



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**MODELACIÓN ANALÍTICA DE ACCESORIOS TIPO
VÁLVULA PARA EL FLUJO EN SISTEMAS PARA AGUA
POTABLE**

TUTOR

PhD. CALERO AMORES MARCIAL SEBASTIAN

AUTORES

JONATHAN VICENTE CHASIN MORA

DANIEL ISAAC JARAMILLO CALERO

GUAYAQUIL 2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Modelación Analítica de Accesorios Tipo Válvula para el Flujo en Sistemas para Agua Potable

AUTOR/ES:

Chasin Mora Jonathan Vicente
Jaramillo Calero Daniel Isaac

TUTOR:

PhD. Calero Amores Marcial.

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil.

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN.

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL.

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PÁGS:

183

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE Modelación analítica, accesorios tipo válvula, pérdidas de carga, resistencia al flujo, control del flujo de agua, optimización y sistemas de agua potable.

RESUMEN:

Este estudio se concentra en abordar la problemática de la insuficiente modelación analítica de los accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable, lo cual dificulta la determinación de las pérdidas de carga y la resistencia al flujo.

La investigación se desarrolla con un enfoque cuantitativo, con el objetivo de crear modelos analíticos que permita comprender los mecanismos y las causas subyacentes de las pérdidas de carga en dichos accesorios. A lo largo de cinco capítulos, se presenta el planteamiento del problema, una revisión bibliográfica, la metodología empleada, los resultados obtenidos mediante pruebas y comparaciones, y finalmente, se discuten las conclusiones y recomendaciones fundamentadas. La relevancia de este trabajo radica en mejorar la eficiencia de los sistemas hidráulicos y optimizar el control del flujo de agua en sistemas de agua potable, mediante la correcta aplicación de modelos analíticos para los accesorios tipo válvula. Esto, a su vez, contribuirá a un uso más eficiente y sostenible de los recursos hídricos en el suministro de agua potable, favoreciendo la adecuada gestión y conservación de este vital recurso.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Chasin Mora Jonathan Vicente Jaramillo Calero Daniel Isaac	Teléfono: (+593)989290619 (+593) 994476673	E-mail: jchasinm@ulvr.edu.ec djaramillo@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgr. Genaro Gaibor Spìn Decano Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: ggaibore@ulvr.edu.ec Mgr. Alexis Wladimir Valle Benítez Coordinador de la carrera de Ingeniería Civil Teléfono: (04) 2596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Modelación analítica de accesorios tipo válvula para el flujo en sistemas para agua potable

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	4%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	cimogsys.esoch.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil Trabajo del estudiante	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



PhD. Marcial Calero Amores

C.I. 0905197569

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados CHASIN MORA JONATHAN VICENTE Y JARAMILLO CALERO DANIEL ISAAC, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, Modelación analítica de accesorios tipo válvula para el flujo en sistemas para agua potable, corresponde totalmente a el(los) suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores



Chasin Mora Jonathan Vicente

C.I.2300268121



Jaramillo Calero Daniel Isaac

C.I.0954726691

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Modelación analítica de accesorios tipo válvula para el flujo en sistemas para agua potable, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: Modelación analítica de accesorios tipo válvula para el flujo en sistemas para agua potable, presentado por los estudiantes CHASIN MORA JONATHAN VICENTE Y JARAMILLO CALERO DANIEL ISAAC como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



PhD. Marcial Calero Amores

C.I. 0905197569

AGRADECIMIENTO

En este punto culminante de mi trayectoria, siento una profunda emoción al expresar mi más sincero agradecimiento por el inquebrantable respaldo que he recibido a lo largo de mi recorrido académico. A mis queridos padres, Alexandra Mora y Vicente Chasin, les reconozco el esfuerzo monumental que han invertido para permitirme celebrar este logro. Desde mis primeros pasos en la educación, su dedicación y sacrificio han iluminado mi camino hacia el éxito. Jessica Chasin y Johanna Chasin, mis amadas hermanas, han sido mi constante soporte, brindando orientación y aliento en los momentos más inciertos. A mi adorada novia, Andrea Pino, que ha sido mi fuerza en los momentos difíciles, agradezco por tu inquebrantable apoyo y aliento constante. A familiares y amigos, mi gratitud por ser mi red de contención y respaldo constante. Mi sincero agradecimiento al Dr. Marcial Calero por su invaluable orientación y colaboración. Su compromiso ha sido esencial en nuestro éxito académico. ¡Gracias por compartir su conocimiento y hacer posible este logro conjunto!

Jonathan Vicente Chasin Mora

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han contribuido de manera significativa en la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco a mi Tutor de tesis, PHD. MSC. Marcial Calero Amores, por su invaluable orientación, apoyo y sabios consejos a lo largo de este proceso de investigación. También quiero agradecer a mi familia por su constante apoyo emocional y comprensión durante este exigente camino académico. Agradezco especialmente a mis amigos y compañeros de clase, quienes me han brindado su colaboración y aliento incondicional. Además, agradezco a todos los participantes de mi estudio, cuyas aportaciones han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento a la ULVR, por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto. Todos ustedes han sido una pieza clave en el logro de este objetivo académico, y su apoyo ha sido fundamental para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional. ¡Gracias a todos!

Jaramillo Calero Daniel Isaac

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y humildad, dedico esta tesis a Dios, mi guía y fortaleza en cada paso de esta travesía académica. A mis amados padres y familiares, cuyo apoyo incondicional, motivación y perseverancia han sido mi pilar, les dedico este logro con cariño y agradecimiento sincero. En memoria de mi querida abuelita Isabel Muñoz y mi primo Cesar Rosado, cuyo legado perdura a pesar de su ausencia física, esta tesis se alza como un tributo a su amor y sabiduría, una inspiración constante para avanzar con valentía. A todos aquellos que han formado parte de este camino, mi dedicatoria rebosa de cariño y reconocimiento por el impacto profundo que han tenido en este importante capítulo de mi historia.

Jonathan Vicente Chasin Mora

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mis padres, cuyo amor incondicional, apoyo y sacrificio han sido el motor que me impulsó a perseguir mis sueños académicos. Agradezco también a mis profesores y mentores por su invaluable orientación y sabiduría, que me guiaron a lo largo de este camino de aprendizaje. Mi gratitud se extiende a mis amigos y seres queridos, quienes siempre estuvieron presentes para brindarme su aliento y comprensión. Esta tesis es el resultado de esfuerzo, dedicación y pasión, y la dedico a todos aquellos que han sido parte de mi trayectoria académica y personal, inspirándome a ser la mejor versión de mí mismo.

Jaramillo Calero Daniel Isaac

Resumen

Este estudio se concentra en abordar la problemática de la insuficiente modelación analítica de los accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable, lo cual dificulta la determinación de las pérdidas de carga y la resistencia al flujo. La investigación se desarrolla con un enfoque cuantitativo, con el objetivo de crear modelos analíticos que permita comprender los mecanismos y las causas subyacentes de las pérdidas de carga en dichos accesorios. A lo largo de cinco capítulos, se presenta el planteamiento del problema, una revisión bibliográfica, la metodología empleada, los resultados obtenidos mediante pruebas y comparaciones, y finalmente, se discuten las conclusiones y recomendaciones fundamentadas. La relevancia de este trabajo radica en mejorar la eficiencia de los sistemas hidráulicos y optimizar el control del flujo de agua en sistemas de agua potable, mediante la correcta aplicación de modelos analíticos para los accesorios tipo válvula. Esto, a su vez, contribuirá a un uso más eficiente y sostenible de los recursos hídricos en el suministro de agua potable, favoreciendo la adecuada gestión y conservación de este vital recurso.

Palabras Claves: Modelación analítica, accesorios tipo válvula, pérdidas de carga, resistencia al flujo, control del flujo de agua, y sistemas de agua potable.

Abstract

This study focuses on addressing the problem of insufficient analytical modeling of valve-type fittings in potable water systems, which hinders the determination of head losses and flow resistance. The research is developed with a quantitative approach, with the objective of creating an analytical model to understand the mechanisms and underlying causes of head losses in these fittings. Five chapters present the problem statement, a literature review, the methodology used, the results obtained through tests and comparisons, and finally, the conclusions and recommendations are discussed. The relevance of this work lies in improving the efficiency of hydraulic systems and optimizing water flow control in drinking water systems, through the correct application of an analytical model for valve-type fittings. This, in turn, will contribute to a more efficient and sustainable use of water resources in the supply of drinking water, favoring the proper management and conservation of this vital resource.

Key words: Analytical modeling, valve type fittings, head losses, flow resistance, water flow control and potable water systems.

Índice General

Contenido

Introducción	1
CAPÍTULO I.....	2
Enfoque De La Propuesta	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del Problema:.....	2
1.3 Formulación del Problema:.....	4
1.4 Objetivo General.	4
1.5 Objetivos Específicos.	4
1.6 Hipótesis.	4
1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad	5
CAPÍTULO II	6
Marco Referencial	6
2.1 Antecedentes	6
2.1.1 Agua potable	6
2.1.1.1 Agua potable a lo largo de la historia humana	7
2.1.1.2 Características del agua potable	9
2.1.2 Válvulas para sistemas de agua potable	10
2.1.2.1 Evolución de los accesorios tipo válvula para sistema de agua potable	10
2.1.2.2 Tipos de accesorios tipo válvula para sistema de agua potable	11
2.2 Marco teórico.....	15
2.2.1 Publicaciones de trabajos de investigación internacional.	15
2.2.2 Publicaciones de trabajos de investigación nacional.	23
2.2.3 Publicaciones de trabajos de investigación de la universidad.	25
2.3 Marco legal.....	26
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador	27
2.3.2 Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua	28
2.3.3 Secretaría del agua	29
2.3.4 Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA)	30
2.3.5 Empresa pública del agua, EPA EP	31
2.3.6 Norma ecuatoriana de la construcción.....	32

2.4 Marco conceptual	33
2.4.1 Conceptos basicos de hidraulica	33
2.4.1.1 Fluido	33
2.4.1.2 Propiedades físicas de los fluidos.....	33
2.4.1.2.1 Densidad (P)	33
2.4.1.2.2 Peso específico (γ).....	33
2.4.1.2.3 Temperatura.....	34
2.4.1.2.4 Presión	35
2.4.1.2.5 Viscosidad	36
2.4.2 Sistemas de agua potable.	41
2.4.3 Accesorios hidráulicos para tuberías de agua potable.....	41
2.4.2.1 Válvula	41
2.4.2.2 Accesorios de tubería.....	41
2.4.2.3 Medidores de agua.....	41
2.4.2.4 Tanque de almacenamiento	41
2.4.3 Modelación analítica.....	42
2.4.4 Propiedades hidráulicas.	42
2.4.5 Diseño y optimización del sistema.....	42
2.4.6 Mantenimiento preventivo.....	42
2.4.7 Eficiencia energética.	42
2.4.8 Pérdidas- de carga	42
2.4.9 La fricción en los sistemas de agua potable	43
CAPÍTULO III	44
Marco Metodológico.....	44
3.1 Enfoque de la investigación:.....	44
3.2 Alcance de la investigación:	44
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos	46
3.3.1 Experimento	46
3.3.2 Instrumentos.....	47
3.3.2.1 Instrumentos sistemáticos	47
3.3.2.1.1 Guía de observación de campo	47
3.3.2.2 Instrumentos para la recolección de datos	47
3.3.2.2.1 Bomba.....	47
3.3.2.2.2 Manómetros	48

3.3.2.2.3 Volumétrico de agua.....	50
3.3.2.2.4 Banco Hidráulico	50
3.4 Población y muestra	51
3.4.1 Población	51
3.4.1.1 Descripción de la población.....	51
3.4.1.2 Cuantificación de la población	51
3.4.2 Muestra	51
3.4.2.1 Descripción de la muestra	51
3.4.2.2 Cuantificación de la muestra	51
3.4.2.3 Criterio de la evaluación de la muestra.....	52
3.5 Síntesis metodológica	52
CAPÍTULO IV.....	54
Propuesta o Informe.....	54
4.2 Válvulas.....	57
4.2.1 Válvulas compuerta.....	57
4.2.2 Válvula esférica	58
4.3 Características de las válvulas	60
4.3.1 Válvula de Compuerta Esclusa 1/2".....	60
4.3.2 Válvula de Compuerta Esclusa 3/4".....	62
4.3.3 Válvula Esférica Extra Liviana 1/2"	64
4.3.4 Válvula Esférica Extra Liviana 3/4"	66
4.3.5 Válvula de compuerta 1/2".....	68
4.3.6 Válvula de compuerta 3/4".....	70
4.3.7 Válvula esférica estándar 1/2" paso total	72
4.3.8 Válvula esférica estándar 3/4" paso total	74
4.4 Presentación y análisis de resultados.....	75
4.4.1 Bases de la experimentación	75
4.4.2 Desarrollo del prototipo	76
4.4.2.1 Herramientas a utilizar y equipos	76
4.4.2.2 Materiales y accesorios	80
4.4.2.3 Construcción del prototipo	84
4.4.2.3.1 Etapa 1 Selección de los componentes	84
4.4.2.3.2 Etapa 2 Adquisición de los componentes.....	86
4.4.2.3.3 Etapa 3 Ensamblaje del prototipo.....	88

4.4.2.3.4 Etapa 4 Pruebas y ajustes.	90
4.4.2.3.5 Etapa 5 Validación del prototipo.	90
4.4.2.3.6 Etapa 6 Optimización y ajustes finales.	91
4.4.3 Desarrollo experimental.....	92
4.4.3.1 Numero de Reynolds.....	92
4.4.3.2 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aberturas en válvulas esféricas de 1/2:.....	94
4.4.3.3 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aberturas en válvulas esféricas de 3/4:.....	99
4.4.3.4 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aberturas en válvulas de compuerta de 1/2:	104
4.4.3.5 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aberturas en válvulas de compuerta de 3/4:	110
4.4.4 Tablas de porcentaje de distorsión entre válvulas Fv y Edesa.....	116
4.4.5 Análisis sobre el coeficiente K manual con el coeficiente K experimental	131
4.5 Conclusiones.....	134
4.6 Recomendaciones	136
4.7 Referencias Bibliográficas	137
4.8 Anexos	143

Índice de Tablas

Tabla 1 Línea de investigación de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.....	5
Tabla 2 Valores de coeficientes de pérdidas en accesorios.....	15
Tabla 3 Propiedades del agua.....	36
Tabla 4 Contexto general del experimento.....	46
Tabla 5 Tabla para recolección de datos de la válvula compuerta.....	47
Tabla 6 Tabla para recolección de datos de la válvula esférica.....	47
Tabla 7 Muestra de la investigación.....	52
Tabla 8 Listado de materiales.....	85
Tabla 9 Listado de herramientas.....	85
Tabla 10 Costos para el prototipo.....	86
Tabla 11 Costos directo para la investigación.....	87
Tabla 12 Costo aproximado en el aporte de la FIIC en la investigación.....	87
Tabla 13 Costo total del proyecto.....	87
Tabla 14 Valores de número de Reynolds.....	92
Tabla 15 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°.....	94
Tabla 16 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°.....	95
Tabla 17 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°.....	96
Tabla 18 Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de $\frac{1}{2}$, con Q constante y variación de aberturas.....	98
Tabla 19 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°.....	99
Tabla 20 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°.....	100
Tabla 21 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°.....	101
Tabla 22 Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de $\frac{3}{4}$ para Q constante y variación de aberturas.....	102
Tabla 23 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°.....	104
Tabla 24 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°.....	105
Tabla 25 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°.....	106
Tabla 26 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°.....	107
Tabla 27 Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de $\frac{1}{2}$ para Q constante y variación de aberturas.....	108
Tabla 28 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°.....	110

Tabla 29 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°	111
Tabla 30 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°	112
Tabla 31 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°	113
Tabla 32 Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de ¾ para Q constante y variación de aberturas	115
Tabla 33 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; apertura 15°	117
Tabla 34 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; apertura 45°	118
Tabla 35 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; apertura 90°	119
Tabla 36 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; apertura 15°	120
Tabla 37 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; apertura 45°	121
Tabla 38 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; apertura 90°	122
Tabla 39 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; apertura 45°	123
Tabla 40 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; apertura 90°	124
Tabla 41 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; apertura 180°	125
Tabla 42 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; apertura 225°	126
Tabla 43 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; apertura 45°	127
Tabla 44 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; apertura 90°	128
Tabla 45 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; apertura 180°	129
Tabla 46 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; apertura 225°	130

Tabla 47 <i>Tabla de Coeficiente de pérdida (K) manual para aditamentos de tuberías.</i>	131
Tabla 48 <i>Tabla Referencial de coeficiente de Perdida k experimental.</i>	131

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Bernoulli	12
Ecuación 2 Perdida localizada	14
Ecuación 3 Densidad	33
Ecuación 4 Peso específico	33
Ecuación 5 Presión	35
Ecuación 6 Número de Reynolds	38
Ecuación 7 Numero de Reynolds en flujo en tubería llena	38
Ecuación 8 Flujo laminar	39
Ecuación 9 Flujo turbulento	40
Ecuación 10 Energía	55
Ecuación 11 Coeficiente k.....	57
Ecuación 12 Número de Reynolds	92

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Agua potable</i>	7
Figura 2 <i>Institucionalidad para Servicios de A&S - Mapeo de Actores</i>	30
Figura 3 <i>Institucionalidad del sector hídrico</i>	31
Figura 4 <i>Empresa Pública de Agua</i>	32
Figura 5: <i>Escala de Temperatura</i>	35
Figura 6 <i>Tipos de flujos</i>	38
Figura 7 <i>Obtención de la perdida de carga</i>	54
Figura 8 <i>Válvula de compuerta</i>	58
Figura 9 <i>Válvulas esférica</i>	59
Figura 10 <i>Válvula de Compuerta Esclusa 1/2"</i>	60
Figura 11 <i>Válvula de Compuerta Esclusa 3/4"</i>	62
Figura 12 <i>Válvula Esférica Extra Liviana 1/2"</i>	64

Figura 13	<i>Válvula Esférica Extra Liviana 3/4"</i>	66
Figura 14	<i>Válvula de compuerta 1/2"</i>	68
Figura 15	<i>Válvula de compuerta 3/4"</i>	70
Figura 16	<i>Válvula esférica estándar 1/2" paso total</i>	72
Figura 17	<i>Válvula esférica estándar 3/4" paso total</i>	74
Figura 18	<i>Sierra de mano</i>	76
Figura 19	<i>Llave de tubo</i>	76
Figura 20	<i>Llave inglesa</i>	77
Figura 21	<i>Tarraja manual</i>	78
Figura 22	<i>Flexómetro</i>	78
Figura 23	<i>Bomba de agua</i>	79
Figura 24	<i>Banco hidráulico</i>	80
Figura 25	<i>Codo de 90°</i>	80
Figura 26	<i>Accesorio tipo tee</i>	81
Figura 27	<i>Unión universal</i>	82
Figura 28	<i>Tuberías de PVC</i>	82
Figura 29	<i>Reductor bushing</i>	83
Figura 30	<i>Cinta teflón</i>	83
Figura 31	<i>Válvula purgadora de aire</i>	84
Figura 32	<i>Elaboración de hilos en la tubería</i>	88
Figura 33	<i>Colocación del medidor de agua</i>	89
Figura 34	<i>Colocación de las válvulas</i>	89
Figura 35	<i>Colocación de prototipo</i>	90
Figura 36	<i>Realización de pruebas preliminares</i>	91
Figura 37	<i>Ajustes finales del prototipo</i>	91

Índice de Gráficas

Gráfica 1 Número de Reynolds / caudales para diámetro de 1/2	92
Gráfica 2 Número de Reynolds / caudales para diámetro de 3/4	93
Gráfica 3 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°	94
Gráfica 4 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°	95
Gráfica 5 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°	96
Gráfica 6 Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de 1/2	98
Gráfica 7 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°	99
Gráfica 8 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°	100
Gráfica 9 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°	101
Gráfica 10 Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de 3/4.....	103
Gráfica 11 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°	104
Gráfica 12 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°	105
Gráfica 13 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°	106
Gráfica 14 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°	107
Gráfica 15 Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de 1/2.....	109
Gráfica 16 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°	110
Gráfica 17 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°	111
Gráfica 18 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°	112
Gráfica 19 Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°	113
Gráfica 20 Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de 3/4.....	115
Gráfica 21 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 15°	117
Gráfica 22 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 45°	118
Gráfica 23 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 90°	119
Gráfica 24 Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 15°	120

Gráfica 25 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 45°</i>	121
Gráfica 26 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 90°</i>	122
Gráfica 27 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 45°</i>	123
Gráfica 28 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 90°</i>	124
Gráfica 29 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 180°</i>	125
Gráfica 30 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 225°</i>	126
Gráfica 31 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 45°</i>	127
Gráfica 32 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 90°</i>	128
Gráfica 33 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 180°</i>	129
Gráfica 34 <i>Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 225°</i>	130
Gráfica 35 <i>Grafica de aberturas de coeficiente k manual / coeficiente k experimental (Válvula esférica o bola)</i>	132
Gráfica 36 <i>Grafica de aberturas de coeficiente k manual / coeficiente k experimental (Válvula de Compuerta)</i>	133

Índice de Anexos

Anexo 1 Construcción del prototipo.....	143
Anexo 2 Especificaciones técnicas de las válvulas	145
Anexo 3 Tabla de resultados de las válvulas de compuerta y esférica.....	153

Introducción

El trabajo se enfoca en abordar la problemática de la escasa modelación analítica de los accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable, lo cual dificulta la determinación de las pérdidas de carga y la resistencia al flujo.

La investigación se ha desarrollado con un enfoque cuantitativo y ha sido orientada hacia la creación de un modelo analítico que permita comprender los mecanismos y causas subyacentes de las pérdidas de carga en los accesorios tipo válvula.

En el Capítulo I, se expone el planteamiento del problema y se describe detalladamente el tema de investigación. Luego, en el Capítulo II, se lleva a cabo una revisión bibliográfica que abarca los conceptos y teorías relacionados con la modelación analítica de accesorios tipo válvula.

El Capítulo III se centra en explicar la metodología empleada en el proyecto, detallando el alcance de la investigación. Posteriormente, en el Capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos a través de pruebas y comparaciones, utilizando datos experimentales y simulaciones numéricas.

Finalmente, en el Capítulo V, se discuten las conclusiones y se ofrecen recomendaciones fundamentadas para la toma de decisiones y la implementación de medidas basadas en los resultados obtenidos. Este trabajo es de suma relevancia, ya que busca mejorar la eficiencia de los sistemas hidráulicos y optimizar el control del flujo de agua en sistemas de agua potable. La utilización de un modelo analítico adecuado para los accesorios tipo válvula puede ser clave para alcanzar estos objetivos y contribuir a un uso más eficiente y sostenible de los recursos hídricos en el suministro de agua potable.

CAPÍTULO I

Enfoque De La Propuesta

1.1 Tema:

“Modelación analítica de accesorios tipo válvula para el flujo en sistemas para agua potable”.

1.2 Planteamiento del Problema:

La escasa modelación analítica de los accesorios tipo válvula y la falta de información, no permite determinar las pérdidas de cargas y la resistencia al flujo. Los sistemas de agua potable están teniendo pérdidas de presión, ya que, el fluido al realizar el recorrido por la tubería tiene una variación de energía. La pérdida de carga a gran escala ocasiona la reducción del fluido y la disminución de la presión. La consecuencia afectara a la eficacia de los sistemas hidráulicos y arriesga los estándares que se requiere de flujo.

En los sistemas de agua potable, los accesorios tipo válvula desempeñan un papel crucial en el control del flujo de agua. Estos accesorios permiten regular el caudal, la presión, y la dirección del agua en el sistema. Sin embargo, en la actualidad, existe una falta de modelos analíticos precisos y confiables para la modelación de accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable. Esto presenta varios desafíos en el diseño, la optimización y la gestión eficiente de estos sistemas.

Enfrentamos un desafío importante: la carencia de una herramienta de análisis y modelado que aborde de forma completa los diversos factores que deterioran el rendimiento de los accesorios de válvula. Estos factores incluyen aspectos como la forma y estructura del accesorio, el tipo de material utilizado en su construcción, las propiedades hidráulicas del agua, las condiciones de funcionamiento y los impactos del desgaste y la corrosión. Necesitamos una solución integral que tome en cuenta todos estos elementos para comprender mejor el comportamiento de las válvulas y optimizar su funcionamiento limitación dificulta la predicción precisa del rendimiento de los accesorios tipo válvula y su interacción con el flujo de agua en el sistema.

Además, la falta de modelos analíticos precisos también afecta la capacidad de evaluar el impacto de los accesorios tipo válvula en el sistema de agua potable en términos de pérdidas de carga, eficiencia energética, riesgo de fugas y calidad del agua. La falta de información confiable dificulta la toma de decisiones informadas para el diseño óptimo de sistemas de agua potable y la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo.

Con el rápido crecimiento de la población en zonas urbana genera gran demanda de los servicios de agua y saneamiento. En el momento de aumentar la red agua potable y satisfacer las necesidades de la población genera gran pérdida de carga. Esto se debe por el aumento de longitud de la tubería y diferentes tipos de accesorios como válvulas, codos, unión, etc. También las líneas clandestinas traen consecuencias como fugas y pérdida de presión. Para satisfacer a la población con un caudal requerido equivale más energía producida por la bomba.

El uso de diferentes materiales como el acero y el PVC en las válvulas pueden afectar directamente a la calidad del agua. Según la OMS dice: para que el agua sea consumida por el humano debe tener estos parámetros de menos de 300 mg/L de TDS (Totales de Sólidos Disueltos) y de pH de 6.5 a 8.5 como guía de tener valores altos se afectará directamente al consumidor que pueden generar enfermedades como diarrea, mareos etc. Es importante tomar en cuenta los materiales que se utilizan porque las válvulas van a estar expuestas al aire libre y van a afectar directamente al agua potable. Las válvulas de acero pueden experimentar corrosión a lo largo de los años y desencadenar consecuencias a largo plazo.

También se puede dar el caso de que las válvulas no estén correctamente funcionando ya sea, el material no adecuado o un trabajo deficiente al momento de instalar dicho accesorio. Al no estar funcionando al 100% la válvula puede presentarse los siguientes problemas:

- Fugas de agua: Esto acarrea en una pérdida de presión y pérdida económica de la misma.
- Obstrucción: Al existir sólidos en las paredes de la tubería genera pérdidas de cargas en el momento que exista fricción con el agua.

- Mala calidad: Al tener una válvula de baja calidad puede ocasionar el deterioro de la misma en un menor tiempo determinado y esto implica un mantenimiento constante que se refleja en gastos.

Por lo tanto, es necesario desarrollar un modelo analítico robusto y preciso para la modelación de accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable. Este modelo debería considerar de manera integral los factores mencionados anteriormente y proporcionar resultados confiables que permitan la optimización del rendimiento del sistema, la reducción de pérdidas y fugas, el ahorro energético y la mejora en la calidad del agua.

1.3 Formulación del Problema:

¿Qué efecto tendrá realizar la modelación analítica de los accesorios tipo válvulas en el sistema de agua potable?

1.4 Objetivo General.

Elaborar modelos analíticos para accesorios tipo válvula mediante un prototipo de un sistema de tuberías cerrado.

1.5 Objetivos Específicos.

- Investigar las características que presentan los accesorios tipo válvula.
- Desarrollar un prototipo del sistema cerrado de tuberías.
- Experimentar la resistencia al flujo.
- Evaluarlos tipos de válvulas distribuidos en el país técnica y económicamente.

1.6 Hipótesis.

Con la modelación analítica de los accesorios tipo válvulas se logrará mejorar los sistemas de agua potable.

1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad

Tabla 1

Línea de investigación de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

Dominio	Línea institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Territorio

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte, (2023)

La justificación de la línea de investigación centrada en la modelación analítica de los accesorios tipo válvula se fundamenta en la carencia evidente de modelos analíticos en el medio actual. La ausencia de tales modelos limita la comprensión profunda de los comportamientos y fenómenos asociados a estos accesorios cruciales en sistemas de flujo.

CAPÍTULO II

Marco Referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Agua Potable

Desde tiempos remotos, el acceso al agua potable ha sido una preocupación fundamental para las civilizaciones. Este valioso recurso líquido es esencial para la vida humana y ha impulsado a las sociedades a desarrollar diversas técnicas y sistemas para obtener agua limpia y segura.

A lo largo de la historia, se han empleado diferentes métodos para asegurar el suministro de agua potable. En las antiguas civilizaciones, como Mesopotamia, Egipto y Roma, se construyeron acueductos y sistemas de distribución para transportar agua desde fuentes distantes hasta las ciudades, asegurando así su disponibilidad.

Con la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII, la demanda de agua potable aumentó debido al crecimiento de las ciudades y la industrialización. Fue en esta época cuando surgieron sistemas de suministro público de agua, con la implementación de redes de tuberías y estaciones de bombeo para abastecer a la creciente población.

En la actualidad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece estándares para medir el acceso al agua potable. Según la OMS, se considera que existe acceso cuando la fuente de agua potable más cercana se encuentra a menos de un kilómetro de distancia, y se garantiza un suministro mínimo de veinte litros de agua diarios por cada miembro de una unidad familiar.

Sin embargo, a pesar de los avances en tecnología y saneamiento, aún existen desafíos para garantizar el acceso universal al agua potable. En muchas regiones del mundo, la falta de infraestructura adecuada y la contaminación del agua representan obstáculos para obtener agua limpia y segura.

El acceso equitativo al agua potable es un derecho fundamental para todas las personas. No solo es necesario para mantener la salud y el bienestar, sino que también es esencial para promover el desarrollo sostenible de las comunidades. Por tanto, es

crucial seguir trabajando en la mejora de los sistemas de abastecimiento y el tratamiento del agua, para asegurar que este recurso vital esté al alcance de todos, sin importar su ubicación geográfica o condición socioeconómica.

Figura 1
Agua potable



Fuente: Alcora, (2018)

2.1.1.1 Agua Potable a lo Largo de la Historia Humana. El suministro de agua potable es una necesidad básica para la vida humana y ha sido una preocupación constante a lo largo de la historia. A continuación, se presentan algunos antecedentes relevantes relacionados con el acceso y el suministro de agua potable:

Civilizaciones Antiguas: Desde las civilizaciones antiguas, como la antigua Mesopotamia, Egipto, Grecia y Roma, se evidencia la presencia de sistemas de abastecimiento de agua. Estos sistemas incluían acueductos, pozos y sistemas de distribución para llevar agua a las ciudades y satisfacer las necesidades de la población.

Acueductos Romanos: El Imperio Romano destacó por sus impresionantes acueductos, que transportaban agua desde fuentes distantes hasta las ciudades. El más famoso de ellos es el Acueducto de Segovia en España, que aún se mantiene en pie como testimonio de la ingeniería romana.

Revolución Industrial: La Revolución Industrial, que tuvo lugar a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, logró un acelerado crecimiento de las ciudades y una gran

industrialización. Este crecimiento significó un aumento considerable en la necesidad de agua potable. Como respuesta a esta demanda, surgieron sistemas de suministro público de agua que incluyeron la construcción de extensas redes de tuberías y la implementación de estaciones de bombeo para abastecer a la creciente población. Estas infraestructuras fueron fundamentales para garantizar el suministro de agua a las ciudades en expansión y para satisfacer las necesidades tanto domésticas como industriales.

Avances en Tecnología y Saneamiento: A lo largo del siglo XX, se experimentaron notables avances tecnológicos y en saneamiento en relación al suministro de agua potable. Se llevaron a cabo importantes mejoras en los sistemas de tratamiento y desinfección del agua, destacando la introducción de la cloración. Esta técnica revolucionaria contribuyó significativamente a la reducción de la propagación de enfermedades transmitidas por el agua. La cloración se convirtió en una herramienta efectiva para eliminar microorganismos patógenos y garantizar la seguridad del suministro de agua potable. Estos avances en tecnología y saneamiento jugaron un papel crucial en la protección de la salud pública y en la mejora de la calidad de vida de la población al disminuir con los riesgos asociados al consumo de agua contaminada.

Organismos Internacionales: A nivel internacional, se crearon organismos y programas dedicados a promover el acceso universal al agua potable. Uno de los hitos importantes fue la declaración del acceso al agua potable y el saneamiento como un derecho humano por parte de las Naciones Unidas en 2010.

En la era actual, el acceso a agua potable sigue presentando desafíos en diversas regiones del mundo. Sin embargo, se sigue trabajando arduamente para mejorar la infraestructura y los sistemas de abastecimiento con el objetivo de asegurar un suministro de agua seguro y sostenible. La meta es lograr un acceso equitativo y universal al agua potable, reconocido como un derecho fundamental, fundamental para salvar la salud, mejorar la calidad de vida y promover el desarrollo sostenible de las comunidades. Este compromiso global implica la implementación de tecnologías innovadoras, la gestión eficiente de los recursos hídricos y la colaboración entre

gobiernos, organizaciones internacionales y comunidades locales. A través de estos esfuerzos continuos,

2.1.1.2 Características del Agua Potable. Para que el agua potable sea considerada segura y apta para el consumo humano, debe cumplir con varios estándares y características. El agua potable debe cumplir con algunas de las siguientes características:

Pureza: El agua potable debe estar libre de contaminantes y sustancias que pueden poner en peligro la salud humana. Esto significa que no hay microorganismos infecciosos, metales pesados, productos químicos peligrosos y otras impurezas nocivas.

Transparencia y Aspecto Limpio: El agua potable debe ser transparente y clara visualmente, sin la presencia de partículas suspendidas, sedimentos u otras sustancias que afecten su apariencia.

Sabor y Olor Agradable: El agua potable debe tener un sabor y olor neutro o agradable. No debe presentar sabores desagradables, como el gusto metálico, químico o amargo, ni olores fuertes o desagradables.

Ph Balanceado: El agua potable debe tener un pH dentro del rango adecuado, generalmente entre 6.5 y 8.5, para evitar que sea demasiado ácida o alcalina, lo cual podría afectar la salud o el sabor del agua.

Ausencia de Contaminantes Microbiológicos: El agua potable debe someterse a tratamientos de desinfección, como la cloración, para eliminar microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, que puedan causar enfermedades.

Baja Concentración de Sustancias Químicas: El agua potable debe cumplir con límites establecidos para la concentración de sustancias químicas, como pesticidas, herbicidas, metales pesados, compuestos orgánicos y otros contaminantes químicos, que puedan representar un riesgo para la salud a largo plazo.

Minerales y Nutrientes Esenciales: El agua potable puede contener minerales y nutrientes beneficiosos para la salud, como calcio, magnesio, sodio y potasio, en cantidades adecuadas y equilibradas.

Estas características son fundamentales para asegurar que el agua potable sea segura, saludable y apta para el consumo humano. Los organismos reguladores y las autoridades sanitarias establecen estándares y normativas para garantizar que el suministro de agua cumpla con estos requisitos y pueda ser considerado potable

2.1.2 Válvulas para sistemas de agua potable

Los accesorios tipo válvula son componentes diseñados específicamente para regular el flujo y la presión del agua en sistemas de distribución de agua potable. Estos accesorios desempeñan un papel fundamental en el suministro de agua limpia y segura a los usuarios finales. Su función principal es controlar y regular el flujo de agua, permitiendo abrir, cerrar o ajustar la cantidad de agua que circula en una red de distribución. Además, estos accesorios ayudan a mantener la estabilidad de la presión del agua, lo que contribuye a un suministro confiable y eficiente. Los accesorios tipo válvula son componentes esenciales en la infraestructura de los sistemas de agua potable, garantizando un suministro adecuado y seguro para satisfacer las necesidades de la comunidad.

2.1.2.1 Evolución de los Accesorios Tipo Válvula para Sistema de Agua Potable. Los accesorios tipo válvula para sistemas de agua potable se remontan a muchos años atrás, ya que la necesidad de controlar el flujo y la presión del agua ha sido fundamental en la gestión y distribución del suministro de agua potable.

A lo largo de la historia, las civilizaciones han desarrollado diferentes tipos de válvulas para garantizar un suministro seguro y eficiente de agua potable. En las antiguas civilizaciones, como la romana y la griega, se utilizaban sistemas de tuberías y válvulas para llevar agua desde fuentes naturales, como ríos o manantiales, hasta las ciudades.

Durante la Edad Media, se utilizaron válvulas rudimentarias, como las compuertas de madera, para controlar el flujo de agua en sistemas de irrigación y abastecimiento de agua. A medida que avanzaba la tecnología, se fueron desarrollando y perfeccionando diferentes tipos de válvulas, como las de compuerta de metal y las de globo, que permitían un mejor control del flujo y la presión del agua.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial, se produjo un gran avance en la fabricación y la tecnología de las válvulas. Se introdujeron nuevos materiales, como el hierro fundido y el acero, que permitieron la construcción de válvulas más duraderas y resistentes. Además, se desarrollaron sistemas de automatización y control para las válvulas, lo que facilitó su operación y supervisión.

En la actualidad, los accesorios tipo válvula para sistemas de agua potable han evolucionado considerablemente. Se utilizan materiales avanzados, como el acero inoxidable y los polímeros, que ofrecen resistencia a la corrosión y una larga vida útil. Además, se han diseñado válvulas con características específicas para adaptarse a diferentes condiciones de presión, temperatura y caudal.

La continua investigación y desarrollo en el campo de los accesorios tipo válvula ha llevado a mejoras significativas en términos de eficiencia, confiabilidad y seguridad en los sistemas de agua potable. Hoy en día, los accesorios tipo válvula desempeñan un papel vital en la gestión y el control del suministro de agua potable, garantizando un suministro seguro y de alta calidad para las comunidades en todo el mundo.

2.1.2.2 Tipos de Accesorios Tipo Válvula para Sistema de Agua Potable

Existen diversos tipos de accesorios tipo válvula utilizados en sistemas de agua potable. A continuación, se mencionan algunos de los más comunes:

Válvulas de Compuerta: Son válvulas de paso completo que permiten abrir o cerrar completamente el flujo de agua. Se utilizan para controlar el flujo en secciones de la red de distribución, como en tuberías principales o ramales.

Válvulas de Bola: Estas válvulas tienen un disco en forma de bola que controla el flujo de agua. Se abren o cierran mediante un giro de 90 grados del vástago que atraviesa la bola.

Estos ejemplos representan solo una muestra de los diversos tipos de accesorios de válvulas utilizados en sistemas de agua potable. La elección de los accesorios apropiados depende de varios factores, como el diámetro de las tuberías, la presión del agua, el caudal requerido y las necesidades específicas del sistema de distribución de agua potable. Es importante seleccionar los accesorios adecuados para garantizar un

funcionamiento eficiente y confiable del sistema, asegurando así un suministro óptimo de agua potable a los usuarios finales. La consultoría de expertos en el campo de la ingeniería hidráulica y de distribución de agua es fundamental para determinar los accesorios de válvulas más adecuados en cada situación particular.

Bernoulli hizo contribuciones significativas al campo de la hidráulica. El principio establece que, en un flujo continuo de fluido, la energía total del fluido se conserva a lo largo de una línea de flujo, lo que implica una relación entre la velocidad, la presión y la altura del fluido. La ecuación de Bernoulli es una expresión matemática derivada de su principio que establece que la suma de la presión estática, la presión dinámica (relacionada con la velocidad del fluido) y la presión gravitatoria (relacionada con la altura del fluido) es constante a lo largo de una línea de circulación en un flujo sin fricción y sin transferencia térmica.

La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 1 Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Dónde:

P= presión estática del fluido,

ρ = densidad del fluido,

v= velocidad media del fluido,

g= aceleración debido a la gravedad,

h= altura del fluido sobre un punto de referencia.

Las pérdidas de carga se refieren a la disminución de energía experimentada por un flujo de sustancia al moverse a través de tuberías o elementos hidráulicos. Esto implica que cuando hay cambios en el caudal en diferentes puntos, se producen pérdidas reales de energía. Estas pérdidas se expresan en términos de energía por unidad de

peso del fluido que circula. Es crucial tener en cuenta estas pérdidas al diseñar un sistema, ya que permiten garantizar la eficiencia del mismo. Considere y calcule correctamente las pérdidas de carga que ayudarán a lograr un diseño óptimo y eficaz, asegurando un flujo de fluido adecuado y minimizando las pérdidas de energía. Esto resulta fundamental para maximizar el rendimiento y la eficiencia en sistemas hidráulicos y garantizar su funcionamiento óptimo.

Existen variables de la fluidodinámica que se tienen que considerar dependiendo de la sustancia, esto determinará la pérdida de carga, un ejemplo puede ser un sistema de tubería de forma lineal, en medida que la sustancia valla avanzando, exista una pérdida de presión. Las pérdidas de carga dependen de variables como son:

- El largo: a más extensa que sea la tubería existirá mayor pérdida.
- Cantidad de agua: entre más entrada de agua, superior será la pérdida.
- El componente: cada material es diferente, ya que, tienen diferentes especificaciones y características, entre más fricción tenga con la sustancia, existirá mayor pérdida.
- El tipo de sustancia o fluido: esto depende de la densidad del fluido, puesto que, tanto el cociente y la masa que ocupa en el espacio, permitirá la movilidad. Por lo tanto, el resultado serán distintos con relación a la pérdida.

La profesora Amparo López Jiménez del departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia ha realizado importantes contribuciones en el campo de la ingeniería hidráulica y medio ambiente. Sus investigaciones y experiencia académica han ayudado a avanzar en el conocimiento y la comprensión de diversos aspectos relacionados con el agua y el medio ambiente.

Las pérdidas de carga localizadas, por ende, no son debidas a la fricción, sino son debidas al cambio de cantidad de movimientos que experimentan los fluidos cuando cambian su dirección, en una t , en un codo, en un estrechamiento y todas ellas dependen de cuales hayan sido las formas en las cuales haya variado la velocidad. Algunas veces a esas cargas localizadas se les llama pérdidas menores, pero, no necesariamente tienen

que serlo, dependen de cuales hayan sido los accesorios involucrados en una conducción. (Amparo, 2013)

Las pérdidas localizadas en cierto punto, se dan por los movimientos que se emplean a la hora que la sustancia o fluido cambie su dirección, a esto le podemos conocer como pérdidas de accesorios. Las pérdidas continuas su diferencia es que su enfoque mayor es acerca de la viscosidad del fluido, la distancia del sistema y la rugosidad de las tuberías. Las pérdidas de carga puntualizadas a lo extenso del sistema, igualmente produce perdidas mínimas en lugares que se encuentran válvulas, codos, entre otros accesorios hidráulicos.

La siguiente expresión es acerca de las pérdidas localizadas.

Ecuación 2 Perdida localizada

$$hl = k \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

hl: pérdida de carga localizada (m)

k: coeficiente de perdida localizada. (no tiene dimensiones)

v: velocidad media del agua, antes o después del punto singular. (m/s)

g: gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

El coeficiente de perdida localizada (k) es un dato experimental. Este valor no depende solo del material del accesorio, sino más bien de su geometría de la tubería o accesorios, entre otros parámetros más. Además, la tabla siendo que el coeficiente k no depende del caudal o velocidad, lo cual es parte de la investigación:

Tabla 2

Valores de coeficientes de pérdidas en accesorios.

Accesorios	K
Codos de 90°	0,9
Codos de 45°	0,4
T (principal)	0,3
T (salida)	1,8
Válvula de Globo 100% abierta	10
Válvula de Compuerta 100% abierta	0,2
Válvula de Compuerta 50% abierta	5,6
Válvula de Compuerta 25% abierta	24
Entrada	0,5
Salida	1

Fuente: Linares (2015)

2.2 Marco Teórico.

2.2.1 Publicaciones de Trabajos de Investigación Internacional.

Barreto, Barragán, y Trujillo en el año 2008 indicaron en su estudio de “Diseño y montaje del equipo hidráulico para la experimentación de pérdidas por fricción, perdidas localizadas” El estudio y la estructuración de los procedimientos hidráulicos se enfocaron en los líquidos como componentes principales. Los análisis se centraron en los sistemas de tuberías, que desempeñaron un papel crucial en los desarrollos físicos. Las pérdidas por fricción desempeñaron un papel fundamental, ya que eran valores importantes a tener en cuenta al diseñar los sistemas hidráulicos. Uno de los desafíos que surgieron en los sistemas fue que, cuando los fluidos entraban en contacto con cualquier tipo de tubería, la presión de salida no era igual a la de entrada, lo que resultaba en una disminución de energía. Esto generaba pérdidas en las tuberías, ya sea debido a su construcción o al material utilizado. Incluso las válvulas, al cerrar el paso del agua, generaban ciertas pérdidas que, aunque eran mínimas, debían considerarse al diseñar un sistema.

Russi en el 2015, en su trabajo de grado fue *“Determinación experimental del coeficiente de pérdidas menores y el comportamiento hidráulico de diferentes válvulas tipo cheque usadas en sistemas internos de distribución de agua potable”* El objetivo de la investigación era verificar las pérdidas que tienen las tuberías de la empresa Helbert y Cia, poniendo en consideración los valores reales de cada uno de los coeficientes de pérdidas, ya que tienen mucha importancia a la hora de realizar los cálculos correspondientes para cada uno de los sistemas de agua potable. La prueba se realizó en la universidad Javeriana donde tenían un banco de pruebas en el cual se podía conectar a ese sistema tuberías de $\frac{3}{4}$ hasta 2". En el proyecto se analizaron 45 cheques en el cual se ejecutó con 10 caudales diferentes. En la ejecución tanto el fluido como el empuje fueron monitoreados por separado para poder tener resultados detallados. Por lo tanto, las variables que tenían fueron analizadas mediante métodos y softwares aplicados al proyecto.

Ponce en 2006 presento su trabajo de titulación *“manual para ensayo de pérdidas de energía en accesorios de tubería del laboratorio de hidráulica”* El propósito principal de este proyecto de graduación fue desarrollar un manual para el laboratorio de Hidráulica. Para llevar a cabo los experimentos, se quitó un panel que contenía una variedad de accesorios hidráulicos. Estos accesorios fueron utilizados para obtener información sobre las pérdidas de energía en cada uno de ellos, comparando los resultados con las ecuaciones teóricas y los valores prácticos encontrados en manuales de Hidráulica. Durante el estudio experimental de las pérdidas por fricción, se identificó que estas dependen del material de construcción de la tubería, su estado (nueva, usada o muy usada), la longitud, el diámetro y la velocidad del flujo. En relación a los resultados obtenidos para los factores de pérdida K de los distintos accesorios evaluados en el equipo, se encontró que se ubicaban dentro de rangos aceptables.

Fuentes, Navas y Vázquez en el 2011 propusieron su trabajo de investigación *“Estimación y localización de fugas en una red de tuberías de agua potable usando algoritmos genéticos”* Con la pérdida de agua potable en las redes de distribución reduce drásticamente su eficiencia y genera pérdidas económicas. Los autores de la tesis presentaron una propuesta con un algoritmo que evaluó la verificación de funcionamiento

hidráulico de la red y comprobó que la solución sugerida fue la óptima. En donde se determinó el caudal del mismo y la posición en las tuberías de red cerrada. El método en el que se basó fue para las mediciones de presión en conexiones de la cañería, conocimiento las particularidades de la red y valoración de los requisitos de caudal. Se concluyó que los resultados obtenidos se comprobaron con el algoritmo genérico permitió ubicar las salidas del líquido y precisar los gastos, comprendiendo que es un método aleatorio, con lo que se puede obtener distintas respuestas.

Burgos y Gonzales trabajaron en el 2009 el siguiente artículo "*Detección de pérdidas en tuberías de agua: propuesta basada en un banco de filtros*" En el trabajo se consideró el problema de detección de pérdidas en las tuberías de agua a través de redundancia analítica, basándose en un modelo matemático y utilizó procedimientos de estimación de estado. Esta tesis aborda el problema de las descargas parciales en tuberías. El objetivo del trabajo fue estudiar, proponer, implementar y aplicar un algoritmo eficiente para que pueda resolver un problema de forma general. Los autores utilizaron Filtros de Kalman y Filtros de Partículas en la cual evaluaron e implementó un banco de filtros. Además, que obtuvo algoritmos basados en estimaciones eficientes y confiables que satisfagan las necesidades de la industria, tales como: entrega de medidas de capacitación y resultados procesables independientemente de la dinámica lineal o no lineal, y facilidad uso y composición.

Gomes, García y Nolasco indagaron en 2020 sobre "*Modelo numérico de detección de fugas para sistema de tuberías*" "La localización de fugas en los sistemas de abastecimiento de agua afectó negativamente a los recursos naturales, las pérdidas del caudal se estiman en un 20-30% de la producción total e incluso hasta un 50% en las redes de distribución antiguas. Tras la investigación pudieron observar y propusieron simular pérdidas volumen de agua. Además, utilizaron un algoritmo basado en identificación de pérdidas de flujo y también se basaron en el Teorema Reynolds. Los resultados que obtuvo el autor con el teorema fueron de que los alentadores tienen una tolerancia real del porcentaje de error es del 4% y del 9% para los peores datos y la distancia medida para encontrar fugas es de 2.7 metros.

Asto y Pereda en el 2019 estudiaron en *“Determinar las pérdidas de carga en tuberías de PVC y accesorios de diámetros de 1” y 1 1/2” mediante un banco de pruebas en flujo presurizado* “En este trabajo se basó en las pérdidas de flujo en tuberías y accesorios de diámetro 1” y 1½”, además fue útil para el aprendizaje de quienes practicaban en los laboratorios. Tuvieron que investigar el tema para entender el procedimiento para el cálculo de pérdida de carga, estudiaron varios métodos y fórmulas, como la ecuación general de energía, ecuación de Darcy Weissbach, diagrama de Moody, etc. A continuación, diseñaron el banco de pruebas en AutoCAD, donde ellos hicieron un plano para obtener las dimensiones reales de todos los componentes del banco de pruebas, se simula el flujo y se determinó la altura dinámica total (TDH) para determinar la potencia de la bomba. Los autores concluyeron que el diseño, construcción e implementación de bancos de prueba y caída de presión para las cañerías y accesorios de 1” y 1½”, y se comprobaron los resultados de las pruebas de los resultados teóricos con los experimentales donde la pérdida por fricción difiere de los teóricos en un 3% y en un 6%. Los resultados experimentales difieren significativamente de los teóricos en 88%.

Cortes, Mateus y Silva ,2021 explicaron en un video las pérdidas de carga. En el trabajo que realizaron los autores determinaron las pérdidas de cargas de una corriente que circula a través de una tubería que estuvo con siete tipos de accesorios diferentes. Después analizaron los coeficientes de pérdida Q_m de cada uno de los accesorios en la cual constó de un banco hidráulico de una manguera que suministró caudal de entrada y una de salida con un equipo fms 05 que tuvo de seis piezómetros. Los investigadores pudieron encontrar las pérdidas de cargas de cada accesorio con la diferencia de altura piezométrica. Con los datos que obtuvieron y llegaron a la conclusión de que si existían las pérdidas de carga por accesorio.

En la tesis de posgrado de Villaroel en 2015. En la siguiente investigación se basó en válvulas de estilo mariposa que se utilizaban para transportar líquidos a través de tuberías. Entre ellas estuvieron las de doble excentricidad porque destacan por una serie de ventajas, con el menor desgaste de los sellos en comparación de las tradicionales. Cuando estos accesorios estuvieron ubicados directamente en la entrada de la turbo

máquina, se supo cuánto se distorsiona el perfil de velocidad que ingresó a la máquina con esto cambió tanto el ángulo de ataque como el punto de operación. Una alternativa que utilizó el autor fue la de Computational Fluid Dynamics, ya que tuvo ciertas ventajas que proporciona información sobre los puntos del dominio y permitió cambios de flujos o geometría rápidos y económicos. Donde realizó un análisis de CFD en una válvula de estilo mariposa con un diámetro nominal de 610 mm, con una posición totalmente descubierto, el caudal de agua fue aproximadamente de 1 m³/s a 10°C, lo que significa que la velocidad media en la tubería es de unos 3.5 m/s. Para esto utilizaron un software ANSYS CFX 14.0 y un modelo de turbulencia SST. Después el diseño original se modificó para producir un diseño alternativo que era un 2% más liviano. El factor de pérdida del diseño original se reduce en un 38.3% y la resistencia a la cavitación se mejora en un 40.4%.

En la Revista Científica García y García compartieron su trabajo en el 2021 “Estimación de fugas en tuberías a presión para sistemas de agua potable mediante redes neuronales artificiales y Epanet” En este estudio, se abordó la estimación de fugas en sistemas de tuberías principales sin ramales. Los autores propusieron un algoritmo y una red neuronal con una capa oculta que consta de veinticinco neuronas, utilizando cuatro variables de entrada y tres variables de salida. Para obtener resultados, implementó un bucle de animación en Visual Basic que llevó a cabo 35.837 simulaciones de pérdida en una tubería de 30 metros, con una viscosidad cinética de 0,000001 m²/sy un diámetro de 0,15222 metros. El sistema hidráulico contaba con dos medidores de flujo y dos medidores de presión virtuales ubicados al principio y al final de la tubería. Además, utilizó los programas Epanet e Hydroflo (software de diseño de Tahoe) para crear el modelo hidráulico y validar los datos iniciales. El objetivo principal de este proyecto fue evaluar la capacidad de una red neuronal para predecir el comportamiento de las fugas. Los resultados demostraron el potencial de la inteligencia artificial para detectar filtraciones, identificar, cuantificar y determinar los niveles de presión en los que se producen fugas en cualquier sistema de tuberías principales sin ramales

Parra y Velasco en el 2014 expusieron su investigación de *“Diseño para construcción de un banco de pruebas para determinar las pérdidas de carga en un*

sistema de tuberías” En este trabajo de investigación propuso un diseño y la estructura de la tabla de prueba para determinar la pérdida de carga en el sistema de tuberías. La tabla de prueba consta de tuberías (p. Ej. bombas y tanques de agua. El objetivo del banco fue de verificar el cálculo de pérdidas del sistema de tuberías que utilizaron diferentes caudales de agua. Además, se desarrollaron una aplicación web PHP y HTML para sistematizar las ecuaciones del circuito del sistema para comparar los valores reales obtenidos en la práctica con los cálculos teóricos. Utilizaron el software de diseño Autodesk Inventor para crear el diseño estructural que soporta el banco de pruebas y todos sus componentes. El análisis mostró que la deformación del material estaba dentro de un rango aceptable y confirmó que la estructura no fallaría.

Zacharia y Lynchburg, 2009 publicaron su trabajo de “Detección de fugas y control de pérdidas de agua “En la investigación los autores se basaron en la detección localizada de fugas de agua mediante un equipo sónico, en donde se puede identificar los sonidos que emiten las tuberías cuando presentan pérdidas de fluido. Al presentar daños en las cañerías esto hace que pierda presión y conlleva que las empresas aumenten los hp de sus bombas con esto aumenta el consumo de energía. En las cuales genera graves consecuencias al medio ambiente como la socavación en la cual genera un mayor daño a la propiedad en el área urbana, pérdida del recurso hídrico.

En la siguiente revista de Ciencia Latina, Fiallos en el 2021 compartió su trabajo de” *La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados*” Las funciones de distribución y las correlaciones entre dos variables, su signo directo o indirecto, se examinaron por medio del estudio de correlación de Pearson y los resultados se confirmaron con Excel y de igual forma con el método de mínimos y cuadrados. Con estos métodos permitió determinar la ecuación cuadrática que mejor se ajusta a la fórmula lineal, esto ayudó a tener como resultado datos gráficamente y determinar el comportamiento de las variables tienen correlación a partir de que una predijera la otra. Además, se establecen detalles acerca de la función lineal al ejecutar el análisis de las correlaciones y regresiones lineales. La formulación de las ecuaciones en Excel permite que los resultados sean más rápidos y eficaces, usando las variables que dan la base a la fórmula lineal.

El trabajo de Mello en el 2021 se basó en los mínimos cuadrados es un sistema lineal diseñado para determinar la correlación de datos con respecto a un conjunto de variables predictoras mediante la extracción de causas ortogonales que pueden ser componentes, lo que aumenta el poder predictivo. Si hay una variación no lineal en la estructura de datos, se utiliza la regresión de mínimos cuadrados parciales de Kernel (KPLS) para transformar el conjunto de datos original en trayectoria de magnitudes de tamaño variables, creando un efecto lineal. Un factor común a tener en cuenta al usar la regresión KPLS es observar la cantidad de datos y variables para que la fórmula pueda maximizar su rendimiento.

En la tesis titulada "Análisis comparativo del método de mínimos cuadrados en contraste con otros métodos de aproximación" realizada por Rivera en 2019, se llevó a cabo una comparación exhaustiva. En este estudio, se analizó el método de mínimos cuadrados en relación con otros métodos de aproximación, con el objetivo de evaluar su rendimiento. Al comparar el método de mínimos cuadrados con el método de interpolación de Lagrange en la función cuadrática, se pudo determinar la presencia de errores en este último método. Por el contrario, al utilizar una función trascendente, se observó que el método de mínimos cuadrados presentó un mayor margen de error. Asimismo, al comparar el método de mínimos cuadrados con la interpolación de Newton, que involucra varias variables en la fórmula cuadrática, se evidenció que este último método mostraba mayores errores. Esta situación fue consistente con la comparación previa, donde nuevamente el método de mínimos cuadrados resultó con un mayor margen de error al emplear una función trascendente. En conclusión, al realizar la comparativa en la mayoría de los ejercicios planteados, se llegó a la conclusión de que el método de mínimos cuadrados presenta un menor margen de error en comparación con los otros métodos evaluados.

Según Ramírez en el 2019 indago en el tema de "Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Sándor, Huancabamba" En el diseño hidráulico está conformada por varios componentes como son las tuberías, las válvulas de control y los accesorios. Es muy importante que todos los objetos que conformen el sistema de agua potable estén en perfectas condiciones, para que exista una buena

conductividad del caudal. Las líneas de conducción tienen que ser lo más alineadas al perfil natural manteniéndolo recto. Pueden existir pérdidas sea que se dé por el cierre y apertura de la válvula o a su vez con accesorios tipo codo hay que considerar todas esas variantes. De igual forma, se debe diseñar con el menor costo posible y teniendo en cuenta la mayor fuerza en el sistema para que este no pueda colapsar y afectar los accesorios. Para poder diseñar el caudal es muy pertinente los valores como son caudal máximo diario y considerar entre el 120% al 150% consumo promedio diario anual.

Según la investigación de Pereira Charolan, 2016 El estudio se enfocó en evaluar y determinar el coeficiente de resistencia "K" a través de pruebas de pérdida de carga local en accesorios de Fierro Galvanizado y PVC con diámetros comunes de 1/2", 3/4" y 1". Estos diámetros son ampliamente utilizados en instalaciones de agua en edificios. Para llevar a cabo esta evaluación, se obtuvo un Banco Hidráulico, un Kit de Piezómetros y se crearon redes de tuberías con accesorios de agua de forma manual. el tipo de material, el diámetro y el tipo de conexión (presión o rosca) de los accesorios.

Como resultado de la investigación, se obtuvieron tablas para cada tipo de accesorio de agua, tanto en Fierro Galvanizado como en PVC, con diámetros de 1/2", 3/4" y 1". Estas tablas contienen los valores de pérdida de carga local en los accesorios "hL", los valores del coeficiente de resistencia "K" y los valores de longitud equivalente en diámetros de tubería "Le/D". Estas tablas son de gran utilidad para el diseño y cálculo de sistemas de tuberías, permitiendo estimar las pérdidas de carga y seleccionar los accesorios adecuados para lograr un funcionamiento eficiente del sistema.

Serrano, Cerpa, y Gutiérrez en el 2021 realizaron una investigación acerca del "Análisis de las pérdidas de carga en flujo turbulento en un laboratorio universitario de mecánica de fluidos" en el cual su objetivo principal fue determinar las pérdidas de carga en un sistema de tuberías en condiciones de flujo turbulento utilizando la ecuación de Bernoulli. La realización del sistema vía computacional resulto muy factible, ya que pudieron llevar a cabo el proyecto sin complicaciones. El programa que utilizaron C6MKII-10 calculates les beneficio porque se libraron de realizar cálculos manuales y optimizar el tiempo realizando la experimentación en el laboratorio. El hallazgo principal consistió en confirmar, en un entorno académico, las tendencias pronosticadas por la

teoría y los resultados experimentales al compararlos en un gráfico adaptado de Moody. que tomó en cuenta los números de Reynolds, la rugosidad relativa y el factor de fricción de Darcy

2.2.2 Publicaciones de Trabajos de Investigación Nacional.

Silverio y Benavides investigaron en el 2020 sobre “*Determinación de pérdidas de carga en accesorios “k” de Sistemas Domiciliarios*” En los sistemas hidráulicos existen bajas de cargas en la cual se deben considerar a la hora de diseñar, en estos se puede apreciar la presión ya que es un factor que estará presente en la fase final. El estudio de este proyecto determina la pérdida en los accesorios de los sistemas hidráulicos, estos que son muy recurrentes en los sistemas de agua potable de los hogares, desarrollando un banco de pruebas hidráulicas con tubería de elaboración de PVC. El sistema que se ejecutó es a través de una bomba centrífuga, llevando el agua a una presión por la tubería llegando a un punto donde se registran los valores correspondientes. Examinando el empuje al inicio y al final de cada accesorio. Se pudo determinar que el indicador hidráulico incorporado, resulta que la variable de constante "k" para cada tramo instalado varía con el ancho interno y el flujo. Tanto el que suministra el sistema y los accesorios mismos, son opuestamente equitativo a su ancho, por otra parte, el empuje de conexión es equitativo a su ancho.

Calderón y Pozo, 2011 indicaron en su tesis de “*Diseño y construcción de un banco de pruebas para pérdidas de carga en tuberías y accesorios con simulación*” En este trabajo de investigación los autores diseñaron un banco de pruebas que incluía un sistema de tuberías a través del cual circulaba agua a través de un impulsor de bomba. En la cual fue posible para el control del flujo y la presión. Se implementó un sistema de circuito cerrado en la que controlaba el flujo y la presión, donde el agua circulaba dentro y fuera del tanque de almacenamiento, se usaban rotámetros lo cual medían el flujo y las mediciones de presión se tomaban a través de manómetros. Los autores para poder controlar las variables desarrollaron un sistema basado en tecnología de aceleración mediante válvulas manuales. La recolección de datos se realizaba mediante la observación de varios manómetros ubicados en cada sección.

Temperatura aproximada que utilizaron fue de 20 °C en consecuencia obtuvieron las propiedades físicas del agua, como la viscosidad y la densidad.

Guanutaxi en el 2012 expuso su tesis de pregrado de *“Diseño y construcción de un banco de pruebas para ensayos de pérdidas de carga en tuberías y accesorios”* En la cual el autor construyó e instaló un equipo de banco de pruebas para ensayos de pérdidas de carga en tuberías y accesorios en la cual constó en dos partes. El primero fue una placa de ensayo con 4 ramales de tubería horizontal de diferentes materiales (PVC, HG, cobre) así como un ramal formado por varios accesorios accionados por una bomba centrífuga. Las mediciones de presión se realizan utilizando hidrómetros colocados en la entrada y salida de cualquier longitud de tubería o accesorios. El segundo era un banco hidráulico, formado por un depósito y un sistema de dos depósitos temporales tras el ajuste de las palancas, que permitía medir el caudal de cualquier ramal a través del panel de ensayo. Concluyó al estudiar las pérdidas por fricción de la tubería, las cuales dependen del material de construcción de la tubería, el estado de la tubería (nueva, usada o de uso intensivo), longitud, diámetro y velocidad de circulación del flujo.

Coraquilla en el 2018 presento su tesis de *“Evaluación de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Rumiñahui”* Las válvulas son muy importantes en los sistemas de agua potable ya que, a través de la línea de conducción permite el cierre o la apertura de paso del caudal. Para las redes de agua vienen hacer accesorios en la cual se clasifican según la función que realicen, como son: manuales, de cierre, de ventaja, de drenaje, de purga, entre otras. La que más se utiliza convencionalmente es la manual, puesto que, permite manipular el caudal en las tuberías para dar paso o cerrarlo, es practica tanto que es un dispositivo mecánico y fácil de usar. Todos los sistemas hidráulicos necesitan de las mismas porque cuando colapsa un sistema se puede arreglar a partir del cierre del fluido. Las válvulas están hechas de distintos materiales y dependiendo del material es su durabilidad.

Gallardo Armijos y Bravo Ponce en el 2020 según su tesis acerca de "Calculo de pérdidas de cargas de diferentes accesorios utilizados en tuberías a presión en el laboratorio de hidráulica UNESUM" El objetivo principal de este proyecto consistió en

llevar a cabo experimentos en el laboratorio con el fin de determinar las pérdidas de carga en accesorios de tubería que operan bajo presión. Estas pérdidas de carga tienen un impacto negativo, ya que pueden resultar en ineficiencias en el sistema. Dichas pérdidas se producen debido a la obstrucción de la tubería o a la presencia de accesorios que generan cambios en la dirección del flujo. A través de la experimentación, se buscó identificar, analizar y cuantificar de manera precisa estas pérdidas. Además, se realizaron conclusiones y recomendaciones que contribuyen al uso y mantenimiento adecuado de los accesorios, con el objetivo de mejorar la eficiencia general del sistema.

2.2.3 Publicaciones de Trabajos de Investigación de la Universidad.

Aranea y Segovia en el 2020 expuso su trabajo de tesis de "Modelización física y analítica de identificadores hidráulicos y económicos para evaluar pérdidas de agua en redes para agua potable." En el siguiente estudio de investigación, los autores desarrollaron un prototipo que consistía en tres subsistemas (A, B, C) compuestos por tuberías de PVC con diámetros de 1", 3/4" y 1/2". Realizar pruebas en el laboratorio para analizar el comportamiento hidráulico y comparar los coeficientes de variación equipado del caudal. El sistema estaba con sensores, software, hardware Arduino, un equipo de bombeo y una variación de frecuencia. Durante las pruebas, se obtuvo una base de datos de 3600 con ensayos una alta precisión.

Posteriormente, se realizó un análisis hidráulico del sistema, que reveló una pérdida económica expresada en \$/m³/día. Este análisis demostró el impacto económico asociado a las características hidráulicas del sistema, brindando una perspectiva sobre los costos relacionados con las pérdidas de agua y el rendimiento del sistema en términos financieros. Este trabajo de investigación proporcionó información valiosa sobre el comportamiento hidráulico de las tuberías de PVC en los diferentes diámetros utilizados, y también ofreció una evaluación económica de las pérdidas de agua en el sistema. Los resultados obtenidos pueden ayudar en el diseño y la gestión de sistemas de tuberías, así como en la toma de decisiones relacionadas con el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua.

2.3 Marco Legal

El componente legal del proyecto se encargó de proveer información detallada sobre las leyes, regulaciones y requisitos necesarios para abordar el flujo de tuberías y sus accesorios, en particular las válvulas. A continuación, se presentan de forma exhaustiva las bases legales que tienen una relación directa e indirecta con los accesorios tipo válvula utilizados en las instalaciones de redes de distribución de agua potable, asegurando un adecuado suministro del vital líquido.

En primer lugar, es crucial destacar las leyes y normativas específicas relacionadas con la infraestructura de agua potable, las cuales establecen los estándares de calidad, seguridad y eficiencia que deben cumplirse durante todo el proceso. Estas leyes abordan aspectos clave como la protección de la salud pública, la gestión sostenible de los recursos hídricos y la prevención de fugas y contaminaciones.

Además, se consideran las normas técnicas y reglamentos que definen los criterios de diseño, materiales y características de los accesorios utilizados en las tuberías y las válvulas. Estas normas garantizan la compatibilidad, resistencia y durabilidad de los componentes, permitiendo un control adecuado del flujo de agua y asegurando la operatividad eficiente de la red de distribución.

Es importante destacar que, además de las bases legales directamente relacionadas con los accesorios tipo válvula, existen regulaciones generales sobre la gestión del agua y la protección del medio ambiente. Estas leyes y políticas promueven prácticas sostenibles, el uso eficiente del recurso hídrico y la conservación de los ecosistemas acuáticos, garantizando una gestión responsable y cuidadosa del agua.

En resumen, la parte legal del proyecto proporcionó una sólida base normativa y regulatoria que permitió trabajar en el flujo de tuberías y sus accesorios, en especial las válvulas, en las redes de distribución de agua potable. Gracias a estas regulaciones, se aseguró el cumplimiento de estándares de calidad, seguridad y eficiencia, y se protegió la integridad de los recursos hídricos y el bienestar de la comunidad, asegurando un suministro confiable y sostenible del líquido vital.

3.2.3 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial número 449 el 20 de octubre de 2008.

Establece el **Art. 318** de la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua y determina que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria y que el servicio de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias; prescribe además, que el Estado a través de la Autoridad Única del Agua, será responsable directa de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano y riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación y que se requerirá autorización estatal para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la Ley

Según el **Art. 12.-**El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Establece el **Art 340:** El sistema nacional de inclusión y equidad social es el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguran el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la Constitución y el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo.

El sistema se articulará al Plan Nacional de Desarrollo y al sistema nacional descentralizado de planificación participativa; se guiará por los principios de universalidad, igualdad, equidad, progresividad, interculturalidad, solidaridad y no discriminación; y funcionará bajo los criterios de calidad, eficiencia, eficacia, transparencia, responsabilidad y participación.

El sistema se compone de los ámbitos de la educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, cultura física y deporte, hábitat y vivienda,

cultura, comunicación e información, disfrute del tiempo libre, ciencia y tecnología, población, seguridad humana y transporte.

Sección séptima Salud; Según el **Art. 32.-** La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

2.3.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua

Título I; sobre Elementos Constitutivos Del Estado en el Capítulo Primero, Principios Fundamentales

Según el **Art. 3: Objeto de la Ley.** El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Según el **Art. 5: Sector estratégico.** El agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua. Su gestión se orientará al pleno ejercicio de los derechos y al interés público, en atención a su decisiva influencia social, comunitaria, cultural, política, ambiental y económica.

Establece el **Art. 6 - Prohibición de privatización.** → Se prohíbe toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, ¡la economía y el ambiente; por lo mismo esta no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral o empresa privada nacional o extranjera.

Su gestión será exclusivamente pública o comunitaria. No se reconocerá ninguna forma de apropiación o de posesión individual o colectiva sobre el agua, cualquiera que sea su estado. En consecuencia, se prohíbe:

Toda delegación al sector privado de la gestión del agua o de alguna de las competencias asignadas constitucional o legalmente al Estado a través de la Autoridad Única del Agua o a los Gobiernos Autónomos Descentralizados La gestión indirecta, delegación o externalización de la prestación de los servicios públicos relacionados con el ciclo integral del agua por parte de la iniciativa privada.

Cualquier acuerdo comercial que imponga un régimen económico basado en el lucro para la gestión del agua

Toda forma de mercantilización de los servicios ambientales sobre el agua con fines de lucro.

Cualquier forma de convenio o acuerdo de cooperación que incluya cláusulas que menoscaben la conservación, el manejo sustentable del agua, la biodiversidad, la salud humana, el derecho humano al agua, la soberanía alimentaria, ¡los derechos humanos y de la naturaleza; y,

El otorgamiento de autorizaciones perpetuas o de plazo indefinido para el uso o aprovechamiento del agua.

2.3.3 *Secretaría del Agua*

La Secretaría del Agua en Ecuador es responsable de la planificación, regulación, control y gestión integral de los recursos hídricos del país para garantizar el acceso equitativo, sostenible y seguro al agua, así como promover su uso eficiente y conservación. Se encarga de establecer políticas, normas y regulaciones para proteger las fuentes de agua, administrar los servicios públicos relacionados con el agua y prevenir y controlar la contaminación. Además, la Secretaría del Agua fomenta la participación ciudadana y la colaboración entre diferentes actores del sector para lograr una gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos en Ecuador.

Figura 2

Institucionalidad para Servicios de A&S - Mapeo de Actores



Fuente: Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) (2020)

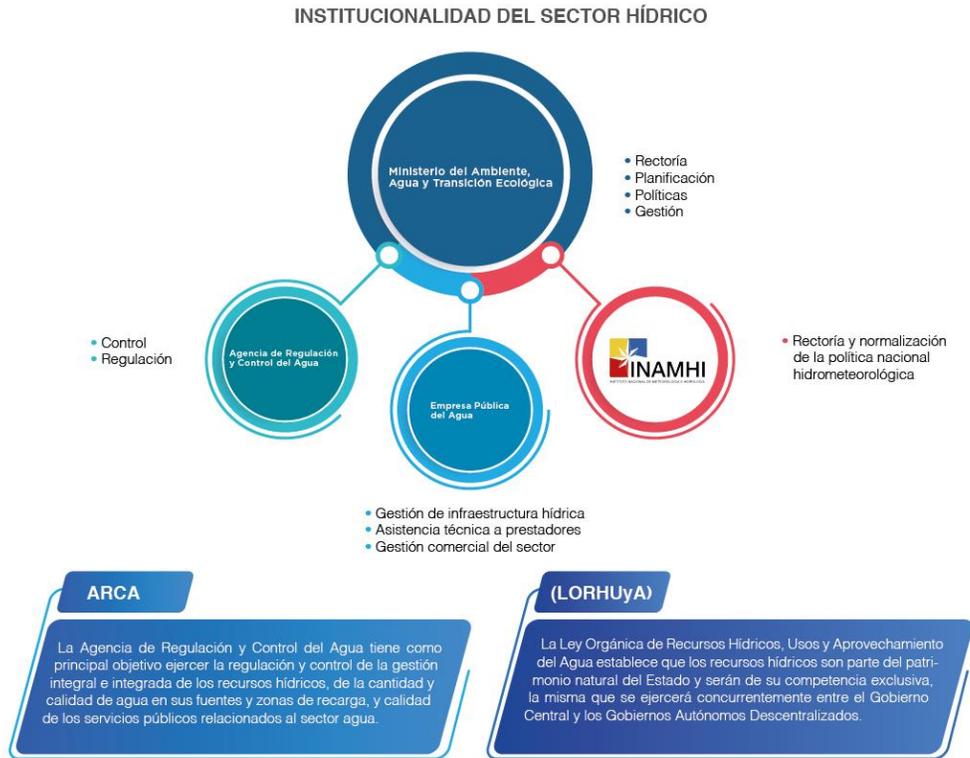
2.3.4 Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA)

La misión principal de la Agencia de Regulación y Control del Agua es supervisar y garantizar una gestión óptima y coordinada de los recursos hídricos, desde las fuentes de agua hasta las áreas de recarga. También está a cargo de garantizar la calidad de los servicios públicos de agua en todas sus aplicaciones y usos.

La agencia se dedica a supervisar y controlar minuciosamente todas las actividades relacionadas con el agua para garantizar su uso adecuado y protección. Esto implica la aplicación de políticas y cumplir para garantizar la disponibilidad y falta de los recursos hídricos, así como la supervisión de la calidad del agua en todas las etapas y usos del sistema. Además, la agencia se encarga de garantizar que los servicios de agua pública, como el suministro, el tratamiento y la distribución, cumplen con los estándares de calidad y eficiencia establecidos. Esto incluye el seguimiento de la infraestructura y la prestación de servicios en áreas como la gestión de aguas residuales, el saneamiento y el abastecimiento de agua potable.

Figura 3

Institucionalidad del sector hídrico



Fuente: Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) (2020)

2.3.5 Empresa Pública del Agua, EPA EP

La Empresa Pública del Agua (EPA EP) en Ecuador tiene como función principal la gestión integral del agua en el país. Esto incluye el suministro de agua potable, el tratamiento de aguas residuales, la regulación y control de los recursos hídricos, la planificación de proyectos hídricos y la educación sobre el agua. La EPA EP trabaja para garantizar el acceso equitativo, seguro y sostenible al agua, promoviendo el cuidado del medio ambiente y la conciencia sobre el uso responsable del agua. Su objetivo es asegurar la disponibilidad y calidad del agua en todas sus formas y usos, contribuyendo al desarrollo y bienestar de la sociedad ecuatoriana.

Figura 4

Empresa Pública de Agua



Fuente: Empresa Pública de Agua 2020

2.3.6 Norma Ecuatoriana de la Construcción

2.3.6.1 NEC-11. Capítulo 16. Norma Hidrosanitaria NHE agua.

Según la (Norma Ecuatoriana De La Construcción, NEC-11. Capítulo 16. Norma Hidrosanitaria NHE agua) establece los parámetros mínimos que deben incluirse en todo diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias interiores, para garantizar bajo condiciones normales de utilización, su funcionamiento suficiente en cantidad y calidad, en todo espacio y tiempo dentro del predio, casa o edificación.

2.3.7 Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

- **RTE INEN 159**

Válvulas metálicas para suministro de agua

- **NTE INEN 1328:94.**

Tubería plástica. Accesorios de PVC rígido para presión. Dimensiones básicas.

- **NTE-INEN 1373:2010.**

Tubería Plástica. Tubos y accesorios de PVC rígido para presión (AA.PP.). Requisitos.

- **NTE INEN 2497:2009.**

Tubería plástica. Tubos de PVC rígido unión por rosca, para conducción de agua potable a presión. Cédula 80. Requisitos.

- **NTE-INEN 3123:2017.**

Grifería. llaves. definiciones, requisitos y métodos de ensayo.

2.4 Marco Conceptual

2.4.1 *Conceptos Basicos de Hidraulica*

2.4.1.1 Fluido. Los fluidos son como materiales flexibles que se adaptan y deforman constantemente cuando se les aplica una fuerza cortante. Una fuerza cortante es aquella que actúa tangencialmente a una superficie, y el esfuerzo cortante promedio se obtiene dividiéndola por el área de esa superficie. Por lo tanto, los fluidos responden a estas fuerzas de manera elástica y fluida, lo que les permite deformarse y fluir. Los fluidos son como materiales maleables que, cuando se encuentran con una resistencia, se moldean y deslizan suavemente, transformándose en una danza de movimiento y cambio constante.

2.4.1.2 Propiedades físicas de los fluidos

2.4.1.2.1 Densidad (P). Se refiere a la cantidad de masa en un volumen específico. se expresa generalmente en unidades de masa por unidad de volumen, como kg/m³
La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 3 Densidad

$$\rho = m V$$

Dónde:

ρ = Densidad (kg/m³)

m = Masa (Kg)

V = Volumen (m³)

2.4.1.2.2 Peso específico (y). Se refiere a la medida de la fuerza gravitacional que una sustancia experimenta por unidad de volumen. En otras palabras, es la proporción entre el peso de un objeto y el volumen que contiene. Se expresa generalmente en newtons por metro cúbico (N/m³), que son unidades de fuerza por unidad de volumen. La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 4 Peso específico

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{m \cdot g}{V} = \rho \cdot g$$

Dónde:

ρ = Densidad (kg/m³)

γ = Peso específico (kg/ m² •s)

V = Volumen (m³)

m = Masa (Kg)

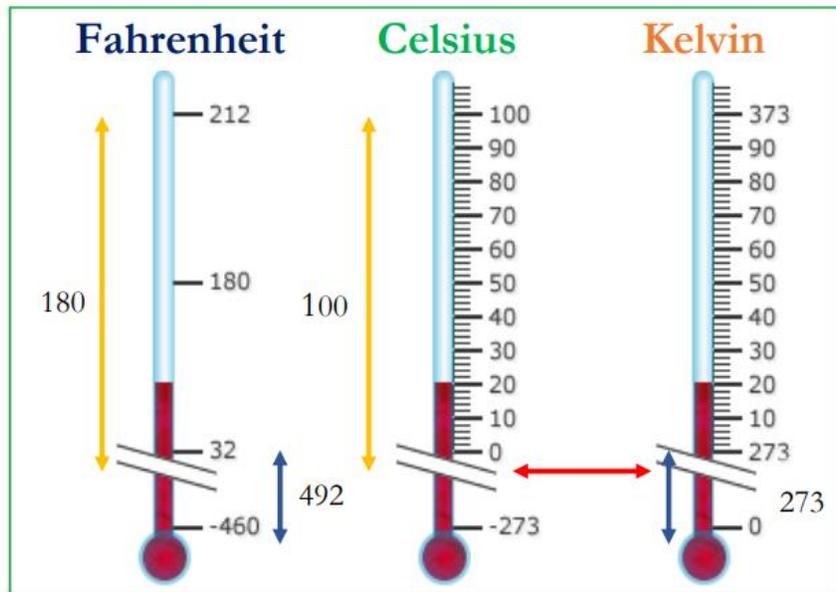
W = Peso total del material (N)

g = Aceleración debido a la gravedad (9.81m/s²)

2.4.1.2.3 Temperatura. La temperatura es una magnitud que mide el calor y se puede medir con un instrumento como un termómetro. Es una característica que nos permite distinguir entre objetos o ambientes calientes y fríos. Por ejemplo, el agua tiene un punto de congelación de 0 °C y un punto de ebullición de 100 °C. Estos valores establecidos se utilizan ampliamente como puntos de referencia comunes para describir la temperatura.

Figura 5

Escala de Temperatura



Fuente: Hidráulica en tuberías y accesorios capítulo 1, (2020)

2.4.1.2.4 Presión. La presión es la medida de la fuerza que se aplica a una superficie y se distribuye por área. Es una medida que muestra la magnitud de la fuerza ejercida sobre un objeto o fluido.

La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 5 Presión

$$P = \frac{F}{A}$$

Dónde:

P = Presión (Pa)

F= Fuerza (N)

A= Área (m²)

2.4.1.2.5 Viscosidad. La viscosidad de un fluido es la medida de su resistencia al flujo dentro de él. Es una propiedad que indica la facilidad con la que un fluido puede fluir; siendo alta en fluidos espesos y baja en fluidos más fluidos.

A continuación, se presentan la tabla de propiedades del agua:

Tabla 3

Propiedades del agua

TEMPERATURA °C	PESO ESPECÍFICO (N/m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	VISCOSIDAD DINÁMICA (Pa.s)	VISCOSIDAD CINEMÁTICA (m ² /s)
0	9.810	1.000	1,75E-03	1,75E-06
5	9.810	1.000	1,52E-03	1,52E-06
10	9.810	1.000	1,30E-03	1,30E-06
15	9.810	1.000	1,15E-03	1,15E-06
20	9.790	998	1,02E-03	1,02E-06
25	9.780	997	8,91E-04	8,94E-07
30	9.770	996	8,00E-04	8,03E-07
35	9.750	994	7,18E-04	7,22E-07
40	9.730	992	6,51E-04	6,56E-07
45	9.710	990,2	5,94E-04	6,00E-07
50	9.690	988	5,41E-04	5,48E-07
55	9.670	986	4,98E-04	5,05E-07
60	9.650	984	4,60E-04	4,67E-07
65	9.620	981	4,31E-04	4,39E-07
70	9.590	978	4,02E-04	4,11E-07
75	9.560	975	3,73E-04	3,83E-07
80	9.530	971	3,50E-04	3,60E-07
85	9.500	968	3,30E-04	3,41E-07
90	9.470	965	3,11E-04	3,22E-07
95	9.440	962	2,92E-04	3,04E-07
100	9.400	958	2,82E-04	2,94E-07

Fuente: Mott E. (2006)

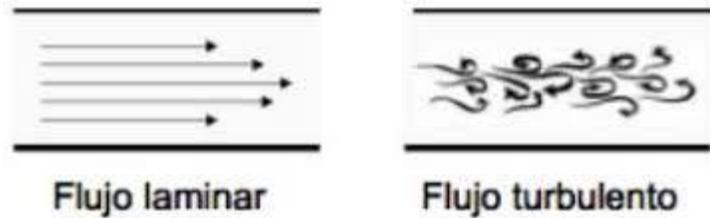
2.4.1.3 Tipos de Flujos. En su libro de Mecánica de los fluidos e hidráulica Giles, Evett, & Liu (2003) argumentan que “Existen dos tipos de flujos permanentes en el caso de flujos reales, que es necesario considerar y entender. Estos se llaman flujo laminar y flujo turbulento” Cuando se trata de un fluido real en contraposición a un fluido ideal, el flujo presenta variaciones debido a propiedades inherentes de los fluidos, como la viscosidad. Durante el desplazamiento del fluido, se generan fuerzas cortantes entre las partículas en movimiento, así como fricción entre las paredes del conducto y entre las diferentes capas del fluido. Estas interacciones dan lugar a cambios en el comportamiento del flujo, lo cual lo diferencia del flujo ideal. A medida que el fluido se desplaza, la viscosidad causa una resistencia adicional que afecta el flujo, resultando en cambios en la velocidad y la distribución del flujo. Estas características del flujo real deben tenerse en cuenta al analizar y diseñar sistemas de transporte de fluidos, ya que impactan en aspectos como la pérdida de carga.

Es importante destacar que entre el flujo laminar y el turbulento se encuentra lo que se conoce como flujo en transición.

2.4.1.3.1 Número de Reynolds En su estudio de Giles, Evett, & Liu (2003) dice sobre el número de Reynolds “que es un grupo adimensional, viene dado por el cociente de las fuerzas de inercia por las fuerzas debidas a la viscosidad” Representa las fuerzas inerciales y viscosas del fluido. En el caso de un flujo laminar con un número de Reynolds bajo, predominan las fuerzas viscosas y el flujo es suave y ordenado. Por otro lado, un número de Reynolds alto indica un flujo turbulento, donde las fuerzas inerciales tienen mayor influencia y se generan remolinos y turbulencias en el flujo. El número de Reynolds es una herramienta fundamental para el análisis y la predicción del comportamiento del flujo en diversas circunstancias. Permite determinar si el flujo será laminar o turbulento y proporciona información sobre las características del flujo, como las pérdidas de carga, la resistencia al flujo y la distribución de velocidades. Con el número de Reynolds, es evaluar, diseñar y un promedio que se ajusta al sistemas de tuberías, conductos y canales para garantizar un flujo adecuado y eficiente.

Figura 6

Tipos de flujos



Fuente: (Díaz & Bañol, 2015) Número de Reynolds

La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 6 Número de Reynolds

$$Re = \frac{\text{Fuerzas de inercia}}{\text{Fuerzas viscosas}} = \frac{\rho VD}{\mu}$$

Dónde:

Re = Numero de Reynolds

ρ = Densidad del fluido

V = Velocidad característica del flujo

D = Diámetro interno de la tubería a través de la cual circula el fluido

μ = Viscosidad dinámica del fluido

La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 7 Numero de Reynolds en flujo en tubería llena

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \text{ o } \frac{V d}{\nu} = \frac{V(2 r_0)}{\nu}$$

V = Velocidad media en m/s

d = Diámetro de la tubería en m,

r₀ = Radio de la tubería en m

ν = Viscosidad cinemática del fluido en m²/s

ρ = densidad del fluido en U TM /m³ o kps²/m⁴ o kg/m³ o Ns²/m⁴

μ = viscosidad absoluta en kg s/m² o N s/m²

2.4.1.3.2 Flujo Laminar. Un fluido laminar es aquel en el que las partículas del fluido se desplazan en capas ordenadas y paralelas sin mezclarse entre sí. El flujo laminar es predecible y suave, con un movimiento fluido en líneas rectas. Cuando la viscosidad del fluido es alta y las fuerzas inerciales son bajas, se produce este tipo de flujo. Las tuberías de diámetro pequeño y las bajas velocidades de flujo presentan un flujo laminar.

La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 8 Flujo laminar

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

Dónde:

τ = Esfuerzo cortante (=F / A)

μ = Viscosidad dinámica del fluido (Pa s)

$\frac{du}{dy}$ = Gradiente de velocidad

2.4.1.3.3 Flujo Turbulento. Un fluido turbulento es aquel en el que las partículas del fluido se mueven de manera caótica y desordenada, lo que provoca remolinos y vórtices. Este tipo de flujo es irregular y agitado, con cambios constantes de velocidad y dirección. La ecuación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 9 Flujo turbulento

$$\tau = (\mu + \eta) dv dy$$

Dónde:

τ = Es el cortante (=F / A)

μ = Es la viscosidad dinámica (Pa s)

η = Es la Turbulencia y depende de ρ y del movimiento. $0 \leq \eta \leq 10.000\mu$

2.4.1.2.1 Flujo en Transición. El flujo en transición se refiere a un estado en el cual las propiedades del flujo de un fluido no cambian con el tiempo. En otras palabras, las características del flujo, como la velocidad, la presión y la densidad, se mantienen constantes en todas las ubicaciones a lo largo del flujo. Estos flujos también pueden ser uniforme y no uniforme.

2.4.1.2.1 Flujo Uniforme. El flujo uniforme se refiere a un tipo de flujo en el cual la velocidad del fluido es constante en todas las secciones transversales del conducto. En otras palabras, las partículas de fluido se desplazan a la misma velocidad a lo largo de todo el flujo, sin variaciones significativas. El flujo uniforme se caracteriza por ser estable y no presentar turbulencias ni cambios en la dirección o velocidad del flujo.

2.4.1.2.2 Flujo no Uniforme. El flujo no uniforme es aquel en el que la velocidad del fluido varía en diferentes partes del conducto. En otras palabras, las partículas de fluido se desplazan a lo largo del flujo a diferentes velocidades, lo que provoca cambios en la dirección y la magnitud de la velocidad. Este tipo de flujo puede causar turbulencias en el sistema y cambios en la distribución de presiones y velocidades.

2.4.2 Sistemas de Agua Potable.

Se refiere la infraestructura y redes para el abastecimiento de agua potable, que incluyen tuberías, accesorios, válvulas y demás elementos necesarios para el transporte y distribución de agua potable desde la fuente hasta los usuarios finales.

2.4.3 Accesorios Hidráulicos para Tuberías de Agua Potable

2.4.2.1 Válvula. Los dispositivos se utilizan en los sistemas de suministro de agua para regular el flujo, la presión y la dirección del agua. Los accesorios podrían incluir, entre otros, cubiertas para teclados de computadoras, cubiertas para bolas y cubiertas para mariposas. La operación y el diseño apropiado son esenciales para asegurar que el sistema funcione bien.

2.4.2.2 Accesorios de Tubería. En la mayoría de los casos, los accesorios de tubería incluyen codos, tee, acoples, reducciones, entre otros. Estos accesorios desempeñan un papel crucial al permitir las conexiones necesarias en el sistema de agua potable, brindándole sentido y dirección. La elección del material de fabricación depende del uso previsto, siendo comunes el PVC, bronce, acero, galvanizados, entre otros.

2.4.2.3 Medidores de Agua. Los medidores de agua se utilizan con el propósito de monitorear el flujo de agua que ingresa al sistema y para determinar el consumo generado. Estos dispositivos deben ser precisos y de alta calidad, ya que desempeñan un rol fundamental en la recopilación de datos relacionados.

2.4.2.4 Tanque de Almacenamiento En general, los tanques de almacenamiento retienen agua, y su tamaño o forma pueden variar según su capacidad. Para un adecuado control de su capacidad, es necesario instalar válvulas de entrada y, además, un medidor. Estos elementos nos permiten mantener un control preciso sobre la cantidad de agua almacenada

2.4.3 Modelación Analítica.

Es el proceso de creación de modelos matemáticos y algorítmicos que representan el comportamiento de un sistema o fenómeno. Desarrollar modelos teóricos que describan las características hidráulicas de los accesorios y cómo interactúan con el flujo de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

2.4.4 Propiedades Hidráulicas.

Las características del flujo de agua en un sistema, como el caudal, la presión, la velocidad, la pérdida de carga y la distribución de flujo. Estas propiedades son fundamentales para comprender y analizar el comportamiento de los accesorios tipo válvula y su influencia en el sistema de agua potable.

2.4.5 Diseño y Optimización del Sistema.

Se refiere al proceso de planificación, elección y disposición de los componentes del sistema de agua potable, incluidos los accesorios tipo válvula. La modelación analítica de estos accesorios puede ayudar a optimizar el diseño del sistema al considerar aspectos como la eficiencia energética, la minimización de pérdidas de agua, la capacidad de respuesta a la demanda y la garantía de calidad del agua.

2.4.6 Mantenimiento Preventivo.

Consiste en la implementación de estrategias y acciones planificadas para prevenir fallas y garantizar que los accesorios tipo válvula funcionen de manera confiable en el sistema de agua potable. Los modelos analíticos ayudan a administrar el sistema de manera efectiva al brindar información crucial para la programación de mantenimiento, la identificación de puntos críticos y la evaluación del estado de los accesorios.

2.4.7 Eficiencia Energética.

Se refiere al uso eficiente de la energía en el sistema de agua potable, incluyendo la reducción de pérdidas de carga necesarias.

2.4.8 Pérdidas de Carga

Las pérdidas de carga se refieren a la disminución de presión experimentada por el fluido en diversas áreas del sistema. Estas pérdidas pueden atribuirse a varios factores, como la fricción entre el fluido y las paredes del conducto, las pérdidas en los

accesorios hidráulicos, los cambios de dirección del flujo y la variación en el diámetro del conducto.

2.4.9 La Fricción en los Sistemas de Agua Potable

La fricción en un sistema de tuberías se produce debido a la interacción entre el fluido y las paredes del conducto. Esta interacción genera una resistencia que provoca una disminución en la presión del fluido. La fricción puede ser influenciada tanto por el material que se encuentra en circulación como por las posibles restricciones presentes en el sistema.

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la Investigación

En el trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo. Dice (Sampieri, 2014, pág. 4) “*Es un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio*”. A través del enfoque adoptado, se lleva a cabo la medición de los fenómenos observados en el flujo dentro de las redes durante las simulaciones en el modelado de una red hidráulica modular. El objetivo principal es abordar la hipótesis planteada al inicio de la investigación y también investigar la explicación de las relaciones de causa-efecto de los resultados obtenidos.

El proyecto propuesto sigue una metodología secuencial en su diseño, construcción y experimentación, que ha demostrado ser efectivo. A través de pruebas, se busca obtener resultados generales y se registran cuidadosamente los fenómenos y datos relevantes. El objetivo es lograr la máxima precisión posible y acercarse lo más fielmente a la realidad. Además, se realiza un análisis exhaustivo de la realidad objetiva para asegurar que los resultados están fundamentados en una comprensión profunda y precisa de los fenómenos estudiados. Esto garantiza la validez y la confianza de los resultados obtenidos. La metodología aplicada en este proyecto busca proporcionar una base sólida y confiable para la toma de decisiones y la implementación de medidas en función de los resultados obtenidos.

3.2 Alcance de la Investigación:

El alcance experimental se centrará en el desarrollo de un modelo analítico con el objetivo de comprender los mecanismos y las causas subyacentes de las pérdidas de carga en los accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable. El enfoque principal será obtener resultados explicativos a partir de pruebas y comparaciones con datos experimentales o simulaciones numéricas.

En primer lugar, se llevará a cabo una descripción detallada de las funciones de los accesorios tipo válvula y se investigará el comportamiento del flujo en dichos componentes. Se recopilarán datos relacionados con la rugosidad interna de las válvulas, el diseño interno y el ángulo de apertura, entre otros factores relevantes, para analizar su influencia en las pérdidas de carga.

El modelo analítico se desarrollará utilizando principios científicos y matemáticos que permitan explicar cómo interactúan y contribuyen las variables clave en las pérdidas de carga. Se establecerán relaciones funcionales y se identificarán las variables más influyentes en el comportamiento del flujo en los accesorios tipo válvula.

Para validar y verificar los resultados del modelo, se realizarán pruebas experimentales en condiciones controladas. Se medirán la presión y el caudal en diferentes configuraciones y condiciones operativas, utilizando equipos especializados y siguiendo rigurosos protocolos de medición. Además, se compararán los datos obtenidos con simulaciones numéricas para asegurar la consistencia de los resultados.

El enfoque experimental permitirá obtener una comprensión profunda de los fenómenos físicos involucrados en las pérdidas de carga en los accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable. Se analizarán las variaciones en el flujo en diferentes condiciones operativas, lo que contribuirá a explicar los resultados obtenidos y destacará los factores críticos que afectan el comportamiento del flujo.

Los resultados obtenidos a partir de este alcance experimental proporcionarán información valiosa para la optimización y mejora del diseño de los sistemas de agua potable. Con una comprensión más precisa de las pérdidas de carga en los accesorios tipo válvula, será posible tomar decisiones más informadas sobre la selección de válvulas, la ubicación de los accesorios y otros aspectos relacionados con la eficiencia del sistema.

En conclusión, este alcance experimental se enfoca en desarrollar un modelo analítico explicativo de las pérdidas de carga en los accesorios tipo válvula en sistemas de agua potable. A través de pruebas, comparaciones y análisis de datos, se busca obtener una comprensión profunda de los fenómenos físicos involucrados y proporcionar información relevante para mejorar el diseño y la eficiencia de los sistemas de agua potable.

3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos

Haciendo referencia al autor (Sampieri, 2014) dice “El instrumento es aquel que registra datos perceptibles y que constituyen efectivamente a los conceptos o variables que el investigador ha previsto”. Esta metodología adoptada en el proyecto se concluye que es efectiva para acercar al investigador a una aproximación más precisa de los datos, números, índices o indicadores esperados de las variables investigadas. Al seguir un enfoque secuencial y utilizar simulaciones, se permite una exploración exhaustiva de los fenómenos estudiados y se registra cuidadosamente la información relevante. Esto contribuye a obtener resultados más confiables y sólidos, lo que a su vez proporciona una comprensión más precisa de las variables investigadas. Al aplicar un análisis exhaustivo de la realidad objetiva, se garantiza que los hallazgos estén fundamentados en una comprensión profunda de los fenómenos y se minimice el margen de error.

El trabajo de “Modelación analítica de accesorios tipo válvula para el flujo en sistemas para agua potable” se adopta el instrumento de experimentación.

3.3.1 Experimento

En referencia (Sampieri, 2014) “*Los experimentos de laboratorio se realizan en condiciones controladas, en las cuales el efecto de las fuentes de invalidación interna es eliminado, así como el de otras posibles variables independientes que no son manipuladas o no interesan*”

La investigación se lleva a cabo en el laboratorio de hidráulica en la FIIC de la ULVR para realizar el experimento. Debido al control, exactitud y manipulación de las variables en recolección de datos

Tabla 4

Contexto general del experimento.

Experimento de laboratorio:	Modelación analítica de accesorios tipo válvula para el flujo en sistemas para agua potable.
Institución:	Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
Edificio:	Prof. Jaime Fabre Jansen.
Laboratorio:	Laboratorio: Hidráulica
Tutor:	PhD. Calero Amores Marcial Sebastián.

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

3.3.2 Instrumentos

3.3.2.1 Instrumentos sistemáticos

3.3.2.1.1 Guía de observación de campo

Las guías brindan el marco requerido para llevar a cabo una recolección de información sistemática y organizada, permitiéndonos obtener datos de manera organizada y precisa.

Tabla 5

Tabla para recolección de datos de la válvula compuerta

Tipo de valvula				Apertura					
Diametro		m	Area		m ²				
Apertura del caudal	t	L	m ³	Q(m ³ /s)	v(m/s)	Presion 1	Presion 2	Variacion	MCA
45									
90									
180									
225									

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 6

Tabla para recolección de datos de la válvula esferica

Tipo de valvula				Apertura					
Diametro		m	Area		m ²				
Apertura del caudal	t	L	m ³	Q(m ³ /s)	v(m/s)	Presion 1	Presion 2	Variacion de p	MCA
15°									
45°									
90°									

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

3.3.2.2 Instrumentos para la recolección de datos

3.3.2.2.1 Bomba

La bomba de agua es un componente fundamental en los sistemas de obtención de datos relacionados con el flujo de agua.

Medición de Caudal. La bomba de agua puede utilizarse para establecer un flujo constante y controlado en el sistema. Esto permite realizar mediciones precisas del caudal de agua en diferentes puntos de la red. Al mantener un flujo estable, se facilita la

obtención de datos confiables y repetibles, lo que es esencial para el análisis y la modelación de los sistemas de agua potable.

Pruebas de Rendimiento. La bomba de agua puede emplearse en pruebas de rendimiento de los accesorios tipo válvula. Al generar diferentes niveles de presión y caudal, se pueden evaluar las características hidráulicas de las válvulas, como la pérdida de carga y la capacidad de control del flujo. Estas pruebas permiten obtener datos que respalden la modelación analítica y contribuyan a la optimización del diseño de los accesorios.

Monitoreo del Sistema. Una bomba de agua adecuadamente ubicada en el sistema de distribución puede ser utilizada para monitorear el funcionamiento general del sistema. Al medir el consumo de energía y el rendimiento de la bomba, se pueden detectar anomalías y posibles problemas, como fugas o obstrucciones en la red. Estos datos son valiosos para el mantenimiento preventivo y la identificación temprana de fallas en el sistema.

Pruebas de Presión. La bomba de agua también se puede emplear para realizar pruebas de presión en la red de distribución. Estas pruebas consisten en aumentar la presión del agua en el sistema y medir cómo responde. Estos datos ayudan a identificar posibles pérdidas o fugas en la red, ya que un descenso de la presión puede indicar problemas en la integridad de las tuberías o los accesorios.

En resumen, la bomba de agua desempeña un papel clave en la obtención de datos precisos y confiables en los sistemas de agua potable. Desde la medición del caudal hasta las pruebas de rendimiento y el monitoreo del sistema, la bomba permite recopilar información esencial para el análisis, la modelación y la optimización de los sistemas de agua potable.

3.3.2.2 Manómetros

Los manómetros son instrumentos de medición utilizados para obtener datos relacionados con la presión en un sistema de agua potable. A continuación, te presento algunas formas en las que los manómetros pueden ser de ayuda para obtener datos precisos:

Medición de Presión. Los manómetros se utilizan para medir la presión en diferentes puntos de la red de distribución de agua potable. Estos datos son fundamentales para evaluar el comportamiento hidráulico del sistema y determinar posibles problemas, como obstrucciones en las tuberías, fugas o desequilibrios de presión. La medición precisa de la presión en distintos puntos de la red proporciona una visión detallada del rendimiento del sistema.

Diagnóstico de Problemas. Los manómetros permiten identificar y diagnosticar problemas en el sistema de agua potable. Por ejemplo, si se detecta una caída significativa de presión en un punto específico, puede indicar la presencia de una obstrucción o una fuga en esa área. Al utilizar manómetros en diferentes puntos de la red, es posible localizar y resolver problemas de manera más eficiente, evitando desperdicio de agua y garantizando un suministro adecuado.

Pruebas de Presión. Los manómetros son esenciales para realizar pruebas de presión en la red de distribución. Estas pruebas implican aumentar la presión en el sistema y monitorear cómo responde. Los datos obtenidos permiten verificar si el sistema cumple con los estándares de presión establecidos y si es capaz de soportar situaciones de alta demanda, como periodos de consumo pico. Además, las pruebas de presión ayudan a identificar posibles fugas o fallas en la integridad de las tuberías.

Control y Ajuste de Válvulas. Los manómetros son útiles para controlar y ajustar las válvulas en el sistema de agua potable. Al medir la presión antes y después de una válvula, se puede determinar si está funcionando correctamente y si el caudal de agua está siendo regulado de manera adecuada. Los datos de los manómetros permiten realizar ajustes precisos en las válvulas para mantener el equilibrio de presión y garantizar un flujo óptimo en la red de distribución.

Los manómetros desempeñan un papel fundamental en la obtención de datos precisos sobre la presión en los sistemas de agua potable. Desde la medición de la presión en diferentes puntos de la red hasta el diagnóstico de problemas, las pruebas de presión y el control de las válvulas, los manómetros proporcionan información valiosa para el análisis, la optimización y el mantenimiento de los sistemas de agua potable.

3.3.2.2.3 Volumétrico de agua

Los medidores de agua son dispositivos utilizados para medir y obtener datos precisos sobre el consumo de agua en un sistema.

Medición de Consumo. Los medidores de agua permiten medir y registrar el consumo de agua en diferentes puntos de la red de distribución. Estos datos son esenciales para monitorear y analizar los patrones de consumo, identificar posibles fugas o pérdidas y evaluar la eficiencia del sistema en la entrega de agua potable. La medición precisa del consumo de agua proporciona información valiosa para la gestión y planificación de los recursos hídricos.

3.3.2.2.4 Banco Hidráulico

Un banco hidráulico es un sistema de pruebas utilizado para obtener datos y realizar diferentes análisis relacionados con el comportamiento hidráulico de los componentes y sistemas de agua.

Pruebas de Rendimiento. Un banco hidráulico permite realizar pruebas de rendimiento en accesorios tipo válvula u otros componentes utilizados en sistemas de agua potable. Por ejemplo, se pueden evaluar las características de flujo, la presión, la capacidad de control y la pérdida de carga de una válvula en condiciones simuladas. Estas pruebas proporcionan datos precisos y confiables para evaluar el rendimiento y la eficiencia de los componentes en diferentes escenarios.

Simulación de Condiciones Reales. Mediante un banco hidráulico, es posible simular condiciones reales de operación, como cambios en la presión, caudal y temperatura del agua. Esto permite obtener datos bajo diferentes escenarios y analizar cómo se comportan los componentes y sistemas de agua potable en situaciones variables. Estos datos ayudan a comprender mejor el rendimiento y la capacidad de respuesta de los equipos en condiciones prácticas.

Estudio de Características Hidráulicas. Un banco hidráulico permite estudiar y analizar las características hidráulicas de los componentes y sistemas de agua potable. Esto incluye la medición de caudal, presión, velocidades de flujo y otros parámetros relevantes. Estos datos ayudan a comprender el comportamiento de los sistemas y a

optimizar su diseño y funcionamiento para garantizar un flujo eficiente y seguro de agua potable.

Un banco hidráulico es una herramienta esencial para obtener datos y realizar análisis en el campo de la ingeniería de sistemas de agua potable. Desde las pruebas de rendimiento y la simulación de condiciones reales hasta el estudio de características hidráulicas y el desarrollo de productos, el banco hidráulico proporciona datos precisos y valiosos que contribuyen a la optimización y mejora continua de los sistemas de agua potable.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

3.4.1.1 Descripción de la Población. Según expresa sobre la población (Arias, 2012, pág. 81) *“un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.”* Esto puede involucrar un número determinado o ilimitado de elementos, dependiendo de la propuesta de investigación, donde la población de interés se representa a través del conjunto de accesorios tipo válvulas. La cantidad de accesorios que se incluyen en el estudio pensado de los objetivos de la investigación, los recursos disponibles y la viabilidad práctica

3.4.1.2 Cuantificación de la Población. Estas válvulas pueden variar en diámetros, marcas, materiales y pueden presentar una cantidad definida o indefinida de pérdidas de carga. Además, existe una cantidad de datos que se pueden obtener de cada una de estas redes al variar los caudales y las presiones de manejo.

3.4.2 Muestra

3.4.2.1 Descripción de la Muestra Citando a (Sampieri, 2014, pág. 175) dice “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población.” se utiliza para obtener información sobre una población de interés sin tener que estudiar o analizar a todos sus miembros.

3.4.2.2 Cuantificación de la Muestra. La muestra de la investigación está constituida de las marcas de válvulas FV y EDESA. La cual serán de diferente tipo y diámetros.

Tabla 7

Muestra de la investigación

Material de la tubería	<i>Policloruro de vinilo (PVC) PVC Tipo: Presión UZ, Marca: Plastigama</i>
Válvula 1	Fv. Tipo esférica Ø 1/2" (12.7mm)
Válvula 2	Fv. Tipo esférica Ø3/4" (19.05mm)
Válvula 3	Edesa. Tipo esférica Ø 1/2" (12.7mm)
Válvula 4	Edesa. Tipo esférica Ø3/4" (19.05mm)
Válvula 5	Fv. Tipo compuerta Ø 1/2" (12.7mm)
Válvula 6	Fv. Tipo compuerta Ø3/4" (19.05mm)
Válvula 7	Edesa. Tipo compuerta Ø 1/2" (12.7mm)
Válvula 8	Edesa. Tipo compuerta Ø3/4" (19.05mm)

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

3.4.2.3 Criterio de la Evaluación de la Muestra. Utilizando el Banco Hidráulico de Laboratorio de hidráulica de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, se llevaron a cabo evaluaciones de las muestras mediante el ensayo de "Pérdida de Carga en accesorios tipo válvula". Esto se logra gracias al empleo de dos manómetros y medidor de agua, que proporcionó información valiosa sobre el comportamiento de las muestras durante el ensayo.

3.5 Síntesis Metodológica

El sistema implementado en el laboratorio se inicia con una bomba que proporciona el flujo de agua. El flujo se dirige a través de un circuito que incluye un medidor para medir el caudal de agua ingresando durante un tiempo específico. Posteriormente, el flujo pasa por un primer manómetro, que nos proporciona la primera lectura de presión. Luego, pasa por una válvula y continua hacia otro manómetro, donde se obtiene una segunda lectura de presión. Estas lecturas nos permiten calcular la variación o pérdida de presión a lo largo del circuito.

Esta configuración experimental nos proporciona información esencial para comprender el comportamiento hidráulico del sistema y evaluar la eficiencia y el rendimiento de los componentes involucrados. Al combinar la medición del caudal y las lecturas de presión, podemos obtener una visión más completa de las pérdidas de presión en el circuito, lo que es fundamental para el análisis y diseño adecuado de sistemas hidráulicos. Cabe destacar que la precisión y calibración de los instrumentos utilizados son aspectos cruciales para garantizar la exactitud de los resultados obtenidos.

En el contexto de la aplicación del método científico, se ejecutaron una serie de trabajos experimentales que siguen un proceso metodológico sistemático. En primer lugar, se estableció una línea base, representando los registros iniciales. Cada registro se sometió a un conjunto de 5 caudales. En este proceso experimental, se enfocó en la evaluación de válvulas esféricas y de compuerta con diámetros de 1/2 y 3/4. Además, se verificó la validez estadística de los resultados obtenidos. En total, se realizaron 60 mediciones de caudal para las válvulas esféricas, abarcando tanto las marcas EDESA como FV, con 3 aperturas distintas. Por otro lado, se recolectaron 80 datos de caudal para las válvulas de compuerta, también considerando diámetros de 1/2 y 3/4 y las marcas EDESA y FV, abarcando 4 aperturas diferentes. Con estos procesos, el número total de registros asciende a 140 lecturas. Finalmente, los prototipos elaborados para este estudio se encuentran almacenados en la FIIC, respaldando el trabajo realizado.

CAPÍTULO IV

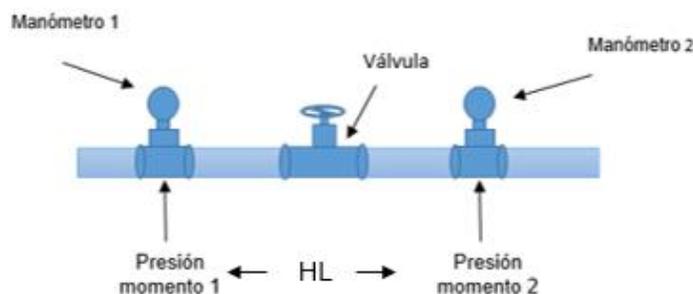
Propuesta o Informe

Se ha llevado a cabo la propuesta de modelación analítica para estudiar los accesorios tipo válvula y la resistencia al flujo en sistemas de agua potable. En este contexto, se ha desarrollado un sistema (prototipo) de red cerrado, con el objetivo principal de recopilar datos precisos sobre las pérdidas de carga ocasionadas por estos accesorios específicos. Para lograrlo, se han instalado manómetros, diseñados para detectar incluso las fluctuaciones más mínimas en la presión del agua, así como un medidor especializado que permite obtener información precisa y detallada acerca del flujo tanto en la entrada como en la salida del sistema.

La estrategia implementada en esta propuesta se basa en la creación de un sistema de red abierto, que simula las condiciones reales de los sistemas de agua potable. Este enfoque experimental permite obtener mediciones precisas y fiables de las pérdidas de carga generadas por los accesorios tipo válvula. La instalación de manómetros de baja sensibilidad, altamente sensibles a cualquier variación en la presión del agua, y un medidor especializado, que registra con precisión el caudal de entrada y salida del sistema, aseguran la obtención de datos confiables que son fundamentales para el análisis y modelado del flujo en sistemas de agua potable.

Figura 7

Obtención de la pérdida de carga



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Para llegar a la fórmula de pérdida de carga por accesorio, tenemos que considerar que existe una variación de presión, a través del gráfico interpretamos lo siguiente:

Ecuación 10 Energía

$$E1 = E2 + h_l$$

Donde:

- E= Energía
- h_l : pérdida de carga localizada (m)

Se suma h_l al momento 2, ya que es donde se encuentra la pérdida localizada. La energía total (E) se puede expresar como la suma de la energía de presión ($\frac{P}{\gamma}$), la energía cinética ($\frac{v^2}{2g}$) y la energía potencial (Z).

Donde:

- P= presión (psi)
- γ = peso específico del agua (kg/m^3)
- v= velocidad (m/s)
- g= gravedad ($\frac{m}{s^2}$)
- Z= cota

En la fórmula $E1 = E2 + h_l$, tenemos:

E1: Energía total en el momento 1 (inicio).

E2: Energía total en el momento 2 (final).

h_l : Pérdida de carga entre los puntos 1 y 2.

Luego se desglosa cada término de energía en la fórmula:

$$E1 = \left(\frac{P1}{\gamma}\right) + \left(\frac{v1^2}{2g}\right) + Z1$$

$$E2 = \left(\frac{P2}{\gamma}\right) + \left(\frac{v2^2}{2g}\right) + Z2$$

Por lo tanto:

$$E1 = E2 + hl$$

Donde

$$\left(\frac{P1}{\gamma}\right) + \left(\frac{v1^2}{2g}\right) + Z1 = \left(\frac{P2}{\gamma}\right) + \left(\frac{v2^2}{2g}\right) + Z2 + hl$$

Donde Z1 Y Z2 se van por tener la misma cota de elevación.

Igualmente $\left(\frac{v1^2}{2g}\right) - \left(\frac{v2^2}{2g}\right)$ se hacen 0

Y nos queda que $\left(\frac{P1}{\gamma}\right) - \left(\frac{P2}{\gamma}\right)$ es la variación de presión

Donde:

$$hl = \left(\frac{P1}{\gamma}\right) - \left(\frac{P2}{\gamma}\right)$$

La fórmula de pérdida de carga por accesorio está determinada como:

$$hl = k \frac{v^2}{2g}$$

Esta es la fórmula simplificada de la pérdida de carga en un conducto en términos donde

- hl: pérdida de carga localizada (m)
- k: coeficiente de pérdida localizada. (no tiene dimensiones)
- v: velocidad media del agua, antes o después del punto singular. (m/s)
- g: gravedad $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

Para despejar la k de la formula $hl = k \frac{v^2}{2g}$

Tenemos que realizar los siguientes pasos:

1. Comenzamos con la formula general de perdida de carga por accesorio:

$$hl = k \frac{v^2}{2g}$$

2. Aislamos el coeficiente k en un lado de la ecuación:

$$k = \frac{hl}{\frac{v^2}{2g}}$$

3. Invertimos ambos lados de la ecuación y realizando la operación de multiplicación cruzada para eliminar la fracción, obteniendo la fórmula para función de k:

Ecuación 11 Coeficiente k

$$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$$

4.2 Válvulas

4.2.1 Válvulas compuerta

Un antecedente relevante de la válvula compuerta (también conocida como válvula de compuerta) se remonta al siglo XIX. La válvula compuerta es uno de los diseños más antiguos y ampliamente utilizados en sistemas de tuberías y control de flujo.

La válvula compuerta se caracteriza por su diseño en forma de cuña y su capacidad para proporcionar un sello hermético al cerrar completamente el paso del fluido. Esto se logra mediante el desplazamiento de una compuerta rectangular o en forma de cuña que se mueve perpendicularmente al flujo del fluido.

Aunque no se puede atribuir un único inventor a la válvula compuerta, su desarrollo y mejora se llevaron a cabo a lo largo del tiempo. En el siglo XIX, ingenieros y fabricantes como Thomas Wedgwood y Alfred Charles Hobart desarrollaron y patentaron diseños de válvulas de compuerta con características mejoradas, como empaques más efectivos y mecanismos de operación más eficientes.

Durante la Revolución Industrial, la válvula compuerta se volvió más común y se utilizó en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo sistemas de agua, plantas de energía, procesos industriales y aplicaciones marinas. Su capacidad para controlar el

flujo de manera efectiva y su resistencia a altas presiones y temperaturas la convirtieron en una opción confiable en numerosas industrias.

Con el avance de la tecnología, se han realizado mejoras continuas en los materiales utilizados, los mecanismos de operación y los sellos para garantizar un rendimiento óptimo y prolongar la vida útil de las válvulas compuerta. Estos avances han permitido una mayor eficiencia y confiabilidad en la regulación del flujo en sistemas de tuberías y procesos industriales.

Figura 8

Válvula de compuerta



Fuente: fvandina.com (2023)

4.2.2 Válvula esférica

Un antecedente relevante de la válvula esférica (también conocida como válvula de bola) es su invención y desarrollo en la década de 1950 por Ernie Plank, un ingeniero de la compañía estadounidense John F. Welch. Plank diseñó y patentó una válvula de bola que se caracterizaba por su simplicidad, fiabilidad y facilidad de uso.

Antes de la introducción de la válvula esférica, las válvulas de compuerta y de globo eran comúnmente utilizadas para controlar el flujo en sistemas de tuberías. Sin embargo, estas válvulas tenían algunas limitaciones, como su diseño complejo, alto mantenimiento y la necesidad de múltiples vueltas para abrir o cerrar el flujo.

La válvula esférica revolucionó la industria al introducir un diseño más compacto y eficiente. Consiste en una esfera perforada que se coloca en el paso del fluido. Cuando la esfera está alineada con el paso, permite un flujo sin obstrucciones, y cuando se gira 90 grados, bloquea completamente el flujo. La esfera se acciona mediante una palanca o un actuador, lo que permite un control rápido y preciso del flujo.

La válvula esférica se destacó por su capacidad para manejar una amplia gama de fluidos, incluyendo líquidos y gases, con baja resistencia al flujo. Su diseño simple y su capacidad de abrir o cerrar rápidamente hicieron que fuera ampliamente adoptada en diversas aplicaciones industriales, como sistemas de agua, petróleo, gas, productos químicos y procesos industriales en general.

En resumen, el desarrollo y la introducción de la válvula esférica por Ernie Plank en la década de 1950 representó un avance significativo en el campo de las válvulas de control. Su diseño simple, confiabilidad y facilidad de uso han hecho de la válvula esférica una opción popular en numerosas aplicaciones industriales.

Figura 9

Válvulas esférica



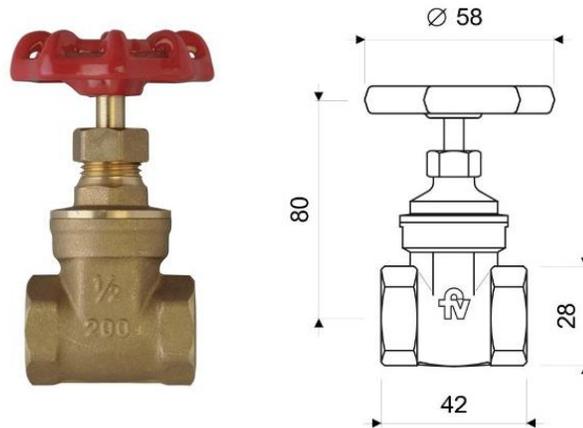
Fuente: fvandina.com (2023)

4.3 Características de las válvulas

4.3.1 Válvula de Compuerta Esclusa 1/2"

Figura 10

Válvula de Compuerta Esclusa 1/2"



Fuente: fvandina.com (2023)

Marca: Fv

Medida: 1/2 pulgadas.

Costo: \$9.29

Descripción:

La válvula de paso total garantiza un flujo libre y sin obstáculos de agua. Su manija de apertura, fabricada en metal y pintada de color rojo, proporciona una apariencia distintiva. Además, el diámetro nominal está impreso en el cuerpo de la válvula, facilitando su identificación. Esta válvula ha sido especialmente diseñada para su uso en sistemas de tuberías de agua potable, y se recomienda encarecidamente su utilización como llave de control en entornos húmedos.

Normas generales de cumplimiento:

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019

- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

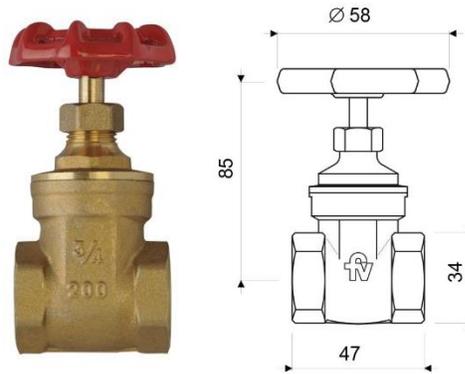
Características técnicas generales:

- Cuenta con un bajo contenido de plomo, dentro del límite permitido por la normativa vigente, asegurando así su cumplimiento con los estándares establecidos.
- Su superficie presenta un acabado granallado, característico de la línea de Broncería, otorgándole una apariencia distintiva y de calidad.
- Ha sido sometido a rigurosas pruebas que certifican su resistencia ante la oxidación y corrosión, asegurando su durabilidad en diversas condiciones de uso.
- Ofrece un funcionamiento óptimo en un amplio rango de presión, desde 20 hasta 125 PSI, adaptándose a diferentes sistemas y necesidades.
- El sistema de cierre ha sido sometido a pruebas exhaustivas, superando los 2.000 ciclos requeridos por la normativa correspondiente, garantizando así su fiabilidad y duración.
- Ha sido sometido a una prueba de presión de 500 PSI durante 1 minuto, demostrando su capacidad de mantenerse intacto sin desgaste ni fugas, lo que asegura su eficiencia y confiabilidad en su desempeño.

4.3.2 Válvula de Compuerta Esclusa 3/4"

Figura 11

Válvula de Compuerta Esclusa 3/4"



Fuente: fvandina.com (2023)

Marca: Fv

Medida: 3/4 pulgadas.

Costo: \$13.01

Descripción:

Esta válvula de paso total garantiza un flujo de agua sin restricciones. Cuenta con una manija de apertura metálica, que se distingue por su pintura de color rojo. Además, el diámetro nominal está impreso en el cuerpo de la válvula. Este producto es apto para su uso en tuberías de agua potable y se recomienda especialmente como llave de control en cuartos húmedos.

Normas generales de cumplimiento:

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019
- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

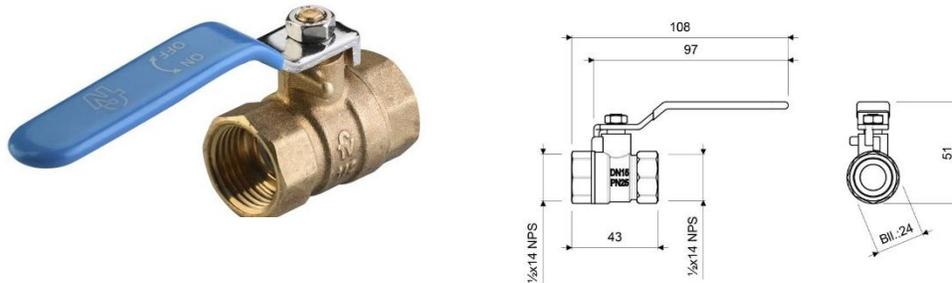
Características técnicas generales:

- Cuenta con un bajo contenido de plomo, dentro del límite permitido por la normativa vigente, asegurando así su cumplimiento con los estándares establecidos.
- Su superficie presenta un acabado granallado, característico de la línea de Broncería, otorgándole una apariencia distintiva y de calidad.
- Ha sido sometido a rigurosas pruebas que certifican su resistencia ante la oxidación y corrosión, asegurando su durabilidad en diversas condiciones de uso.
- Ofrece un funcionamiento óptimo en un amplio rango de presión, desde 20 hasta 125 PSI, adaptándose a diferentes sistemas y necesidades.
- El sistema de cierre ha sido sometido a pruebas exhaustivas, superando los 2.000 ciclos requeridos por la normativa correspondiente, garantizando así su fiabilidad y duración.
- Ha sido sometido a una prueba de presión de 500 PSI durante 1 minuto, demostrando su capacidad de mantenerse intacto sin desgaste ni fugas, lo que asegura su eficiencia y confiabilidad en su desempeño.

4.3.3 Válvula Esférica Extra Liviana 1/2"

Figura 12

Válvula Esférica Extra Liviana 1/2"



Fuente: fvandina.com (2023)

Marca: Fv

Medida: 1/2 pulgadas.

Costo: \$4.10

Descripción:

- Rosca en configuración Hembra-Hembra (H-H).
- La manija de la llave presenta una palanca con un logotipo identificativo de FV.
- El cuerpo principal de la llave está fabricado en bronce, ofreciendo un acabado de alta calidad.
- Esta válvula de paso total asegura un flujo de agua sin restricciones.

Normas generales de cumplimiento:

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019
- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

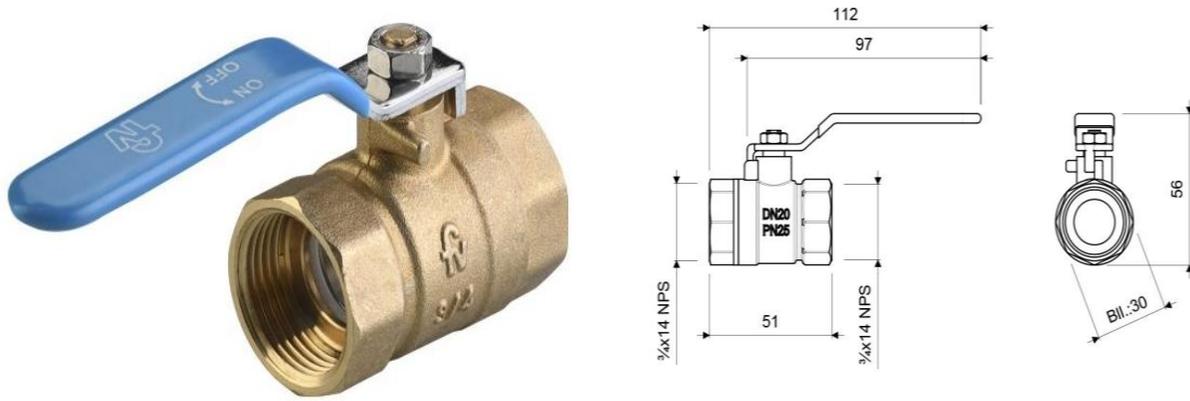
Características técnicas generales:

- Presenta un bajo contenido de plomo, dentro de los límites aprobados por la normativa correspondiente.
- Su superficie cuenta con un acabado granallado propio de la línea de Broncería, brindando un aspecto estético y duradero.
- Ha sido sometida a pruebas exhaustivas para resistir la oxidación y corrosión, asegurando su fiabilidad a largo plazo.
- Ofrece un funcionamiento óptimo en un rango de presión que va desde 20 hasta 125 PSI, adaptándose a diversas situaciones y necesidades.
- El sistema de cierre ha sido probado hasta los 2.000 ciclos, cumpliendo con los estándares establecidos para garantizar su durabilidad y eficiencia.
- Ha sido sometida a una prueba de presión de 500 PSI durante un minuto, demostrando su resistencia al desgaste y evitando fugas, lo que garantiza su rendimiento óptimo.

4.3.4 Válvula Esférica Extra Liviana 3/4"

Figura 13

Válvula Esférica Extra Liviana 3/4"



Fuente: fvandina.com (2023)

Marca: Fv

Medida: 3/4 pulgadas.

Costo: \$4.16

Descripción:

- Rosca en configuración Hembra-Hembra (H-H).
- La manija de la llave presenta una palanca con un logotipo identificativo de FV.
- El cuerpo principal de la llave está fabricado en bronce, ofreciendo un acabado de alta calidad.
- Esta válvula de paso total asegura un flujo de agua sin restricciones.

Normas generales de cumplimiento:

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019
- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

Características técnicas generales:

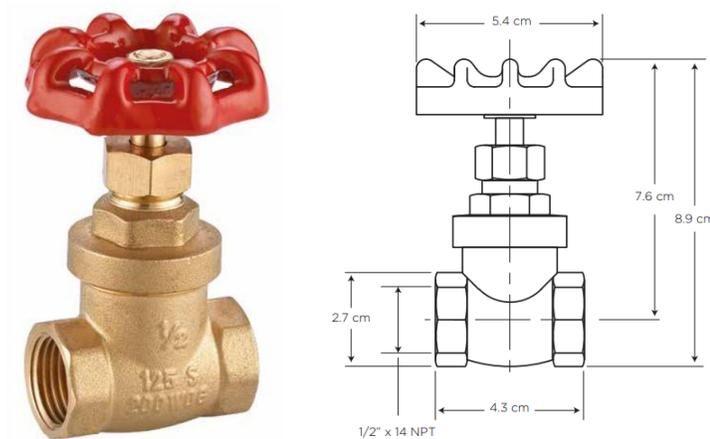
- Presenta un bajo contenido de plomo, dentro de los límites aprobados por la normativa correspondiente.

- Su superficie cuenta con un acabado granallado propio de la línea de Broncería, brindando un aspecto estético y duradero.
- Ha sido sometida a pruebas exhaustivas para resistir la oxidación y corrosión, asegurando su fiabilidad a largo plazo.
- Ofrece un funcionamiento óptimo en un rango de presión que va desde 20 hasta 125 PSI, adaptándose a diversas situaciones y necesidades.
- El sistema de cierre ha sido probado hasta los 2.000 ciclos, cumpliendo con los estándares establecidos para garantizar su durabilidad y eficiencia.
- Ha sido sometida a una prueba de presión de 500 PSI durante un minuto, demostrando su resistencia al desgaste y evitando fugas, lo que garantiza su rendimiento óptimo.

4.3.5 Válvula de compuerta 1/2"

Figura 14

Válvula de compuerta 1/2"



Fuente: Edesa.com.ec (2023)

Marca: Edesa

Medida: 1/2 pulgadas

Costo: \$8.99

Descripción:

- Fabricado en latón, un material duradero y resistente.
- Cuenta con roscas de 1/2 pulgadas x 14 NPT, asegurando una conexión adecuada y compatible.
- Dispone de un sistema de apertura de compuerta para un control preciso del flujo de agua.
- La presión de agua recomendada oscila entre 20 psi (140 kPa) y 125 psi (860 kPa), adaptándose a diferentes necesidades.
- Presenta un consumo mínimo de agua de 21 litros por minuto a 20 psi (140 kPa), lo que permite un uso eficiente y ahorro de recursos.

- El cartucho tiene una vida útil de 2.000 ciclos, lo que garantiza su rendimiento duradero y confiable.

Normas generales de cumplimiento:

- Cumple con norma NTE – INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

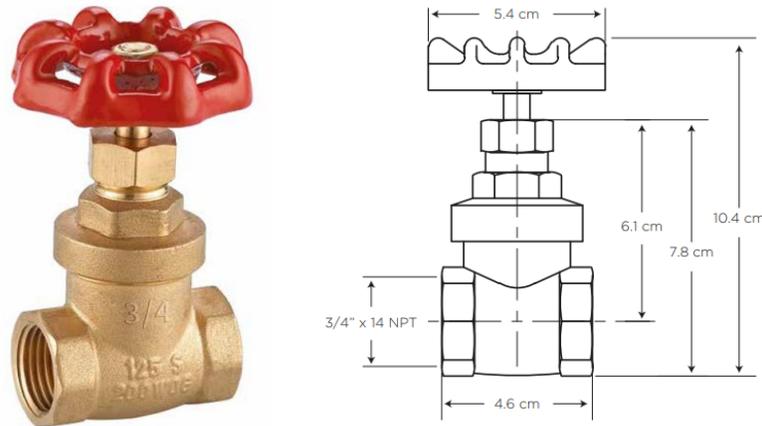
Características técnicas generales:

- Gracias a su fabricación en latón, este producto ofrece una mayor durabilidad debido a la aleación de cobre y zinc presente en su composición.
- La manija de apertura se desplaza de forma ascendente-descendente, lo que ayuda a prevenir el fenómeno del golpe de ariete.
- Sus roscas están reforzadas para brindar una mayor seguridad en su instalación.
- Su diseño innovador prescinde del uso de empaques, lo que prolonga su vida útil.
- Este producto está especialmente diseñado para ser empotrado, lo que permite una instalación más estética y funcional.
- Se ha sometido a pruebas de calidad, resistiendo hasta 500 psi de presión de agua durante un minuto, lo que garantiza su rendimiento en situaciones de incremento repentino de la presión del agua.
- Cumple con las normas de bajo contenido de plomo, asegurando la no toxicidad del agua y su idoneidad para el consumo humano.

4.3.6 Válvula de compuerta 3/4"

Figura 15

Válvula de compuerta 3/4"



Fuente: Edesa.com.ec (2023)

Marca: Edesa

Medida: 3/4 pulgadas

Costo: \$11.06

Descripción:

- Fabricado con un cuerpo de latón y una manija de aluminio, este producto combina durabilidad y resistencia.
- Las roscas tienen una medida de 3/4 pulgadas x 14 NPT, asegurando una conexión adecuada y compatible.
- Dispone de un sistema de apertura mediante un tornillo sin fin, con un mecanismo de compuerta para un control preciso del flujo de agua.
- La presión de agua recomendada varía desde 20 psi (140 kPa) hasta 125 psi (860 kPa), adaptándose a diferentes necesidades y sistemas.
- Tiene un consumo mínimo de agua de 49 litros por minuto a 20 psi (140 kPa), aunque la norma NTE - INEN 3123 no define un caudal específico.
- El cartucho tiene una vida útil de 2.000 ciclos, garantizando su rendimiento a largo plazo y durabilidad.

Normas generales de cumplimiento:

- Cumple con norma NTE – INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

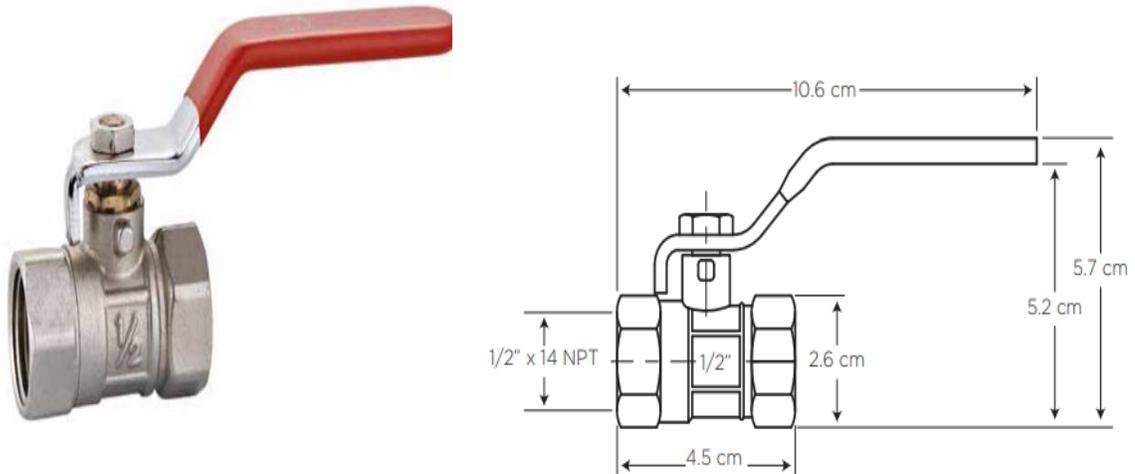
Características técnicas generales:

- Gracias a su fabricación en latón, este producto ofrece una mayor durabilidad debido a la aleación de cobre y zinc presente en su composición.
- Las roscas han sido reforzadas para brindar una mayor seguridad durante la instalación.
- La manija tipo compuerta permite una fácil apertura y control del flujo de agua, sin generar pérdidas de presión gracias a su diseño de paso directo sin obstáculos.
- Su diseño lo hace ideal para su instalación empotrada, ofreciendo una apariencia estética y funcional.
- Se ha sometido a pruebas de calidad, soportando 500 psi de presión de agua durante un minuto, lo que garantiza su calidad y rendimiento en situaciones de aumento brusco de la presión del agua.
- Cumple con las normativas de bajo contenido de plomo, asegurando que el agua sea apta para el consumo humano y libre de toxinas.

4.3.7 Válvula esférica estándar 1/2" paso total

Figura 16

Válvula esférica estándar 1/2" paso total



Fuente: Edesa.com.ec (2023)

Marca: Edesa

Medida: 3/4 pulgadas

Costo: \$4.11

Descripción:

- El cuerpo de esta válvula está fabricado en latón, mientras que la manilla está hecha de aluminio, lo que proporciona una combinación de resistencia y ligereza.
- Con un peso de 135 g, esta válvula es liviana y fácil de manejar.
- Las roscas tienen una medida de 1/2 pulgadas x 14 NPT, asegurando una conexión adecuada para el suministro de agua.
- Cuenta con un sistema de apertura de 1/4 de vuelta mediante una esfera, lo que permite un control rápido y fácil del flujo de agua.
- La presión de agua recomendada varía desde 20 psi (140 kPa) hasta 125 psi (860 kPa), adaptándose a diferentes necesidades y sistemas.

- Tiene un consumo mínimo de agua de 36 litros por minuto a 20 psi (140 kPa), promoviendo un uso eficiente y sostenible del recurso.
- El cartucho tiene una vida útil de 2.000 ciclos, asegurando su durabilidad y rendimiento a largo plazo.

Normas generales de cumplimiento:

- Cumple con norma NTE – INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

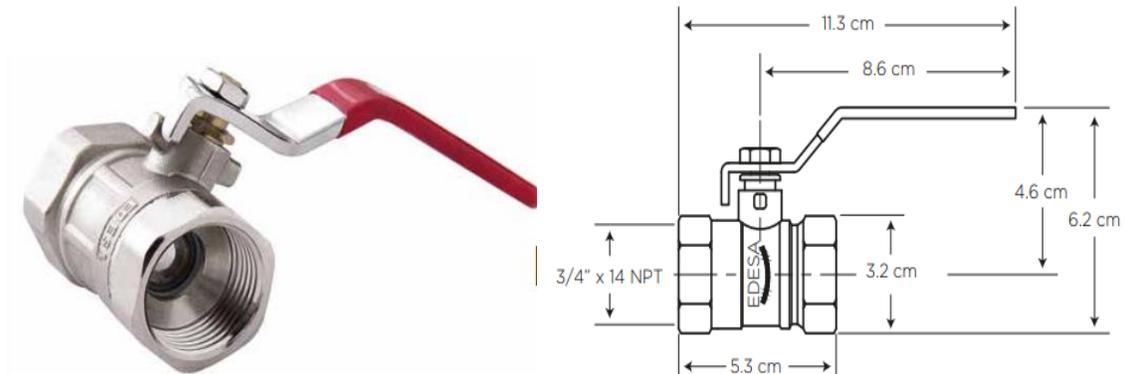
Características técnicas generales:

- La aleación de cobre y zinc presente en el latón confiere a este producto una mayor durabilidad, asegurando su resistencia y rendimiento a largo plazo.
- La manija en forma de palanca ha sido diseñada para facilitar su manipulación, proporcionando comodidad y facilidad de uso.
- Han sometido este producto a rigurosas pruebas de salinidad en nuestros laboratorios para garantizar su resistencia al óxido en entornos húmedos y exteriores.
- Para asegurar la calidad del producto, han realizado pruebas de resistencia a una presión de 500 psi durante un minuto, especialmente diseñadas para situaciones de incrementos bruscos de la presión del agua.
- El sistema esférico incorporado en este producto permite un flujo directo del agua, evitando pérdidas de presión y asegurando un rendimiento eficiente.

4.3.8 Válvula esférica estándar 3/4" paso total

Figura 17

Válvula esférica estándar 3/4" paso total



Fuente: Edesa.com.ec (2023)

Marca: Edesa

Medida: 3/4 pulgadas

Costo: \$5.55

Descripción:

- El cuerpo de esta válvula está fabricado en latón, mientras que la manilla está hecha de aluminio, lo que proporciona una combinación de resistencia y ligereza.
- Con un peso de 192 g, esta válvula es fácil de manejar y transportar.
- Las roscas tienen una medida de 3/4 pulgadas x 14 NPT, lo que garantiza una conexión adecuada para el suministro de agua.
- Cuenta con un sistema de apertura de 1/4 de vuelta mediante una esfera, lo que facilita y agiliza el control del flujo de agua.
- La presión de agua recomendada varía desde 20 psi (140 kPa) hasta 125 psi (860 kPa), adaptándose a diferentes necesidades y sistemas.

- Tiene un consumo mínimo de agua de 36 litros por minuto a 20 psi (140 kPa), lo que promueve un uso eficiente y ahorro de recursos.
- El cartucho tiene una vida útil de 2.000 ciclos, asegurando su durabilidad y rendimiento a largo plazo.

Normas generales de cumplimiento:

- Cumple con norma NTE – INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

Características técnicas generales:

- La fabricación en latón de este producto le otorga una mayor durabilidad gracias a la aleación de cobre y zinc presente en su composición. La manija tiene forma de palanca, lo que facilita su manipulación y uso.
- Se han realizado rigurosas pruebas de salinidad en nuestros laboratorios para garantizar que el producto no se oxide en ambientes húmedos o exteriores.
- La grifería ha sido sometida a pruebas de resistencia a una presión de 500 psi durante un minuto, asegurando la calidad del producto en situaciones de incrementos bruscos de la presión del agua.
- Su sistema esférico permite un paso directo del agua, evitando la pérdida de presión durante su uso.

4.4 Presentación y análisis de resultados

4.4.1 Bases de la experimentación

- Norma ecuatoriana de la construcción NEC 2011 16
- Manual de diseño de acueductos y buenas prácticas – Interagua. Código MA-OED-004
- Manual de buenas prácticas en instalaciones hidrosanitarias y de gas Rafael Pérez Carbona Capítulo I,
- Normas de Materiales.
- Norma ASTM 2665-INEC-374
- Norma técnica ecuatoriana INEC 1379
- Norma técnica ecuatoriana -INEN 1373:2010

4.4.2 Desarrollo del prototipo

4.4.2.1 Herramientas a utilizar y equipos

Sierra de Mano. La sierra de mano, una valiosa herramienta de corte, ha sido nuestra aliada al realizar los precisos cortes en las tuberías para construir las redes junto con los complementos necesarios.

Figura 18

Sierra de mano



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Llave de Tubo. La llave de tubo es una herramienta esencial que se utiliza en conjunto con la tarraja para realizar la elaboración de roscas. Esta combinación de herramientas permite aplicar fuerza y girar la tarraja de manera precisa, logrando así el roscado adecuado en tuberías u otros materiales.

Figura 19

Llave de tubo



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Llave Inglesa. La llave inglesa fue una herramienta versátil que se utilizó en diferentes etapas del proyecto. En este caso, la llave inglesa nos sirvió para apretar o aflojar tuercas y conexiones de tuberías, ajustar accesorios, como bridas o juntas, y realizar diversas tareas de montaje y desmontaje. También fue útil para sostener elementos durante el proceso de roscado o para proporcionar un punto de apoyo adicional al trabajar con otras herramientas, como la tarraja.

Figura 20

Llave inglesa



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tarraja Manual. La tarraja, una herramienta esencial en nuestro trabajo, nos ha permitido crear roscas con precisión y eficiencia. Se empleó una tarraja de roscar, una herramienta manual de corte, para realizar el roscado en tuberías de PVC. Las tarrajas utilizadas fueron la de 1/2" y la de 3/4".

Figura 21

Tarraja manual



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Flexómetro. El flexómetro es una herramienta fundamental para tomar medidas precisas de las tuberías y determinar el lugar exacto donde se debe realizar el corte. Con su flexibilidad y escala graduada, el flexómetro permite obtener mediciones precisas y facilita la planificación de los cortes necesarios en las tuberías. Es una herramienta imprescindible para lograr una instalación precisa y eficiente.

Figura 22

Flexómetro



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Bomba. La bomba de agua se convirtió en el pilar fundamental que sostuvo nuestro sistema hidráulico, asegurando que cada componente recibiera la presión necesaria para cumplir su función de manera eficiente y efectiva.

Figura 23

Bomba de agua



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Banco Hidráulico La utilización del banco hidráulico resultó de suma importancia en nuestro estudio, ya que nos brindó una infraestructura completa que incluyó tanques de abastecimiento y retorno. Estos tanques jugaron un papel fundamental al proporcionar el suministro de agua necesario para nuestras pruebas y experimentos, así como al permitirnos medir y controlar el flujo de agua de manera precisa y confiable.

Figura 24

Banco hidraulico



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

4.4.2.2 Materiales y accesorios

Codos de 90° para Agua Potable. La marca Plastigama ofrece codos de 90 grados que facilitan el cambio de dirección en las tuberías. Se adquirieron codos con diámetros de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " para adaptarse a diferentes necesidades y especificaciones del proyecto.

Figura 25

Codo de 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tee para Agua Potable. La tee nos ayudó para hacer conexiones en tuberías de agua y distribuir el flujo en diferentes direcciones. Se componen de tres salidas, dos en línea recta y una en ángulo perpendicular, lo que facilita la conexión de ramificaciones adicionales o la instalación de accesorios. Se adquirieron codos con diámetros de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " para adaptarse a diferentes necesidades y especificaciones del proyecto.

Figura 26

Accesorio tipo tee



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Unión universal. Una unión universal es un tipo de accesorio de tubería que se utiliza para conectar dos tuberías en un ángulo flexible. A diferencia de las uniones convencionales, que solo permiten la conexión recta o en ángulos fijos, la unión universal ofrece la capacidad de ajuste y rotación en múltiples direcciones.

Figura 27

Unión universal



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tuberías de PVC. se utilizaron dos tuberías de la marca Plastigama en la cual sirvió para transportar el fluido y armar el sistema. Se adquirieron codos con diámetros de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ "

Figura 28

Tuberías de PVC



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Reductor Buje. Un reductor buje es un tipo de accesorio utilizado en sistemas de tuberías que nos permitir la conexión de dos tuberías de diferentes diámetros. Su diseño consta de un extremo más grande que se acopla a la tubería de mayor diámetro y un extremo más pequeño que se ajusta a la tubería de menor diámetro. El reductor buje proporciona una transición gradual y suave entre las dos tuberías, impidiendo la

obstrucción del flujo y reduciendo las turbulencias en el sistema. Esto garantiza un flujo eficiente y una menor pérdida de presión en la tubería

Figura 29

Reductor bushing



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Cinta teflón. Su función principal es prevenir las fugas de líquidos a través de las conexiones roscadas al crear un sello hermético. Para aplicar la cinta de teflón, se envuelve alrededor de las roscas en sentido contrario a las agujas del reloj. Al ajustar las conexiones, la cinta de teflón ayuda a lubricar las roscas y proporciona un sellado efectivo, evitando fugas no deseadas.

Figura 30

Cinta teflón



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Válvula Purgadora de Aire. Este tipo de válvula nos ayudó en expulsar el aire que se encuentra dentro del sistema ya que están diseñada específicamente para eliminar el aire acumulado en las tuberías lo cual es esencial para mantener la eficiencia y el correcto funcionamiento del sistema.

Figura 31

Válvula purgadora de aire



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

4.4.2.3 Construcción del prototipo

4.4.2.3.1 Etapa 1 Selección de los componentes

En esta etapa identificamos y seleccionamos los manómetros adecuados para medir la presión en el sistema, la bomba de agua que proporcione el caudal necesario, el medidor de agua para medir el flujo y las válvulas de 1/2 y 3/4 de diámetro que permitan regular el flujo de agua. Considerar aspectos como las capacidades de medición, los rangos de presión y caudal, así como la compatibilidad con el sistema de agua potable. También los accesorios necesarios que nos ayudan en la construcción del prototipo

Tabla 8

Listado de materiales

DESCRIPCION	CANTIDAD
Tubería de PVC 1/2	1
Tubería de PVC 3/4	1
Codo 1/2 de 90°	4
Codo 3/4 de 90°	4
Tee 1/2	4
Tee 3/4	4
Unión 1/2	4
Unión 3/4	2
Válvula purgadora de aire	1
Medidores de agua	2
Manómetros	2
Reductor bushing 1/2 a 1/4	2
Reductor bushing 3/4 a 1/2	2
Cinta teflón	3

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Desde herramientas manuales como llaves, tarrajas y flexómetros, hasta componentes electrónicos como la bomba de agua, cada uno de ellos juega un papel crucial en la construcción del prototipo. Estos accesorios, como piezas de un complejo rompecabezas, se combinan y encajan con precisión.

Tabla 9

Listado de herramientas

HERRAMIENTAS
Llave inglesa
Llave de tubo
Sierra de mano
Tarraja manual
Flexómetro
Marcador

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

4.4.2.3.2 Etapa 2 Adquisición de los componentes.

En esta parte de la investigación debemos obtener los componentes seleccionados de acuerdo con las especificaciones establecidas. Esto puede implicar la compra de los componentes en proveedores especializados o la búsqueda de proveedores que puedan suministrar los componentes necesarios.

Tabla 10

Costos para el prototipo.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería de PVC 1/2	U	1	\$ 8.56	\$ 8.56
Tubería de PVC 3/4	U	1	\$ 12.51	\$ 12.51
Codo 1/2 de 90°	U	4	\$ 1.75	\$ 7.00
Codo 3/4 de 90°	U	4	\$ 2.89	\$ 11.56
Tee 1/2	U	4	\$ 2.21	\$ 8.84
Tee 3/4	U	4	\$ 4.25	\$ 17.00
Unión 1/2	U	4	\$ 0.38	\$ 1.52
Unión 3/4	U	2	\$ 0.54	\$ 1.08
Válvula purgadora de aire	U	1	\$ 14.58	\$ 14.58
Medidores de agua	U	2	\$ 35.00	\$ 70.00
Manómetros	U	2	\$ 18.00	\$ 36.00
Reductor bushing 1/2 a 1/4	U	2	\$ 0.86	\$ 1.72
Reductor bushing 3/4 a 1/2	U	2	\$ 0.50	\$ 1.00
Cinta teflón	U	3	\$ 1.39	\$ 4.17
TOTAL				\$ 195.54

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En esta lista presentada la cual es el resultado de una búsqueda minuciosa en diversas ferreterías de Guayaquil, tanto de al por mayor como de al por menor. Durante este proceso, encontramos una selección diversa de materiales, con algunas ferreterías ofreciendo ciertos elementos que otras no tenían. Ahora que hemos adquirido estos materiales, estamos preparados para avanzar hacia la siguiente etapa del proyecto.

Tabla 11*Costos directo para la investigación.*

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fv. Tipo esférica Ø 1/2" (12.7mm)	U	1	\$ 4,10	\$ 4,10
Fv. Tipo esférica Ø3/4" (19.05mm)	U	1	\$ 4,16	\$ 4,16
Edesa. Tipo esférica Ø 1/2" (12.7mm)	U	1	\$ 4,11	\$ 4,11
Edesa. Tipo esférica Ø3/4" (19.05mm)	U	1	\$ 4,16	\$ 4,16
Fv. Tipo compuerta Ø 1/2" (12.7mm)	U	1	\$ 9,29	\$ 9,29
Fv. Tipo compuerta Ø3/4" (19.05mm)	U	1	\$ 13,01	\$ 13,01
Edesa. Tipo compuerta Ø 1/2" (12.7mm)	U	1	\$ 8,99	\$ 8,99
Edesa. Tipo compuerta Ø3/4" (19.05mm)	U	1	\$ 11,06	\$ 11,06
TOTAL				\$ 58,88

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)**Tabla 12***Costo aproximado en el aporte de la FIIC en la investigación*

DESCRIPCION	TOTAL
Uso de las instalaciones del laboratorio	\$ 100,00
Uso del banco hidráulico	\$ 50,00
Uso de la bomba de agua	\$ 20,00
Agua	\$ 5,00
Luz	\$ 10,00
TOTAL	\$ 185,00

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)**Tabla 13***Costo total del proyecto*

DESCRIPCION	TOTAL
Materiales y accesorios.	\$195,54
Válvulas	\$58,88
Costo aproximado en el aporte de la FIIC en la investigación	\$185,00
Gastos personales (transporte, gasolina, etc.)	\$50,00
TOTAL	\$489,42

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Además, es relevante mencionar que contamos con el apoyo de ULVR, que nos proporcionó el laboratorio de hidráulica de la FIIC, donde llevamos a cabo nuestra

investigación. En este espacio, se nos facilitó el acceso a un banco hidráulico y una bomba de agua, que fueron fundamentales para el desarrollo de nuestro trabajo. Por último, cabe destacar que otro factor de gran importancia para nuestro estudio fue el suministro constante de agua y luz, que garantizó la continuidad y eficiencia de nuestros experimentos.

4.4.2.3.3 Etapa 3 Ensamblaje del prototipo.

Montamos los componentes en el prototipo según el diseño establecido previamente. También debemos verificar las instrucciones de instalación y conexión de cada componente para asegurarse de que las tuberías, los manómetros, la bomba de agua, el medidor de agua y las válvulas estén conectadas correctamente.

Figura 32

Elaboración de hilos en la tubería



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Se lleva a cabo la preparación de los hilos en las tuberías mediante el uso de tarrajas para lograr una conexión adecuada. Luego, se aplica cinta teflón en los hilos para garantizar un sellado hermético y facilitar la instalación de los accesorios tipo válvula.

Figura 33

Colocación del medidor de agua



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

El siguiente paso es de la instalación de los medidores de agua que nos proporcionará datos cruciales sobre el caudal del flujo en diferentes secciones del sistema. Con esta información, será posible analizar y comprender el comportamiento hidráulico del sistema, identificar posibles restricciones o variaciones en el flujo y evaluar el rendimiento

Figura 34

Colocación de las válvulas



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En este paso procedemos a conectar las válvulas con las tuberías previamente preparadas. Utilizando las conexiones adecuadas y asegurándonos de una instalación correcta.

4.4.2.3.4 Etapa 4 Pruebas y ajustes.

Realizamos las pruebas en el prototipo para identificar posibles problemas o definiciones. Aparte verificamos la precisión de los manómetros, la capacidad de la bomba para producir el caudal deseado, la medición del flujo de agua con un medidor y la regulación del flujo utilizando válvulas de 1/2 y 3/4 de diámetro.

Figura 35

Colocación de prototipo



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

4.4.2.3.5 Etapa 5 Validación del prototipo.

Aparte realizamos pruebas adicionales para evaluar el desempeño del prototipo en relación con los objetivos establecidos. Esto puede implicar comparar los resultados obtenidos con la detección real en sistemas de agua potable existentes, evaluando la precisión de las medidas, la capacidad de controlar el flujo y comportamiento general del tema.

Figura 36

Realización de pruebas preliminares



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

4.4.2.3.6 Etapa 6 Optimización y ajustes finales.

En esta última parte realizamos ajustes y mejoras en el prototipo según los resultados de las pruebas y la validación. Esto puede incluir la calibración de los manómetros, la optimización de la velocidad de la bomba, la verificación de la precisión del medidor de agua y la evaluación del rendimiento de las válvulas en diferentes condiciones de flujo y presión.

Figura 37

Ajustes finales del prototipo



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

4.4.3 Desarrollo experimental

4.4.3.1 Numero de Reynolds

Para calcular el número de Reynolds, es imprescindible tomar en consideración ciertos parámetros fundamentales:

Ecuación 12 Número de Reynolds

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

V= velocidad del flujo (m/s)

D= diámetro hidráulico (m)

ν = viscosidad cinemática del fluido (m²/s)

Datos:

D $\frac{1}{2}$ = 0,0127m

D $\frac{3}{4}$ = 0,0191m

ν = 0,000000654 m²/s a 20 °C

Tabla 14

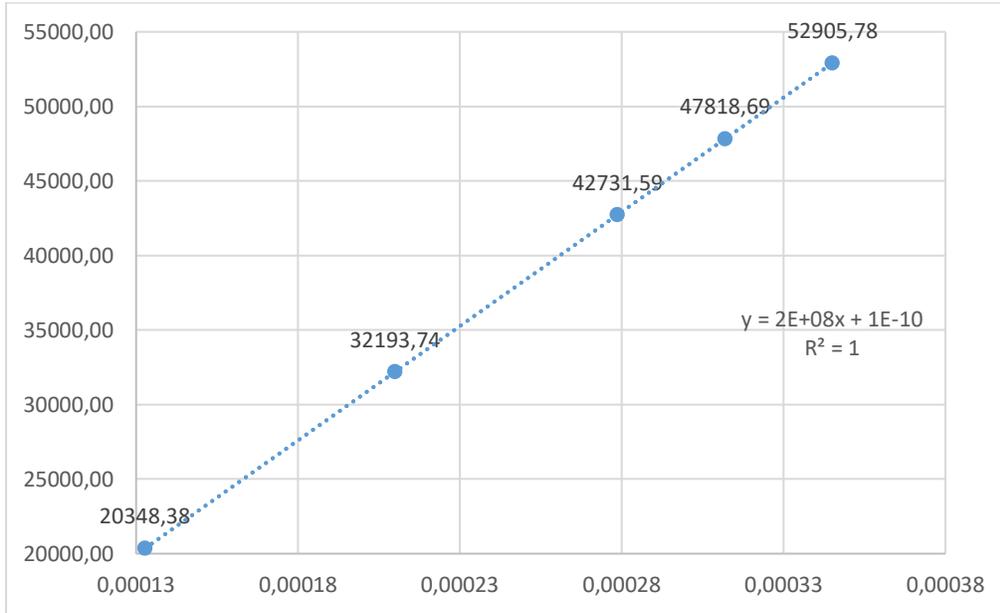
Valores de número de Reynolds

CUADALES	VELOCIDADES $\frac{1}{2}$	VELOCIDADES $\frac{3}{4}$	Re 1/2	Re 3/4
0,00013 m ³ /s	1,05 m/s	0,47 m/s	20348,38	13565,94
0,00021 m ³ /s	1,66 m/s	0,74 m/s	32193,74	21463,06
0,00028 m ³ /s	2,20 m/s	0,98 m/s	42731,59	28488,48
0,00031 m ³ /s	2,46 m/s	1,09 m/s	47818,69	31879,96
0,00035 m ³ /s	2,72 m/s	1,21 m/s	52905,78	35271,45

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 1

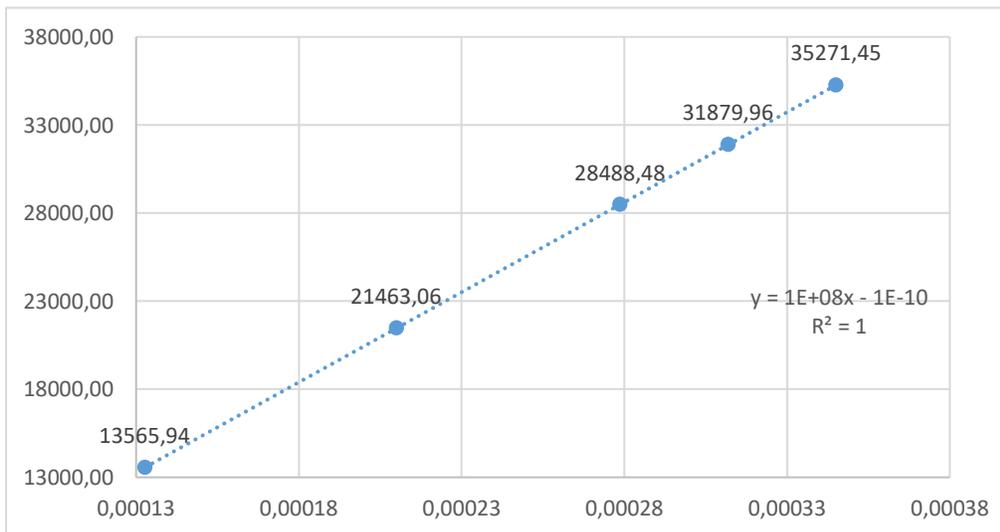
Número de Reynolds / caudales para diámetro de 1/2



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 2

Número de Reynolds / caudales para diámetro de 3/4



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

El número de Reynolds, resulta crucial para comprender el comportamiento y características del flujo en diversos sistemas y aplicaciones hidráulicas. Esto proporciona una herramienta valiosa para diseñar y analizar sistemas de conducción de fluidos. Al calcular el número de Reynolds (Re) para diámetros de 0,0127 m y 0,0191 m, utilizando diferentes velocidades determinadas y una viscosidad del agua de 0,000000654 m²/s a 20 °C, se observó que los valores correspondientes superaron el umbral de 4000, lo que indica un flujo turbulento.

4.4.3.2 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aberturas en válvulas esféricas de 1/2:

Tabla 15

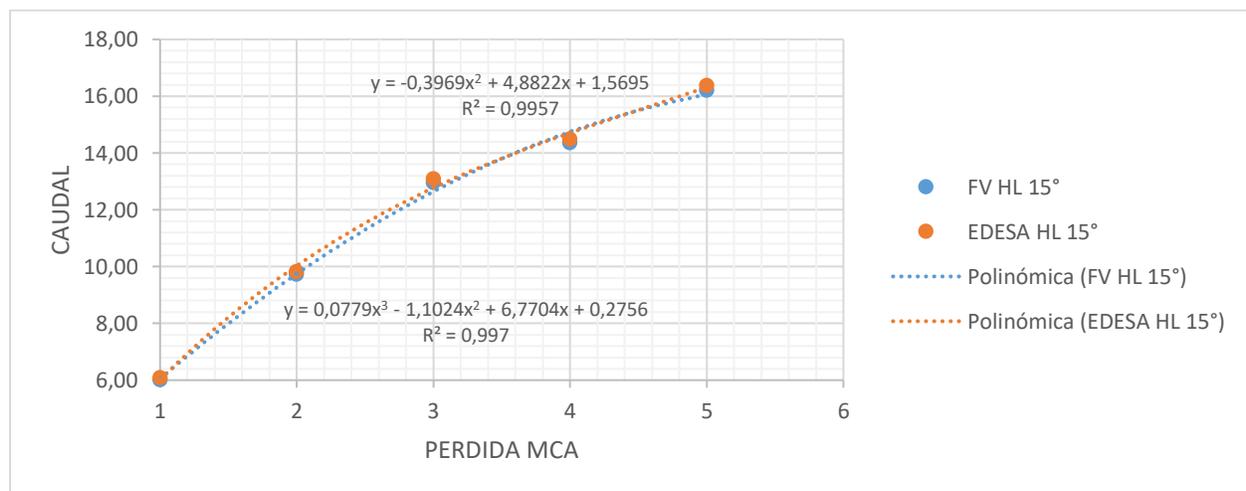
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 15°	CAUDAL	HL 15°
0,00013 m ³ /s	6.02	0,00013 m ³ /s	6.08
0,00021 m ³ /s	9.72	0,00021 m ³ /s	9.82
0,00028 m ³ /s	12.96	0,00028 m ³ /s	13.09
0,00031 m ³ /s	14.35	0,00031 m ³ /s	14.49
0,00035 m ³ /s	16.20	0,00035 m ³ /s	16.36

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 3

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis de las válvulas esféricas de ½ de las marcas Fv y Edesa, se realizó una evaluación mediante una gráfica de caudal/pérdida, con la válvula abierta a un ángulo de 15°. Los resultados muestran que, al aumentar el caudal, las pérdidas también aumentan significativamente.

El accesorio de la marca Fv se comporta mejor hidráulicamente al presentar menores pérdidas. Estos hallazgos destacan la importancia de seleccionar la válvula adecuada para optimizar el rendimiento y minimizar las pérdidas en el sistema.

Tabla 16

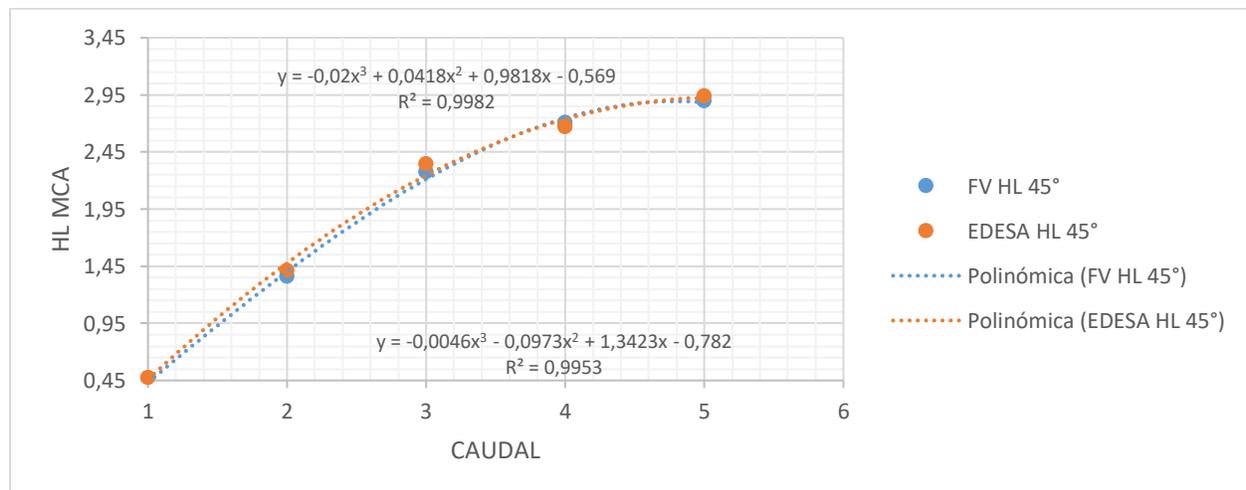
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 45°	CAUDAL	HL 45°
0,00013 m3/s	0.45	0,00013 m3/s	0.48
0,00021 m3/s	1.36	0,00021 m3/s	1.41
0,00028 m3/s	2.28	0,00028 m3/s	2.35
0,00031 m3/s	2.71	0,00031 m3/s	2.67
0,00035 m3/s	2.90	0,00035 m3/s	2.94

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 4

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el estudio realizado en las válvulas esféricas de 1/2 de las marcas Fv y Edesa, a través de una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida, al abrir la válvula a un ángulo de 45°, se observa claramente que, al aumentar el caudal, las pérdidas también aumentan de manera significativa.

Los resultados muestran que el accesorio de la marca Fv demuestra un desempeño hidráulico superior al exhibir pérdidas más reducidas.

Tabla 17

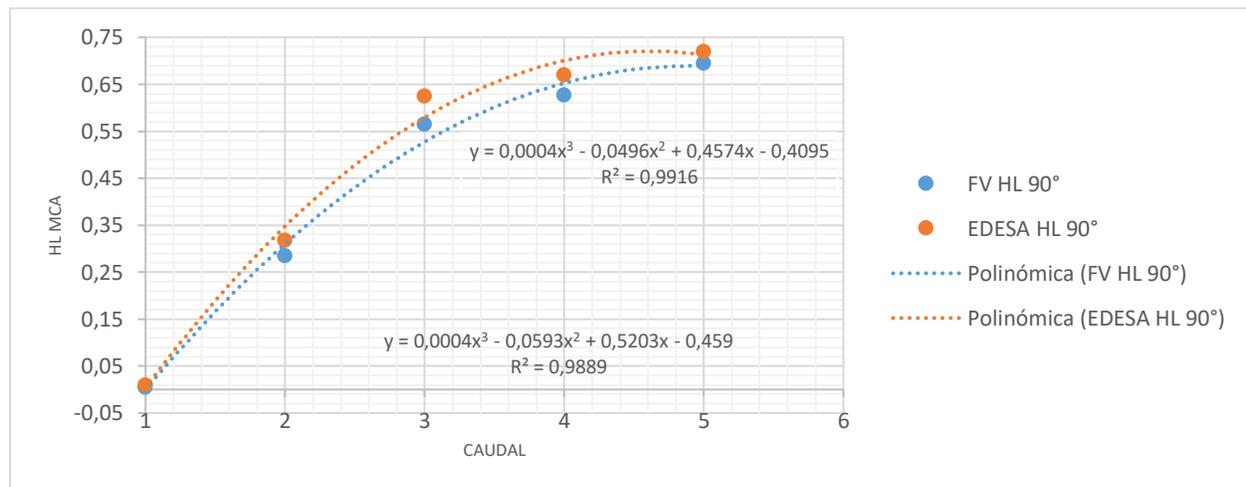
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 90°	CAUDAL	HL 90°
0,00013 m3/s	0.01	0,00013 m3/s	0.01
0,00021 m3/s	0.285	0,00021 m3/s	0.32
0,00028 m3/s	0.57	0,00028 m3/s	0.63
0,00031 m3/s	0.63	0,00031 m3/s	0.67
0,00035 m3/s	0.70	0,00035 m3/s	0.73

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 5

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis de las válvulas esféricas de 1/2 de las marcas Fv y Edesa, se llevó a cabo una evaluación mediante una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida, con la

válvula abierta a un ángulo de 90°, lo que significa que la válvula está completamente abierta con distintos caudales.

El accesorio de la marca Fv muestra un comportamiento hidráulico más favorable al presentar menores pérdidas de carga en comparación con la marca Edesa. Esta ventaja resalta la importancia de seleccionar adecuadamente los componentes para una mayor eficiencia en la conducción de fluidos.

Análisis del comportamiento de las 3 aberturas y sus diferentes caudales de las válvulas Fv y Edesa de ½ esféricas.

En la demostración de las gráficas para los caudales 0,00013; 0,00021; 0,00028; 0,00031 y 0,00035 y sus aperturas de válvula de 15°, 45° y 90° podemos concluir que las válvulas tienen una mínima variación con respecto a las pérdidas entre ellas, deduciendo que la válvula Fv se comporta hidráulicamente mejor, ya que presenta menor pérdida. Además, es relevante destacar que la válvula Fv se presenta como una opción más económica y fácilmente disponible a nivel nacional. Estos resultados enfatizan la importancia de una selección precisa de la válvula para optimizar el rendimiento y minimizar las pérdidas en el sistema específico.

El desarrollo del prototipo ha arrojado resultados técnicos significativos sobre las pérdidas de carga en las válvulas esféricas de 1/2 pulgada de las marcas Fv y Edesa. Los resultados obtenidos del coeficiente k mediante experimentos con un caudal constante y variando las aperturas en el prototipo de sistema de tuberías. Los valores de k registrados reflejan la resistencia al flujo en cada configuración de apertura de las válvulas. Estos datos experimentales son esenciales para comprender cómo los cambios en las aperturas afectan el rendimiento hidráulico del sistema y para validar modelos analíticos. La obtención de esta información técnica proporciona una base sólida para la optimización y diseño eficiente de sistemas de distribución de agua potable, asegurando un flujo adecuado y una operación óptima en la red de distribución.

Tabla 18

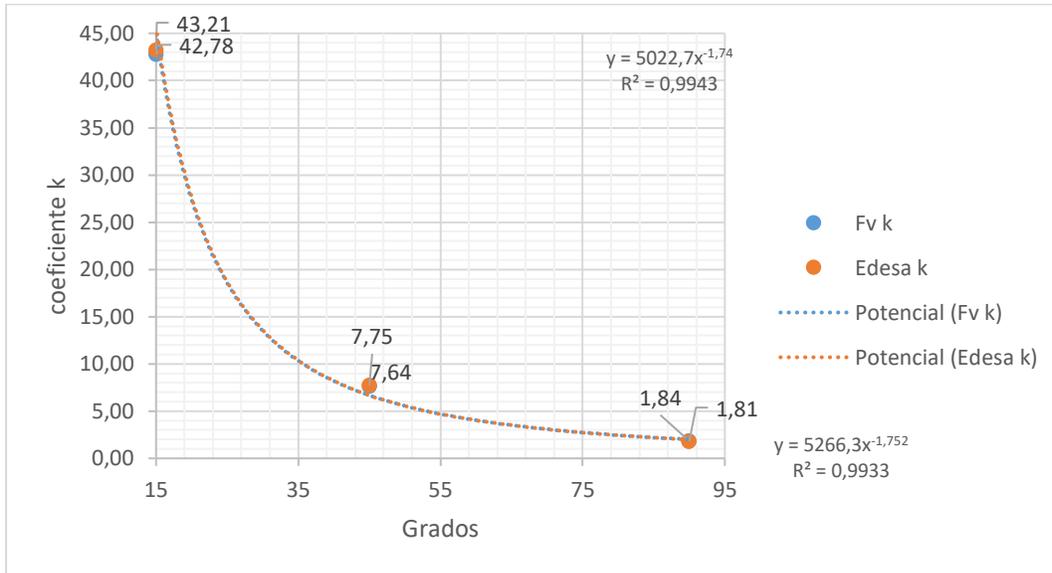
Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de $\frac{1}{2}$, con Q constante y variación de aberturas

Grados	Fv k	Edesa k
15°	42,78	43,21
45°	7,64	7,75
90°	1,84	1,81

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 6

Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de $\frac{1}{2}$



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En la gráfica, podemos observar que el coeficiente k varía para diferentes aberturas de la válvula, considerando un caudal constante. Al ir cerrando la válvula, este coeficiente aumenta. Por ejemplo, cuando la válvula está totalmente abierta a 90°, el coeficiente k es de 1,84 para la válvula Fv y 1,81 para la válvula Edesa. En contraste, cuando la válvula está abierta a 15°, los coeficientes k son de 42,78 y 43,21 para la válvula Fv y Edesa, respectivamente. Esta variación del coeficiente k se puede apreciar claramente en la gráfica, y demuestra cómo el ángulo de apertura de la válvula afecta las características del flujo y la pérdida de carga en el sistema.

4.4.3.3 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aperturas en válvulas esféricas de 3/4:

Tabla 19

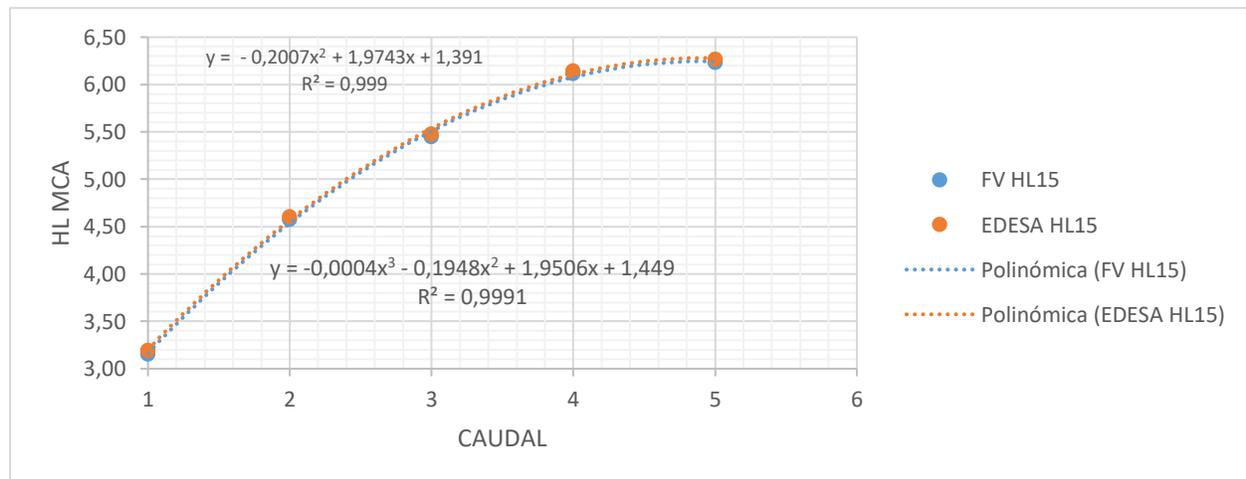
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL15	CAUDAL	HL15
0,00013 m3/s	3.16	0,00013 m3/s	3.20
0,00021 m3/s	4.58	0,00021 m3/s	4.61
0,00028 m3/s	5,45	0,00028 m3/s	5,48
0,00031 m3/s	6.12	0,00031 m3/s	6.15
0,00035 m3/s	6.24	0,00035 m3/s	6.27

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 7

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 15°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis de las válvulas esféricas de 3/4 de las marcas Fv y Edesa, se llevó a cabo una evaluación mediante una gráfica de caudal/pérdida. La válvula fue abierta a un ángulo de 15°, lo que resultó en una pequeña apertura en la que se pudo observar una pérdida considerable. Un ejemplo de esto es el caso del caudal de 0,00035, en el cual la válvula Fv mostró una pérdida de 6,24 mca y la válvula Edesa presentó una pérdida de 6,27 mca. Es importante mencionar que ambas válvulas tienen una forma polinómica similar, con una ligera variación en sus valores decimales de mca. Sin

embargo, considerando estos resultados, la válvula Fv se muestra más factible para su uso en un sistema de agua potable.

Tabla 20

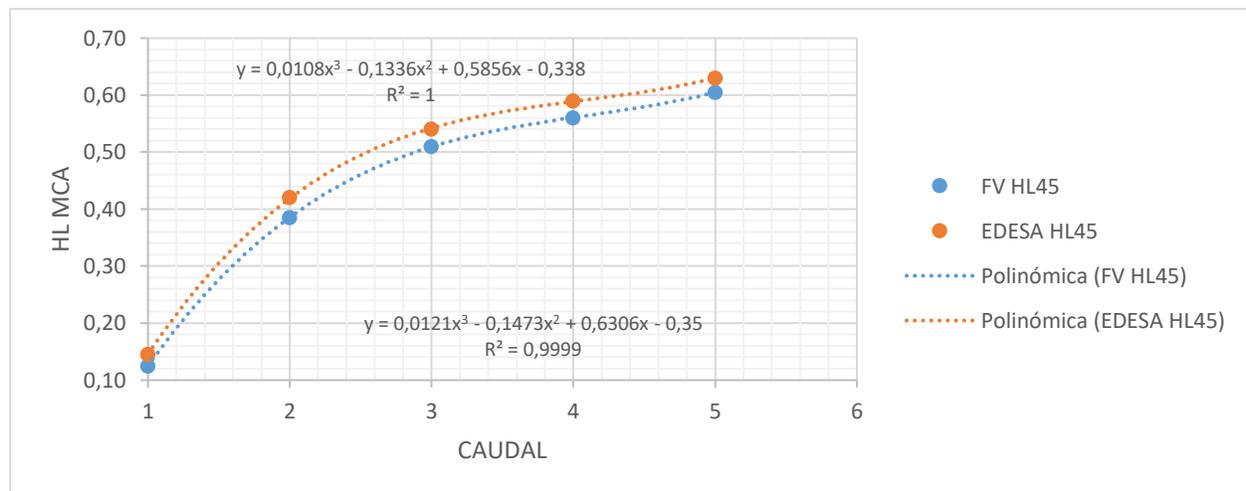
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL45	CAUDAL	HL45
0,00013 m3/s	0,13	0,00013 m3/s	0,15
0,00021 m3/s	0,39	0,00021 m3/s	0,42
0,00028 m3/s	0,51	0,00028 m3/s	0,54
0,00031 m3/s	0,56	0,00031 m3/s	0,59
0,00035 m3/s	0,61	0,00035 m3/s	0,63

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 8

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis de las válvulas esféricas de 3/4 de las marcas Fv y Edesa, se llevó a cabo una evaluación mediante una gráfica de caudal/pérdida. La válvula fue abierta a un ángulo de 45°, en este caso la válvula está abierta por la mitad.

Es importante mencionar que ambas válvulas tienen una forma polinómica similar, con una ligera variación en sus valores decimales de mca. Sin embargo, considerando estos resultados, la válvula Fv hidráulicamente se muestra más factible para su uso en un sistema de agua potable.

Tabla 21

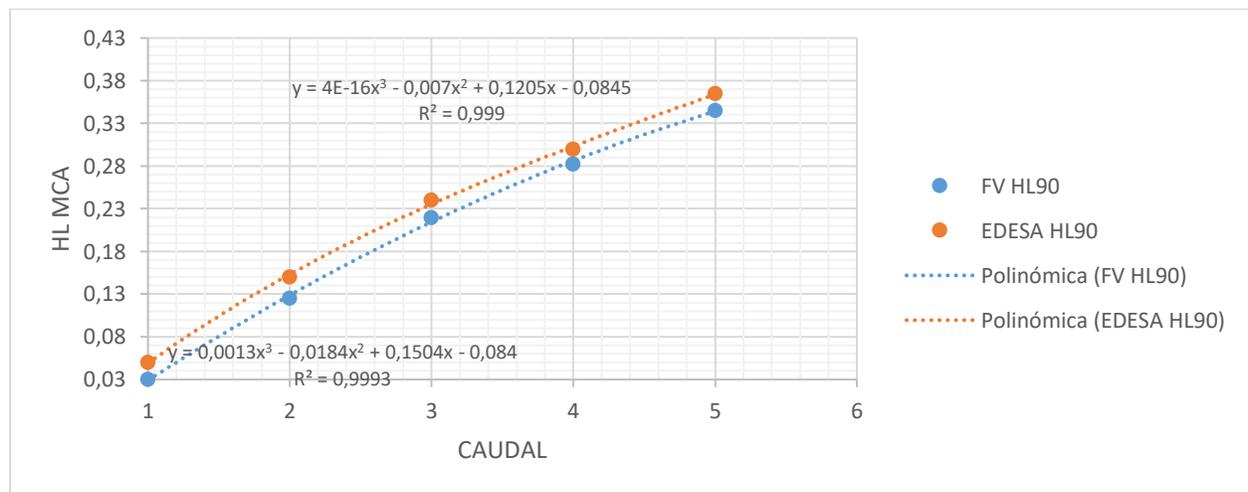
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL90	CAUDAL	HL90
0,00013 m3/s	0,03	0,00013 m3/s	0,05
0,00021 m3/s	0,13	0,00021 m3/s	0,15
0,00028 m3/s	0,22	0,00028 m3/s	0,24
0,00031 m3/s	0,28	0,00031 m3/s	0,30
0,00035 m3/s	0,35	0,00035 m3/s	0,37

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 9

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis de las válvulas esféricas de 3/4 de las marcas Fv y Edesa, se llevó a cabo una evaluación mediante una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida, con la válvula abierta a un ángulo de 90°, lo que significa que la válvula está completamente abierta con distintos caudales.

El accesorio de la marca Fv se comporta hidráulicamente mejor, puesto que, al tener una menor pérdida el sistema puede ser más factible y eficaz.

Análisis del comportamiento de las 3 aberturas y sus diferentes caudales de las válvulas Fv y Edesa de ¾ esféricas.

Tras analizar las gráficas con los caudales 0,00013; 0,00021; 0,00028; 0,00031 y 0,00035, junto con las aperturas de válvula de 15°, 45° y 90°, se puede concluir que las pérdidas entre las válvulas son mínimas, destacando la viabilidad de la válvula Fv para el diseño debido a sus menores pérdidas. Además, es importante resaltar que esta válvula se muestra como una opción más económica y de fácil acceso a nivel nacional. Estos resultados subrayan la importancia de una selección cuidadosa de la válvula para optimizar el rendimiento y minimizar las pérdidas en el sistema específico considerado.

El desarrollo del prototipo ha arrojado resultados técnicos significativos sobre las pérdidas de carga en las válvulas esféricas de 3/4 pulgada de las marcas Fv y Edesa. Los resultados obtenidos del coeficiente k mediante experimentos con un caudal constante y variando las aperturas en el prototipo de sistema de tuberías. Los valores de k registrados reflejan la resistencia al flujo en cada configuración de apertura de las válvulas. Estos datos experimentales son esenciales para comprender cómo los cambios en las aperturas afectan el rendimiento hidráulico del sistema y para validar modelos analíticos. La obtención de esta información técnica proporciona una base sólida para la optimización y diseño eficiente de sistemas de distribución de agua potable, asegurando un flujo adecuado y una operación óptima en la red de distribución.

Tabla 22

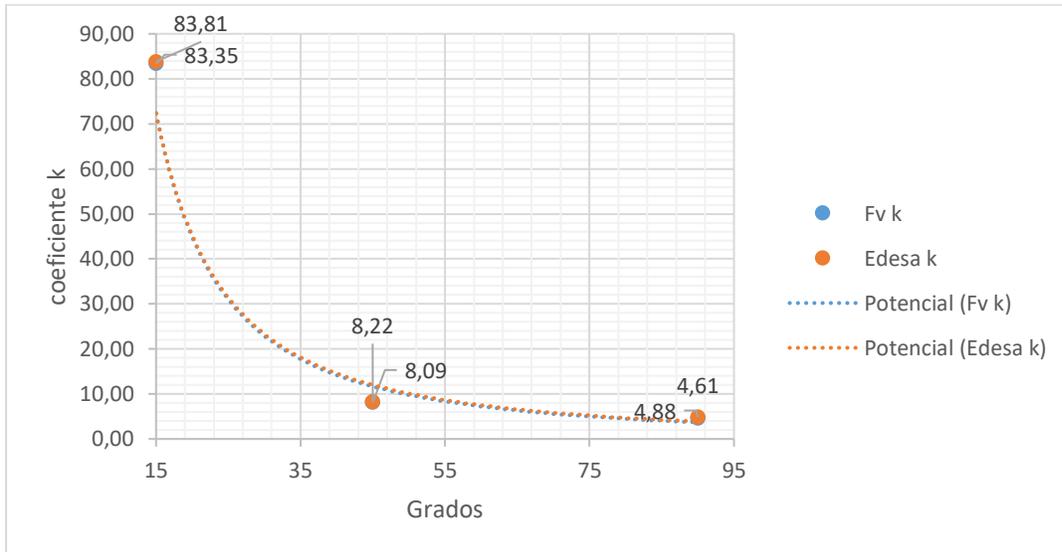
Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de ¾ para Q constante y variación de aberturas

Grados	Fv k	Edesa k
15°	83,35	83,81
45°	8,09	8,22
90°	4,61	4,88

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 10

Valores representativos de k para la válvula esférica, Edesa y Fv de $\frac{3}{4}$



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el gráfico, podemos deducir que el coeficiente k varía según la apertura de la válvula, manteniendo un caudal constante. A medida que la válvula se cierra, este coeficiente aumenta. Siguiendo lo que nos dice la gráfica, cuando la válvula está completamente abierta a 90° , el coeficiente k es de 4.61 para la válvula Fv y 4.88 para la válvula Edesa. Sin embargo, al abrir la válvula a solo 15° , los coeficientes k aumentan considerablemente, alcanzando valores de 83.35 para la válvula Fv y 83.81 para la válvula Edesa. Esta variación del coeficiente k es claramente evidente en la gráfica y demuestra cómo el ángulo de apertura de la válvula afecta las características del flujo y la pérdida de carga en el sistema.

4.4.3.4 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aperturas en válvulas de compuerta de 1/2:

Tabla 23

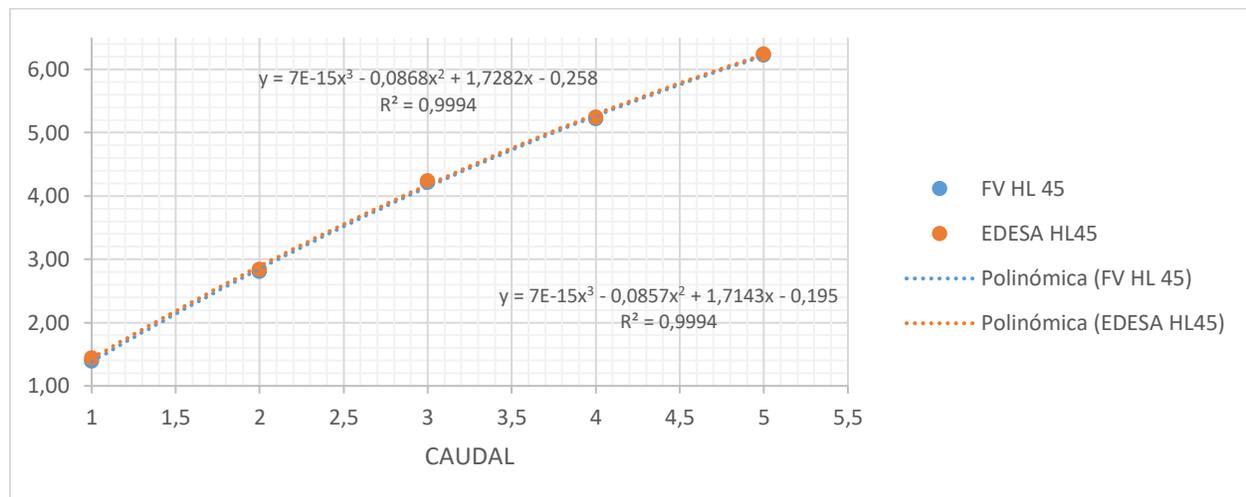
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 45	CAUDAL	HL45
0,00013 m3/s	1.40	0,00013 m3/s	1.45
0,00021 m3/s	2.81	0,00021 m3/s	2.85
0,00028 m3/s	4.22	0,00028 m3/s	4.25
0,00031 m3/s	5.22	0,00031 m3/s	5.25
0,00035 m3/s	6.225	0,00035 m3/s	6.25

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 11

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el estudio realizado en las válvulas compuerta de 1/2 de las marcas Fv y Edesa, a través de una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida, al abrir la válvula a un ángulo de 45°, se observa claramente que, al aumentar el caudal, las pérdidas también aumentan de manera significativa.

Al comparar ambas válvulas de ¾, se nota una estabilidad consistente en los valores. No obstante, se puede apreciar casi o igual comportamiento entre ambas,

indicando que la válvula Fv tiene un rendimiento ligeramente más eficiente al generar menores pérdidas en comparación con la válvula Edesa.

Tabla 24

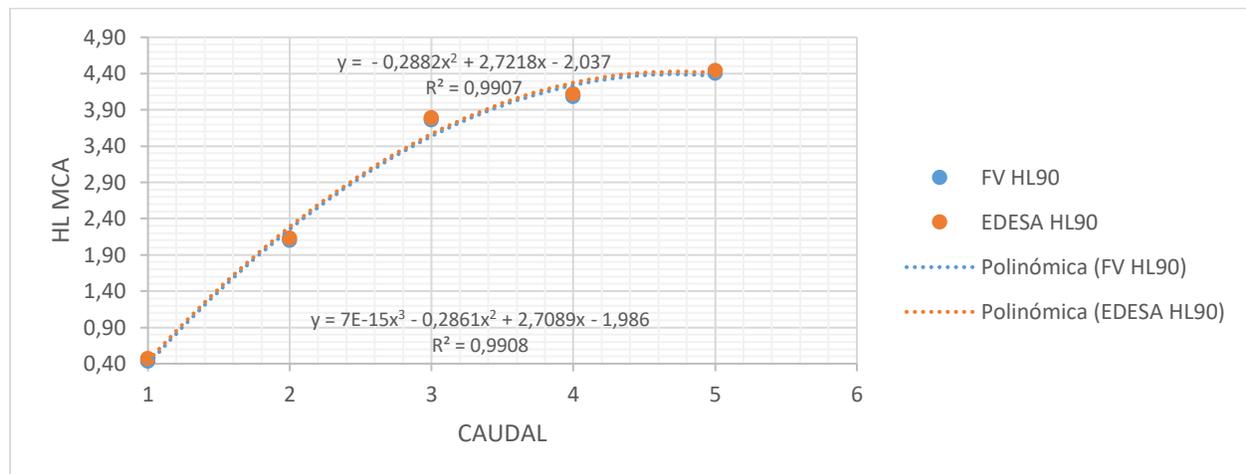
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL90	CAUDAL	HL90
0,00013 m3/s	0.44	0,00013 m3/s	0.48
0,00021 m3/s	2.10	0,00021 m3/s	2.14
0,00028 m3/s	3.77	0,00028 m3/s	3.80
0,00031 m3/s	4.09	0,00031 m3/s	4.12
0,00035 m3/s	4.40	0,00035 m3/s	4.45

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 12

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el estudio realizado en las válvulas compuerta de 1/2 de las marcas Fv y Edesa, se emplearon gráficas que relacionan el caudal con la pérdida al abrir la válvula a un ángulo de 90°. Los resultados revelan claramente que, a medida que aumenta el caudal, las pérdidas también aumentan significativamente.

Al comparar ambas válvulas de 1/2, se observa una estabilidad consistente en los valores. Sin embargo, se destaca que la válvula Fv muestra un comportamiento casi igual al de la válvula Edesa, aunque con un rendimiento ligeramente más eficiente al generar

menores pérdidas. Estos hallazgos resaltan la importancia de una selección cuidadosa de la válvula para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema hidráulico y minimizar las pérdidas de energía.

Tabla 25

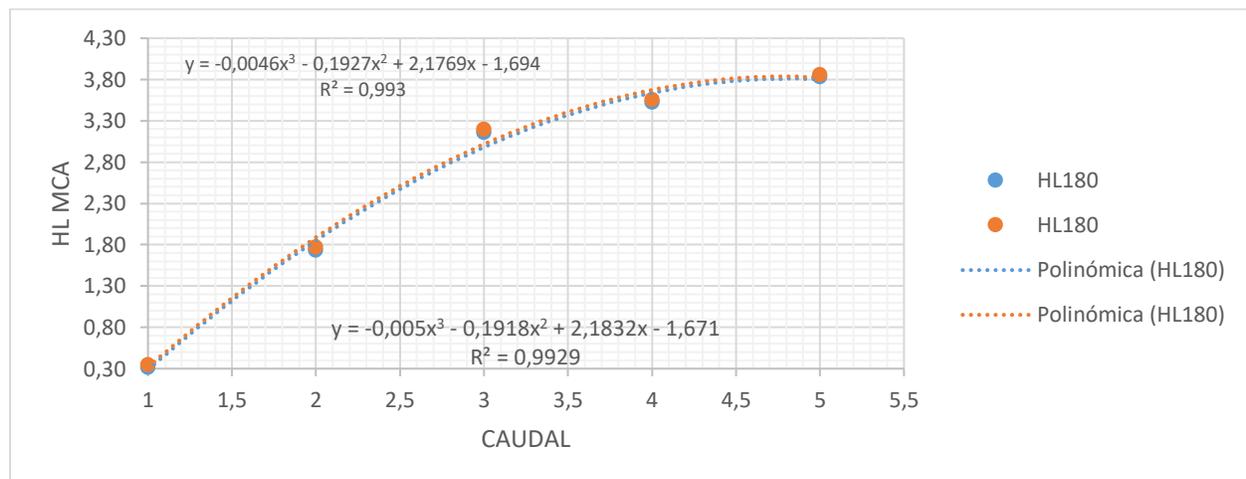
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL180	CAUDAL	HL180
0,00013 m3/s	0.32	0,00013 m3/s	0.35
0,00021 m3/s	1.74	0,00021 m3/s	1.77
0,00028 m3/s	3.16	0,00028 m3/s	3.20
0,00031 m3/s	3.52	0,00031 m3/s	3.56
0,00035 m3/s	3.83	0,00035 m3/s	3.86

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 13

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el estudio realizado en las válvulas compuerta de 1//2 de las marcas Fv y Edesa, a través de una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida, al abrir la válvula a un ángulo de 180°, se observa claramente que, al aumentar el caudal, las pérdidas también aumentan de manera significativa.

Al comparar ambas válvulas de 1/2, se nota una estabilidad consistente en los valores. No obstante, se puede apreciar casi o igual comportamiento entre ambas,

indicando que la válvula Fv tiene un rendimiento ligeramente más eficiente al generar menores pérdidas en comparación con la válvula Edesa.

Tabla 26

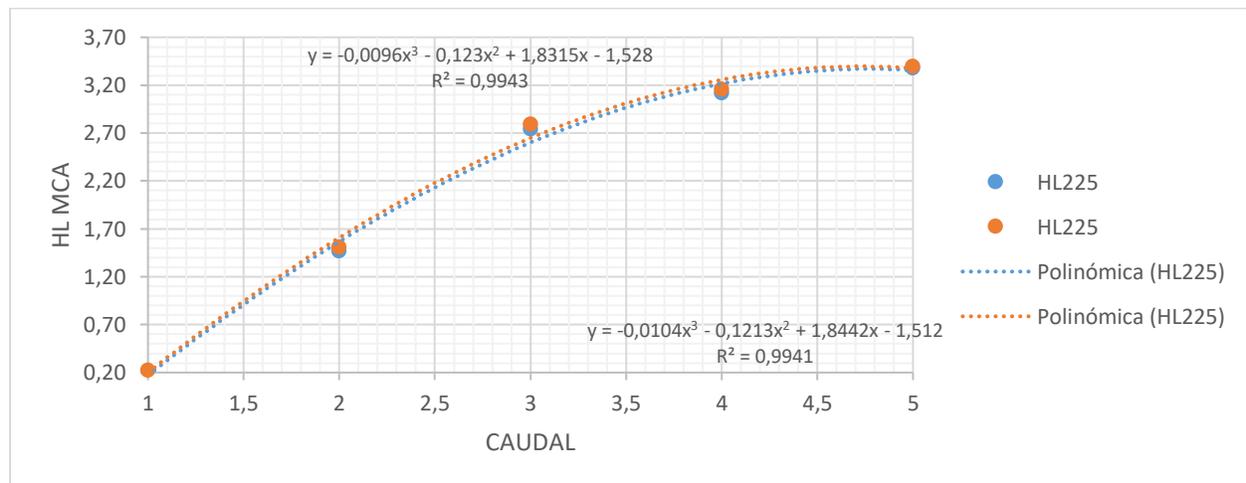
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL225	CAUDAL	HL225
0,00013 m3/s	0,20	0,00013 m3/s	0,23
0,00021 m3/s	1,47	0,00021 m3/s	1,51
0,00028 m3/s	2,75	0,00028 m3/s	2,80
0,00031 m3/s	3,12	0,00031 m3/s	3,16
0,00035 m3/s	3,38	0,00035 m3/s	3,40

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 14

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis de las válvulas compuerta de 1/2 de las marcas Fv y Edesa, se evaluaron mediante una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida al abrir la válvula a un ángulo de 225°, lo que indica su apertura completa con diferentes caudales

La válvula Fv muestra una mínima diferencia, hidráulicamente presenta un comportamiento más favorable. Es importante considerar estos hallazgos al seleccionar la válvula adecuada para optimizar el rendimiento del sistema hidráulico y garantizar su eficiencia.

Análisis del comportamiento de las 3 aberturas y sus diferentes caudales de las válvulas Fv y Edesa de ½ de compuerta.

Tras analizar las gráficas con los caudales 0,00013; 0,00021; 0,00028; 0,00031 y 0,00035, y las aperturas de válvula de 45°, 90°, 180° y 225°, se concluye que las pérdidas entre las válvulas son mínimas, lo que resalta la viabilidad de la válvula Fv para el diseño debido a sus menores pérdidas. Asimismo, es relevante destacar que esta válvula se muestra como una opción poco costosa y de fácil acceso a nivel nacional. Estos resultados subrayan la importancia de una selección cuidadosa de la válvula para optimizar el rendimiento y minimizar las pérdidas en el sistema específico considerado.

Para un caudal constante de 0,00035m³ tenemos aperturas de las válvulas de 45°, 90°, 180° y 225°

El desarrollo del prototipo ha arrojado resultados técnicos significativos sobre las pérdidas de carga en las válvulas de compuerta de 1/2 pulgada de las marcas Fv y Edesa. Los resultados obtenidos del coeficiente k mediante experimentos con un caudal constante y variando las aperturas en el prototipo de sistema de tuberías. Los valores de k registrados reflejan la resistencia al flujo en cada configuración de apertura de las válvulas. Estos datos experimentales son esenciales para comprender cómo los cambios en las aperturas afectan el rendimiento hidráulico del sistema y para validar modelos analíticos. La obtención de esta información técnica proporciona una base sólida para la optimización y diseño eficiente de sistemas de distribución de agua potable, asegurando un flujo adecuado y una operación óptima en la red de distribución.

Tabla 27

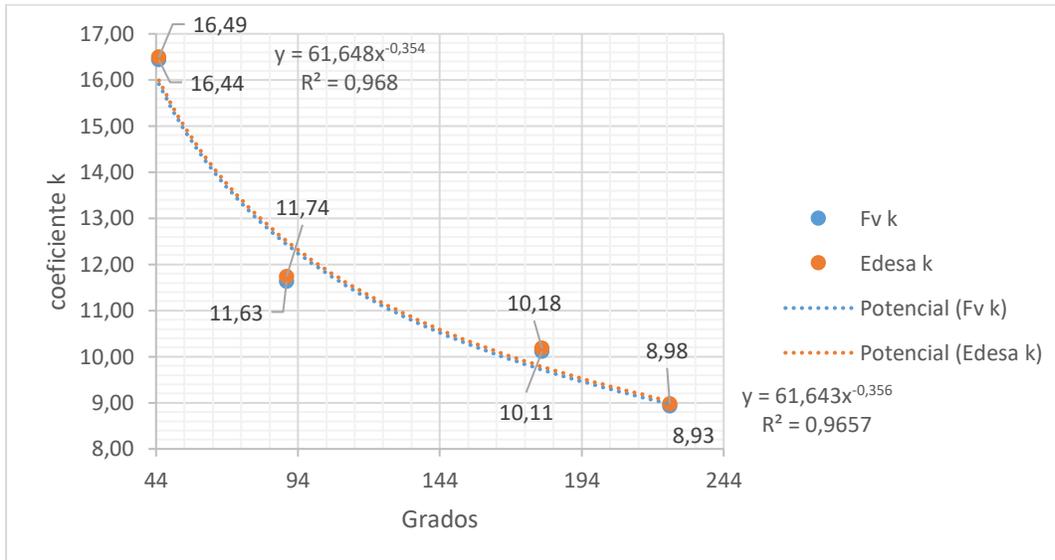
Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de ½ para Q constante y variación de aberturas

Grados	Fv k	Edesa k
45°	16,44	16,49
90°	11,63	11,74
180°	10,11	10,18
225°	8,93	8,98

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 15

Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de $\frac{1}{2}$



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Mediante la gráfica, podemos percatarnos de cómo varían los coeficientes k , considerando un caudal constante de 0.00035. Asumimos que a medida que la válvula se va cerrando, los valores de k aumentan. Por ejemplo, cuando la válvula está a 45° , la válvula Fv y Edesa tienen valores de 16.44 y 16.49, respectivamente. En cambio, cuando la válvula está en 225° , la válvula Fv tiene un valor de 8.93 y la Edesa un valor de 8.98. Esto nos lleva a concluir que el coeficiente k puede cambiar según la apertura de la válvula y también dependiendo de su cauda

4.4.3.5 Análisis de las pérdidas de carga, caudales y aperturas en válvulas de compuerta de 3/4:

Tabla 28

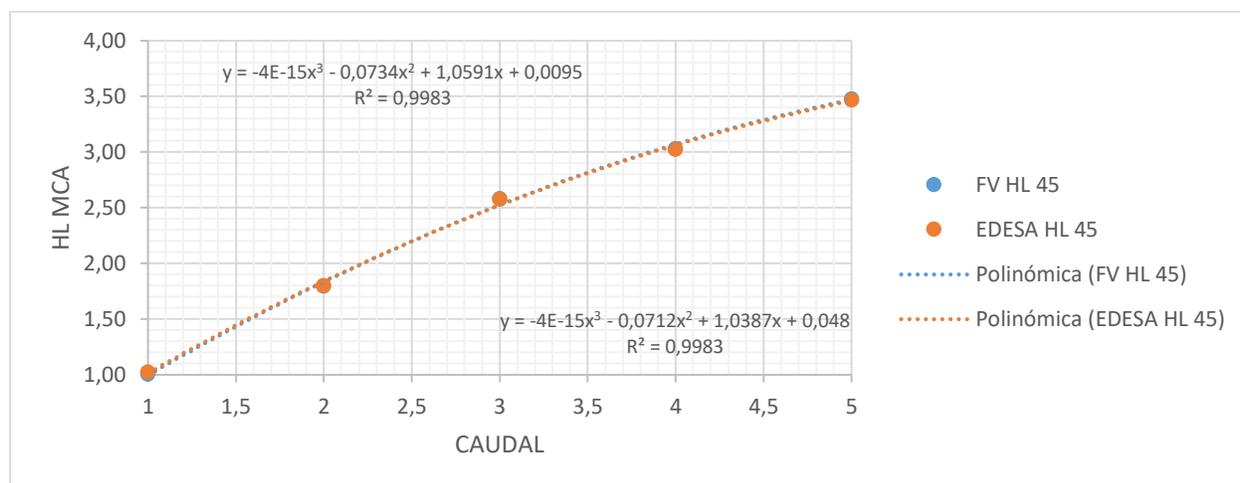
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 45	CAUDAL	HL 45
0,00013 m3/s	1,01	0,00013 m3/s	1,03
0,00021 m3/s	1,80	0,00021 m3/s	1,80
0,00028 m3/s	2,59	0,00028 m3/s	2,58
0,00031 m3/s	3,03	0,00031 m3/s	3,03
0,00035 m3/s	3,48	0,00035 m3/s	3,47

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 16

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 45°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Durante el estudio efectuado en las válvulas compuerta de 3/4 de las marcas Fv y Edesa, al analizar una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida al abrir la válvula a un ángulo de 45°, se evidencia de manera clara que las pérdidas aumentan significativamente con el incremento del caudal.

Al comparar ambas válvulas de ¾, se observa una estabilidad consistente en los valores. Sin embargo, se aprecia una mínima variación entre ambas, indicando que la válvula Fv presenta un rendimiento ligeramente más eficiente al generar menores

pérdidas en comparación con la válvula Edesa. Estos resultados enfatizan para confirmar que la válvula Fv se comporta hidráulicamente mejor.

Tabla 29

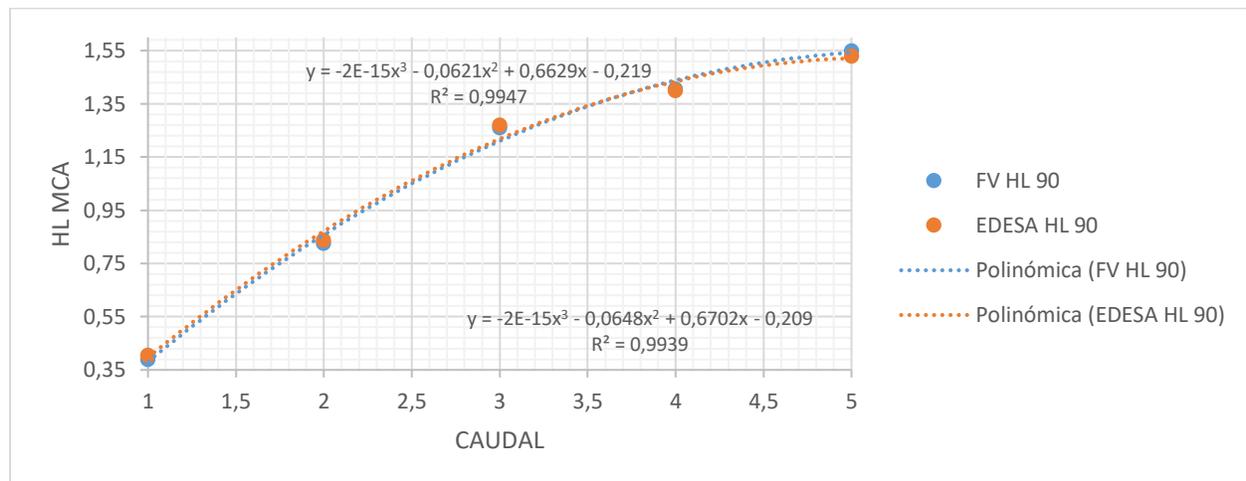
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 90	CAUDAL	HL 90
0,00013 m3/s	0,39	0,00013 m3/s	0,41
0,00021 m3/s	0,83	0,00021 m3/s	0,84
0,00028 m3/s	1,26	0,00028 m3/s	1,27
0,00031 m3/s	1,41	0,00031 m3/s	1,40
0,00035 m3/s	1,55	0,00035 m3/s	1,53

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 17

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el estudio realizado en las válvulas compuerta de 3/4 de las marcas Fv y Edesa, se emplearon gráficas que relacionan el caudal con la pérdida al abrir la válvula a un ángulo de 90°. Los resultados revelan claramente que, a medida que aumenta el caudal, las pérdidas también aumentan significativamente.

Al comparar ambas válvulas de 3/4, se observa una estabilidad consistente en los valores. Sin embargo, se destaca que la válvula Fv muestra un comportamiento

ligeramente más eficiente al generar menores pérdidas. Por ende, la válvula Fv se comporta mejor hidráulicamente.

Tabla 30

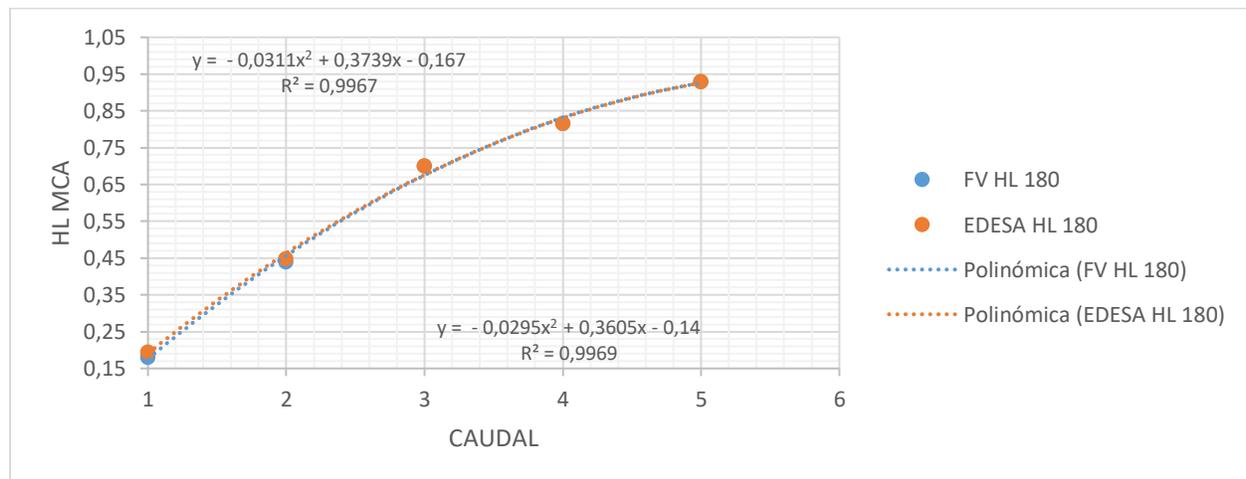
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 180	CAUDAL	HL 180
0,00013 m3/s	0,18	0,00013 m3/s	0,20
0,00021 m3/s	0,44	0,00021 m3/s	0,45
0,00028 m3/s	0,70	0,00028 m3/s	0,70
0,00031 m3/s	0,82	0,00031 m3/s	0,82
0,00035 m3/s	0,93	0,00035 m3/s	0,93

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 18

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 180°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis llevado a cabo en las válvulas compuerta de 3/4 de las marcas Fv y Edesa, mediante una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida al abrir la válvula a un ángulo de 180°, se destaca de manera clara que las pérdidas aumentan significativamente al incrementar el caudal.

Al efectuar una comparativa entre ambas válvulas de 3/4, se aprecia una notable uniformidad en los valores de estudio. No obstante, es relevante enfatizar que la válvula Fv exhibe un desempeño ligeramente superior al manifestar pérdidas más reducidas. En

consecuencia, la válvula Fv demuestra una mayor eficacia hidráulica en el sistema evaluado.

Tabla 31

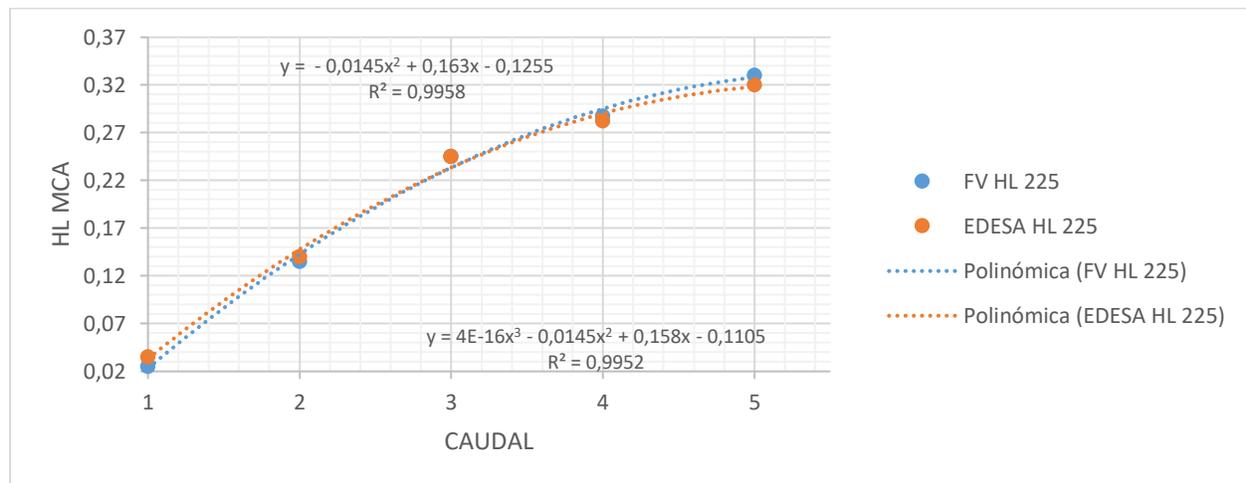
Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°

FV		EDESA	
CAUDAL	HL 225	CAUDAL	HL 225
0,00013 m3/s	0,03	0,00013 m3/s	0,04
0,00021 m3/s	0,14	0,00021 m3/s	0,14
0,00028 m3/s	0,25	0,00028 m3/s	0,25
0,00031 m3/s	0,29	0,00031 m3/s	0,28
0,00035 m3/s	0,33	0,00035 m3/s	0,32

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 19

Comparativa entre los modelos Fv y Edesa. Abertura 225°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

En el análisis de las válvulas compuerta de 3/4 de las marcas Fv y Edesa, se evaluaron mediante una gráfica que relaciona el caudal con la pérdida al abrir la válvula a un ángulo de 225°, lo que indica su apertura completa con diferentes caudales.

Al realizar la contrastación entre las válvulas de 3/4, se evidencia una coherencia consistente en los datos obtenidos. Sin embargo, es de resaltar que la válvula Fv se destaca al demostrar un rendimiento hidráulico levemente más eficiente al generar

menores pérdidas de carga. En consecuencia, la válvula Fv sobresale en términos de comportamiento hidráulico en comparación con su contraparte.

Análisis del comportamiento de las 3 aberturas y sus diferentes caudales de las válvulas Fv y Edesa de $\frac{3}{4}$ de compuerta.

Luego de analizar minuciosamente las gráficas con los diferentes caudales (0,00013; 0,00021; 0,00028; 0,00031 y 0,00035) y las distintas aperturas de válvula (45°, 90°, 180° y 225°), se concluye que las pérdidas entre las válvulas son mínimas, destacando la idoneidad de la válvula Fv para el diseño debido a sus menores pérdidas. Es importante mencionar que la válvula Fv se presenta como una opción asequible y fácilmente disponible a nivel nacional. Estos resultados resaltan la relevancia de una selección cuidadosa de la válvula para optimizar el rendimiento y minimizar las pérdidas en el sistema específico considerado, lo que impacta positivamente en la eficiencia y economía del sistema hidráulico.

El desarrollo del prototipo ha arrojado resultados técnicos significativos sobre las pérdidas de carga en las válvulas de compuerta de $\frac{3}{4}$ pulgada de las marcas Fv y Edesa. Los resultados obtenidos del coeficiente k mediante experimentos con un caudal constante y variando las aperturas en el prototipo de sistema de tuberías. Los valores de k registrados reflejan la resistencia al flujo en cada configuración de apertura de las válvulas. Estos datos experimentales son esenciales para comprender cómo los cambios en las aperturas afectan el rendimiento hidráulico del sistema y para validar modelos analíticos. La obtención de esta información técnica proporciona una base sólida para la optimización y diseño eficiente de sistemas de distribución de agua potable, asegurando un flujo adecuado y una operación óptima en la red de distribución.

Tabla 32

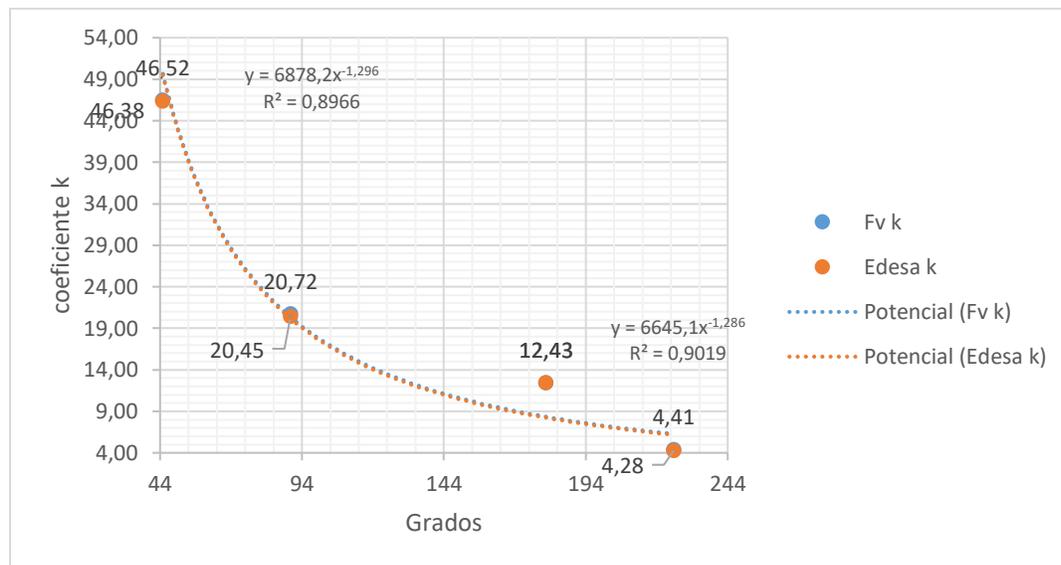
Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de $\frac{3}{4}$ para Q constante y variación de aberturas

Grados	Fv k	Edesa k
45	46,52	46,38
90	20,72	20,45
180	12,43	12,43
225	4,41	4,28

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 20

Valores representativos de k para la válvula de compuerta, Edesa y Fv de $\frac{3}{4}$



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

A través de la gráfica, podemos observar que los coeficientes de k varían según la apertura de la válvula. En este caso, tenemos un caudal constante de 0.00035 el cual se maneja con diferentes aperturas de las válvulas. Un ejemplo claro de la gráfica en dos escenarios con diferentes aperturas es cuando la válvula está a 45°, la válvula Fv y Edesa tienen valores de 46.38 y 46.52 respectivamente. En cambio, cuando la válvula está en 225°, la válvula Fv tiene un valor de 4.28 y la Edesa un valor de 4.41. Por lo tanto, el valor de k sí varía dependiendo de la apertura de la válvula en este caso con un caudal constante.

4.4.4 Tablas de porcentaje de distorsión entre válvulas Fv y Edesa

Es importante tener en cuenta que cuando el porcentaje de distorsión está en 0%, significa que no hay diferencia en la pérdida de carga entre las dos válvulas. En contraste, cuando el porcentaje de distorsión está en 100%, indica que la pérdida de carga en la válvula Edesa es el doble de la pérdida de carga en la válvula Fv.

En otras palabras, un porcentaje de distorsión del 0% implica que ambas válvulas generan la misma pérdida de carga, mientras que un porcentaje de distorsión del 100% señala que la válvula Edesa tiene una pérdida de carga el doble de grande que la válvula Fv.

En conclusión, el porcentaje de distorsión es una medida relativa que refleja la variación en la pérdida de carga entre las dos válvulas comparadas. Un valor de 0% indica igualdad en las pérdidas de carga, mientras que un valor de 100% señala una diferencia significativa en magnitud, indicando que la pérdida de carga en la válvula Edesa es el doble que en la válvula Fv.

Tabla 33

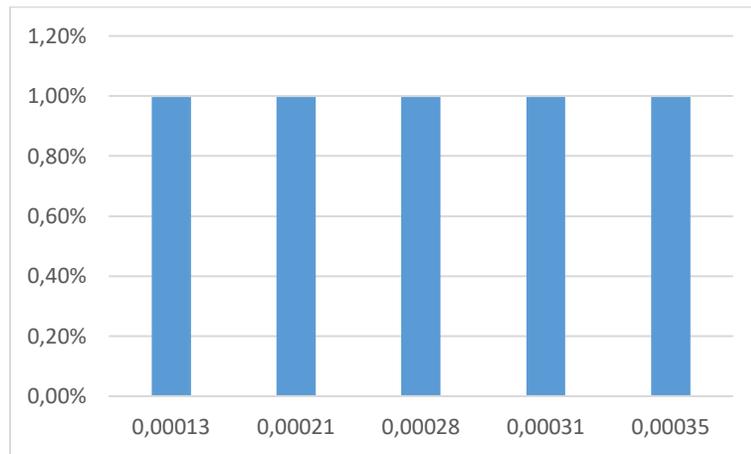
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 15°

CAUDAL	FV HL 15°	EDESA HL 15°	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	6,02	6,08	-0,060	0,06	1,00%
0,00021	9,72	9,82	-0,097	0,10	1,00%
0,00028	12,96	13,09	-0,129	0,13	1,00%
0,00031	14,35	14,49	-0,143	0,14	1,00%
0,00035	16,20	16,36	-0,162	0,16	1,00%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 21

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 15°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 34

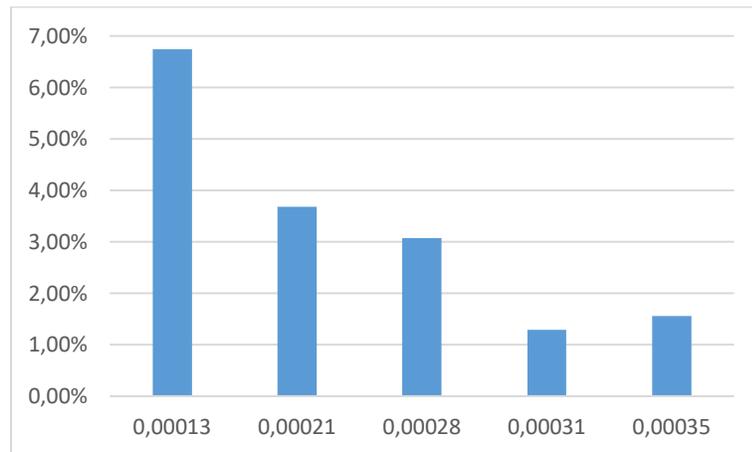
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 45°

CAUDAL	FV HL 45°	EDESA HL 45°	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,45	0,48	-0,030	0,03	6,74%
0,00021	1,36	1,41	-0,050	0,05	3,68%
0,00028	2,28	2,35	-0,070	0,07	3,08%
0,00031	2,71	2,67	0,035	0,035	1,29%
0,00035	2,90	2,94	-0,045	0,045	1,55%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 22

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 45°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 35

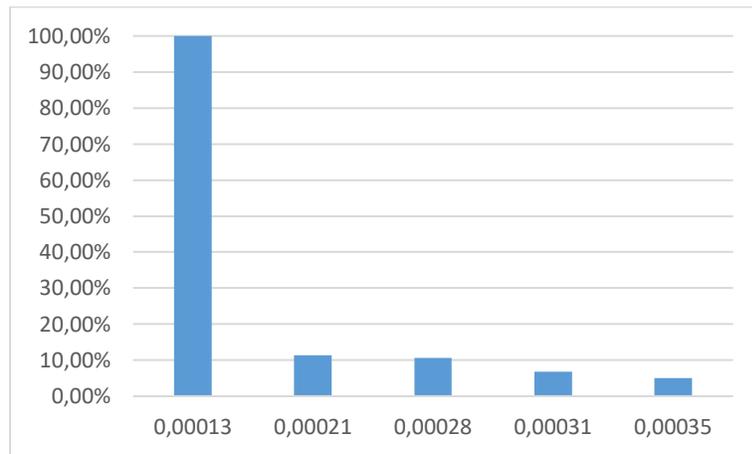
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 90°

CAUDAL	FV HL 90°	EDESA HL 90°	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,005	0,010	-0,005	0,005	100,00%
0,00021	0,285	0,32	-0,033	0,0325	11,40%
0,00028	0,57	0,63	-0,060	0,06	10,62%
0,00031	0,63	0,67	-0,043	0,0425	6,77%
0,00035	0,70	0,73	-0,035	0,035	5,04%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 23

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 1/2; abertura 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 36

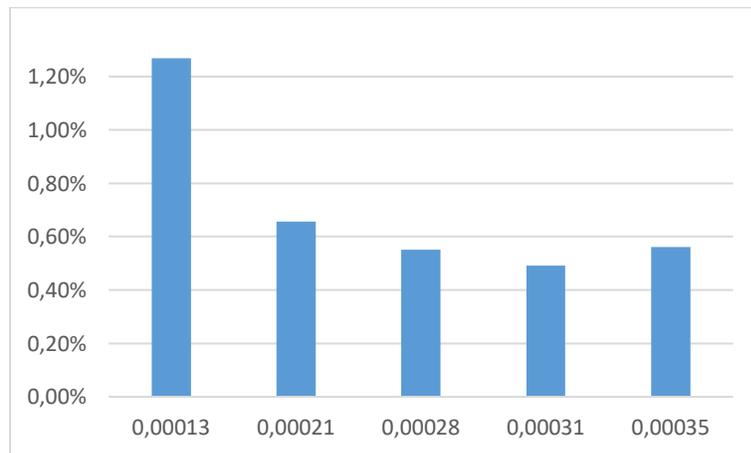
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 15°

CAUDAL	FV HL15	EDESA HL15	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	3,16	3,20	-0,040	0,04	1,27%
0,00021	4,58	4,61	-0,030	0,03	0,66%
0,00028	5,45	5,48	-0,030	0,03	0,55%
0,00031	6,12	6,15	-0,030	0,03	0,49%
0,00035	6,24	6,27	-0,035	0,035	0,56%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 24

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 15°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 37

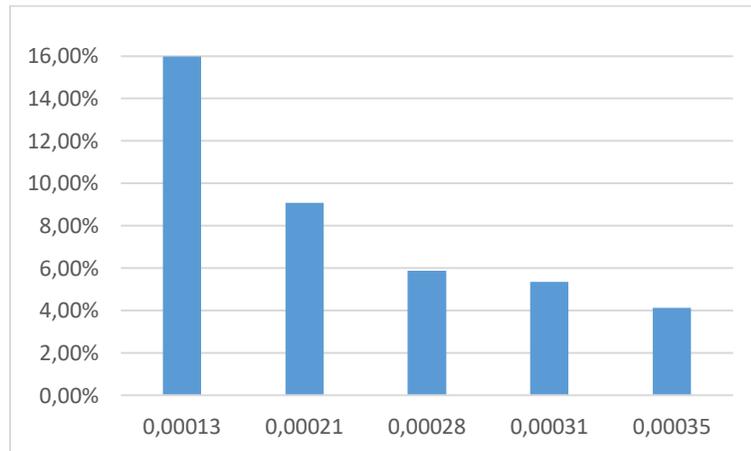
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 45°

CAUDAL	FV HL45	EDESA HL45	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,13	0,15	-0,020	0,02	16,00%
0,00021	0,39	0,42	-0,035	0,035	9,09%
0,00028	0,51	0,54	-0,030	0,03	5,88%
0,00031	0,56	0,59	-0,030	0,03	5,36%
0,00035	0,61	0,63	-0,025	0,025	4,13%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 25

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 45°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 38

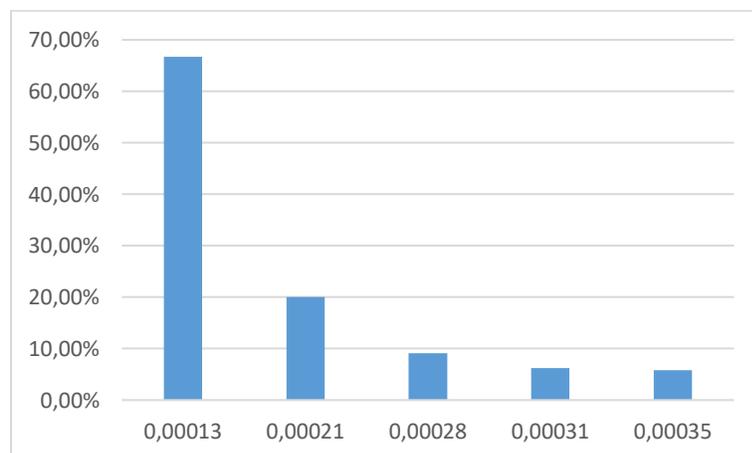
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 90°

CAUDAL	FV HL90	EDESA HL90	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,03	0,05	-0,020	0,02	66,67%
0,00021	0,13	0,15	-0,025	0,025	20,00%
0,00028	0,22	0,24	-0,020	0,02	9,09%
0,00031	0,28	0,30	-0,018	0,018	6,19%
0,00035	0,35	0,37	-0,020	0,02	5,80%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 26

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa esférica de 3/4; abertura 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 39*Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 45°*

CAUDAL	FV HL 45	EDESA HL45	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	1,40	1,45	-0,050	0,05	3,58%
0,00021	2,81	2,85	-0,040	0,04	1,43%
0,00028	4,22	4,25	-0,030	0,03	0,71%
0,00031	5,22	5,25	-0,025	0,025	0,48%
0,00035	6,225	6,25	-0,020	0,02	0,32%

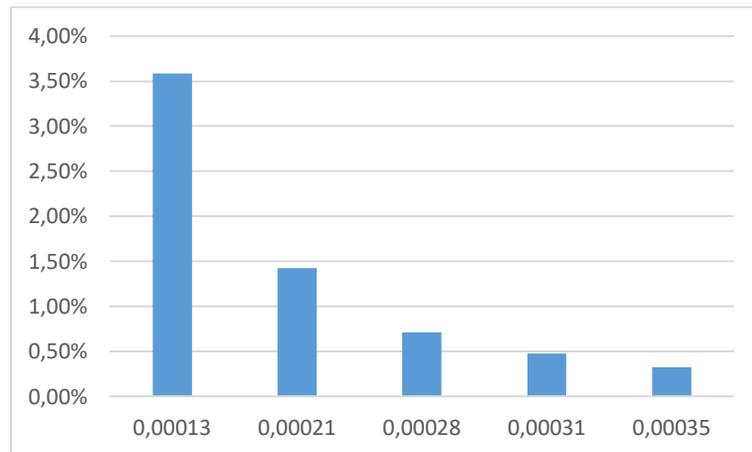
Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)**Gráfica 27***Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 45°***Elaborado por:** Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 40*Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 90°*

CAUDAL	FV HL90	EDESA HL90	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,44	0,48	-0,040	0,04	9,20%
0,00021	2,10	2,14	-0,035	0,035	1,67%
0,00028	3,77	3,80	-0,030	0,03	0,80%
0,00031	4,09	4,12	-0,035	0,035	0,86%
0,00035	4,405	4,45	-0,040	0,04	0,91%

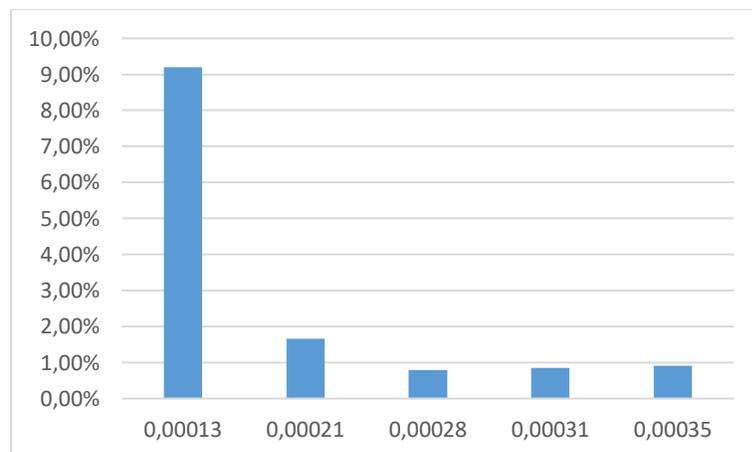
Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)**Gráfica 28***Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 90°***Elaborado por:** Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 41*Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 180°*

CAUDAL	HL180	HL180	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,32	0,35	-0,030	0,03	9,52%
0,00021	1,74	1,77	-0,035	0,035	2,02%
0,00028	3,16	3,20	-0,040	0,04	1,27%
0,00031	3,52	3,56	-0,035	0,035	0,99%
0,00035	3,83	3,86	-0,025	0,025	0,65%

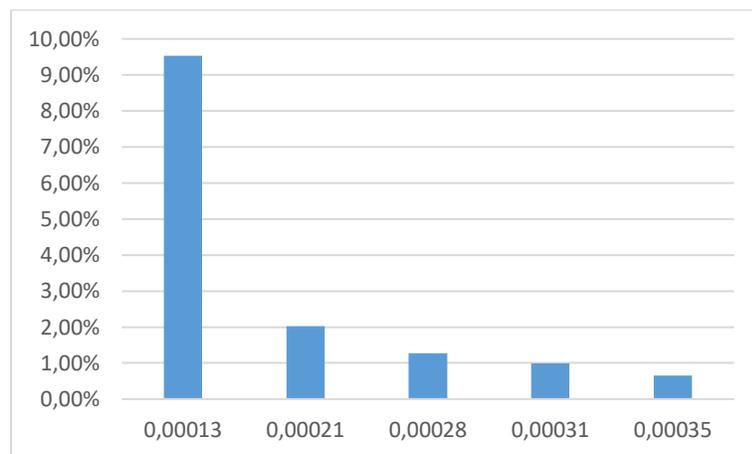
Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)**Gráfica 29***Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 180°***Elaborado por:** Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 42

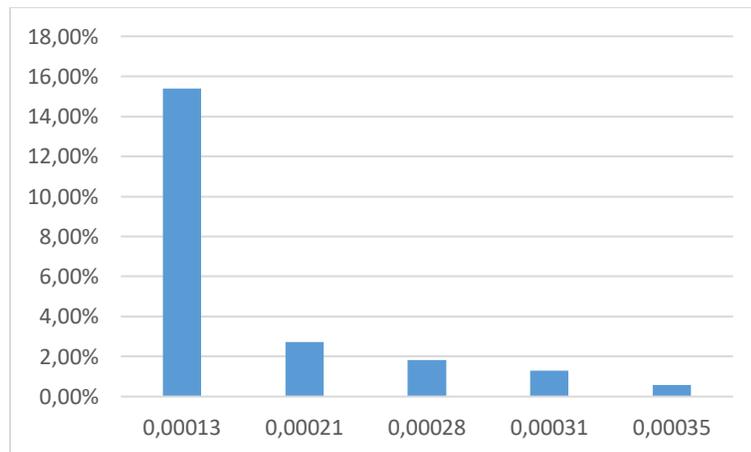
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 225°

CAUDAL	HL225	HL225	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,20	0,23	-0,030	0,03	15,38%
0,00021	1,47	1,51	-0,040	0,04	2,72%
0,00028	2,75	2,80	-0,050	0,05	1,82%
0,00031	3,12	3,16	-0,040	0,04	1,28%
0,00035	3,38	3,40	-0,020	0,02	0,59%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 30

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 225°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 43

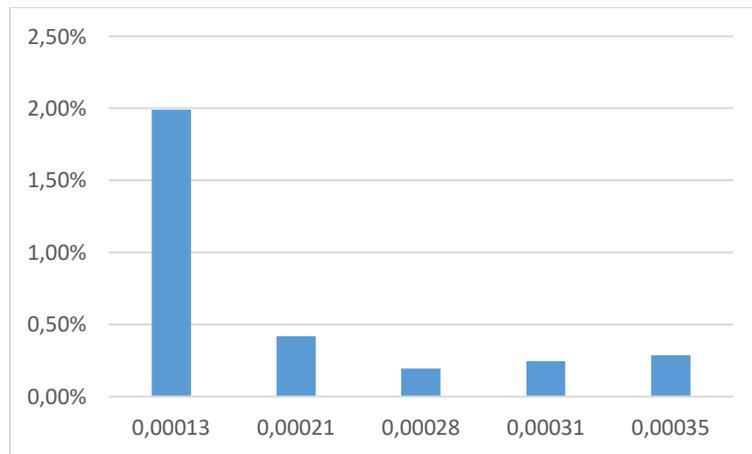
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; abertura 45°

CAUDAL	FV HL 45	EDESA HL 45	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	1,01	1,03	-0,020	0,02	1,99%
0,00021	1,80	1,80	-0,008	0,0075	0,42%
0,00028	2,59	2,58	0,005	0,005	0,19%
0,00031	3,03	3,03	0,008	0,0075	0,25%
0,00035	3,48	3,47	0,010	0,01	0,29%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 31

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 45°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 44

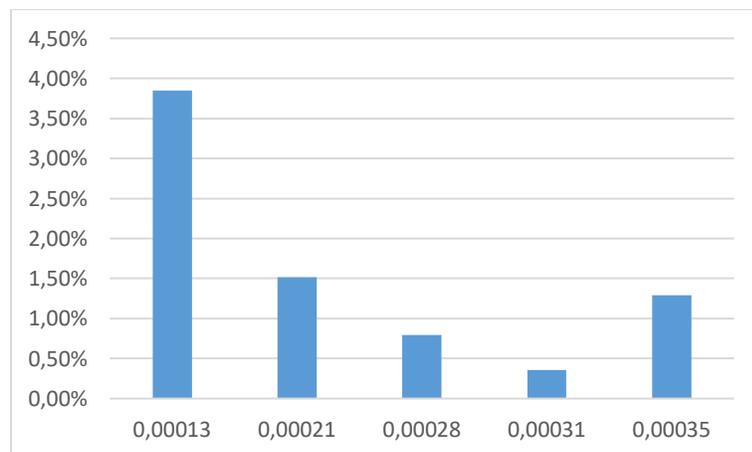
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; abertura 90°

CAUDAL	FV HL90	EDESA HL90	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,39	0,41	-0,015	0,015	3,85%
0,00021	0,83	0,84	-0,013	0,0125	1,52%
0,00028	1,26	1,27	-0,010	0,01	0,79%
0,00031	1,41	1,40	0,005	0,005	0,36%
0,00035	1,55	1,53	0,020	0,02	1,29%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 32

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 90°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 45

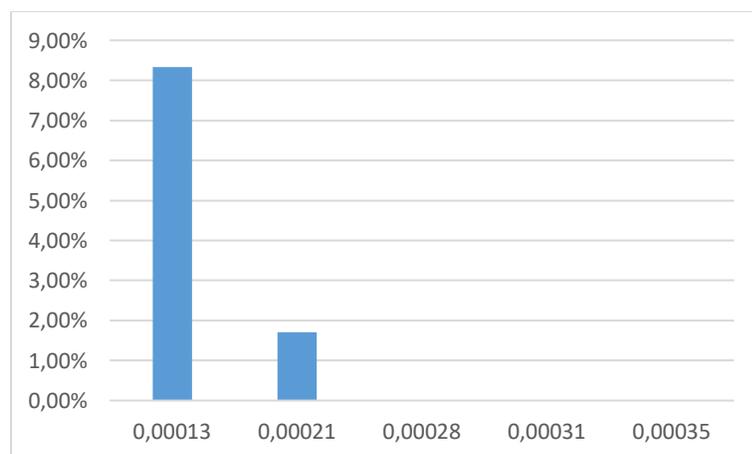
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; abertura 180°

CAUDAL	HL180	HL180	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,18	0,20	-0,015	0,015	8,33%
0,00021	0,44	0,45	-0,008	0,0075	1,70%
0,00028	0,70	0,70	0,000	0	0,00%
0,00031	0,82	0,82	0,000	0	0,00%
0,00035	0,93	0,93	0,000	0	0,00%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 33

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 180°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Tabla 46

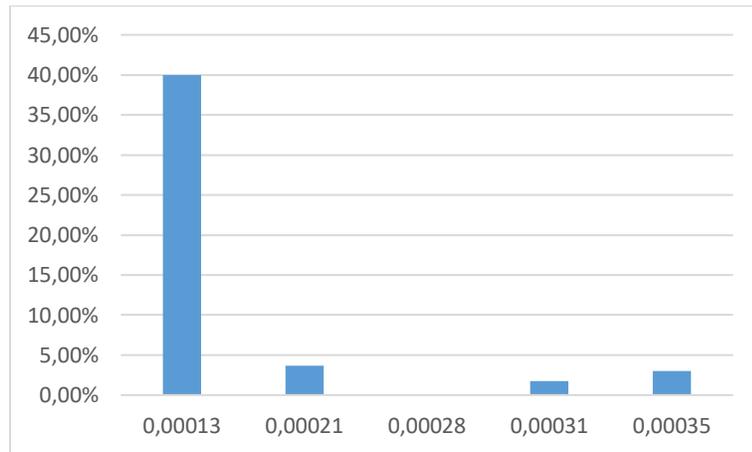
Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 3/4; abertura 225°

CAUDAL	HL225	HL225	Distorsión entre Válvulas FV y EDESA	Valor absoluto	Porcentaje de Distorsión
0,00013	0,03	0,04	-0,010	0,01	40,00%
0,00021	0,14	0,14	-0,005	0,005	3,70%
0,00028	0,245	0,245	0,000	0,000	0,00%
0,00031	0,29	0,28	0,005	0,005	1,74%
0,00035	0,33	0,32	0,010	0,01	3,03%

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 34

Porcentaje de Distorsión entre válvulas Fv y Edesa de compuerta de 1/2; abertura 225°



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

4.4.5 Análisis sobre el coeficiente K manual con el coeficiente K experimental

Tabla 47

Tabla de Coeficiente de pérdida (K) manual.

Válvulas	k
Esférica totalmente abierta	10
Compuerta totalmente abierta	0,19

Fuente: Mecánica de fluidos incomprensibles y turbomáquinas hidráulicas. (1995)

Tabla 48

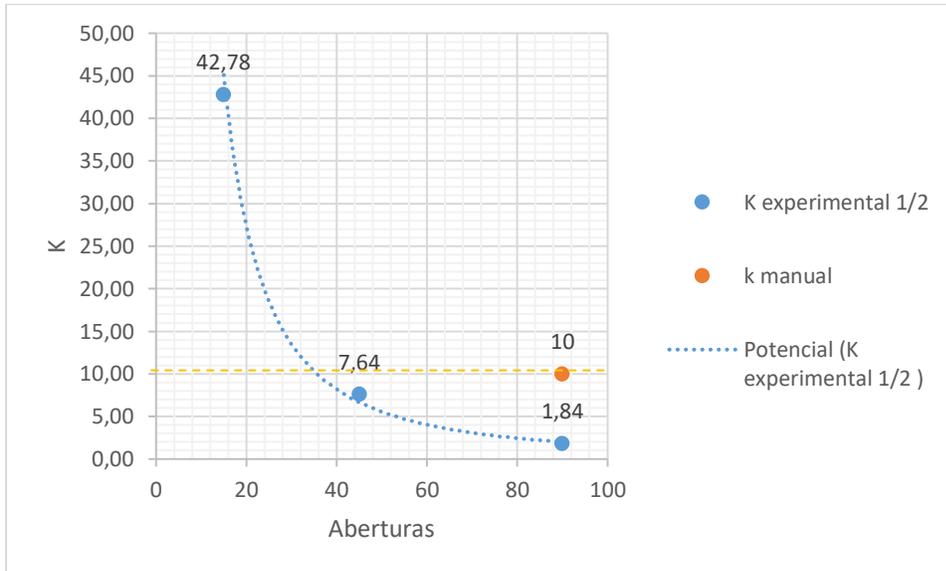
Tabla Referencial de coeficiente de Perdida k experimental.

Válvula	K experimental 1/2
Esférica totalmente abierta 90°	42,78
Esférica abierta 45°	7,64
Esférica abierta 15°	1,84
Compuerta totalmente abierta 225°	3,48
Compuerta abierta 180°	5,62
Compuerta abierta 90°	7,76
Compuerta abierta 45°	24,90

Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

Gráfica 35

Gráfica de aberturas de coeficiente k manual / coeficiente k experimental (Válvula esférica o bola)

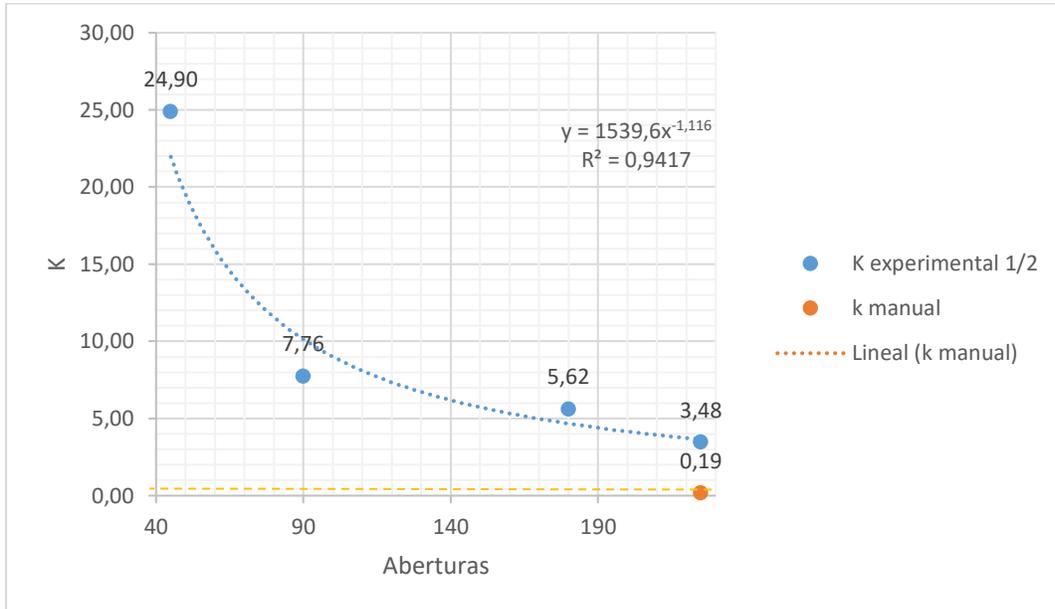


Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

El K manual no tiene en cuenta el caudal y solo es aplicable a una abertura completamente abierta, sin especificar el diámetro del accesorio. Si trabajamos con diámetros más pequeños, pueden surgir situaciones desfavorables. En cambio, el coeficiente experimental de la válvula esférica muestra un mejor rendimiento tanto en la posición totalmente abierta como en la posición parcialmente abierta, en comparación con el coeficiente manual utilizado solo para la posición totalmente abierta.

Gráfica 36

Grafica de aberturas de coeficiente k manual / coeficiente k experimental (Válvula de Compuerta)



Elaborado por: Chasin y Jaramillo (2023)

La válvula de compuerta presenta un coeficiente k menor en el modo manual que en el modo experimental cuando está totalmente abierta. Sin embargo, al realizar una comparativa entre el k manual y el k experimental, no disponemos de datos sobre las distintas aberturas y sus respectivos valores del k manual. Esto es relevante porque el k manual no tiene en cuenta el caudal ni el diámetro del accesorio utilizado, lo que puede tener consecuencias desfavorables al emplear otros diámetros de válvula, como podría ser el caso de 1/2", 3/4" y otros, dado que los valores serían totalmente distintos.

4.5 CONCLUSIONES

- A partir de la revisión bibliográfica y la experimentación, se ha logrado comprender el comportamiento del flujo en dichos componentes y recopilar datos relacionados con la rugosidad interna de las válvulas, el diseño interno y el ángulo de apertura. ha permitido obtener información valiosa sobre las características de los accesorios tipo válvula, lo que ha sido fundamental para el desarrollo del modelo analítico y la comprensión de los mecanismos y las causas subyacentes de las pérdidas de carga en los sistemas de agua potable.
- El desarrollo del prototipo ha sido exitoso y ha brindado resultados técnicos significativos. A través de la experimentación en el laboratorio de hidráulica, se ha logrado obtener datos precisos sobre las pérdidas de carga en cada una de las válvulas utilizadas en el prototipo. La experimentación ha demostrado que las pérdidas de carga en las válvulas pueden ser significativas y varían según el tipo y diseño de cada válvula. Esta información es fundamental para tomar decisiones informadas en el diseño y operación de sistemas de distribución de agua potable, ya que las pérdidas de carga pueden afectar la eficiencia y el rendimiento del sistema.
- Al experimentar con la resistencia al flujo a través de la pérdida de carga en válvulas, determinamos que el valor de "k" de cada válvula con sus caudales y aberturas afecta la presión en el sistema. Esta pérdida de energía resulta en mayor resistencia al flujo, impactando el rendimiento y eficiencia del sistema. Es crucial considerar los caudales y la variación de las válvulas con respecto a "k". Estos resultados nos proporcionaron información valiosa para optimizar el diseño y garantizar un funcionamiento eficiente en sistemas de conducción de fluidos. Estos valores son esenciales para lograr un diseño eficaz y un flujo de fluido óptimo en el sistema.
- Después de evaluar tanto técnica como económicamente los modelos analíticos de las válvulas Fv y Edesa, La válvula Fv demostró ser más eficiente, generando menores pérdidas que la válvula Edesa. Estos resultados son cruciales para optimizar el diseño y funcionamiento de sistemas hidráulicos, permitiendo seleccionar la válvula adecuada para mejorar el rendimiento y reducir pérdidas.

- Con la determinación del k experimental, se evidencia la influencia que tanto el caudal como el diámetro tienen en los valores de k . A diferencia del k existente o manual, que no toma en cuenta ni el caudal ni el diámetro con el que se está trabajando, ni proporciona información sobre k en diferentes contextos, como los valores de k en diferentes aberturas de las válvulas. Mediante la demostración del k experimental, queda claramente comprobado que el coeficiente K varía para cada tipo de válvula, diámetro y apertura.

4.6 RECOMENDACIONES

- Con el fin de mejorar la precisión en la lectura de datos, se debe optar una bomba de agua con potencia inferior a $\frac{1}{2}$ hp. Esto permitirá trabajar con manómetros sensibles con una escala menor a 15 psi. La elección de una bomba de menor potencia es estratégica, ya que el uso de manómetros más sensibles nos proporcionará mediciones más precisas y detalladas. De esta manera, podremos obtener una mejor comprensión del comportamiento del sistema hidráulico y optimizar su funcionamiento de manera más eficiente.
- Para obtener una apreciación más precisa de las pérdidas de carga, se recomienda el uso de piezómetros para medir en tiempo real los metros de columna de agua (mca). Esta técnica proporciona resultados exactos y detallados de las diferencias de presión. Al obtener mediciones directas y fiables en mca, podemos identificar problemas o ineficiencias en el flujo del líquido, permitiéndonos tomar decisiones informadas para mejorar el rendimiento y optimizar el sistema hidráulico.
- Es fundamental llevar a cabo una verificación exhaustiva para detectar posibles fugas. Esta revisión abarcará tanto la red de tuberías como los accesorios utilizados, así como también se verificará si hay fugas entre los equipos instalados.
- Es de vital importancia que los equipos utilizados en los ensayos sean debidamente calibrados antes de llevar a cabo cualquier prueba. La calibración adecuada asegurará la precisión y confiabilidad de las mediciones obtenidas durante los ensayos.
- Es recomendable aguardar un tiempo prudente entre cada cambio de variación de presión durante los ensayos, con el propósito de obtener datos precisos y esperar que el sistema se estabilice. Esta pausa permitirá que el flujo hidráulico alcance un equilibrio y se establezcan las condiciones óptimas antes de tomar las mediciones.

4.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amparo, L. J. (24 de 06 de 2013). Las pérdidas de carga en las instalaciones hidráulicas. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/30000?show=full>
- Aranea, L., & Segovia, L. (2020). *Modelización física y analítica de identificadores hidráulicos y económicos para evaluar pérdidas de agua en redes para agua potable*. Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. Recuperado el 25 de mayo de 2023, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3859?mode=full>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación*. Caracas: EPISTEME, C.A. Recuperado el 29 de mayo de 2023, de https://tauniversity.org/sites/default/files/libro_el_proyecto_de_investigacion_de_fidias_g_arias.pdf
- Arturo, G. A., & Bravo Ponce, S. D. (2020). *Cálculo de pérdidas de cargas de diferentes accesorios utilizados en tuberías a presión en el laboratorio de hidráulica UNESUM*. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí: Jipijapa.UNESUM. Recuperado el 26 de junio de 2023, de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2282/1/BRAVO%20PONCE%20STEEVEN%20DANIEL.pdf>
- Asto, E., & Pereda, A. (2018). *Determinar las pérdidas de carga en tuberías de PVC y accesorios de diámetros de 1" y 1 1/2" mediante un banco de pruebas en flujo presurizado*. Tesis de Pregrado, Universida Privada Antenor Orrego, Trujillo-Lima. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de [repositorio.upao.edu.pe: http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4442](http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4442)
- Barreto, J., Barragán, H., & Trujillo, J. (2008). *Diseño y montaje del equipo hidráulico para la experimentación de pérdidas por fricción, perdidas localizadas*. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Recuperado el 20 de mayo de 2023, de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/2845/1/TIC_BarretoRiveraJorgeLuis_2008.pdf

- Burgos, C., & Gonzales, V. (diciembre de 2009). Detección de pérdidas en tuberías de agua: propuesta basada en un banco de filtros. *Revista chilena de ingeniería*, 17(3). Recuperado el 18 de mayo de 2023, de www.scielo.cl: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052009000300011&script=sci_arttext&tlng=en
- Calderón, J., & Pozo, C. (abril de 2011). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para pérdidas de carga en tuberías y accesorios con simulación*. Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16432>
- Castro, B., & Valdés, G. (diciembre de 2009). Detección de pérdidas en tuberías de agua: propuesta basada en un banco de filtros. *Revista chilena de ingeniería*, 17(3). Recuperado el 18 de mayo de 2023, de www.scielo.cl: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052009000300011&script=sci_arttext&tlng=en
- Coraquilla, K. (2018). *Evaluación de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Rumiñahui*. Tesis Pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador. Recuperado el 25 de junio de 2023, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19455/1/CD-8849.pdf>
- Cortés, M., Mateus, T., & Silva, C. (11 de febrero de 2021). *Pérdidas de carga*. Video explicativo, Universidad Santo Tomas primer claustro universitario de Colombia, Colombia. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de <https://repository.usta.edu.co/>: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/32553/P%c3%a9rdidas%20por%20accesorios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, J. J., & Bañol, H. C. (2015). *Número de Reynolds*. Tesis de Pregrado, Corporación Universitaria Minuto De Dios sede regional Girardot. Recuperado el 20 de junio de 2023, de <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/4849/1/T.IC%20JARAMILLO%20DIAZ%20JULIAN%20DAVID.pdf>

- Ecuador, C. d. (2008). Recuperado el 25 de mayo de 2023, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/466>
- Fuentes, M., Nava, P., & Vasquez, R. (abril de 2011). Estimación y localización de fugas en una red de tuberías de agua potable usando algoritmos genéticos. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 12(2), 235-242. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000200012
- García, L., & García, M. (octubre de 2021). Estimación de fugas en tuberías a presión para sistemas de agua potable mediante redes neuronales artificiales y Epanet. *Revista Científica*, 43(1), 2-19. doi:10.14483/23448350.18275
- Giles, R. V., Evett, J. B., & Liu, C. (2003). *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. Madrid-España: McGraw-Hill. Recuperado el 16 de junio de 2023, de http://www.escuelafluvial.edu.ar/files/Mecanica_de_los_Fluidos_e_Hidraulica-copia.pdf
- Gómez, J., Gracia, P., & Nolasco, C. (22 de abril de 2020). Modelo numérico de detección de fugas para sistema de tuberías. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 8(2), 113-120. doi:10.15649/2346030X.723
- Guanutaxi, J. (2012). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para ensayos de pérdidas de carga en tuberías y accesorios*. Tesis de Pregrado, Universidad central del Ecuador, Quito-Ecuador. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/>: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/325>

- Lahlou, Z., & Wilson, L. (enero de 2009). *Detección de fugas y control de pérdidas de agua*. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de [agua.org.mx: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Detecci%C3%B3n-de-fugas.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Detecci%C3%B3n-de-fugas.pdf)
- Linares, N. A. (2015). Obtenido de <http://mecanicafluidos2uapucallpa.blogspot.com/2015/>
- Mello, D. (2021). *Optimización de la regresión de mínimos cuadrados parciales*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid-España. Recuperado el 11 de junio de 2023, de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/65336/1/T42283.pdf>
- NEC, N. E. (2016). Recuperado el 25 de mayo de 2023, de <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>
- Néstor Silverio, Holger Benavides. (2020). Determinación de pérdidas de carga en accesorios “k” de. *ECUADORIAN SCIENCE JOURNAL VOL. 4, 5*.
- Parra, J., & Velasco, L. (2014). *Diseño para construcción de un banco de pruebas para determinar las pérdidas de carga en un sistema de tuberías*. Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma de Occidente, ENERGÉTICA Y MECÁNICA, Santiago de Cali-Colombia. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de [red.uao.edu.co: https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6902/T05040.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6902/T05040.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pereira, C. (2016). *Análisis comparativo de los valores “k”, de pérdida de carga local en accesorios de 3/4”, 1/2” y de 1” de diámetro de fierro galvanizado y pvc, dados por las bibliografías con respecto a los hallados experimentalmente en el laboratorio de hidráulica de la*. Tesis de pregrado, Cusco-Perú. Recuperado el 10 de junio de 2023, de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/695>
- Ponce, F. (2006). *Manual para ensayo de pérdidas de energía en accesorios de tubería del laboratorio de hidráulica*. Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, FACULTAD DE INGENIERÍA, Guatemala. Recuperado el 15 de junio

de 2023, de <https://docplayer.es/9451883-Manual-para-ensayo-de-perdidas-de-energia-en-accesorios-de-tuberia-del-laboratorio-de-hidraulica.html>

Ramirez, A. (2019). *Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Sónдор, Huancabamba*. Tesis Pregrado, Universidad de Piura, Piura-Perú. Recuperado el 10 de junio de 2023, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4330/ICI_296.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramírez, J. F. (2019). *Análisis comparativo del método de mínimos cuadrados en contraste con otros métodos de aproximación*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo , Lambayeque – Perú. Recuperado el 13 de junio de 2023, de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5278/BC-%203919%20RIVERA%20RAMIREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Russi Russi, Daniela Ivana. (2015). *Determinación experimental del coeficiente de pérdidas menores y el comportamiento hidráulico de diferentes válvulas tipo cheque usadas en sistemas internos de distribución de agua potable*. Tesis Pregrado, Pontificia universidad Javeriana, Bogotá-Colombia. Recuperado el 3 de julio de 2023, de <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-catolica-boliviana-san-pablo/construcciones-civiles/russi-russi-daniela-ivana-2015/5583740>

Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación (6ta. Edición ed)*. México: Mc. Graw Hill. Recuperado el 28 de mayo de 2023, de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Silvero, N., & Benavides, H. (2020). Determinación de pérdidas de carga en accesorios “k” de Sistemas Domiciliarios. *ECUADORIAN SCIENCE JOURNAL VOL. 4, 5*. doi:10.46480/esj.4.2.58

ULVR. (s.f.). www.ulvr.edu.ec. Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion#tomo1>

Vasco, N. C., Vasco, J. C., & Vasco, D. A. (2020). *Hidráulica en Tuberías y Accesorios (Válvulas Industriales): Pérdidas, Casos reales de Aplicación y Selección de Bombas Centrífugas*. Guayaquil-Ecuador: CIDE. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <http://cimogsys.espoch.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2022-11-07-135357-LIBRO%20HIDRAULICA%20EN%20TUBERIAS%20Y%20ACCESORIOS.pdf>

Villarroel, L. (18 de noviembre de 2015). *Simulación numérica de un flujo de agua a través de una válvula tipo mariposa de doble excentricidad*. Tesis de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6408/VILLARROEL_LUIS_SIMULACION_NUMERICA_FLUJO_AGUA.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Zacharia, L., & Lynchburg, W. (enero de 2009). Deteccion de fugas y control de perdidas de agua. *Tecnología en breve*, 3. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Detecci%C3%B3n-de-fugas.pdf>

4.8 ANEXOS

Anexo 1 Construcción del prototipo



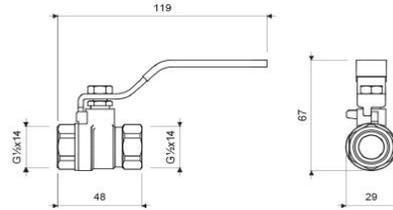


Anexo 2 Especificaciones técnicas de las válvulas



Gama **BASICOS**

GRIFERIA
Válvula Esférica 1/2"
E652.0.E.13



E652.0.E.13

LAS MEDIDAS SE ENCIENTRAN EN NÚMEROS

ACABADOS



C03080

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



Garantía



Calidad



Durabilidad
Grifería



Normas de
Salud



Recubrimiento

DESCRIPCIÓN

- Medida: 1/2".
- Rosca tipo Hembra - Hembra (H-H).
- Manija de palanca con logotipo identificativo FV.
- Válvula de paso total; no restringe el paso de agua.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

- Bajo contenido de plomo; contiene menos del 2,5% aprobado por Norma.
- Superficie con acabado granallado; propio de la línea de Broncería.
- Producto probado para resistir oxidación o corrosión.
- Funcionamiento adecuado desde 20 hasta 125 PSI.
- Sistema de cierre probado hasta los 2.000 ciclos (conforme a la Norma).
- Producto probado a 500 PSI durante un minuto, sin presentar desgaste o fugas.

NORMAS GENERALES DE CUMPLIMIENTO

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019
- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

Centro de Atención al Usuario: **FV Responde**

www.fvandina.com

ECUADOR
1-800 FV FV FV
fvresponde@fvecuador.com

CENTRO AMÉRICA
info.cea@grupofv.com

COLOMBIA
info.colombia@grupofv.com

PERU
info.peru@grupofv.com

UTILIZA
SIEMPRE
REPUESTOS
ORIGINALES
FV

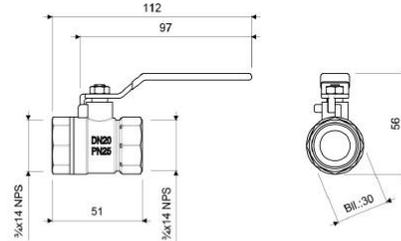


ESCANEA
EL CÓDIGO QR
Y DESCARGA
EL APP FV





GRIFERIA
Válvula Esférica Extra Liviana 3/4"
 E658.19



E658.19
MEDIDAS EN MILIMETROS

ACABADOS



Bronce

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



Garantía



Calidad



Durabilidad
Grifería



Normas de
Salud

DESCRIPCIÓN

- Medida: 3/4".
- Rosca tipo Hembra - Hembra (H-H).
- Manija de palanca con logotipo identificativo FV.
- Cuerpo principal de la llave en acabado "bronce".
- Válvula de paso total; no restringe el paso de agua.

NORMAS GENERALES DE CUMPLIMIENTO

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019
- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

- Bajo contenido de plomo; contiene menos del 2,5% aprobado por Norma.
- Superficie con acabado granallado; propio de la línea de Broncería.
- Producto probado para resistir oxidación o corrosión.
- Funcionamiento adecuado desde 20 hasta 125 PSI.
- Sistema de cierre probado hasta los 2.000 ciclos (conforme a la Norma).
- Producto probado a 500 PSI durante un minuto, sin presentar desgaste o fugas.

Centro de Atención al Usuario: FV Responde				www.fvandina.com		UTILIZA SIEMPRE REPUESTOS ORIGINALES FV 	ESCANEA EL CÓDIGO QR Y DESCARGA EL APP FV 
ECUADOR 1-800 FV FV FV fvresponde@fvecuador.com	CENTRO AMÉRICA info.cea@grupofv.com	COLOMBIA info.colombia@grupofv.com	PERU info.peru@grupofv.com				

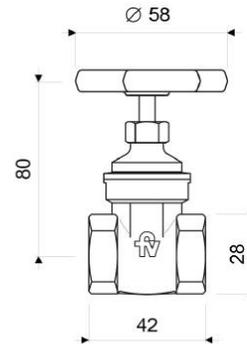


Gama **BASICOS**

GRIFERIA

Válvula de Compuerta (Esclusa) 1/2"

0600.13.B



ACABADOS



Bronce

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



Garantía



Calidad



Durabilidad
Grifería



Normas de
Salud



Recubrimiento

DESCRIPCIÓN

- Válvula de paso total, no restringe el paso de agua.
- Manija de apertura metálica (pintura de color rojo).
- Válvula tiene impreso en el cuerpo, el diámetro nominal.
- Producto apto para uso en tuberías de agua potable.
- Recomendado su uso como llave de control para cuartos húmedos.

NORMAS GENERALES DE CUMPLIMIENTO

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019
- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

- Bajo contenido de plomo, contiene menos del 2,5% aprobado por Norma.
- Superficie con acabado granallado, propio de la línea de Broncería.
- Producto probado para resistir oxidación o corrosión.
- Funcionamiento adecuado desde 20 hasta 125 PSI.
- Sistema de cierre probado hasta los 2.000 ciclos (conforme a la Norma).
- Producto probado a 500 PSI durante 1 minuto, sin presentar desgaste o fugas.

Centro de Atención al Usuario: FV Responde				www.fvandina.com		 <p>UTILIZA SIEMPRE REPUESTOS ORIGINALES FV</p>	<p>ESCANÉA EL CÓDIGO QR Y DESCARGA EL APP FV</p> 
<p>ECUADOR 1-800 FV FV FV fvresponde@fvecuador.com</p>	<p>CENTRO AMÉRICA info.cea@grupofv.com</p>	<p>COLOMBIA info.colombia@grupofv.com</p>	<p>PERU info.peru@grupofv.com</p>				

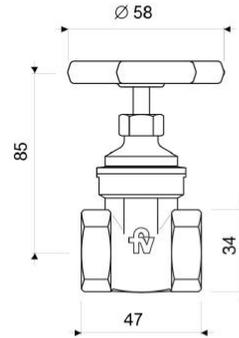


Gama **BASICOS**

GRIFERIA

Válvula de Compuerta (Esclusa) 3/4"

0600.19.B



ACABADOS



Bronce

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



Garantía



Calidad



Durabilidad
Grifería



Normas de
Salud



Recubrimiento

DESCRIPCIÓN

- Válvula de paso total, no restringe el paso de agua.
- Manija de apertura metálica (pintura de color rojo).
- Válvula tiene impreso en el cuerpo, el diámetro nominal.
- Producto apto para uso en tuberías de agua potable.
- Recomendado su uso como llave de control para cuartos húmedos.

NORMAS GENERALES DE CUMPLIMIENTO

- NORMA NACIONAL: NTE INEN 3123 (GRIFERÍA - LLAVES): 2019
- NORMA INTERNACIONAL: ASME A112.18.1 / CSA B125.1: 2018

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

- Bajo contenido de plomo; contiene menos del 2,5% aprobado por Norma.
- Superficie con acabado granallado, propio de la línea de Broncería.
- Producto probado para resistir oxidación o corrosión.
- Funcionamiento adecuado desde 20 hasta 125 PSI.
- Sistema de cierre probado hasta los 2.000 ciclos (conforme a la Norma).
- Producto probado a 500 PSI durante 1 minuto, sin presentar desgaste o fugas.

Centro de Atención al Usuario: **FV Responde**

www.fvandina.com

ECUADOR
1-800 FV FV FV
fvresponde@fvecuador.com

CENTRO AMÉRICA
info.cea@grupofv.com

COLOMBIA
info.colombia@grupofv.com

PERU
info.peru@grupofv.com

UTILIZA SIEMPRE REPUESTOS ORIGINALES FV



ESCANEA EL CÓDIGO QR Y DESCARGA EL APP FV



EDESA



VÁLVULA DE COMPUERTA 1/2"

COD. SZ0030034021BO

MEDIDAS:
5.4 x 5.4 x 8.9 cm

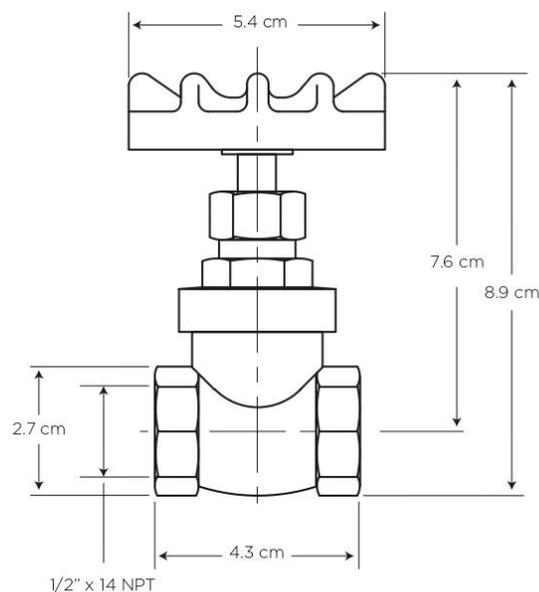
Controla el flujo de agua con su sistema de compuerta.

COLORES

Bronce

Cero defectos estéticos

402



CARACTERÍSTICAS

Material: Latón
Roscas: 1/2" x 14 NPT
Apertura: Sistema de apertura de compuerta
Presión de agua recomendada:
20 psi (140 kPa) a
125 psi (860 kPa)
Consumo mínimo de Agua:
21 litros por minuto a 20 psi
(140 kPa)
Vida útil del cartucho:
2.000 ciclos

CUMPLE CON NORMA

- Cumple con norma NTE - INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

www.edesa.com.ec

PLOMERÍA

EDESA



VÁLVULA DE COMPUERTA 3/4"

COD. SZ0030054021BO

MEDIDAS:
5.4 x 5.4 x 10.4 cm

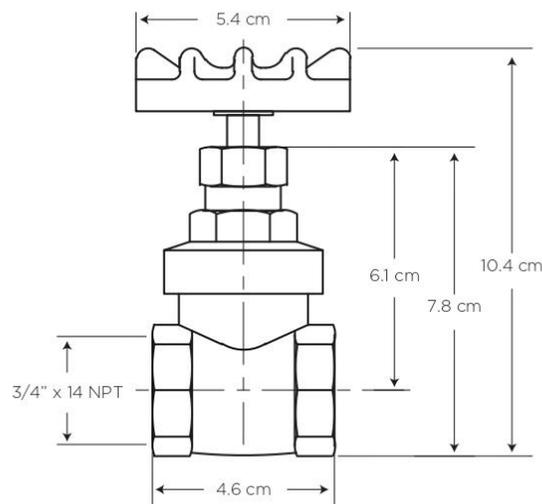
Controla el flujo de agua con su sistema de compuerta.

COLORES

Bronce

Cero defectos estéticos

402



CARACTERÍSTICAS

Material: Cuerpo de Latón, Manija de Aluminio

Roscas: 3/4" x 14 NPT

Apertura: Tornillo sin fin, sistema de compuerta

Presión de agua recomendada:
20 psi (140 kPa) a
125 psi (860 kPa)

Consumo mínimo de Agua:
49 litros por minuto a 20 psi
(140 kPa), caudal no definido
en la norma NTE - INEN 3123

Vida útil del cartucho:
2.000 ciclos

CUMPLE CON NORMA

- Cumple con norma NTE - INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

EDESA



LLAVE ESFÉRICA ESTANDAR 1/2"

PASO TOTAL

COD. SZ0079353061BO

MEDIDAS:
10.6 x 2.6 x 5.7 cm

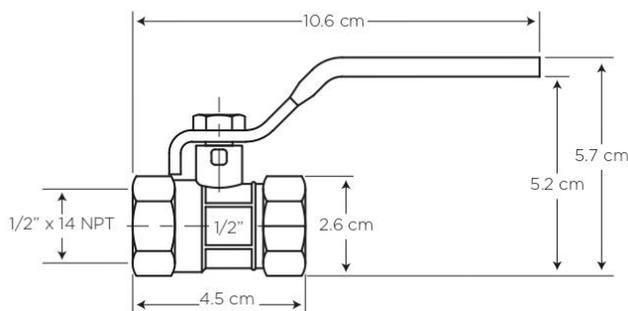
Llave de paso con sistema esférico.

COLORES

Cromo

Cero defectos estéticos

306



CARACTERÍSTICAS

Material: Cuerpo de Latón,
Manilla de aluminio

Peso: 135 g

Roscas: 1/2" x 14 NPT conexión de agua

Apertura: 1/4 de vuelta sistema esférico

Presión de agua recomendada:
20 psi (140 kPa) a
125 psi (860 kPa)

Consumo mínimo de Agua:
36 litros por minuto a 20 psi
(140 kPa)

Vida útil del cartucho:
2.000 ciclos

CUMPLE CON NORMA

- Cumple con norma NTE - INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

EDESA



LLAVE ESFÉRICA ESTANDAR 3/4"

PASO TOTAL

COD. SZ0079363061BO

MEDIDAS:
11.3 x 3.2 x 6.2 cm

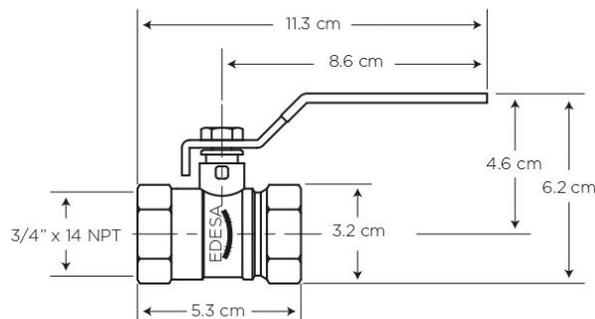
Llave de paso con sistema esférico.

COLORES

Cromo

Cero defectos estéticos

306



CARACTERÍSTICAS

Material: Cuerpo de Latón,
Manilla de aluminio

Peso: 192 g

Roscas: 3/4" x 14 NPT conexión de
agua

Apertura: 1/4 de vuelta sistema esférico

Presión de agua recomendada:
20 psi (140 kPa) a
125 psi (860 kPa)

Consumo mínimo de Agua:
36 litros por minuto a 20 psi
(140 kPa)

Vida útil del cartucho:
2.000 ciclos

CUMPLE CON NORMA

- Cumple con norma NTE - INEN 3123 basada en la norma ASME 112.18.1 - 2012

Anexo 3 Tabla de resultados de las válvulas de compuerta y esférica

$$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$$

V1/2	Diametro	0,0127	m	Area	0,00012667	m2	Gravedad	9,8	m/s^2			
L	T	Grados	CAUDAL L	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	v	k	
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	15	602,00	0,50	601,50	6,02	1,05	107,37	
					45	45,00	0,50	44,50	0,45	1,05	7,94	
					90	1,00	0,50	0,50	0,01	1,05	0,09	
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	v	k	
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	15	972,46	0,50	971,96	9,72	1,66	69,31	
					45	136,50	0,50	136,00	1,36	1,66	9,70	
					90	29,00	0,50	28,50	0,29	1,66	2,03	
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	v	k	
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	15	1296,62	0,50	1296,12	12,96	2,20	52,46	
					45	228,00	0,50	227,50	2,28	2,20	9,21	
					90	57,00	0,50	56,50	0,57	2,20	2,29	
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	v	k	
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	15	1435,54	0,50	1435,04	14,35	2,46	46,38	
					45	280,00	9,50	270,50	2,71	2,46	8,74	
					90	89,00	26,25	62,75	0,63	2,46	2,03	
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	v	k	
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	15	1620,77	0,50	1620,27	16,20	2,72	42,78	
					45	308,00	18,50	289,50	2,90	2,72	7,64	
					90	121,50	52,00	69,50	0,70	2,72	1,84	

VALVULA ESFERICA FV DE ½

V1/2	Diametro	0,0127	m	Area	0,00012667	m2	Gravedad	9,8	m/s^2	$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$	
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	608,00	0,50	607,50	6,08	1,05	108,44
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	45	48,00	0,50	47,50	0,48	1,05	8,48
					90	1,50	0,50	1,00	0,01	1,05	0,18
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	982,15	0,50	981,65	9,82	1,66	70,00
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	45	141,50	0,50	141,00	1,41	1,66	10,06
					90	32,25	0,50	31,75	0,32	1,66	2,26
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	1309,54	0,50	1309,04	13,09	2,20	52,99
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	45	235,00	0,50	234,50	2,35	2,20	9,49
					90	63,00	0,50	62,50	0,63	2,20	2,53
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	1449,85	0,50	1449,35	14,49	2,46	46,85
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	45	276,50	9,50	267,00	2,67	2,46	8,63
					90	93,25	26,25	67,00	0,67	2,46	2,17
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	1636,92	0,50	1636,42	16,36	2,72	43,21
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	45	314,00	20,50	293,50	2,94	2,72	7,75
					90	123,50	55,00	68,50	0,69	2,72	1,81

VALVULA ESFERICA EDESA DE ½

$$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$$

V3/4		Diametro	0,0191 m	Area	0,000285 m ²	Gravedad	9,8 m/s ²				
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	316	0,5	315,5	3,16	0,47	285,10
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	45	13	0,5	12,5	0,13	0,47	11,30
					90	3,5	0,5	3	0,03	0,47	2,71
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	458	0,50	457,50	4,58	0,74	165,16
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	45	61,50	23,00	38,50	0,39	0,74	13,90
					90	38,00	25,50	12,50	0,13	0,74	4,51
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	600	0,5	599,5	6,00	0,98	122,84
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	45	97	46	51	0,51	0,98	10,45
					90	72,5	50,5	22	0,22	0,98	4,51
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	612,00	0,50	611,50	6,12	1,09	100,06
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	45	129,75	74,00	55,75	0,56	1,09	9,12
					90	107,25	79,00	28,25	0,28	1,09	4,62
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	624	0,5	623,5	6,24	1,21	83,35
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	45	162,5	102	60,5	0,61	1,21	8,09
					90	142	107,5	34,5	0,35	1,21	4,61

VALVULA ESFERICA FV ¾

V3/4 Diametro 0,0191 m Area 0,000285 m2 Gravedad 9,8 m/s^2 $k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	320	0,5	319,5	3,20	0,47	288,71
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	45	15	0,5	14,5	0,15	0,47	13,10
					90	4,5	0,5	4	0,04	0,47	3,61

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	461	0,50	460,50	4,61	0,74	166,24
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	45	57,50	24,00	33,50	0,34	0,74	12,09
					90	40,00	28,00	12,00	0,12	0,74	4,33

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	602	0,5	601,5	6,02	0,98	123,25
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	45	100	48	52	0,52	0,98	10,66
					90	75,5	55,5	20	0,20	0,98	4,10

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
					15	615,00	0,50	614,50	6,15	1,09	100,55
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	45	133,25	76,50	56,75	0,57	1,09	9,29
					90	110,25	82,00	28,25	0,28	1,09	4,62

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VPcm	mca	V	k
					15	628	1	627	6,27	1,21	83,81
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	45	166,5	105	61,5	0,62	1,21	8,22
					90	145	108,5	36,5	0,37	1,21	4,88

VALVULA ESFERICA EDESA ¾

$$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$$

V1/2 Diametro 0,0127 m L Area 0,00012667 m2 Gravedad 9,8 m/s^2

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	45	140,00	0,50	139,50	1,40	1,05	24,90
					90	44,00	0,50	43,50	0,44	1,05	7,76
					180	32,00	0,50	31,50	0,32	1,05	5,62
					225	20,00	0,50	19,50	0,20	1,05	3,48

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	45	281,00	0,50	280,50	2,81	1,66	20,00
					90	210,50	0,50	210,00	2,10	1,66	14,98
					180	174,00	0,50	173,50	1,74	1,66	12,37
					225	147,50	0,50	147,00	1,47	1,66	10,48

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	45	422,00	0,50	421,50	4,22	2,20	17,06
					90	377,00	0,50	376,50	3,77	2,20	15,24
					180	316,00	0,50	315,50	3,16	2,20	12,77
					225	275,00	0,50	274,50	2,75	2,20	11,11

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	45	522,50	0,50	522,00	5,22	2,46	16,87
					90	409,00	0,50	408,50	4,09	2,46	13,20
					180	352,50	0,50	352,00	3,52	2,46	11,38
					225	312,50	0,50	312,00	3,12	2,46	10,08

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	45	623,00	0,50	622,50	6,23	2,72	16,44
					90	441,00	0,50	440,50	4,41	2,72	11,63

180 389,00 6,00 383,00 3,83 2,72 10,11

VALVULA DE COMPUERTA FV DE ½

V1/2	Diametro	0,0127	m	Area	0,00012667	m2	Gravedad	9,8	m/s^2	$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$	
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	45	145,00	0,50	144,50	1,45	1,05	25,79
					90	48,00	0,50	47,50	0,48	1,05	8,48
					180	35,00	0,50	34,50	0,35	1,05	6,16
					225	23,00	0,50	22,50	0,23	1,05	4,02
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	45	285,00	0,50	284,50	2,85	1,66	20,29
					90	214,00	0,50	213,50	2,14	1,66	15,23
					180	177,50	0,50	177,00	1,77	1,66	12,62
					225	151,50	0,50	151,00	1,51	1,66	10,77
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	45	425,00	0,50	424,50	4,25	2,20	17,18
					90	380,00	0,50	379,50	3,80	2,20	15,36
					180	320,00	0,50	319,50	3,20	2,20	12,93
					225	280,00	0,50	279,50	2,80	2,20	11,31
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	45	525,00	0,50	524,50	5,25	2,46	16,95
					90	412,50	0,50	412,00	4,12	2,46	13,32
					180	356,00	0,50	355,50	3,56	2,46	11,49
					225	316,50	0,50	316,00	3,16	2,46	10,21

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	45	625,00	0,50	624,50	6,25	2,72	16,49
					90	445,00	0,50	444,50	4,45	2,72	11,74
					180	392,00	6,50	385,50	3,86	2,72	10,18
					225	353,00	13,00	340,00	3,40	2,72	8,98

VALVULA DE COMPUERTA EDESA DE ½

V3/4		Diametro	0,0191	m	Area	0,000285	m2	Gravedad	9,8	m/s^2	$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	45	101,00	0,50	100,50	1,01	0,47	90,81
					90	39,50	0,50	39,00	0,39	0,47	35,24
					180	18,50	0,50	18,00	0,18	0,47	16,27
					225	3,00	0,50	2,50	0,03	0,47	2,26

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	45	194,50	15,00	179,50	1,80	0,74	64,80
					90	106,25	23,75	82,50	0,83	0,74	29,78
					180	70,75	26,75	44,00	0,44	0,74	15,88
					225	44,25	30,75	13,50	0,14	0,74	4,87

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	45	288,00	29,50	258,50	2,59	0,98	52,97
					90	173,00	47,00	126,00	1,26	0,98	25,82
					180	123,00	53,00	70,00	0,70	0,98	14,34
					225	85,50	61,00	24,50	0,25	0,98	5,02

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	45	339,00	35,75	303,25	3,03	1,09	49,62
					90	204,00	63,50	140,50	1,41	1,09	22,99
					180	153,50	72,00	81,50	0,82	1,09	13,34
					225	112,25	83,50	28,75	0,29	1,09	4,70

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	45	390,00	42,00	348,00	3,48	1,21	46,52
					90	235,00	80,00	155,00	1,55	1,21	20,72
					180	184,00	91,00	93,00	0,93	1,21	12,43
					225	139,00	106,00	33,00	0,33	1,21	4,41

VALVULA DE COMPUERTA FV DE 3/4

	V3/4	Diametro	0,0191	m	Area	0,000285	m2	Gravedad	9,8	m/s^2	$k = \frac{hl \cdot 2g}{v^2}$
		L					CM				
L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
2,65	20,00	15	0,13	0,00013	45	103,00	0,50	102,50	1,03	0,47	92,62
					90	41,00	0,50	40,50	0,41	0,47	36,60
					180	20,00	0,50	19,50	0,20	0,47	17,62
					225	4,00	0,50	3,50	0,04	0,47	3,16

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
4,11	20,00	30	0,21	0,00021	45	196,50	16,25	180,25	1,80	0,74	65,07
					90	108,00	24,25	83,75	0,84	0,74	30,23
					180	72,50	27,75	44,75	0,45	0,74	16,15
					225	45,75	31,75	14,00	0,14	0,74	5,05

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
5,57	20,00	45	0,28	0,00028	45	290,00	32,00	258,00	2,58	0,98	52,87
					90	175,00	48,00	127,00	1,27	0,98	26,02
					180	125,00	55,00	70,00	0,70	0,98	14,34
					225	87,50	63,00	24,50	0,25	0,98	5,02

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
6,24	20,00	68	0,31	0,00031	45	341,00	38,50	302,50	3,03	1,09	49,50
					90	206,00	66,00	140,00	1,40	1,09	22,91
					180	155,50	74,00	81,50	0,82	1,09	13,34
					225	113,75	85,50	28,25	0,28	1,09	4,62

L	T	Grados	CAUDAL	CAUDAL M	V2 GRADOS	P1	P2	VP	mca	V	k
6,90	20,00	90	0,35	0,00035	45	392,00	45,00	347,00	3,47	1,21	46,38
					90	237,00	84,00	153,00	1,53	1,21	20,45
					180	186,00	93,00	93,00	0,93	1,21	12,43
					225	140,00	108,00	32,00	0,32	1,21	4,28

VALVULA DE COMPUERTA EDESA DE 3/4