



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR
FRICCIÓN Y ACCESORIOS EN TUBERÍAS HDPE DE
USO COMÚN EN CAJAMARCA, 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Julio César Pasco Montoya

Asesor:

Ing. Luis Vásquez Ramírez

Cajamarca – Perú

2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

APROBACIÓN DE LA TESIS	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	17
1. Fluidos.....	18
1.1. Propiedades físicas de los fluidos.....	19
1.1.1. Densidad:.....	19
1.1.2. Peso específico:	19
1.1.3. Densidad relativa:	19
1.1.4. Viscosidad:	20
1.1.5. Viscosidad absoluta o dinámica:	20
1.1.6. Viscosidad cinemática:	20
1.2. Caudal.....	21
1.3. Ecuación de continuidad.....	22
1.4. Presión.....	23
1.4.1. Presión atmosférica.....	23
1.4.2. Presión absoluta.....	23
1.4.3. Presión barométrica.....	24
1.4.4. Presión manométrica.....	24
1.4.5. Vacío.....	24
1.5. Ecuación general de energía.....	24
1.5.1. La energía cinética.....	24
1.5.2. La energía potencial.....	25
1.5.3. La energía de posición.....	25
1.5.4. Teorema de Bernoulli.....	25
1.6. Regímenes de flujo de fluidos en tuberías.....	26
1.6.1. Flujo laminar:	26

1.6.2.	<i>Flujo turbulento:</i>	26
1.7.	Número de Reynolds	27
2.	Pérdidas de carga por fricción en tuberías.....	28
2.1.	Ecuación de Darcy-Weisbach.....	28
2.1.1.	<i>Coeficiente de fricción (f)</i>	28
2.1.2.	<i>Rugosidad absoluta (K)</i>	30
2.1.3.	<i>Rugosidad relativa</i>	30
2.1.4.	<i>Ecuación de Hazen-Williams</i>	31
2.1.5.	<i>Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams, C</i>	31
3.	Pérdidas de carga por accesorios.	32
3.1.	Ecuación fundamental de las pérdidas de carga por accesorios.	33
3.2.	Pérdidas de carga en piezas especiales	35
3.2.1.	<i>Pérdida por ampliación</i>	35
3.2.1.1.	<i>Pérdida por reducción</i>	37
3.2.1.2.	<i>Pérdida por cambio de dirección</i>	38
CAPÍTULO 3.	METODOLOGÍA.....	42
3.1.	Operacionalización de variables	42
3.2.	Diseño de investigación	42
3.3.	Unidad de estudio	42
3.4.	Población	43
3.5.	Muestra	43
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	43
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	49
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS.....	51
4.1.	Confiabilidad de datos.....	51
4.1.1.	<i>Confiabilidad de los datos de pérdidas por fricción</i>	51
4.1.2.	<i>Confiabilidad de los datos de pérdidas por accesorios</i>	53
4.2.	Pérdidas de energía por fricción	62
4.2.1.	<i>Resultados de las pérdidas por fricción experimental</i>	62
4.2.2.	<i>Gráfico de pérdidas de energía por fricción experimentales para cada circuito</i> .	66
4.2.3.	<i>Resultados de los coeficientes de pérdidas por fricción experimental</i>	68
4.2.4.	<i>Resultados de los coeficientes de pérdidas por fricción y pérdidas de energía teóricas</i>	69
4.2.5.	<i>Gráfico de pérdidas de energía por fricción teóricas para cada circuito</i>	72
4.3.	Pérdidas de energía por accesorios experimentales.....	74
4.3.1.	<i>Resultados de las pérdidas de energía por accesorios experimentales</i>	74
4.3.2.	<i>Gráfico de pérdidas de energía por accesorio experimentales para cada circuito</i>	92
4.3.3.	<i>Resultados de los coeficientes de resistencia (k) experimentales</i>	101
4.3.4.	<i>Resultados de los coeficientes de resistencia (k) y las pérdidas de energía por accesorios teóricos</i>	110
4.3.5.	<i>Gráfico de pérdidas de energía por accesorios teóricas para cada circuito</i>	119

4.4.	Resultados del análisis de confiabilidad de los datos.....	128
4.4.1.	<i>Resultados del análisis de confiabilidad de los datos de pérdidas de energía por fricción.</i>	<i>128</i>
4.4.2.	<i>Resultados del análisis de confiabilidad de los datos de pérdidas de energía por accesorios.....</i>	<i>129</i>
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		133
5.1.	Confiabilidad de datos.....	133
5.1.1.	<i>Confiabilidad de datos pérdidas por fricción.</i>	<i>133</i>
5.1.2.	<i>Confiabilidad de datos pérdidas por accesorios.....</i>	<i>133</i>
5.2.	Comparación de las pérdidas de energía por fricción experimental y teóricamente.....	135
5.3.	Comparación de las pérdidas de energía por accesorios experimental y teóricamente... ..	139
5.3.1.	<i>Interpretación de resultados circuito N° 01</i>	<i>139</i>
5.3.2.	<i>Interpretación de resultados circuito N° 02</i>	<i>144</i>
5.3.3.	<i>Interpretación de resultados circuito N° 03</i>	<i>149</i>
5.3.4.	<i>Interpretación de resultados circuito N° 04</i>	<i>152</i>
5.4.	Interpretación de resultados confiabilidad de datos.	157
5.4.1.	<i>Interpretación de resultados confiabilidad de datos de pérdidas de energía por fricción.</i>	<i>157</i>
5.4.2.	<i>Interpretación de resultados confiabilidad de datos de pérdidas de energía por accesorios para el circuito N° 01- \varnothing 1/2".</i>	<i>157</i>
5.4.3.	<i>Interpretación de resultados confiabilidad de datos de pérdidas de energía por accesorios para el circuito N° 02- \varnothing 3/4".</i>	<i>157</i>
5.4.4.	<i>Interpretación de resultados confiabilidad de datos de pérdidas de energía por accesorios para el circuito N° 03- \varnothing 1".</i>	<i>158</i>
5.4.5.	<i>Interpretación de resultados confiabilidad de datos de pérdidas de energía por accesorios para el circuito N° 04- \varnothing 1 1/2".</i>	<i>158</i>
CONCLUSIONES.....		159
REFERENCIAS.....		160
ANEXOS		163
ANEXO N° 1. Formatos de toma de datos.....		163
ANEXO N° 2. Diagrama banco de pérdidas tubería HDPE		167
ANEXO N° 3. Panel Fotográfico.....		168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	Viscosidad del agua a diferentes temperaturas.	Pg. 20
Tabla N° 02	Condiciones de flujo según Reynolds.	Pg. 27
Tabla N° 03	Rugosidad absoluta de materiales.	Pg. 30
Tabla N° 04	Reducción porcentual del diámetro de las tuberías	Pg. 31
Tabla N° 06	Reducción porcentual del diámetro de las tuberías.	Pg. 32
Tabla N° 06	Relación de longitud equivalente	Pg. 33
Tabla N° 07	Factor de fricción f_T	Pg. 34
Tabla N° 08	Coeficiente de resistencia-expansión gradual.	Pg. 36
Tabla N° 09	Coeficiente de pérdida por reducción gradual del ángulo θ , según Kisieliev.	Pg. 38
Tabla N° 10	Operacionalización de variables.	Pg. 41
Tabla N° 11	Características físicas y mecánicas de las tuberías.	Pg. 44
Tabla N° 12	Elementos que conforman el banco de pruebas.	Pg. 44
Tabla N° 13	Interpretación del coeficiente de confiabilidad.	Pg. 50
Tabla N° 14	Pérdidas de energía promedio - Circuito N° 01 \varnothing 1/2"	Pg. 62
Tabla N° 15	Pérdidas de energía promedio - Circuito N° 02 \varnothing 3/4"	Pg. 63
Tabla N° 16	Pérdidas de energía promedio - Circuito N° 03 \varnothing 1"	Pg. 64
Tabla N° 17	Pérdidas de energía promedio - Circuito N° 04 \varnothing 1 1/2"	Pg. 65
Tabla N° 18	Coeficiente de fricción (f) experimental - Circuito N° 01 \varnothing 1/2"	Pg. 68
Tabla N° 19	Coeficiente de fricción (f) experimental - Circuito N° 02 \varnothing 3/4"	Pg. 68
Tabla N° 20	Coeficiente de fricción (f) experimental - Circuito N° 03 \varnothing 1"	Pg. 69
Tabla N° 21	Coeficiente de fricción (f) experimental - Circuito N° 04 \varnothing 1 1/2"	Pg. 69
Tabla N° 22	Coeficiente de fricción (f) teórico - Circuito N° 01 \varnothing 1/2"	Pg. 70
Tabla N° 23	Coeficiente de fricción (f) teórico - Circuito N° 02 \varnothing 3/4"	Pg. 70
Tabla N° 24	Coeficiente de fricción (f) teórico - Circuito N° 03 \varnothing 1"	Pg. 71

Tabla N° 25	Coeficiente de fricción (f) teórico - Circuito N° 04 \varnothing 1 1/2"	Pg. 71
Tabla N° 26	Pérdidas de energía promedio en reducción 3/4" a 1/2"-Circuito N° 01	Pg. 74
Tabla N° 27	Pérdidas de energía promedio en reducción 1" A 3/4" - Circuito N° 02	Pg. 75
Tabla N° 28	Pérdidas de energía promedio en reducción 1 1/2" A 1" - Circuito N° 04	Pg. 76
Tabla N° 29	Pérdidas de energía promedio en codo90° con adaptador \varnothing 1/2" - Circuito N° 01	Pg. 77
Tabla N° 30	Pérdidas de energía promedio en codo90° con adaptador \varnothing 3/4" - Circuito N° 02	Pg. 78
Tabla N° 31	Pérdidas de energía promedio en codo90° con adaptador \varnothing 1" - Circuito N° 03	Pg. 79
Tabla N° 32	Pérdidas de energía promedio en codo90° con adaptador \varnothing 1 1/2" - Circuito N° 04	Pg. 80
Tabla N° 33	Pérdidas de energía promedio en codo90° \varnothing 1/2" - Circuito N° 01	Pg. 81
Tabla N° 34	Pérdidas de energía promedio en codo90° \varnothing 3/4" - Circuito N° 02	Pg. 82
Tabla N° 35	Pérdidas de energía promedio en codo90° \varnothing 1" - Circuito N° 03	Pg. 83
Tabla N° 36	Pérdidas de energía promedio en codo90° \varnothing 1 1/2" - Circuito N° 04	Pg. 84
Tabla N° 37	Pérdidas de energía promedio en unión \varnothing 1/2" - Circuito N° 01	Pg. 85
Tabla N° 38	Pérdidas de energía promedio en unión \varnothing 3/4" - Circuito N° 02	Pg. 86
Tabla N° 39	Pérdidas de energía promedio en unión \varnothing 1" - Circuito N° 03	Pg. 87
Tabla N° 40	Pérdidas de energía promedio en unión \varnothing 1 1/2" - Circuito N° 04	Pg. 88
Tabla N° 41	Pérdidas de energía promedio en ampliación \varnothing 1/2" A 3/4" - Circuito N° 01	Pg. 89
Tabla N° 42	Pérdidas de energía promedio en ampliación \varnothing 3/4" A 1" - Circuito N° 02	Pg. 90
Tabla N° 43	Pérdidas de energía promedio en ampliación \varnothing 1" A 1 1/2" - Circuito N° 04	Pg. 91
Tabla N° 44	Coeficiente de resistencia (k) reducción 3/4" a 1/2"experimental - Circuito N° 01 \varnothing 1/2"	Pg. 101
Tabla N° 45	Coeficiente de resistencia (k) reducción 1" a 3/4"experimental - Circuito N° 03 \varnothing 1"	Pg. 101
Tabla N° 46	Coeficiente de resistencia (k) reducción 1 1/2" a 1" experimental - Circuito N° 04 \varnothing 1 1/2"	Pg. 102
Tabla N° 47	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° con adaptador 1/2" experimental - Circuito N° 01 \varnothing 1/2"	Pg. 102
Tabla N° 48	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° con adaptador 3/4" experimental - Circuito N° 02	Pg. 103
Tabla N° 49	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° con adaptador 1" experimental - Circuito N° 03	Pg. 103

Tabla N° 50	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° con adaptador 1 ½" experimental - Circuito N° 04	Pg. 104
Tabla N° 51	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° 1/2" experimental - Circuito N° 01	Pg. 104
Tabla N° 52	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° 3/4" experimental - Circuito N° 02	Pg. 105
Tabla N° 53	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° 1" experimental - Circuito N° 03	Pg. 105
Tabla N° 54	Coeficiente de resistencia (k) codo 90° 1 ½" experimental - Circuito N° 04	Pg. 106
Tabla N° 55	Coeficiente de resistencia (k) unión 1/2" experimental - Circuito N° 01	Pg. 106
Tabla N° 56	Coeficiente de resistencia (k) unión 3/4" experimental - Circuito N° 02	Pg. 107
Tabla N° 57	Coeficiente de resistencia (k) unión 1" experimental - Circuito N° 03	Pg. 107
Tabla N° 58	Coeficiente de resistencia (k) unión 1 ½" experimental - Circuito N° 04	Pg. 108
Tabla N° 59	Coeficiente de resistencia (k) ampliación 1/2" a 3/4" experimental - Circuito N° 01	Pg. 108
Tabla N° 60	Coeficiente de resistencia (k) ampliación 3/4" a 1" experimental - Circuito N° 02	Pg. 109
Tabla N° 61	Coeficiente de resistencia (k) ampliación 1" a 1 ½" experimental - Circuito N° 04	Pg. 109
Tabla N° 62	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía reducción 3/4" a 1/2" teórico - Circuito N° 01	Pg. 110
Tabla N° 63	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía reducción 1" a 3/4" teórico - Circuito N° 02	Pg. 110
Tabla N° 64	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía reducción 1 ½" a 1" teórico - Circuito N° 04	Pg. 111
Tabla N° 65	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° con adaptador 1/2" teórico - Circuito N° 01	Pg. 111
Tabla N° 66	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° con adaptador 3/4" teórico - Circuito N° 02	Pg. 112
Tabla N° 67	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° con adaptador 1" teórico - Circuito N° 03	Pg. 112
Tabla N° 68	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° con adaptador 1 1/2" teórico - Circuito N° 04	Pg. 113
Tabla N° 69	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° 1/2" teórico - Circuito N° 01	Pg. 1113
Tabla N° 70	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° 3/4" teórico - Circuito N° 02	Pg. 114
Tabla N° 71	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° 1" teórico - Circuito N° 03	Pg. 114
Tabla N° 72	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía codo 90° 1 ½" teórico - Circuito N° 04	Pg. 115
Tabla N° 73	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía unión 1/2" teórico - Circuito N° 01	Pg. 115
Tabla N° 74	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía unión 3/4" teórico - Circuito N° 02	Pg. 116

Tabla N° 75	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía unión 1" teórico - Circuito N° 03	Pg. 116
Tabla N° 76	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía unión 1 ½" teórico - Circuito N° 04	Pg. 117
Tabla N° 77	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía ampliación 1/2" a 3/4" teórico - Circuito N° 01	Pg. 117
Tabla N° 78	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía ampliación 3/4" a 1" teórico - Circuito N° 02	Pg. 118
Tabla N° 79	Coeficiente de resistencia (k) y pérdida de energía ampliación 1" a 1 ½" teórico - Circuito N° 04	Pg. 118
Tabla N° 80	Análisis de confiabilidad toma de datos pérdidas por fricción.	Pg. 128
Tabla N° 81	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 01- ø 1/2"	Pg. 129
Tabla N° 82	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 02- ø 3/4"	Pg. 130
Tabla N° 83	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 03- ø 1"	Pg. 131
Tabla N° 84	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 03- ø 1 ½"	Pg. 132
Tabla N° 85	Análisis de confiabilidad pérdidas por fricción.	Pg. 133
Tabla N° 86	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 01- ø 1/2"	Pg. 133
Tabla N° 87	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 02- ø 3/4"	Pg. 134
Tabla N° 88	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 03- ø 1"	Pg. 134
Tabla N° 89	Análisis de confiabilidad pérdidas de energía por accesorios circuito N° 03- ø 1 ½"	Pg. 134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01	Ecuación de la continuidad.	Pg. 22
Figura N° 02	Esquematzación de presiones.	Pg.23
Figura N° 03	Balance energético en instalaciones hidráulicas.	Pg.25
Figura N° 04	Flujo laminar	Pg.26
Figura N° 05	Flujo turbulento.	Pg.27
Figura N° 06	Ampliación brusca y gradual.	Pg.36
Figura N° 07	Reducción brusca y gradual.	Pg.38
Figura N° 08	Coeficientes de pérdida para los codos.	Pg.40

RESUMEN

El presente trabajo de tesis, evalúa experimental y teóricamente las pérdidas de energía por fricción y accesorios en tuberías HDPE (High Density Polyethylene) o en español polietileno de alta densidad de uso común en Cajamarca; diámetros de 1/2", 3/4", 1" y 1 1/2", y los accesorios como ampliaciones, reducciones, codo de 90° con rosca hembra, codo de 90° regular, adaptadores y uniones para cada uno de los diámetros antes mencionados; con la finalidad de comparar los datos y verificar su variación.

Para la realización de los ensayos se implementó un banco de pruebas de pérdidas de carga en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Privada del Norte. Este banco de pruebas se conectó directamente a una de las salidas de agua del banco de pruebas existente con el fin de alimentar a nuestro sistema de tuberías.

Los ensayos se iniciaron midiendo 9 variaciones de caudal para cada uno de los circuitos, luego se procedió a medir la diferencia de presiones en los piezómetros de agua, previamente instalados y retirado totalmente todo el aire presente en las mangueras; esto para que no incida en el procesamiento de los datos. Para la confiabilidad de los datos se empleó el método de mitades partidas, la cual nos da una confiabilidad aceptable con un 66% a elevada con un 99% sin error en promedio, para los datos de pérdidas por fricción y accesorios.

Al culminar la toma de datos en el laboratorio se procedió al análisis y obtención de resultados, los mismos que permitieron determinar que las mayores variaciones de pérdidas de presión por fricción se dieron en las tuberías de 1/2" puesto que sus valores oscilaban entre los 49.77% y 59.26% y las de menor variación fue en la tubería de 1 1/2" puesto que el valor de las velocidades de prueba fueron bajos.

ABSTRACT

This thesis evaluates experimental and theoretical energy losses by friction and HDPE pipe fittings for its acronym in English High Density Polyethylene commonly used in Cajamarca; diameters of 1/2", 3/4", 1" and 1 1/2", and accessories such as zooming, elbow 90 ° with female 90 ° elbow regulate, adapters and threaded connections for each of the diameters above, in order to compare data and verify its variation.

For carrying out the tests a test of load losses in the hydraulic laboratory of Universidad Privada del Norte was implemented. This test was connected directly to one of the spouts existing test bench intended to feed our pipeline system.

Assays were initiated by measuring 9 flow variations for each of the circuits, then proceeded to measure differential pressures in previously installed piezometers water and completely removed all the air in the hoses; this did not affect to the data processing. For data reliability method was used split halves which we acceptable reliability with 66% to 99% with high error-average data for friction losses and accessories.

Upon completion of data collection we proceeded laboratory analysis and obtaining results, which allowed them to determine that the greatest variations of frictional pressure losses occurred in pipes 1/2" and their values ranged between 49.77% and 59.26% and was less variation in the pipe 1 1/2" since the value of the test speeds were low.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Aponte López, D. R. (2014). *Mejoramiento del canal de riego Santa Rosa Calgiche con un nuevo sistema basado en el uso de tubería HDPE en la localidad de Huachaullo distrito de Pallasca*. (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Universidad César Vallejo, UCV, Nuevo Chimbote, Perú.
- Bomba hidráulica (2015, 19 de febrero). *En Tecnología Mecánica*. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de http://www.sitenordeste.com/mecanica/bomba_hidraulica.htm.
- Davis, T. (2005, 28 de Mayo). *Diagrama de Moody*. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/7747-moody-diagram/content/moody.m?requestedDomain=www.mathworks.com>.
- Diosdado Pérez, F. (2001). [Versión electrónica], *Evolución histórica de las fórmulas para expresar las pérdidas de carga en tuberías*. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 23(3), 03-07. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd19/collazo/evoluci.pdf>.
- Douglas C. Montgomery (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México D.F.: Editorial Limusa de C.V. Grupo Noriega Editores.
- Edwin S. Salas Blas (s.f.). *Recolección de datos cuantitativos*. Recupera el 21 de abril de 2016, de <https://drtoro-psyc608.wikispaces.com/file/view/Cap%C3%ADtulo+9.pdf>.
- Fabian Janampa, C. Y. y Sandoval Vilcapoma, O. E. (2013). *Análisis comparativo técnico – económico entre el sistema convencional (tuberías PVC) y el sistema de termofusion (tuberías de polipropileno) en instalaciones interiores de agua potable para edificaciones en la región de Lima*. (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Universidad Nacional de Ingeniería, UNI, Lima, Perú.
- L. Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos*. México D.F.: Pearson Educación de México.
- Lyle. Streeter, V. (2000). *Mecánica de Fluidos*. Santafé de Bogota: McGraw Hill.

- Lopez Cualla, R. A. (2000). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillas*. Santafé de Bogotá: Alfaomega: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Mataix, C. (1986). *Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas*. Madrid: Ediciones del Castilla.
- Ordoñez Viñan, M. A., y Quisnacela Salazar, K. G. (2013). *Automatización del banco de pérdidas del laboratorio de turbomaquinaria de la facultad de mecánica*. (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Orozco Escobar, S. A. (s.f.). *Fundamentos del flujo en tuberías*. [En línea]. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoentuberias/confinado/confinado.htm>
- Patiño Márquez, J. A. (2011). *Pérdidas menores de energía en redes de tubería de agua potable* (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Ciudad de México, México.
- Ponce Victoria, F. (2006). *Manual para ensayo de pérdidas de energía en accesorios de tubería del laboratorio de hidráulica*. (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Polypipe//wáter (2008). *Catalogo nuevo sistema de tuberías para redes de agua potable*. [En línea]. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de ftp://ftp.cype.net/documentaciontecnica/abn-pipe-systems/abn_poly_pipefire.pdf.
- Salinas, T. (s.f.). *Hidrodinámica*. En blog: My Physical Blog. Recuperado el 21 de Abril de 2016, desde <https://tsalinas8712.wordpress.com/3-hidrodinamica/3-1-fluido/laminar/>.
- Sotelo Avila, G. (1997). *Hidráulica General*. México D.F.: Editoria Limusa.

Tabla de Rugosidades absolutas (s.f.). [En línea] Recuperado el 21 de Abril de 2016, de https://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMaterial.es.pdf.

Tolentino García, K. I. (2013). *Pérdidas de energía en cruces de tuberías*. (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Ciudad de México, México.

Torres Zúñiga, V. (2008). *Ecuación de Bernoulli*. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de <http://es.slideshare.net/vicentz/la-ecuacion-de-bernoulli>.

Yambombo Guanutaxi, J. G. (2012). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para ensayos de pérdidas de carga en tuberías y accesorios*. (Tesis Título Profesional de Ingeniero). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.