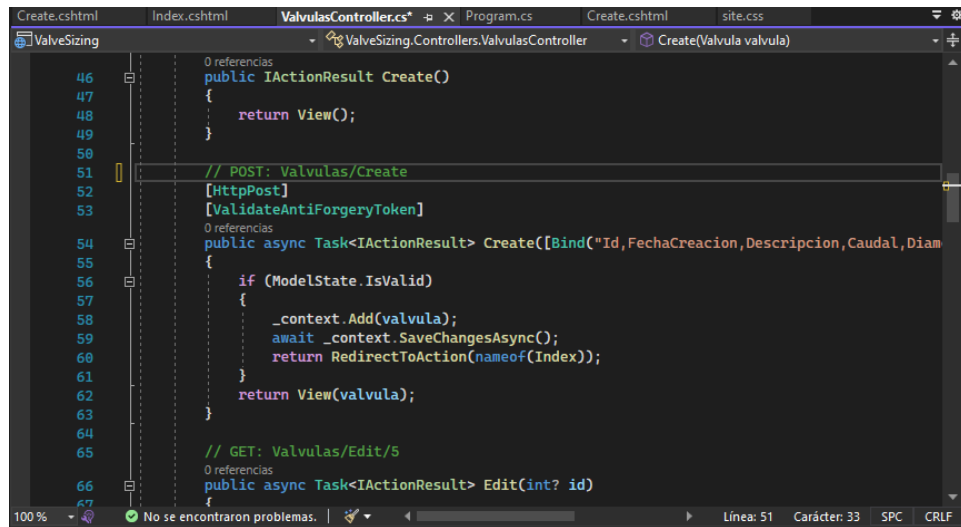
Ilustración 10:Nombre de los controladores.



Fuente: Elaboración propia

El controlador es la clase que realiza la magia de la aplicación, quien distribuye las vistas que solicita el cliente o usuario del aplicativo y al mismo tiempo es la herramienta que realiza los cálculos y exporta los datos del modelo. Pero es el desarrollador quien debe generar las funciones que permiten que esta magia suceda, por ejemplo: Para generar un cálculo nuevo de una válvula es necesario que el controlador tenga una función que le permita realizar esta acción y luego de esto desde la misma función se genere una vista, como se muestra en la Ilustración 11.

Ilustración 11:Diseño de Función Create.



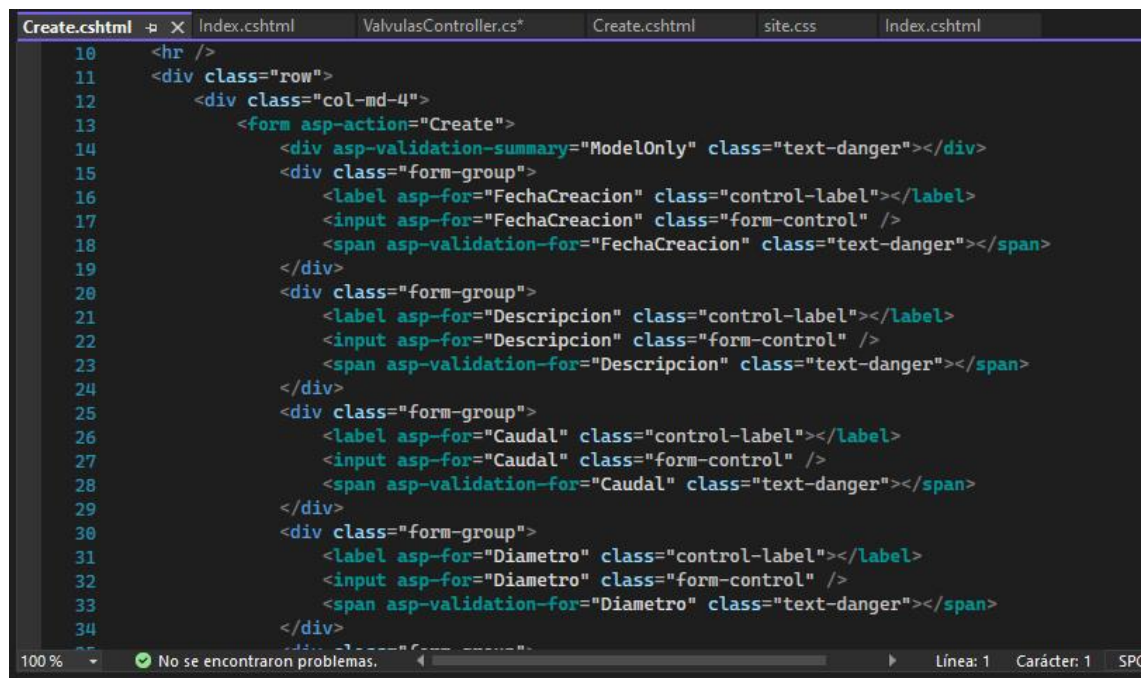
```
46 public IActionResult Create()
47 {
48     return View();
49 }
50
51 // POST: Valvulas/Create
52 [HttpPost]
53 [ValidateAntiForgeryToken]
54 public async Task<IActionResult> Create([Bind("Id, FechaCreacion, Descripcion, Caudal, Diam
55 {
56     if (ModelState.IsValid)
57     {
58         _context.Add(valvula);
59         await _context.SaveChangesAsync();
60         return RedirectToAction(nameof(Index));
61     }
62     return View(valvula);
63 }
64
65 // GET: Valvulas/Edit/5
66 public async Task<IActionResult> Edit(int? id)
67 {
```

Fuente: Elaboración propia

Desde la línea 51 hasta la línea 63, se realiza la función, en este caso una función POST, que no es más un método que utiliza la web moderna para publicar data en el navegador. Por ello en la línea 52 existe un comando [HttpPost], el cual indica a la aplicación que no se va a obtener nada, sino más bien que se piensa generar nueva información a partir de la función que se está generando.

Ahora bien, para editar y eliminar las funciones que se realizan tienen el mismo proceso de creación, y para cada una de las páginas es necesario realizar las vistas.

Ilustración 12: Páginas del Modelo



```
10 <hr />
11 <div class="row">
12 <div class="col-md-4">
13 <form asp-action="Create">
14 <div asp-validation-summary="ModelOnly" class="text-danger"></div>
15 <div class="form-group">
16 <label asp-for="FechaCreacion" class="control-label"></label>
17 <input asp-for="FechaCreacion" class="form-control" />
18 <span asp-validation-for="FechaCreacion" class="text-danger"></span>
19 </div>
20 <div class="form-group">
21 <label asp-for="Descripcion" class="control-label"></label>
22 <input asp-for="Descripcion" class="form-control" />
23 <span asp-validation-for="Descripcion" class="text-danger"></span>
24 </div>
25 <div class="form-group">
26 <label asp-for="Caudal" class="control-label"></label>
27 <input asp-for="Caudal" class="form-control" />
28 <span asp-validation-for="Caudal" class="text-danger"></span>
29 </div>
30 <div class="form-group">
31 <label asp-for="Diametro" class="control-label"></label>
32 <input asp-for="Diametro" class="form-control" />
33 <span asp-validation-for="Diametro" class="text-danger"></span>
34 </div>
35 </div>
36 </div>
```

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 12, se puede apreciar código HTML, pero aquellas partes del código que tienen un color verde azulado son ‘ayudas’ que el framework ASP .NET CORE de desarrollo web en el que se basa el prototipo, permiten que el realizar las aplicaciones sea muy sencillo y no se facilite de esta manera el traer los datos que usuario, ya que este realiza la lectura de los datos ingresados por el cliente y los escribe al servidor permitiendo que sea mucho más sencillo de entender al momento de programar, esto hace que la aplicación sea mucho más legible por otros desarrolladores y al mismo tiempo permite la escalabilidad de la misma.

10.5 Diseño de Interfaces

Según (Microsoft, 2022) para la primera etapa del desarrollo de la aplicación es necesario desarrollar las interfaces, que no son más que el “diseño” que tendrá el usuario final del aplicativo.

ASP.NET CORE tiene tres enfoques generales en la construcción de la interfaz de usuario:

- Aplicaciones que representan la interfaz de usuario desde el servidor.
- Aplicaciones que representan la interfaz de usuario en el cliente en el explorador.

- Aplicaciones híbridas que aprovechan los enfoques de representación de la interfaz de usuario de servidor y cliente. Por ejemplo, la mayor parte de la interfaz de usuario web se representa en el servidor, y los componentes representados del cliente se agregan según sea necesario.

En esta aplicación se estará usando una interfaz de usuario representada en el servidor, ya que esto permitirá que la página que llega al cliente desde el servidor tenga dinamismo y esté lista para mostrarse, esto facilita el desarrollo de la aplicación web y además permite que el desarrollo y los recursos necesarios para poder utilizar la aplicación sean mínimos entre otras ventajas, pero existen desventajas con el desarrollo enfocado al servidor ya que el costo del uso de proceso y memoria se centra en el servidor, en lugar de en cada cliente y las interacciones del usuario requieren un recorrido de ida y vuelta al servidor para generar actualizaciones de la interfaz de usuario. (Microsoft, 2022)

Se ha decidido que la solución de interfaz de usuario de ASP.NET CORE sea representada desde el servidor, ya que el desarrollo es mucho más veloz y fácil de entender para el desarrollador. ASP.NET CORE ofrece tecnologías que facilitan el proceso de creación de interfaces de usuario que se basan en el servidor, una de estas tecnologías es Blazor Pages, que no es más que un entorno de desarrollo de HTML, pero en el cual se puede ejecutar código de C#.

En el modelo se ingresarán las fórmulas a las funciones que permiten que esta aplicación cobre vida, por lo cual es necesario entender estas.

Se tienen en cuenta las siguientes variables:

Tabla 2 Formulas utilizadas para el dimensionamiento de valvulas

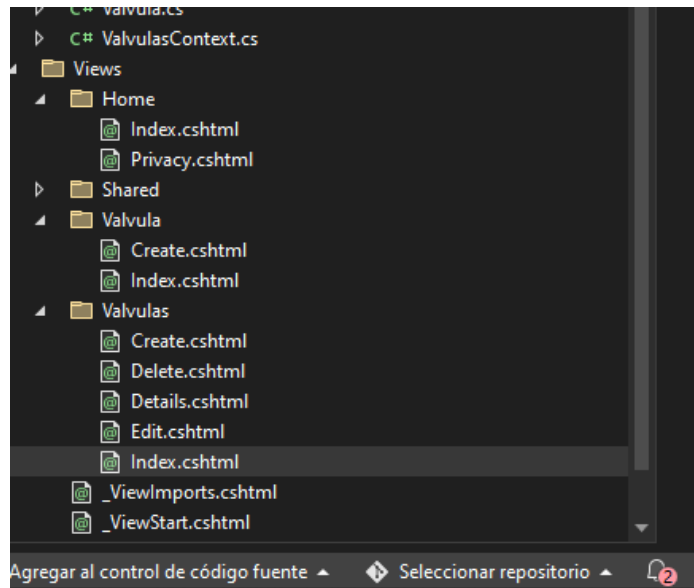
INPUT	PROCESS	OUTPUT
Q = Caudal o Velocidad del fluido (m^3/s)	A = Área transversal de una circunferencia $A = d^2 \times \frac{\pi}{4}$	V = Velocidad de Salida del agua en (m^3/s) $V = \frac{Q}{A}$
d = Diámetro (m), pero los datos de entrada serán en pulgadas		Rango de trabajo normal $V > 0.5 \frac{m}{s}, V < 3 \frac{m}{s}$

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se puede apreciar las fórmulas necesarias para el cálculo y desarrollo del dimensionamiento de válvulas junto con sus especificaciones de conversión y los parametros que deben cumplirse para ser utilizados en la fórmula de velocidad de salida del agua.

En este punto del desarrollo es donde brillan las cualidades del aplicativo, ya que ahora la fórmula debe repetirse un sin número de veces hasta que se halle el tamaño de válvula ideal para las condiciones suficientes presentadas por la red de acueducto, lo cual hace que el tiempo se alargue, el error humano sea mayor y no exista una confianza absoluta en quien desarrolla las fórmulas.

Para poder determinar el tamaño de la válvula la velocidad de salida (V) calculada previamente con las fórmulas, este dato debe estar en un rango de 0.5 m/s y 3 m/s, sino cumple con este parametro la tubería por donde sale el agua conectada a la válvula e inclusive la misma válvula podría sufrir problemas a causa de las presiones y la velocidad de agua que pasa a través de la válvula y la tubería en la salida.



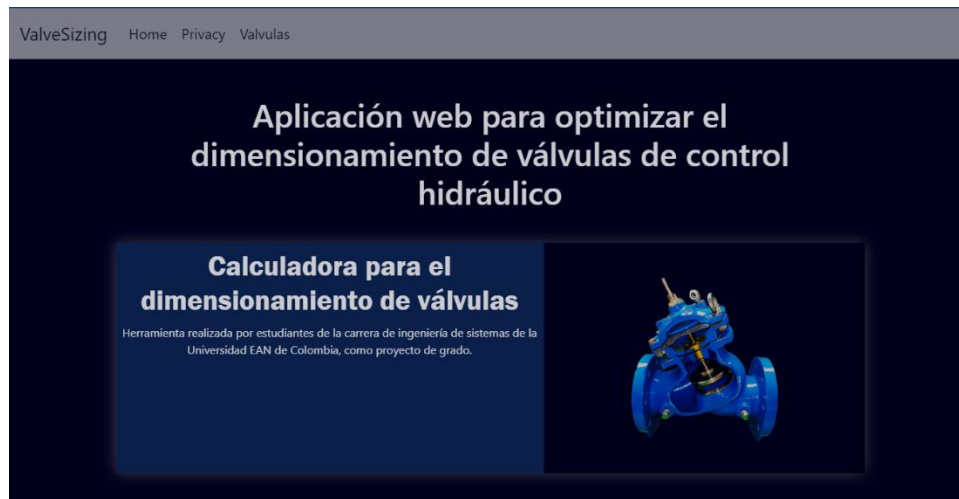
Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 13 se puede apreciar como las interfaces se guardan dentro de la carpeta Views, y dentro de esta carpeta el nombre del modelo es el título de la carpeta que contiene las páginas. Cada una de las páginas se diseña a partir de código HTML, por lo cual todo el diseño se realiza en base a este.

Como una de las funcionalidades principales de la aplicación es poder almacenar distintos cálculos de válvulas, resulta necesario realizar una CRUD (Por sus siglas en Ingles Create, Read, Update, Delete), a partir de este concepto se almacena en la base de datos cada uno de los cálculos y se pueden tener por separado los distintos sectores o válvulas que se calculan a través del aplicativo.

La interfaz inicial del programa es una pequeña presentación del proyecto que muestra el título de presente documento y el propósito de la generación de esta herramienta.

Ilustración 14: Interfaz de bienvenida de usuario



Fuente: Elaboración propia

Para la interfaz inicial que es donde el cliente tendrá la posibilidad de administrar las distintas válvulas que genere se puede apreciar la tabla con los distintos parámetros en las columnas y la información extraída de la base de datos para su presentación:

Ilustración 15: Index de presentación de válvulas

ValveSizing Home Privacy Valvulas						
Válvulas Generadas						
Nueva Válvula						
Fecha de Creación:	Descripción:	Caudal (m3/s):	Diámetro (pulgadas):	Área Tránsversal(m2):	Velocidad Salida(m/s):	
15/11/2022 7:53:00 p. m.	Válvula 1	14	100	4,908738521234052	2,8520565802067646	<a>Edit <a>Details <a>Delete
24/11/2022 3:19:00 p. m.	Válvula 2	0,01	6	0,017671458676442587	0,5658842421045167	<a>Edit <a>Details <a>Delete
24/11/2022 6:13:00 p. m.	Alzate papá	1	30	0,44178646691106466	2,2635369684180673	<a>Edit <a>Details <a>Delete

Fuente: Elaboración propia

En la tabla presentada en la Ilustración 13 se observan cada una de las válvulas y los menús o enlaces a la derecha de cada una de las válvulas generadas que permiten realizar edición, vista de detalles y eliminación de las válvulas de ser necesario.

Para la creación de una nueva válvula basta con oprimir el botón crear presentado en la ilustración 13 y dentro se encontrará la siguiente interfaz de creación:

Ilustración 16: Interfaz de Creación de Válvulas

The screenshot shows a web application interface for creating a new valve. At the top, there is a navigation bar with the text 'ValveSizing' and links for 'Home', 'Privacy', and 'Valvulas'. The main heading is 'Nueva Válvula'. Below this, there are four input fields: 'Fecha de Creación' with a date format 'dd/mm/aaaa --:-- ----' and a calendar icon, 'Descripción', 'Caudal (m3/s)', and 'Diámetro (pulgadas)'. At the bottom left, there are two buttons: a blue 'Create' button and a 'Back to List' link. At the bottom right, there is a footer with the text '© 2022 - ValveSizing - Privacy'.

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 14 se puede apreciar la interfaz generada para la creación que se presentarán en la tabla, esta interfaz recibe los parámetros de Fecha de Creación, Descripción, Caudal y Diámetro de la válvula que se está generando.

Al seleccionar el botón de edición para alguna de las válvulas que hayan sido generadas, se accede a la interfaz de edición como se muestra en la ilustración 17.

Ilustración 17: Interfaz de Edición

ValveSizing Home Privacy Valvulas

Edit

Valvula

Fecha de Creación: (dd/mm/AAAA)

15/11/2022 07:53 p. m.

Descripción:

Válvula 1

Caudal: (m3/s)

14

Diámetro: (Pulgadas)

100

Save

[Back to List](#)

© 2022 - ValveSizing - Privacy

Fuente: Elaboración propia

Esta interfaz recibirá los mismos parámetros que se reciben en la creación, pero la diferencia es que esta interfaz tendrá el propósito de modificar un Id específico que es uno de los parámetros de la base de datos; esta acción de modificación de la base de datos se realiza a través de un método en la clase controlador Edit.

Ilustración 18: Código fuente de edición de parámetros del aplicativo

```

[HttpPost]
[ValidateAntiForgeryToken]
0 referencias
public async Task<IActionResult> Edit(int id, [Bind("Id, FechaCreacion, Descripcion, Caudal, Diametro, Area, VSalida")] Valvula m
{
    if (id != model.Id)
    {
        return NotFound();
    }

    if (ModelState.IsValid)
    {
        float diametroFloat = model.Diametro ^ 2;
        double areaEdit = (float)(diametroFloat * Math.PI / 4);
        double salidaEdit = (float)(diametroFloat / areaEdit);

        Convert.ToDouble(areaEdit);
        Convert.ToDouble(salidaEdit);

        model.Area = areaEdit;
        model.VSalida = salidaEdit;
        try
        {
            _context.Update(model);
            await _context.SaveChangesAsync();
        }
        catch (DbUpdateConcurrencyException)
    }
}

```

No se encontraron problemas. | Línea: 120 Carácter: 20 SPC

Fuente: Elaboración propia

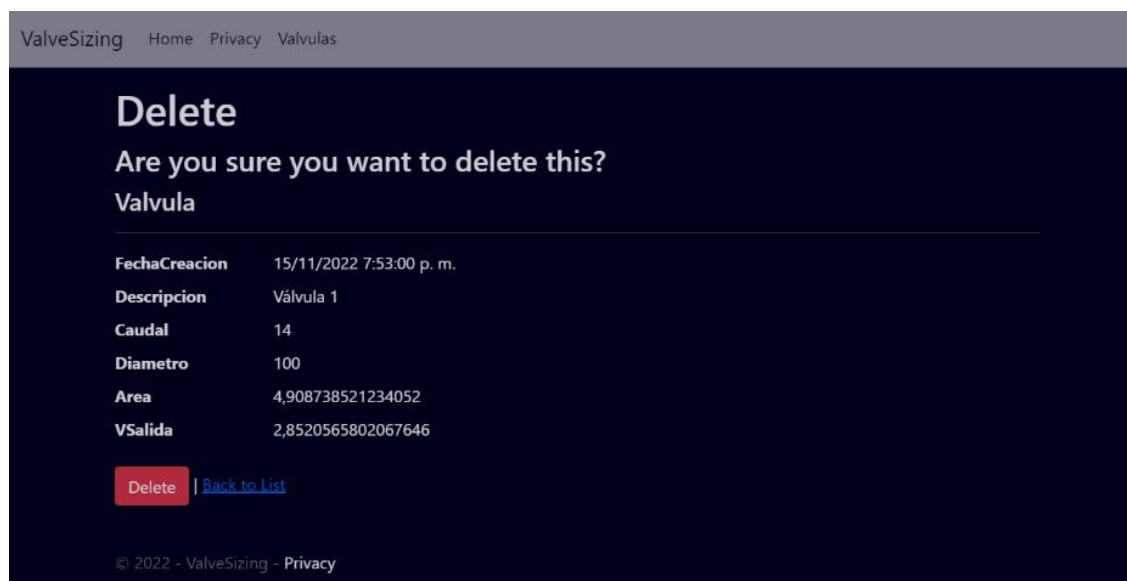
Luego estarán las interfaces de ver detalles, a esta interfaz se puede acceder mediante el enlace o título llamado detalle, ubicado al final de cada una de las válvulas generadas. Dentro de esta interfaz se pueden apreciar cada uno de los parámetros de la válvula a detalle, tal como se muestra en la Ilustración 19.

Ilustración 19: Interfaz de detalles de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

Por último, está el botón o enlace de borrar, el cual permite que cada una de las válvulas generadas sea eliminada de la base de datos y no se despliegue, para esta se creó una interfaz de confirmación para que el cliente no borre por error las válvulas que generó previamente, en la siguiente ilustración se muestra como se ve esta interfaz.

Ilustración 20: Interfaz de confirmación de Eliminación de Válvula



Fuente: Elaboración propia

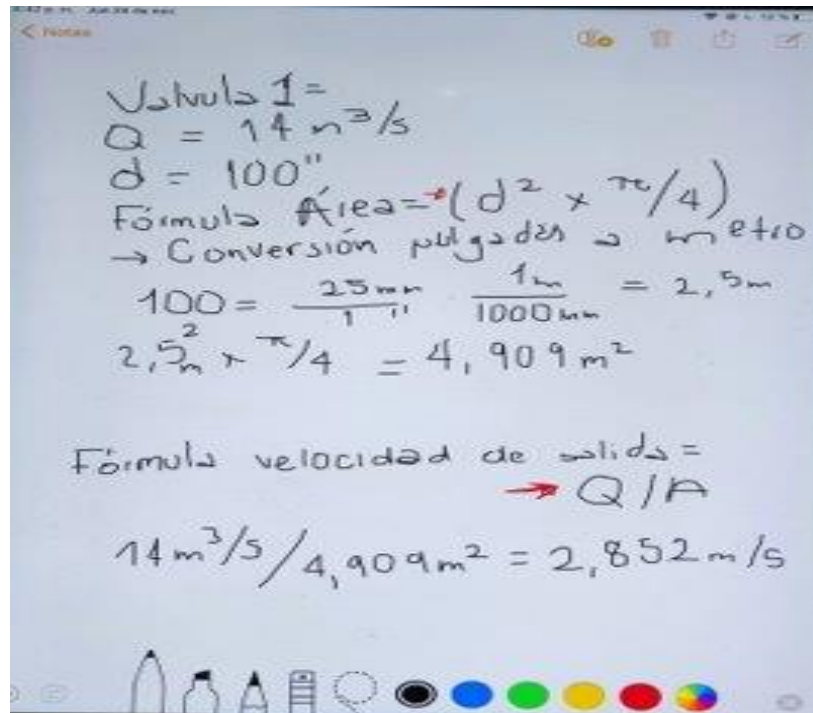
Esta interfaz mostrará los mismos datos que la interfaz de detalles, pero con la opción de eliminar la válvula que se haya seleccionado en la tabla.

Este repositorio es en donde se alojó la solución planteada en este documento; se utilizó la plataforma más famosa para almacenar código la cual es Github donde se puede ver el proyecto.

<https://github.com/DanielRoman11/Proyecto-Grado>

Realizar una comparación entre realizar el cálculo a mano y realizarlo mediante una herramienta tecnológica como es este aplicativo, resulta necesario para conocer las diferencias que existen entre ambos métodos de cálculo.

Ilustración 21: Cálculo realizado con el método tradicional



Handwritten calculations on a digital notepad showing the traditional method for valve sizing. The calculations are as follows:

$$\begin{aligned} \text{Válvula 1} = \\ Q &= 14 \text{ m}^3/\text{s} \\ d &= 100'' \\ \text{Fórmula Área} &= (d^2 \times \pi / 4) \\ \rightarrow \text{Conversión pulgadas} &\rightarrow \text{metro} \\ 100 &= \frac{25 \text{ mm}}{1''} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} = 2,5 \text{ m} \\ 2,5^2 \times \pi / 4 &= 4,909 \text{ m}^2 \\ \text{Fórmula velocidad de sólidos} &= \\ &\rightarrow Q/A \\ 14 \text{ m}^3/\text{s} / 4,909 \text{ m}^2 &= 2,852 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 21 se pueden ver todos los pasos necesarios a realizar para poder calcular el dimensionamiento correcto de la válvula; este caso en particular se llegó a la solución de manera inmediata, ya que se tomó un ejemplo específico en donde se realiza el cálculo y este da un resultado positivo, pero normalmente es necesario escoger varias veces el tamaño de la válvula para conocer cuál será el adecuado para la cantidad de caudal de entrada que pasa a través de la misma.

11. Análisis de Costos

11.1 Costos directos

Para el análisis de los costos directos se tienen en cuenta el costo de la mano de obra necesaria para la realización del proyecto, en este caso, son 4 cargos los necesarios para la correcta realización de el mismo: Programador Frontend, Programador Backend, Gerente de proyecto y el Tester o QA. Para los salarios, nos basamos en los salarios promedio de un recién graduado con el cargo correspondiente en Colombia para el año 2022. A continuación la tabla 3 nos muestra la suma de estos salarios, donde el subtotal representa el costo mensual y el total la suma por un total de 4 meses, puesto que, es la duración del proyecto.

Tabla 3. Descripción costos directos

COSTOS DIRECTOS		
CARGO	DESCRIPCIÓN	SALARIO
Programador Frontend	Se encarga de diseñar la interfaz de usuario	\$2,000,000
Programador Backend	Se encarga del desarrollo del programa	\$2,000,000
Gerente del Proyecto	Planifica, ejecuta y dirige el proyecto	\$3,500,000
Tester & QA	Se encarga de hacer las pruebas al producto final	\$2,000,000
SubTotal		\$9,500,000
Total por 4 meses		\$38,000,000

Fuente: Elaboración propia

Los costos relacionados a la mano de obra contratada para el desarrollo del proyecto durante el ciclo de vida estipulado son de \$38,000,000.

11.2 Costos indirectos

Para los costos indirectos se tuvo cuenta: El hosting, el dominio, el mantenimiento semestral y la capacitación. En cuanto al hosting y el dominio nos basamos en los costos de la plataforma Hostinger para noviembre del 2022, por otro lado en cuanto al mantenimiento semestral es necesario una semana de trabajo con todo equipo, hay que tener en cuenta que este mantenimiento se hace solo dos veces al año, por lo que, este valor puede variar dependiendo del incremento salarial anual, en cuanto a la capacitación sólo se hará una vez, en la cual, se tuvo en cuenta un día de trabajo del gerente de proyecto. A

continuación la tabla 4 nos muestra la suma de estos conceptos, donde el total representa la sumatoria de todos estos costos para un año.

Tabla 4. Descripción costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS		
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	COSTO
Hosting	Servicio Hostinger (Mensual \$8900)	\$106,800
Dominio	Dominio por Hostinger (Anual)	\$50,000
Mantenimiento Semestral	Una semana de trabajo de todo el equipo (Semestral)	\$3,166,666.00
Capacitación	Un día de capacitación por el Gerente del proyecto	\$116,667
Total Anual		\$3,440,133

Fuente: Elaboración propia

Los costos indirectos relacionados al mantenimiento periodico, capacitacion, dominio y hosting equivalen anualmente a \$3,440,133.

11.3 Costos Fijos

Para los costos fijos sólo se tuvo en cuenta el internet y la telefonía, para la cual utilizamos como proveedor de internet a ETB con un plan de 200 megas simétricas por un total de 80000 pesos mensuales, la tabla 5 nos muestra el total anual de este servicio

Tabla 5. Descripción costos fijos

COSTOS FIJOS		
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	COSTO
Internet y telefonía	Internet 200mbps ETB (mensual \$80000)	\$960,000
Total anual		\$960,000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se observa el gasto fijo para el correcto funcionamiento del prototipo de aplicativo mensual con un valor de \$960,000 anuales, pues solo es necesaria la conexión a internet.

11.4 Costos Totales

Para los costos totales del proyecto se sumaron los 3 apartados anteriores, es necesario tener en cuenta que los costos directos solo existirán los primeros cuatro meses del primer año por lo cual, los siguientes meses y años solo se tienen en cuenta los costos indirectos y costos fijos. La tabla 6 nos muestra la suma de estos costos, también, nos muestra el promedio mensual de gastos para los primeros cuatro meses y así mismo el promedio mensual después de estos primeros cuatro meses luego nos presenta el total para el primer año y finalmente el total del costo de proyectos para los otros años

Tabla 6. Costo anual del proyecto

COSTO PROYECTO ANUAL	
CONCEPTO	COSTO
COSTOS DIRECTOS	\$38,000,000
COSTOS INDIRECTOS	\$3,440,133
COSTOS FIJOS	\$960,000
Promedio Mensual Primeros 4 meses	\$9,866,678
Promedio Mensual Después	\$366,678
Total Primer Año	\$42,400,133
Total Siguietes Años	\$4,400,133

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se aprecia el acumulativo entre costos directos, indirectos y fijos para el primer año, costando un total de \$42'400.133 Pesos Colombianos y para los siguientes años tendrá un costo de \$4'400,133 Pesos Colombianos.

12. Conclusiones

Mediante el presente proyecto se logró la creación del prototipo de aplicativo para el dimensionamiento de válvulas de control hidráulico, se logró demostrar una comparación entre un cálculo realizado a mano y el prototipo fabricado en el que se observan resultados similares, esto demuestra que la solución planteada puede hacer el trabajo de los profesionales en esta área de trabajo mucho más eficiente, reduciendo recursos primordiales como lo son el tiempo y costos.

Por otro lado, se lograron identificar las variables influyentes que corresponden al diámetro de la tubería y el caudal de la válvula, a partir de estas variables se realizó el cálculo del área transversal de una circunferencia, y se convirtieron las unidades de entrada a unidades de convención de la fórmula, para poder calcular la velocidad de salida que tiene la tubería luego de que el agua pasa a través de la válvula. Teniendo esto en cuenta, se logra a partir de utilizar las fórmulas especificadas un cálculo correcto del dimensionamiento de una válvula.

Luego fue necesario investigar acerca de todas las clases de válvulas, lo que nos permitió decidir el patrón de diseño de Modelo - Vista – Controlador (MVC), pues, este patrón cuenta con una fácil organización, ya que solo cuenta con tres componentes, permite adaptar a diferentes frameworks, se puede escalar fácilmente y facilita el trabajo en equipo. Con esta serie de pasos se logró darle solución a la pregunta problema planteada.

Finalmente, en cuanto a la creación del prototipo, se puede evidenciar que fue satisfactoria su implementación, pues, se cumplieron con los requerimientos establecidos para la realización del aplicativo con el uso de las tecnologías de C#, ASP .NET CORE y Microsoft SQL Server, las cuales ofrecieron una integración completa y sencilla para nuestra aplicación Web.

Referencias

- Aguas del Cesar . (2022). *AGUAS DEL CESAR S.A.E.S.P.* Obtenido de AVISO DE CONVOCATORIA PUBLICA: <https://aguasdelcesar.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/AVISO-DE-CONVOCATORIA-PU%CC%81BLICA-01-2022.pdf>
- Borrás, C. (22 de 05 de 2020). *Calor y frio*. Obtenido de <https://www.caloryfrio.com/sanitarios/tuberias-accesorios/que-es-una-valvula-y-para-que-sirve.html>
- Burns, H. (09 de 10 de 2019). *Centro de noticias*. Obtenido de <https://www.jhflow.com/spanish/info-27.html#:~:text=El%20di%C3%A1metro%20nominal%20de%20la%20v%C3%A1lvula%2C%20o%20di%C3%A1metro%20promedio%2C%20es,con%20el%20tama%C3%B1o%20de%20mecanizado.>
- Connor, N. (20 de 01 de 2020). *Thermal Engineering*. Obtenido de Thermal Engineering: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-perdida-de-cabeza-perdida-de-presion-definicion/>
- CRUD: La base dedatos. (2019). *DIGITAL GUIDE*. Obtenido de DIGITAL GUIDE.
- Díaz D. E et al. (2022). *Desarrollo de una aplicación web para conectar personas, diferentes fundaciones de acogida animal y facilitar el proceso de adopción en Bogotá D.C.* Obtenido de [Trabajo de grado de Pregrado, Universidad EAN]: <http://hdl.handle.net/10882/11816>.
- Empresas Públicas de Medellín. (13 de 09 de 2016). *EPM. Normas técnicas*. Obtenido de EPM. Proveedores y Contratistas: https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/NC_AS_IL01_03_ERP.pdf
- F, F. (11 de agosto de 2021). *Válvulas de control - Funcionamiento y Tipos*. Obtenido de Sensoricx: <https://sensoricx.com/mediciones/la-guia-maxima-valvulas-de-control/>
- Felipe. (6 de julio de 2021). *Modelo de prototipos: ¿qué es y cuáles son sus etapas?* Obtenido de hostingplus: <https://www.hostingplus.com.co/blog/modelo-de-prototipos-que-es-y-cuales-son-sus-etapas/#:~:text=Un%20modelo%20prototipo%20o%20modelo,convertirse%20en%20el%20producto%20final.>

Finotek. (s.f.). Obtenido de Finotek: <https://es.finotek.com/types-of-hydraulic-valves/#:~:text=Aqu%C3%ADhay%20algunos%20tipos%20de%20v%C3%A1lvulas%20hidr%C3%A1licas%20simplemente,de%20bola%2C%20V%C3%A1lvula%20de%20mariposa%2C%20V%C3%A1lvula%20de%20mariposa>

GALINDO, L. R. (2022). *Aviso de convocatoria publica*. Obtenido de Aguas del Cesar: <https://aguasdelcesar.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/AVISO-DE-CONVOCATORIA-PU%CC%81BLICA-01-2022.pdf>

García, H. L. (2018). *Repositorio universidade da coruña*. Obtenido de Repositorio universidade da coruña: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21678>

IDEAM. (s.f.). *Medición de Caudal*. Obtenido de Ideam.gov.co: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap11.pdf>

Ingeniería de fluidos. (2022). Obtenido de Ingeniería de fluidos: <https://www.ingenieriadefluidos.com/golpe-de-ariete>

Joaquín Monserrat Viscarri, M. J. (1998). *Caracterización de las válvulas hidráulicas de diafragma*. Obtenido de Caracterización de las válvulas hidráulicas de diafragma.: <http://hdl.handle.net/10459.1/62712>.

Jordi, O. (2016). *INFLUENCIA DE LA PRESIÓN DE TRABAJO DE LAS TUBERÍAS EN EL DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO. UTILIZACIÓN DE LAS VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN*. Obtenido de www.hidrojing.com: https://www.hidrojing.com/wp-content/uploads/Bibliografia/14_Uso%20de%20valvulas%20reductoras%20de%20presion.pdf

Karron10. (14 de Abril de 2013). *Normas y estándares en proyectos de TI*. Obtenido de Karron10: <https://karron10.wordpress.com/2013/04/14/normas-y-estandares-en-proyectos-de-ti-2/>

Microsoft. (30 de 09 de 2022). *Elección de una interfaz de usuario web de ASP.NET Core*. Obtenido de [learn.microsoft.com](https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/core/tutorials/choose-web-ui?view=aspnetcore-6.0): <https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/core/tutorials/choose-web-ui?view=aspnetcore-6.0>

molecor. (2022). *molecor*. Obtenido de molecor: <https://molecor.com/es/seleccion-presion-nominal-definiciones>

O., J. (s.f.). *INFLUENCIA DE LA PRESIÓN DE TRABAJO DE LAS*. Obtenido de J. HidroJING:
https://www.hidrojing.com/wp-content/uploads/Bibliografia/14_Uso%20de%20valvulas%20reductoras%20de%20presion.pdf

Pathak, A. (28 de may de 2022). *¿Qué es un diagrama UML y cómo crear uno [7 herramientas]?*
 Obtenido de geekflare: <https://geekflare.com/es/sobre-diagrama-uml-y-herramientas/>

Pinilla, J. G. (06 de 11 de 2022). Entrevista José Guillermo Mora Pinilla. (D. O. Roman, Entrevistador)

Portal educativo Partesdel.com. Equipo de redaccion profesional. (2017). *Partes del* . Obtenido de Partes de la valvula: https://www.partesdel.com/partes_de_la_valvula.html

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española (2001)*. Obtenido de rae.es: <https://www.rae.es/drae2001/caudal>

Servicio Hidráulico Industrial. (2018). Obtenido de Válvulas reguladoras de presión hidráulica: <https://valvulas-hidraulicas.mx/valvula-reguladora-de-presion-hidraulica/>

Sevilla, C. d. (2015). *INFLUENCIA DE LA PRESIÓN DE TRABAJO DE LAS TUBERÍAS EN EL DIMENSIONADO ÓPTIMO. UTILIZACIÓN DE LAS VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN*. Obtenido de Doc Player: <http://docplayer.es/8904040-Capitulo-6-influencia-de-la-presion-de-trabajo-de-las-tuberias-en-el-dimensionado-optimo-utilizacion-de-las-valvulas-reductoras-de-presion.html>

Silva, J. (2013). *SlideShare*. Obtenido de Valvulas de control de caudal 2005 ii.

Silva, J. (24 de 07 de 2013). *SlideShare*. Obtenido de Valvulas de control de caudal 2005 ii: <https://es.slideshare.net/jupirasilva/valvulas-de-control-de-caudal-2005-ii>

Solutions, B. W. (19 de 12 de 2016). *BERMAD 720-ES Pressure Reducing Valve Operation*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=W2Jnl135OIA>

Spiegato. (2021). *¿Que son las válvulas de control?* Obtenido de Spiegato.com: <https://spiegato.com/es/que-son-las-valvulas-de-control>

Suhissa. (2019). *Válvulas de control de flujo en una red hidráulica*.

Sumifluid D. T. (2022). *¿Qué es la estanqueidad?* Obtenido de Sumifluid®: <https://sumifluid.com/que-es-la-estanqueidad/>

Sunpacechina. (2022). *ANSI Flanged Gate Valve*. Obtenido de sunpacechina:

<https://sunpacechina.com/product/ansi-flange-gate-valve/>

TIRsa. (s.f.). *VALVULA ESFERA PASO TOTAL 2 PIEZAS M-H*. Obtenido de TIRsa:

<https://tirsariegos.com.ar/web/producto/valvula-esfera-paso-total-2-piezas-m-h/>

Válvula de retención C-340. (2020). Obtenido de Tmmanterola:

<https://www.tmmanterola.com/resto-de-familias/valvula-de-retencion-c-340>

valvulasonline. (s.f.). *¿Qué es una Válvula?* Obtenido de valvulasonline:

<https://valvulasonline.com/2021/03/que-es-una-valvula-2/>

Vittori, J. P. (20 de septiembre de 2021). *Todo lo que deberías saber sobre Mercado Objetivo*.

Obtenido de doppler: <https://blog.fromdoppler.com/todo-lo-que-deberias-saber-sobre-mercado-objetivo/>

Vyrsa. (s.f.). *Valv. de Compuerta VYR*. Obtenido de Vyrsa:

<https://www.vyrsa.com/es/catalogo/productos/valv-de-compuerta-vyr/>

Anexos

Levantamiento de Requerimientos:

PDF:



LevantamientoRequerimientos_DimensionamientoValvulas.pdf

Enlace para ver el Excel:

[LevantamientoRequerimientos_DimensionamientoValvulas.xlsx](#)

Entrevista

<https://www.youtube.com/embed/bn-Ttl6gZRY?feature=oembed>



(Pinilla, 2022)