

A.1.4. DISEÑO HIDRÁULICO (Gravedad PEAD).

A. Diseño de Sistemas de Agua Potable

A.1. Acueductos a Gravedad.

Cabrera Delgadillo Manuel M. y Mejía Suárez Juan Carlos.

Resumen

El presente módulo describe una secuencia de cálculo para el diseño de una línea de conducción de agua potable, que emplea tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD). Una opción de material de amplia oferta en el mercado; sin embargo, en el ámbito académico, al interior de colegios, academias, universidades, tecnológicos e incluso los propios fabricantes, no pregonan el conocimiento de aplicación de las tuberías plásticas, o lo hacen sin solventar el proceso de diseño y aplicación, bajo estándares y reglamentos de estos materiales.

El módulo como parte de un gran curso, ofrece un complemento al estudio universitario de una asignatura de aplicación de la hidráulica; de manera ideal apoya a la asignatura de diseño de sistemas de agua potable, que, por su amplio temario por cubrir en un curso universitario, escatima en el detalle.

Situación que es objetivo de esta iniciativa, mostrando el paso a paso de solución, de un proyecto de acueducto con tuberías de PEAD; no obstante, el proceso es muy amplio, por lo que, se ha centrado, en el desarrollo de ingeniería hidráulica básica, es decir el primer acercamiento a una alternativa de solución, que cubre una primera selección del espesor de la tubería para resistir, combinaciones de acciones permanentes de operación, multiplicadas por un factor de carga de 1.5.

El participante, encontrará una guía paso a paso, que le permita a) reconocer combinaciones de operación de una línea de conducción, b) establecer el perfil hidráulico de operación, c) determinar la correspondiente carga máxima de presión, d) definir de manera preliminar el RD y resistencia de la tubería.

Contenido

Resumen	1
Índice de Figuras.....	3
Índice de Tablas	3
Simbología y abreviaturas.....	4
Presentación del módulo.....	6
Objetivos del curso.....	6
Actividades.....	6
Normas aplicadas.....	7
Alcance.....	7
Antecedentes.....	7
1 Trazo altimétrico y planimétrico.....	8
2 Metodología.....	9
2.1 Planteamiento de Solución y DCL.....	10
2.2 Proponiendo condiciones de operación.....	13
2.3 Estimando pérdidas de energía.....	15
2.3.1 Pérdidas por fricción.....	15
2.3.2 Coeficiente de fricción.....	15
2.3.3 Viscosidad cinemática.....	16
2.3.4 Diámetro.....	16
2.3.5 Pérdidas locales o accesorias.....	18
2.4 Solución Hidráulica.....	24
2.4.1 Tabla de Solución Hidráulica.....	25
2.4.1.1 Columna A – Nodo.....	25
2.4.1.2 Columna B – Cadenamiento (Cad., km).....	25
2.4.1.3 Columna C - T.N. (Terreno Natural, msnm).....	25
2.4.1.4 Columna D – Observación.....	26
2.4.1.5 Columna E - L (longitud, m).....	26
2.4.1.6 Columna F - ET (Eje de tubería, msnm).....	26
2.4.1.7 Columna G - Mat (Material).....	27
2.4.1.8 Columna H - D (Diámetro, m).....	27
2.4.1.9 Columna I - H (Altura de enterramiento, m).....	27
2.4.1.10 Columna J - Q (Gasto, m ³ /s).....	28
2.4.1.11 Columna K - A (Área hidráulica, m ²).....	28
2.4.1.12 Columna L - V (Velocidad, m/s).....	28
2.4.1.13 Columna M - Re (Número de Reynolds, [0]).....	28
2.4.1.14 Columna N - <i>f</i> (Factor de fricción, [0]).....	29
2.4.1.15 Columna O - <i>h_f</i> (Pérdidas por fricción, m).....	29
2.4.1.16 Columna P – Accesorios.....	29
2.4.1.17 Columna Q - <i>Leq</i> (longitud equivalente, m).....	29
2.4.1.18 Columna R - <i>f</i> (Factor de fricción acero, [0]).....	29
2.4.1.19 Columna S - <i>h_l</i> (pérdidas por accesorios o locales, m).....	30
2.4.1.20 Columna T - <i>h_t</i> (pérdidas totales, m).....	30
2.4.1.21 Columna U - <i>h_{tacum}</i> (pérdidas totales acumuladas, m).....	30
2.4.1.22 Columna V – Presión (Carga de presión, m).....	30
2.4.1.23 Columna W – Piezom. (Línea Piezométrica, mca).....	31
2.4.1.24 Columna X - <i>h_v</i> (Carga de velocidad, mca).....	31
2.4.1.25 Columna Y - Energía (Línea de Energía, msnm).....	31
2.4.1.26 Columna Z - HE (Horizonte de Energía, msnm).....	32

2.4.2	Estimación de RD	32
2.4.2.1	Columna A – Cadenamiento (Cad., km)	33
2.4.2.2	Columna B - Eje de tubería (ET, msnm)	33
2.4.2.3	Columna C - Carga de presión (Presión, mca)	33
2.4.2.4	Columna D - Carga Piezométrica (Piezom., mca)	33
2.4.2.5	Columna E - Horizonte de energía (HE, msnm)	34
2.4.2.6	Columna F - Presión máxima (Pmax, mca)	34
2.4.2.7	Columna G – Carga de Presión máxima (Pmax, msnm)	34
2.4.2.8	Columna H - Presión de prueba (Pprueba, mca)	34
2.4.2.9	Columna I - Presión de prueba (Pprueba, msnm)	35
2.4.2.10	Columna J - Relación de Dimensión inicial (RDi)	35
2.4.2.11	Columna K - Línea de resistencia (LRi en mca)	35
2.4.2.12	Columna L - Línea de resistencia (LRi en msnm)	36
3	Resultados	36
3.1	Válvula Cerrada – Gasto nulo	38
3.2	Válvula Semiabierta – Gasto igual a 335 lps	41
3.3	Válvula Abierta – Gasto igual a 815 lps	43
	Conclusiones/Recomendaciones	46
	Referencias	47

Índice de Figuras

Figura 1-1	Trazo de línea de conducción. (Cabrera & Mejía, 2021)	8
Figura 2-1	Perfil altimétrico de la línea de conducción (Cabrera y Mejía, 2021)	10
Figura 2-2	DCL de la línea de conducción (Cabrera y Mejía, 2021)	12
Figura 2-3	Energía de la LC conforme la EC. (8) (Cabrera y Mejía, 2021)	12
Figura 2-4	Energía de la LC conforme la EC. (9) (Cabrera y Mejía, 2021)	14
Figura 2-5	Energía de la LC conforme la EC. (10) (Cabrera y Mejía, 2021)	14
Figura 2-6	Energía de la LC conforme la EC. (11) (Cabrera y Mejía, 2021)	15
Figura 2-7	Tabla de valores de espesores de tubería tipo DIOD, (AWWA C906)	18
Figura 2-8	Unión Stub End de PEAD, (https://www.sicsamc.com)	19
Figura 2-9	Codo manufacturado con secciones de tubería de PEAD, (Suda Plastic Pipe Welding Machinery Co. Ltd)	19
Figura 2-10	Armado de crucero (tipo) 45°, con unión Stub End de PEAD	20
Figura 2-11	Nomograma para la estimación de pérdidas por accesorios, (AWWA M52)	22
Figura 2-12	Interpolación lineal entre valores de longitud equivalente	23
Figura 2-13	Perfil del terreno, cadenamiento y referencias de la línea de conducción	24
Figura 2-14	Geometría y altura de enterramiento, además de la localización del eje de tubería	27
Figura 3-1	Perfil hidráulico para la línea de conducción con condición de válvula cerrada (Cabrera y Mejía, 2021)	39
Figura 3-2	Perfil hidráulico para la línea de conducción con condición de válvula semiabierta (Cabrera y Mejía, 2021)	42
Figura 3-3	Perfil hidráulico para la línea de conducción con condición de válvula abierta (Cabrera y Mejía, 2021)	44
Figura 3-4	Gráfica de Perfiles de Presiones y Resistencia acorde al RD de los tramos de Tubería (Cabrera y Mejía, 2021)	45

Índice de Tablas

Tabla 1-1	Datos de perfil de elevaciones de la línea de conducción (Cabrera y Mejía, 2021)	9
-----------	--	---