

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.



FACULTAD DE INGENIERIA

METODOLOGIA Y COSTOS EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES Y BASES
PARA EQUIPO DE BOMBEO, APLICADO A LA EMPRESA MUNICIPAL DE
AGUA, EMPAGUA.

TESIS
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

POR

LUIS MENDOZA ORDOÑEZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

Guatemala, septiembre de 1,995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

04
T (3589)

2011

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**METODOLOGIA Y COSTOS EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES Y BASES
PARA EQUIPO DE BOMBEO, APLICADO A LA EMPRESA MUNICIPAL DE
AGUA, EMPAGUA**

tema que me fuera asignada por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 7 de junio de 1,994.-

Br. Luis Mendoza Urdóñez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL 1 _o	Ing. Miguel Angel Sanchez Guerra
VOCAL 2 _o	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3 _o	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4 _o	Br. Freddy Estuardo Rodríguez Quezada
VOCAL 5 _o	Br. Mario Nephtalí Morales Solís
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR	Ing. Miguel Angel Fuentes Orellana
EXAMINADOR	Ing. Erick Rosales Torres
EXAMINADOR	Ing. Raúl Marroquín y Marroquín
SECRETARIO	Ing. Edgar José Bravatti Castro

Guatemala, 16 de junio de 1995.-

Ingeniero
Jorge Amando Vides Domínguez,
Jefe del Area de Construcciones Civiles
Escuela de Ingeniería Civil,
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala.

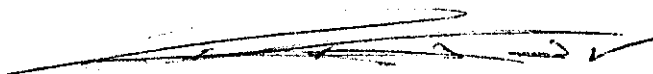
Ingeniero Vides.

Por este medio me dirijo a usted para comunicarle que he realizado las correcciones y revisión final de la Tesis titulada: **METODOLOGIA Y COSTOS EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES Y BASES PARA EQUIPO DE BOMBEO, APLICADO A LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA, "EMPAGUA"**, presentado por el estudiante Br. Luis Mendoza Ordóñez. Considerando que el trabajo cumple con los objetivos planteados, lo someto a su consideración, para su aprobación como Tesis de Grado.

Sin otro particular me suscribo de usted,

atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Guido Alberto Ganddini Villamar
Colegiado No. 2465
ASESOR



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 23 de junio de 1995

Ingeniero
Jack Douglas Ibarra Solorzano,
Director de la Escuela de Ingeniería Civil,
Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señor Director.

Por este medio me dirijo a usted para hacer de su conocimiento, que he revisado el trabajo de Tesis denominado: **METODOLOGIA Y COSTOS EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES Y BASES PARA EQUIPO DE BOMBEO, APLICADO A LA - EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA, "EMPAGUA"**, presentado por el estudiante Br. Luis Mendoza Ordóñez.

Este departamento da su aprobación a dicho trabajo de tesis por lo que el estudiante Mendoza Ordóñez, puede continuar con los trámites correspondientes.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Jorge Amado Vides Domínguez
Jefe del Departamento de Construcciones Civiles.

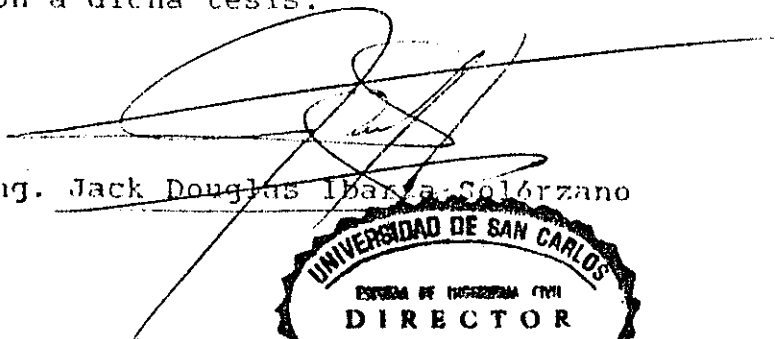


FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Guido Alberto Ganddini Villamar y del Coordinador del Area de Construcciones Civiles Ing. Jorge Amando Vides Domínguez, sobre el trabajo de tesis del estudiante Luis Mendoza Ordóñez, titulado METODOLOGIA Y COSTOS EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES Y BASES PARA EQUIPO DE BOMBEO, APLICADO A LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA, "EMPAGUA", da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, agosto de 1, 995.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

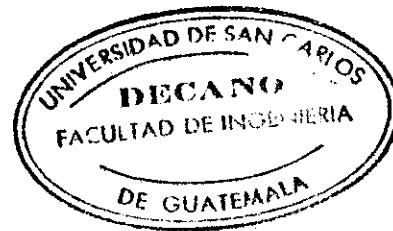
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis METODOLOGIA Y COSTOS EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES Y BASES PARA EQUIPO DE BOMBEO, APLICADO A LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA, "EMPAGUA", del estudiante Luis Mendoza Ordóñez, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, agosto de 1,995

/hbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS ABUELOS	Rosario y Macedonio, que me inculcaron humildad, honradez y amor a mis semejantes. Que Dios los tenga en su gloria.
MIS PADRES	Federico Mendoza (QEPD) y Victoria Vda de Mendoza, por el amor que siempre les he tenido y el apoyo que me brindaron.
MIS HERMANOS	Amor fraterno y sincero.
MIS HIJOS	Por su presencia en esta vida, su amor y respeto, su paciencia
MI ESPOSA	Por su paciencia y espera, por el apoyo moral y por su alegría de ver la culminación de mis estudios.
MIS AMIGOS	Por estimular la culminación de mi carrera, dentro y fuera de la Facultad de Ingeniería.
LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA (EMPAGUA)	Por haberme brindado la oportunidad en la elaboración de esta tesis.
LA FACULTAD DE INGENIERIA	Por haberme recibido un día en sus aulas históricas.
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Bastión de muchos ideales y de sabias enseñanzas.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María, por darme la vida, el trabajo y mi estudio. Logrando culminar el objetivo de mi vida.

Al Ing. Guido Alberto Ganddini Villamar por su asesoría e interés en la realización de la presente tesis.

A la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala, especialmente a los ingenieros: Alicia Monzón de Rodríguez, Directora de Obras, Victor Manuel Sunun, Jefe de Obras Civiles, por su paciencia y comprensión para la elaboración de este trabajo.

A los ingenieros: José Ismael Veliz, Mario Figueroa, por el estímulo a la consecución de este objetivo.

Al Licenciado Sabino Villagrán por su valiosa colaboración y a todos mis compañeros de trabajo, que de una u otra manera me ayudaron a concluir esta tesis.

INDICE GENERAL

	PAGINA
INTRODUCCION	
CAPITULO I	1
CONCEPTOS GENERALES	
1.1 Definición	2
1.2 Anclajes	2
1.3 Equipos de bombeo	4
1.4 Costo en construcción de anclajes	4
1.4.1 Cálculo de costo por metro cúbico de concreto	4
1.5 Costo del anclaje	5
1.6 Costo de la base del equipo de bombeo	9
CAPITULO II	15
DISEÑO Y COSTOS DE ANCLAJES PARA ACCESORIOS Y TU- BERIA DE AGUA POTABLE EN POSICION HORIZONTAL.	
2.1 Definición de anclajes	16
2.2 Dimensionamiento y forma	16
2.3 Cálculo del empuje	16
2.4 Cálculo del bloque de anclaje	17
2.5 Anclaje por fricción	19
2.6 Ejemplos	20
2.7 Empuje en las uniones deflectadas	21
2.8 Construcción de anclajes	21
2.9 Anclajes para válvulas	22
2.9.1 Cálculo del empuje	22
2.9.2 Ejemplo	22
2.10 Anclajes para téos	26
2.10.1 Ejemplo	27

	PAGINA
2.11 Anclajes para codos	29
2.11.1 Ejemplo	29
2.12 Anclajes para reductores	34
2.12.1 Ejemplo	34
2.13 Anclajes para cruces	38
2.13.1 ejemplo	38
2.14 Anclajes para tuberías	41
2.14.1 Ejemplo	41
CAPITULO III	46
DISEÑO DE ANCLAJES PARA ACCESORIOS DE TUBERIA DE AGUA POTABLE EN POSICION INCLINADA Y VERTI- CAL.	
3.1 Definición	47
3.2 Ejemplo	48
3.3 Anclajes para válvulas	48
3.3.1 Ejemplos	49
3.4 Anclajes para tées	51
3.4.1 Ejemplos	52
3.5 Anclajes para codos	55
3.5.1 Ejemplos	55
3.6 Anclajes para reductores	59
3.6.1 Ejemplos	59
3.7 Anclajes para cruces	63
3.7.1 Ejemplos	63
3.8 Anclajes para tuberías	66
3.8.1 Ejemplos	66

	PAGINA
CAPITULO IV	72
DISEÑO Y COSTOS PARA BASES DE EQUIPO DE BOMBEO	
4.1 Bases para bombas tipo horizontal	73
4.2 Procedimiento	73
4.3 Cálculo del factor de costo	75
4.4 Ejemplo	80
4.5 Bases para equipo de bombeo tipo vertical	82
4.5.1 Procedimiento	82
4.5.2 Ejemplos	84
4.6 Bases para equipo de bombeo tipo sumergible	88
4.6.1 Procedimiento	89
4.6.2 Ejemplos	90
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFIA	98
ANEXO I	99
ANEXO II	111

INTRODUCCION

Dentro de lo que es el traslado del agua potable para su debida distribución dentro de un vecindario, los conductos del vital líquido, deben tener una protección ideal, la cual va a estar vinculada con el flujo, el terreno y la tubería de conducción, ya que el fluido provocará presiones en todas direcciones del sistema, la cual, a su vez, provocará vibraciones que tienen que ser absorbidos por elementos debidamente contruidos y con capacidad para mantener fijas las tuberías y evitar, con ello, que se produzcan fugas y su consiguiente pérdida de agua.

Para la debida distribución del flujo de agua por diferentes tipos de ramal, se dispone de estructuras con armadura o sin ella, las cuales servirán de anclaje. El sistema de anclajes tambien va a influir en el sostenimiento de estructuras vibratorias, tales como las bases para los equipos de bombeo. Estas van a jugar un papel muy importante en el flujo del agua, ya que la bomba, tanto vertical, horizontal como sumergible, van a ser dotadas de estructuras que va a venir, dependiendo del tamaño del equipo, así como su potencial debido al caudal que se va a extraer de un pozo para captación; es por ello que debe tenerse muy en cuenta la construcción de estos elementos, los cuales tendrán armadura con varillas de hierro para una mejor duración y un mejor sosten para que la misma vibración sea absorbida cuando el equipo esté en funcionamiento.

En el presente trabajo de tesis, se considera una serie de ejemplos, que tienen la finalidad de ilustrar la construcción de anclajes para sistemas de introducción y distribución de agua, así como tambien, la

construcción de bases para los equipos de bombeo, contemplando su costo, de lo cual se podrá sacar de los mismos ejemplos una guía para la construcción de este tipo de elementos.

Los anclajes y las bases para equipos de bombeo, están íntimamente ligados a la conducción de fluidos para un sistema de distribución de agua potable; éstas van a depender de fuerzas internas y externas, las cuales provocarán movimientos de las tuberías, las cuales si carecieran de anclajes sufrirían deslizamientos, lo cual provocaría fugas considerables del vital líquido ocasionando, como es natural, grandes gastos con sus consiguientes pérdidas.

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES

1.1 DEFINICIÓN

Un tubo es una sola pieza, hueca, generalmente, cilíndrica y de extensión limitada por el tamaño de la fabricación. De modo general la palabra tubo se aplica al material fabricado de diámetro no muy pequeño.

Ejemplo:

- tubos de hierro fundido,
- tubos de concreto,
- tubos de PVC,
- tubos de acero,
- tubos de hierro galvanizado.

Al conjunto de tubos se le llamará tubería, llamado también a los conductos de tubería forzada.

Se tiene también gran variedad de tipos de tubería, por ejemplo, para agua potable, para drenajes, para conducción de líquidos o gases.

(figura 1.1, apéndice I)

1.2 ANCLAJES

Los esfuerzos originados en las curvas, en las piezas de derivación, tapas y en tramos de gran inclinación, deben de ser absorbidos por anclajes, a los cuales también se les llaman "muertos".

Los anclajes pueden ser de concreto simple o armado. En el caso de curvas horizontales, los anclajes deben ser medidos para resistir la resultante R (Figuras: 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7; apéndice I)

CONCRETOS

TIPO	PROPORCION VOLUMETRICA	BOLSAS CEMENTO	ARENA m ³	GRAVA m ³	AGUA lit	RESISTENCIA kg/cm ²
1	1:1.5:1.5	12.6	0.53	0.55	226	303
2	1:1.5:2.0	11.3	0.48	0.64	221	270
3	1.5:1.5:2.5	10.1	0.43	0.71	216	245
4	1:1.5:3.0	9.3	0.37	0.79	207	230
5	1:2:2	9.8	0.55	0.55	227	195
6	1:2:2.5	9.1	0.51	0.64	226	195
7	1:2:3	8.4	0.47	0.71	216	165
8	1:2:3.5	7.8	0.44	0.76	212	164
9	1:2:4	7.3	0.41	0.82	211	140
10	1:2.5:2.5	8.3	0.58	0.58	232	156
11	1:2.5:3.0	7.6	0.54	0.65	222	147
12	1:1.5:3.5	7.2	0.51	0.71	220	132
13	1:2.5:4.0	6.7	0.48	0.77	218	118
14	1:3:4	6.3	0.53	0.71	224	94
15	1:3:4.5	5.9	0.50	0.75	217	89
16	1:3:5	5.6	0.47	0.79	215	80
17	1:3:6	5.5	0.47	0.94	180	75

TABLA 1.1

Concretos de alta resistencia-----200 a 300 kg/cm²

Concretos de resistencia media-----140 a 200 kg/cm²

Concretos de baja resistencia----- 75 a 140 kg/cm²

1 bolsa de cemento = 42.7 kg = 94 libras

1 bolsa de cemento = 1 pie³ = 28.4 litros

Fuente: Directorio Guatemalteco de la Construcción

1.3 EQUIPOS DE BOMBEO

Las instalaciones para bombeo de agua son equipos formados por bombas centrífugas.

Generalmente, los equipos de bombeo son de tres tipos: HORIZONTALES, VERTICALES, SUMERGIBLES. (Figuras 1.3. Apéndice I)

1.4 COSTOS EN CONSTRUCCION DE ANCLAJES

El concreto es una mezcla dosificada de agregados inertes, cemento y agua.

Las proporciones de los agregados en el concreto, están controlados por varios requisitos:

- a) la masa del concreto fresco debe ser trabajable.
- b) el concreto endurecido debe poseer la resistencia y durabilidad deseada.
- c) el costo del producto resultante debe ser el mínimo compatible con la calidad requerida.

1.4.1 CALCULO DE COSTO POR METRO CUBICO DE CONCRETO

En la tabla 1.1, se ve el tipo de concreto a utilizar, se tomará la proporción que indica 1:2:3. la cual para un metro cúbico va a necesitar: 8.4 sacos de cemento; 0.47metro: cubico de arena de río; 0.71 metro cúbico de piedrín y 216 litros de agua.

Si se toman los precios unitarios siguientes, se calculará el costo de mano de obra y material para el bloque de un metro cúbico.

1 quintal de cemento	Q	25.00
1 mt ³ de arena de río	Q	50.00
1 mt ³ de piedrín	Q	90.00
1 bolsa de concreto listo	Q	6.00
1 mt ³ de concreto premezclado	Q	450.00

1.5 COSTO DEL ANCLAJE

Se explicará el costo de un anclaje por medio de un ejemplo:

Cálculo del costo total

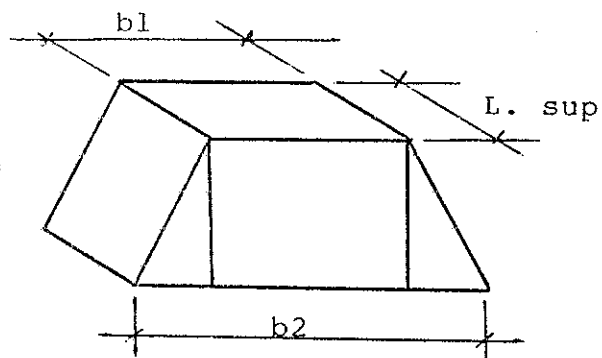


FIGURA 1.1

h = altura del anclaje

b_1 = base menor del anclaje

b_2 = base mayor del anclaje

V = volumen del anclaje

i) Haciendo el concreto a mano

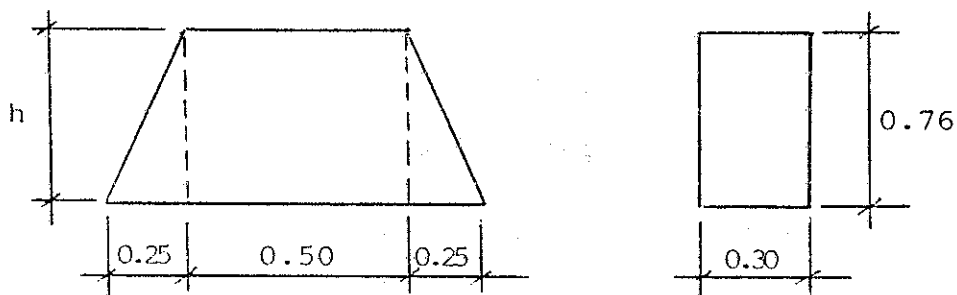


FIGURA 1.2

Cálculo de h

$$h = 0.80^2 - 0.25^2 \quad \text{mts}$$

$$h = 0.7599 \quad \text{mts}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{b1 + b2}{2} \times h \times e \quad \text{mts}$$

$$V = \frac{0.50 + 1.00}{2} \times 0.7599 \times 0.30 \quad \text{mts}$$

$$V = 0.171 \text{ mt}^3$$

Usando la proporción 1:2:3 (tabla 1.1), se obtiene la cantidad de material a usar.

$$\begin{aligned} 0.171 \text{ m}^3 \times 8.4 \text{ sacos/m}^3 &= 1.44 = 2 \text{ sacos de cemento} \\ 0.171 \text{ m}^3 \times 0.47 \text{ mt arena/mt}^3 &= 0.8937 = 0.10 \text{ m}^3 \text{ de arena} \\ 0.171 \text{ m}^3 \times 0.71 \text{ mt piedrín/mt}^3 &= 0.1207 = 0.13 \text{ m}^3 \text{ de piedrín} \end{aligned}$$

Aplicando costos

2 sacos de cemento a Q 25.00 cada saco	Q 50.00
0.10 m ³ de arena de río a Q 50.00 cada metro ³	Q 5.00
0.13 m ³ de piedrín a Q. 90.00 cada metro ³	Q 11.70
<u>Total cemento, arena y piedrín</u>	<u>Q 66.70</u>

Costo de madera

2 piezas de 1" x 12" x 10' a Q 1.60 pié-tabla	Q 32.00
1 libra de clavo de 3"	Q 2.00
<u>costo de madera</u>	<u>Q 34.00</u>
<u>COSTO TOTAL DE MATERIALES</u>	<u>Q 94.70</u>

Costo de mano de obra

1 albañil	Q 940.00
1 ayudante	Q 835.00
<u>Total personal</u>	<u>Q1,775.00</u>

Q 1,775.00 por mes

Q 59.17 por día

Q 7.40 por hora

Tiempo de trabajo = 2 horas.

1 albañil, 1 ayudante; Q. 7.40 por hora Q. 14.80

Total costo del anclaje

Costo de materiales	Q 94.70
Costo de mano de obra	Q 14.80
<u>Costo total del anclaje</u>	<u>Q 109.50</u>

ii) Utilizando concreto premezclado

Por el alto costo del concreto premezclado, éste se utilizará, siempre y cuando la cantidad de anclajes sea significativo.

El anclaje a construir tiene un volumen de 0.171 mt^3 sin armado; el concreto premezclado es colocado en obra por la empresa distribuidora.

0.171 mt^3 de concreto premezclado a Q. 450.00/ mt^3	Q 76.85
<u>Costo de madera, cálculo previo</u>	<u>Q 34.00</u>
<u>Costo total del anclaje</u>	<u>Q 110.95</u>

iii) Utilizando bolsas de concreto listo

Las bolsas de concreto listo tienen la ventaja de que son fáciles de transportar en el campo y sólo se necesita agregarles agua. El costo mínimo de cada bolsa de concreto listo es de Q 6.00, la cantidad de bolsas por metro cúbico es de 62 como promedio.

Se calcula la cantidad de bolsas a utilizar para fundir un anclaje de 0.171 mt^3 .

$$0.171 \text{ mt}^3 \times 62 \text{ bolsas/mt}^3 =$$

11 bolsas a Q 6.00/bolsa	Q	66.00
Mano de obra previamente calculada	Q	14.80
<u>Valor costo de madera</u>	Q	<u>34.00</u>
<u>Costo total del anclaje</u>	Q	<u>114.80</u>

CUADRO COMPARATIVO

Anclaje en forma de trapecio con 0.171 mt^3 de volumen		
Fundición con cemento, arena y pedrín	Q	109.50
Fundición utilizando concreto premezclado	Q	110.95
<u>Fundición utilizando bolsas de concreto</u>	Q	<u>114.80</u>

Se hace notar que el costo como factor va a ser el precio de cada material, el cual va a tener fluctuaciones debido a la inestabilidad de la moneda. También habrá un factor de cantidad que es el volumen que se va a requerir.

Sea:

- a = el factor de cantidad a requerir
- cc = costo del cemento
- ca = costo de la arena de río
- cp = costo del pedrín
- cm = costo de madera
- ccl = Costo del clavo

Para encontrar el costo del anclaje se hace lo siguiente:

$$cc + ca + cp + cm + ccl = \text{costo de material}$$

$$\text{sph Albañil} + \text{sph Ayudante} = \text{costo de mano de obra}$$

$$\text{costo de material} + \text{costo de mano de obra} = \text{costo total del anclaje}$$

$$\text{sph} = \text{salario por hora}$$

1.6 COSTO DE LA BASE DEL EQUIPO DE BOMBEO

Al igual que en los anclajes, las bases de concreto para equipo de bombeo, implicarán gastos de producción los cuales se calculan de la misma manera; según sea el caso, se podrá fundir a mano usando cemento, arena y pedrín; bolsas de concreto listo o, bien, utilizar concreto premezclado.

Se va a ejemplificar, tomando los siguientes datos de la figura.

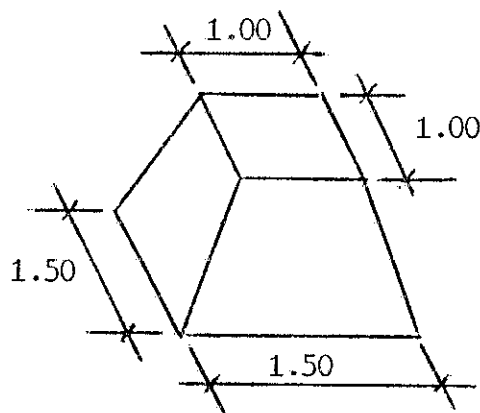


FIGURA 1.3

El volumen de la pirámide truncada, se dá bajo la siguiente fórmula:

$$1/3 \times h \times (b1 + b2 + b1 \times b2)$$

donde:

h = altura
 b1 = área base menor
 b2 = área base mayor
 V = volumen

aplicando fórmula

$$V = 1/3 * h * (b1 + b2 + b1 * b2)$$

$$V = 1/3 * 1 + (1 + 1.5 + 1 * 1.5) \text{ mts}$$

$$V = 1.2416 \text{ mt}^3 \text{ de concreto}$$

i Usando concreto hecho a mano

Se utilizará una proporción de 1:1.5:2, lo que dará una resistencia de 270 kg/cm².

1 metro cúbico de concreto =

0.48 mts³ de arena de río
 0.64 mts³ de piedrín
 11.3 sacos de cemento
 221.00 litros de agua

entonces se tendrá:

Arena de río

$$1.2416 \text{ m}^3 * 0.48 \text{ m/m}^3 = 0.59596 = 0.60 \text{ m}^3$$

Piedrín

$$1.2416 \text{ m}^3 * 0.64 \text{ m/m}^3 = 0.7946 = 0.80 \text{ m}^3$$

Cemento

$$1.2416 \text{ m}^3 * 11.3 \text{ sacos/m}^3 = 14.03 = 15 \text{ sacos}$$

Costo del material

Arena de río

$$0.60 \text{ m}^3 * Q 50.00 \text{ c/mt}^3 = Q 30.00$$

Piedrín

$$0.80 \text{ m}^3 \text{ a } Q 80.00 \text{ c/mt}^3 = Q 64.00$$

Cemento

15 sacos a Q. 18.00 c/saco = Q.270.00

Total materiales Q.364.00

Configuración del armado

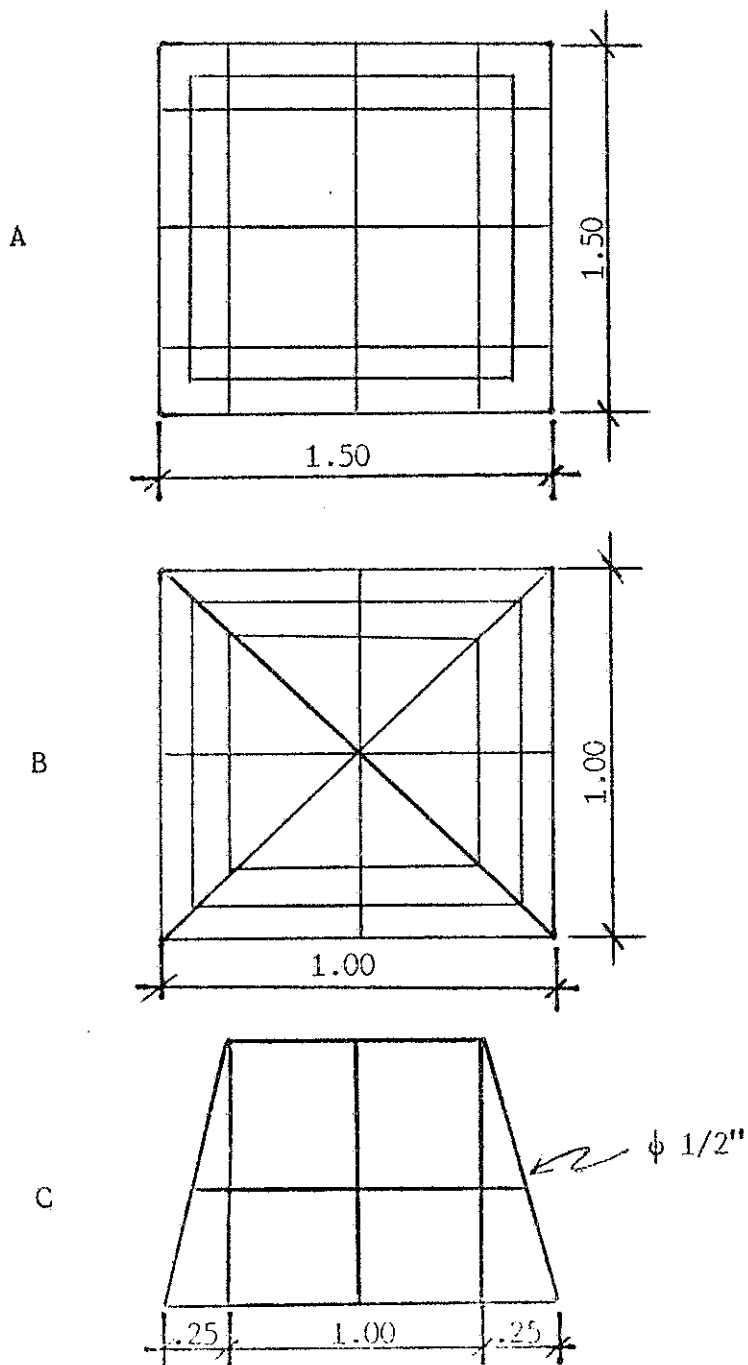


Figura 1.4

Se utilizarán estribos de hierro de 1/2" con las siguientes dimensiones:

1.45 mts lado mayor
 0.95 mts lado menor
 2.06 mts, dos laterales
0.35 mts, traslape de hierros.
4.81 mts, total longitud de varilla

Se van a construir 6 estribos de 4.81 mts., c/u = 29.76 mts.
 Total de varillas = 6 varillas

COSTO

6 varillas de hierro de 1/2" x 0 15.714 c/varilla	Q 94.29
2 libras de alambre de amarre x Q 2.50 cada libra	Q 5.00
<u>Total de materiales</u>	<u>Q 99.29</u>
=====	

a este costo se le sumará el costo anterior de cemento, arena y pedrín.

<u>Costo de cemento, arena y pedrín</u>	<u>Q 364.00</u>
<u>Costo total de materiales</u>	<u>Q 463,29</u>
=====	

Cálculo de mano de obra

1 albañil amador de Q 890.00 mensuales	Q 29.67	diarios
2 ayudantes de Q 835.00 mensuales	Q 55.67	diarios
<u>Total de manode obra diario</u>	<u>Q 85.34</u>	
=====		

Rendimiento para la construcción de la base, dos días.

RESUMEN

Costo de manode obra	Q 170.68
<u>Costo de materiales</u>	<u>Q 463.29</u>
<u>Costo total</u>	<u>Q 633.97</u>

ii Usando bolsas de concreto listo

Cuando hay dificultad en el acceso del terreno, se opta por la utilización de bolsas de concreto listo de 30 kg., para la elaboración de concreto que servirá en la construcción de la base para el equipo de bombeo.

Se había efectuado lo siguiente:

cálculo del volumen en mt^3	1.24
bolsas de concreto listo/ mt^3	66.00
costo de la armadura	Q 99.29
costo de la mano de obra	Q 170.68

Entonces se tendrá:

1.24 mt^3 de bolsas de concreto listo	
a 66 bolsas por mt^3	81.84 = 82 bolsas

costos

82 bolsas de concreto listo a Q 6.00/bolsa	Q 492.00
Costo de la armadura	Q 99.29
Costo de la mano de obra	Q 170.68
<u>Costo total</u>	<u>Q 761.97</u>

iii Usando concreto premezclado

Cuando se tiene gran cantidad de bases para equipo de bombeo, lo ideal es contratar concreto premezclado, tomando en cuenta un volumen significativamente grande.

Se habían hecho los siguientes cálculos:

cálculo del volumen en mt^3	1.24
costo de la armadura	Q 99.29
costo de la mano de obra	Q 170.68

Entonces, se tendrá:

Costo de la armadura	Q	99.29
Costo de la mano de obra	Q	170.68
1.24 mts ³ de concreto premezclado a		
Q 450.00 c/mt ³	Q	558.00
<hr/>		
<u>Costo total de la base</u>	<u>Q</u>	<u>827.97</u>



C A P I T U L O I I

DISEÑO Y COSTOS DE ANCLAJES PARA ACCESORIOS DE TUBERIA DE AGUA
POTABLE EN POSICION HORIZONTAL

2. DISEÑO Y COSTOS PARA ACCESORIOS Y TUBERÍA DE AGUA POTABLE EN POSICION HORIZONTAL

2.1 DEFINICION DE ANCLAJES

Cuando una línea de tubería está sometida a presión interna y tiene un extremo cerrado, se presentará allí un empuje igual al producto de la presión del agua por el área de la sección transversal de la tubería. Este mismo esfuerzo aparece en los accesorios como: codos, tées, reductores, válvulas, etc. En general, estos empujes se presentan siempre que la línea de conducción cambia de dirección, cuando hay reducciones de diámetros y en los extremos cerrados.

2.2 DIMENSIONAMIENTO Y FORMA

Las dimensiones y forma de los bloques de anclaje dependen de la presión hidrostática que actúa en la tubería, el diámetro del tubo, la clase del terreno y el tipo de accesorio.

2.3 CALCULO DEL EMPUJE

En la mayoría de los casos, dada la importancia del empuje debido a la presión del agua, puede despreciarse la fuerza centrífuga. Con base en esto, la ecuación que permite el cálculo del empuje es:

$$E = 2 \times S \times P \times \text{sen } \theta/2$$

Donde: P = presión interna

E = empuje

S = área de la sección transversal del tubo

θ = ángulo de deflexión

Para mayor facilidad, el empuje ha de ser leído directamente del monograma (figura 2.1) en el cual se ha considerado como base de cálculo, una presión de 1 kg/cm²

Basta entrar al monograma con el diámetro, subir hasta la curva correspondiente al accesorio en cuestión y a la izquierda se lee el empuje en kilogramos. El valor obtenido debe multiplicarse por la presión interna del agua (kg/cm²) para obtener el valor real del empuje.

2.4 CALCULO DEL BLOQUE DE ANCLAJE

Siempre que sea posible debe transmitirse el empuje al terreno, ya sea horizontalmente a la pared de la zanja o, verticalmente, al fondo de la misma, por medio de un bloque de concreto de un área de contacto tal, que distribuya las cargas, adecuadamente.

La ecuación que da el área es:

$$A = E / \sigma_{adm}$$

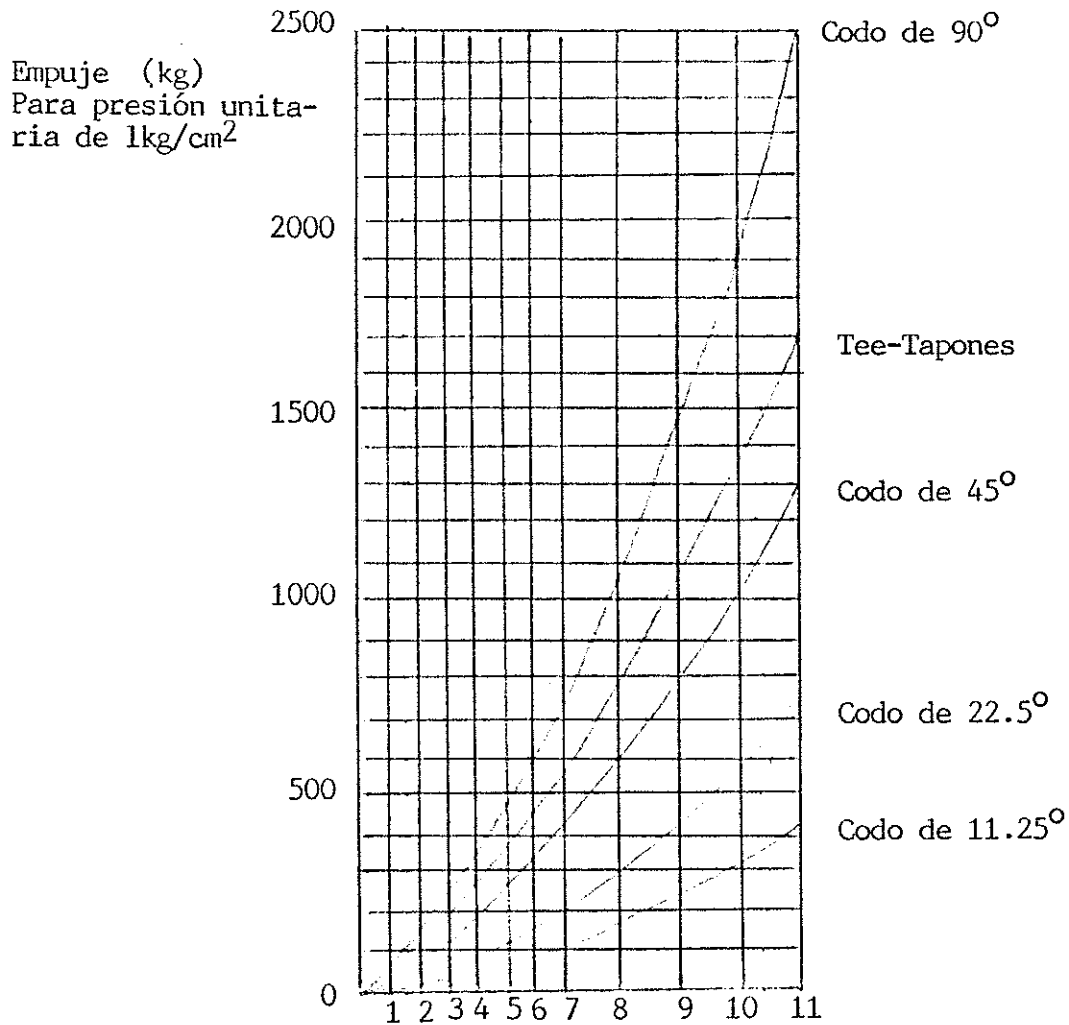
donde:

$$E = \text{empuje}$$

$$\sigma_{adm} = \text{esfuerzo admisible del terreno.}$$

DETERMINACION DE EMPUJE EN ANCLAJES

Base del cálculo: presión interna 1 kg/cm².



Referencia:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
milímetros	50	75	100	125	150	175	200	250	300	350	400
pulgadas	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16

FIGURA 2.1

En el caso del anclaje horizontal es conveniente que el bloque esté como mínimo, 60 centímetros abajo de la superficie del terreno.

La tabla de la figura 2.2 da los valores del esfuerzo vertical, admisible del terreno con los que puede calcularse.

El esfuerzo horizontal admisible es, aproximadamente, la mitad del vertical admisible.-

ESFUERZO VERTICAL ADMISIBLE	KG/CM ²
Roca (de acuerdo con su naturaleza y estado)	20
Roca alterada, que aunque conserva su estructura original, se necesita taladro neumático o dinamita para removerla	10
Roca alterada, Se necesita cuando más una pica para excavar	3
Guijarros o arena gruesa compacta, se necesita pica para excavar	4
Arcilla rígida, que no puede moldearse con los dedos	4
Arena gruesa de compactación media	2
Arena fina compacta	2
Arena suelta o arcilla, excavada con pala	1

FIGURA 2.2

2.5 ANCLAJE POR FRICCIÓN

Existen casos, como el de tuberías superficiales, en los que es necesario anclar por fricción. En vez del área es necesario verificar el bloque del anclaje.

Una expresión general de esto es:

$$P = E_h / \tan \varphi \text{ max.}$$

donde:

E_h = componente horizontal del empuje.

E_v = componente vertical del empuje

$\tan \varphi \text{ max}$ = coeficiente de fricción máxima

En general, el empuje es horizontal y la componente vertical es nula.

TIPO DE TERRENO	$\tan \varphi_{\max}$
Arena y guijarros, sin limo y sin arcilla	0.50
Arena arcillosa	0.40
Arcilla dura	0.35
Arcilla húmeda	0.30

FIGURA 2.3

2.6 EJEMPLOS

2.6.1 Anclar una tée. o un tapón de 350 mm de diámetro con la pared de una zanja. La presión máxima de servicio es 42 metros de columna de agua (4.2 kg) y el terreno es roca alterada; se necesita pica para excavar.

En. = 1.4 kg del monograma figura 2.1

Empuje real

$$E_{\text{real}} = E_n * P = 1.4 * 4.2 = 5.88 \text{ kg.}$$

De figura 2.2 se tiene

$$v_{\text{adm}} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

Por tanto, para

$$\sigma_{\text{adm}} = v_{\text{adm}}/2 = 1.5 \text{ kg/cm}^2$$

Area del bloque del anclaje

$$A = E / h_{\text{adm}} = 5.88/1.5 = 3.92 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se puede construir un bloque de 80 x 50 cms y otro que un área superior a 3.92 cms^2 .

2.6.2 Anclar un codo de 90° y 200 mm de diámetro, verticalmente, contra el fondo de una zanja, si la presión de servicio es de 115 metros de columna de agua (11.5 kg/cm^2) en un terreno a renoso.

Del monograma (figura 2.1) se tiene.

$$E_n = 650 \text{ kg}$$

Luego

$$E_{\text{real}} = E_n * P = 650 * 11.5 = 7.475 \text{ kg}$$

La tabla 2.2 da

$$v_{\text{adm}} = 2 \text{ kg/cm}^2$$

Area de contacto del bloque

$$A = E_{\text{real}} / v_{\text{adm}} = 3.738 \text{ cms}^2$$

Por lo tanto, un bloque de 75 x 50 cms o de otras dimensiones que den un área superior a 3.738 cms^2 es la solución.

2.7 EMPUJE EN LAS UNIONES DEFLECTADAS

Si la deflexión se produce en una curva horizontal, el empuje se producirá hacia afuera y, generalmente, puede ser resistido apisonando muy bien el material de relleno, entre el tubo y la pared de la zanja, sin embargo, cuando la calidad del terreno es malo y las presiones altas, puede ser necesario construir bloques de anclaje. Estos debe construirse entre el tubo y la pared de la zanja y nunca en la unión.

2.8 CONSTRUCCION DE ANCLAJES

Los bloques de anclaje se construyen, generalmente, de concreto localizados entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja. En cuanto a las proporciones de la mezcla que debe usarse, se sugiere la de 1:2:4 que da una resistencia de 140 kg/cm^2 y

usar formaleta, es necesario que el concreto no cubra accesorios o uniones de tubo.

2.9 ANCLAJE PARA VALVULAS

Se basa en el empuje del flujo ejercido sobre la válvula en posición cerrada y se calcula dicho anclaje con abrazaderas de metal para contrarrestar la fuerza y desviarla al anclaje, directamente.

2.9.1 CALCULO DEL EMPUJE

$$E = A * P$$

Area del anclaje en la cara superior.

$$A \text{ sup} = E / \sigma \text{ adm}$$

donde:

E = empuje en libras o kilogramos

A = área transversal del tubo en pulg. ó cms²

P = presión del agua en tubo principal

σ adm = esfuerzo admisible del terreno

A sup = área superior del anclaje

2.9.2 EJEMPLO

Calcular el costo y el volumen de un anclaje para una válvula de 150 mm de diámetro, 75 kg de peso, una presión de 240 psi, la altura del anclaje será de 50 cms.

Cálculo del empuje:

$$E = A * P$$

Cálculo del área de tubería

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$A = \pi * 15^2/4$$

$$A = 176.7 \text{ cms}^2$$

Càlculo de la presión.

Si es de 240 psi

$$240 \text{ psi} = 240 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$P = \frac{240 \text{ lbs} * \text{pulg}^2 * \text{mts}^2 * \text{kg}}{\text{pulg}^2 * 0.00064516 \text{ mts}^2 * 10000 \text{ cms}^2 * 2.20462 \text{ lbs.}}$$

$$P = \frac{240 \text{ kg}}{0.00064516 * 10000 * 2.20462 \text{ cms}^2}$$

$$P = \frac{\underline{\underline{16.87368998 \text{ kg/cms}^2}}}{}$$

De igual manera, si se tiene 160 psi

$$160 \text{ psi} = 160 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$P = \frac{160 \text{ kg}}{0.00064516 * 10000 * 2.20462 \text{ cms}^2}$$

$$P = \frac{\underline{\underline{11.24912665 \text{ kg/cms}^2}}}{}$$

Càlculo del empuje

$$E = A * P + \text{peso}$$

$$E = 176.7 * 16.87368998 \text{ kg/cm}^2 + 76 \text{ kg.}$$

$$E = 3057.58 \text{ kg}$$

Càlculo del àrea superior del anclaje

$$A = E/\sigma \text{ adms}$$

$$A = 3057.58/4$$

$$A = 764.4 \text{ cms}^2$$

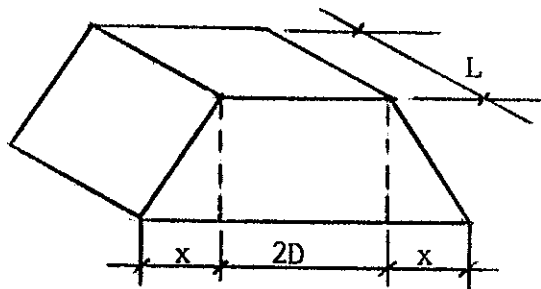


FIGURA 2.4

Cálculo de los lados superiores

Se considera $2D$ la longitud transversal al accesorio.

Entonces:

$$\text{Lado} = A/2D$$

$$\text{Lado} = 764.4 \text{ cm}^2 / 2 * 15 \text{ cms}$$

$$\text{Lado} = 25.48 \text{ cms}$$

Lados superiores del anclaje = $30 \times 25 \text{ cms}$

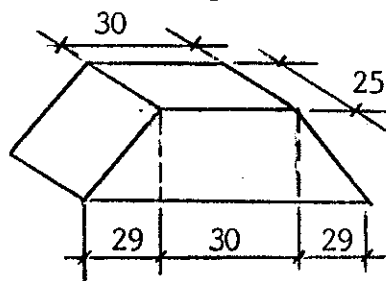


FIGURA 2.5

Cálculo de los lados inferiores

Altura del anclaje 50 centímetros

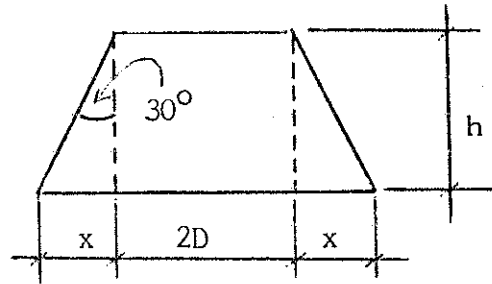


FIGURA 2.6

$$\tan 30^\circ = x/50$$

Entonces, se tendrá que:

$$x = 50 * \tan 30^\circ$$

$$x = 29 \text{ cms}$$

Lado inferior transversal al tubo

$$30 + 29 * 2 = 88 \text{ cms}$$

Lados inferiores van a ser igual a

$$88 \times 25 \text{ cms}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{A_{\text{sup.}} + A_{\text{inf}}}{2} * h$$

$$V = \frac{30 \times 25 + 88 \times 25}{2} * .50$$

Aplicando el factor de costo de Q 640.35.

$$\text{Costo del anclaje } Q 640.35 \times 0.074 = Q 47.39$$

Cálculo del factor de costo

Del ejemplo 1.5.1, se observa que para 0.171 mt^3 se gastan Q 109.50, se indagará cuánto costará el metro cúbico y éste será el factor de costo, el cual se utilizará en la presente tesis.

$$0.171 \text{-----} 109.50$$

$$1.000 \text{-----} \times$$

$$x = 1.000 \times 109.50 / 0.171$$

$$x = 640.00 \text{ quetzales}$$

Se utilizará en todos los ejemplos el factor de costo de

$$Q 640.35 / \text{mt}^3$$

(ver tabla 2.1, apéndice II)

2.1 ANCLAJES PARA TÉES

Para el caso de las tées se empleará la misma fórmula anterior

Cálculo del empuje

$$E = A \times P$$

donde

E = empuje en kg o libras

A = área del tubo en pulg^2 ó cms^2

P = presión del agua en el tubo principal

Volumen del anclaje

$$V = E / \sigma_{\text{adm}} \quad \text{en mts}^3$$

σ_{adm} = esfuerzo admisible del terreno

Ver tabla 2.10.2 para dimensionamiento y costos en los anclajes para tées.

Cálculo de los lados superiores

$$L = A \text{ sup}/2D$$

$$L = 1325/40$$

$$L = 33 \text{ cms}$$

Lados superiores

$$33 \times 44 \text{ cms}$$

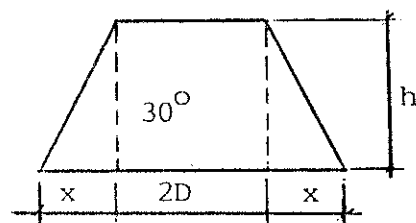
Cálculo de lados inferiores

FIGURA 2.8

Entonces se tendrá:

$$x = 50 * \tan 30^\circ$$

$$x = 28 \text{ cms}$$

$$\text{Lado} = 40 + 2 * 28$$

$$\text{Lado} = 96 \text{ cms}$$

Entonces:

Lados inferiores,

$$96 \times 33 \text{ cms}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{A \text{ sup} + A \text{ inf}}{2} * h$$

$$10,000$$

$$V = \frac{33 \times 40 + 96 \times 33}{2} * 0.50$$

$$10,000$$

$$V = 0.11 \text{ mts}^3$$

Aplicando el factor de costo de Q 640.35/mt³

$$\text{Costo} = F \text{ costo} * V.$$

$$\text{Costo} = 640.35 * 0.11 \quad (\text{factor de costo en Q /mt}^3)$$

$$\text{Costo} = 70.44 \text{ Quetzales}$$

(VER TABLA APENDICE 2.2, 2.3,2.4)

2.11 ANCLAJES PARA CODOS

Estos anclajes deben calcularse en relación al ángulo de la curva, se empleará la siguiente fórmula:

$$E = 2 * S * P * \text{Sen } \theta/2$$

Lo cual representará el empuje

$$A \text{ sup} = E/\sigma \text{ adm}$$

Lo cual representará el área superior del anclaje

donde:

E = Empuje

θ = Angulo de deflexión horizontal

P = Presión unitaria interna

S = Area sección transversal del tubo

A sup = Area cara superior del anclaje

$\sigma \text{ adm}$ = Esfuerzo admisible del terreno

Ver tablas 2.11 para el dimensionamiento de anclajes para codos.

2.11.1. EJEMPLO

Calcular el volumen y el costo del anclaje para un codo de 90 grados, de 150 mm de diámetro, que tiene un peso de 21 kg. y una presión de 240 psi, la altura del anclaje sera de 30 cms.

Cálculo del empuje

$$E = 2 * S * P * \text{Sen } \theta/2$$

Cálculo del área transversal

$$S = \pi * D^2/4$$

$$S = \pi * 15^2/4$$

$$S = 176.7 \text{ cms}^2$$

$$P = 240 \text{ psi} = 16.87368998 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto el empuje será

$$E = 2 * 176.7 * 16.87368998 * \text{sen } 45^\circ$$

$$E = 4216.6 \text{ kg}$$

a esto le suma el peso del accesorio

$$E = 4216.6 + 21 = 4237.6 \text{ kg.}$$

Con estos cálculos se procede a las dimensiones del anclaje

Cálculo del área superior

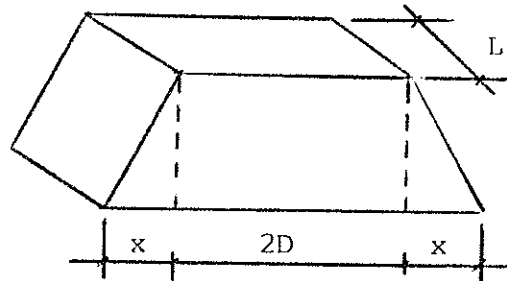


FIGURA 2.9

$$A \text{ sup.} = E/\sigma_{adm}$$

$$A \text{ sup.} = 4237.6/4$$

$$A \text{ sup.} = 1059.4 \text{ cm}^2$$

Cálculo de lados superiores

$$L = A \text{ sup.}/2D$$

$$L = 1059.4/30$$

$$L = 35 \text{ cms}$$

Lados superiores

$$35 \times 30 \text{ cms}$$

Cálculo lados inferiores

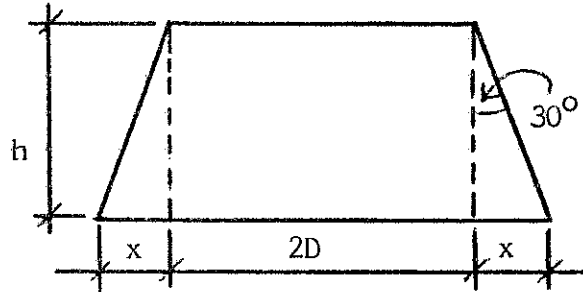


FIGURA 2.10

$$\tan 30^{\circ} = x/30$$

$$x = 30 * \tan 30^{\circ}$$

$$x = 17 \text{ cms}$$

entonces se tiene

$$17 * 2 + 30 = 64 \text{ cms.}$$

lados inferiores

$$64 \times 35 \text{ cms.}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{\frac{A_{\text{sup}} + A_{\text{inf}}}{2} * h}{1,000,000}$$

$$V = \frac{\frac{35 * 30 + 35 * 64}{2} * 30}{1,000,000}$$

$$V = 0.05 \text{ m}^3$$

Aplicando el factor de costo de Q. 640.35

$$\text{Costo} = 640.35 * 0.05 \quad (\text{factor de costo en Q/mt}^3)$$

$$\text{Costo} = \underline{\underline{\underline{Q \ 32.05}}}$$

2.11.2 EJEMPLO

Calcular el volumen y el costo de un anclaje para un codo

de 45° , para una tubería de 250 mm a una presión de 240 psi, altura de anclaje de 30 cms.

Cálculo del área

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$A = \pi * 25^2 / 4$$

$$A = 491 \text{ cm}^2$$

$$P = 240 \text{ psi} = 16.8736998 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2 * A * P * \text{sen } \theta / 2$$

$$E = 2 * 491 * 16.8736998 * \text{sen } 22.5^\circ$$

$$E = 6341 \text{ kg.}$$

Cálculo del área superior

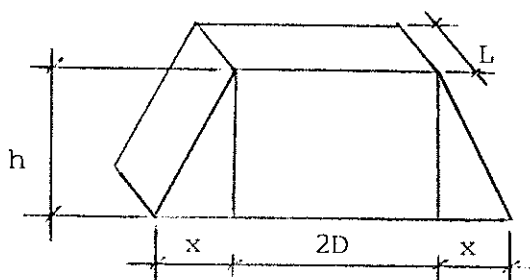


FIGURA 2.11

$$A \text{ sup} = E / \sigma_{\text{adm}}$$

$$A \text{ sup} = 6341 / 4$$

$$A \text{ sup} = 1585 \text{ cm}^2$$

Cálculo de lados superiores

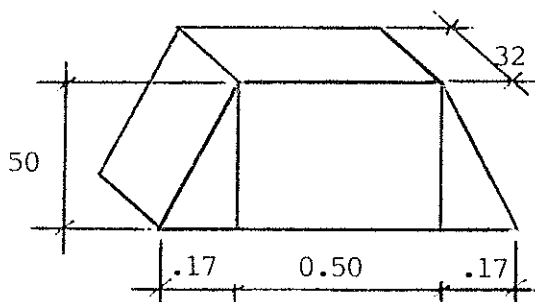


FIGURA 2.12

$$L = A \text{ sup} / 2D$$

$$L = 1585/50$$

$$L = 32 \text{ cms}$$

lados superiores

$$50 \times 32 \text{ cms}$$

Càlculo de lados inferiores

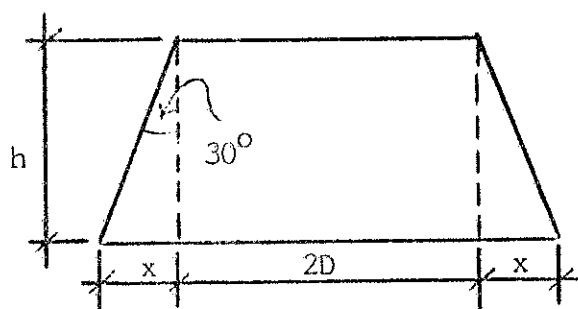


FIGURA 2.13

$$\text{Tan } 30^\circ = x/30$$

$$x = 30 * \text{tan } 30^\circ$$

$$x = 17 \text{ cms}$$

$$\text{entonces } 17 * 2 + 32 = 66$$

Lados inferiores

$$50 \times 66 \text{ cms}$$

Càlculo del volumen

$$V = \frac{\frac{A \text{ sup} + A \text{ inf}}{2} * h}{1,000,000}$$

$$V = \frac{\frac{50 * 32 + 50 * 66}{2} * 30}{1,000,000}$$

$$V = 0.07 \text{ m}^3$$

Aplicando el factor de costo de Q 640.35 vamos a tener

$$640.35 * 0.07 \text{ (factor de costo en Q/mt}^3\text{)}$$

$$\text{costo Q } \underline{\underline{\underline{44.82}}}$$

(VER TABLA APENDICE: 2.5, 2.6, 2.7, 2.8)

2.12 ANCLAJES PARA REDUCIDORES

En el caso de los reductores el volumen del anclaje va en relación a los diámetros y se calculará de la siguiente forma:

Cálculo del empuje

$$E = P * (s1 - s2) + \text{Peso}$$

Area superior del anclaje

$$A \text{ sup} = E / \sigma \text{ adm}$$

Donde:

E = Empuje

S1 = Area sección tubo mayor

S2 = Area sección tubo menor

P = Presión unitaria interna

$\sigma \text{ adm}$ = Esfuerzo admisible del terreno

2.12.1 EJEMPLO

Calcular el costo del anclaje para reductor de 250 mm a 125 mm., con un peso de 13.2 kg y una altura de anclaje de 35 cms.

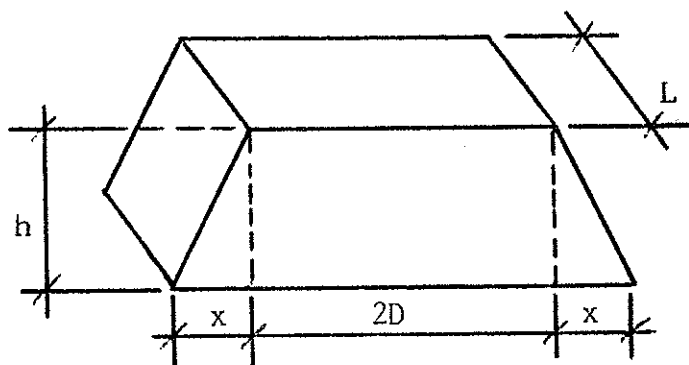


FIGURA 2.14

Càlculo del empuje

$$E = P * (S1 - S2) + \text{Peso}$$

$$S1 = \pi * D^2/4$$

$$S1 = \pi * 25^2/4$$

$$S1 = 491 \text{ cms}^2$$

$$S2 = \pi * 12.5^2/4$$

$$S2 = 123 \text{ cms}^2$$

$$P = 240 \text{ psi} = 16.8736998 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 16.8736998 * (491 - 123)$$

$$E = 6210 \text{ kg.}$$

Se van a sumar el peso propio del accesorio

$$E = 6210 + 13.2$$

$$E = 6223 \text{ kg.}$$

Càlculo de àrea cara superior

$$A \text{ sup} = E/\sigma \text{ adm}$$

$$A \text{ sup} = 6223/4$$

$$A \text{ sup} = 1556 \text{ cm}^2$$

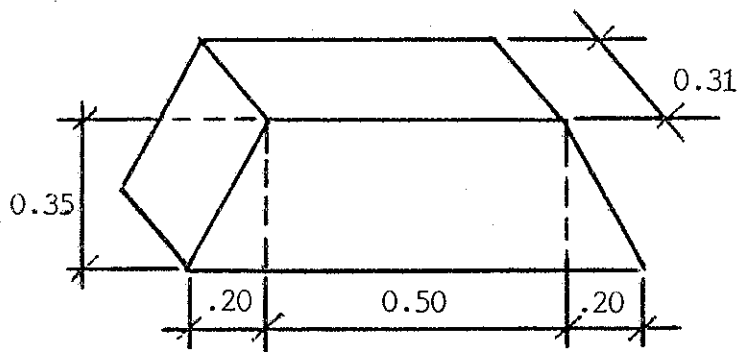


FIGURA 2.15

Cálculo de lados superiores

$$L = A \text{ sup.}/2D$$

$$L = 1556/50$$

$$L = 31 \text{ cms}$$

Lados superiores

$$50 \times 31 \text{ cms}$$

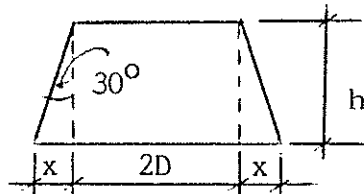
Cálculo de Lados inferiores

FIGURA 2.16

$$x = 35 * \tan 30^\circ$$

$$x = 20 \text{ cms}$$

Entonces $L \text{ inf.} = 20 * 2 + 50$

Lados inferiores

$$90 \times 31 \text{ cms}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{\frac{A \text{ sup.} + A \text{ Inf.}}{2}}{1,000,000} * h$$

$$V = \frac{\frac{50*31 + 90*31}{2}}{1,000,000} * 35$$

$$V = 0.08 \text{ mt}^3$$

Cálculo del costo

$$V * Fc$$

$$0.08 * 640.35 \text{ (factor de costo en Q/mt}^3\text{)}$$

$$\underline{\underline{\underline{\underline{\underline{\underline{\text{costo} = Q 51.23}}}}}}}}$$

(VER TABLAS APENDICE : 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13)

2.13 ANCLAJES PARA CRUCES

Se calcularàn como los mostrados anteriormente; tomando en cuenta el peso propio del anclaje, no asì, el peso del accesorio, teniendo en cuenta el empuje del terreno como un factor principal.

CALCULO DEL EMPUJE

$$E = A * P$$

CALCULO DEL AREA SUPERIOR DEL ANCLAJE

$$A \text{ sup} = E / \sigma \text{ adm}$$

donde:

$$E = \text{Empuje}$$

$$A = \text{Area secciòn transversal del tubo}$$

$$P = \text{Presiòn del agua en el tubo}$$

$$\sigma \text{ adm} = \text{esfuerzo admisible del suelo}$$

2.13.1 EJEMPLO

Calcular el anclaje y el costo para una cruz de 200 mm de diámetro, un peso de 93 kg., 240 psi, el factor de costo es de Q 640. 35. la resistencia del terreno es de 4 kg/cm² y la altura del anclaje es de 50 centímetros.

Càlculo del àrea transversal

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$A = \pi * 20^2 / 4$$

$$A = 314 \text{ cm}^2$$

Càlculo del empuje

$$E = A * P$$

$$E = 314 * 16.87368998$$

$$E = 5298 \text{ kg}$$

Càlculo del àrea superior del anclaje

$$A \text{ sup} = E / \sigma \text{ adm}$$

$$A \text{ sup} = 5298 / 4$$

$$A_{\text{sup}} = 1324.5 \text{ cm}^2$$

Càlculo de lados superiores del anclaje

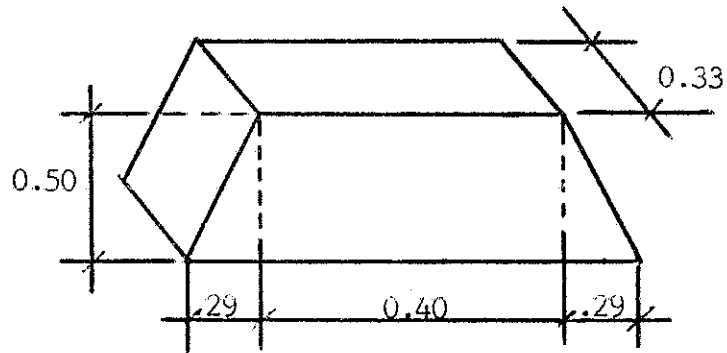


FIGURA 2.17

$$L_{\text{sup}} = A_{\text{sup}}/2D$$

$$L_{\text{sup}} = 1324.5/40$$

$$L_{\text{sup}} = 33 \text{ cms}$$

entonces:

lados superiores

$$\underline{\underline{40 \times 33 \text{ cms}}}$$

Càlculo de lados inferiores

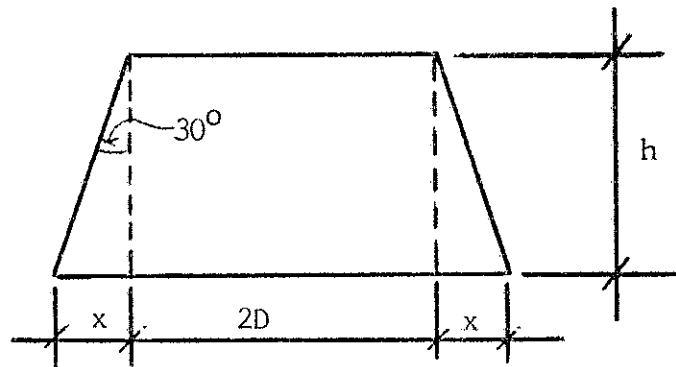


FIGURA 2.18

2.13 ANCLAJES PARA CRUCES

Se calcularàn como los mostrados anteriormente; tomando en cuenta el peso propio del anclaje, no asì, el peso del accesorio, teniendo en cuenta el empuje del terreno como un factor principal.

CALCULO DEL EMPUJE

$$E = A * P$$

CALCULO DEL AREA SUPERIOR DEL ANCLAJE

$$A \text{ sup} = E/\sigma \text{ adm}$$

donde:

$$E = \text{Empuje}$$

$$A = \text{Area secciòn transversal del tubo}$$

$$P = \text{Presiòn del agua en el tubo}$$

$$\sigma \text{ adm} = \text{esfuerzo admisible del suelo}$$

2.13.1 EJEMPLO

Calcular el anclaje y el costo para una cruz de 200 mm de diámetro, un peso de 93 kg., 240 psi, el factor de costo es de Q 640. 35. la resistencia del terreno es de 4 kg/cm² y la altura del anclaje es de 50 centímetros.

Càlculo del àrea transversal

$$A = \pi * D^2/4$$

$$A = \pi * 20^2/4$$

$$A = 314 \text{ cm}^2$$

Càlculo del empuje

$$E = A * P$$

$$E = 314 * 16.87368998$$

$$E = 5298 \text{ kg}$$

Càlculo del àrea superior del anclaje

$$A \text{ sup} = E/\sigma \text{ adm}$$

$$A \text{ sup} = 5298/4$$

$$A_{\text{sup}} = 1324.5 \text{ cm}^2$$

Cálculo de lados superiores del anclaje

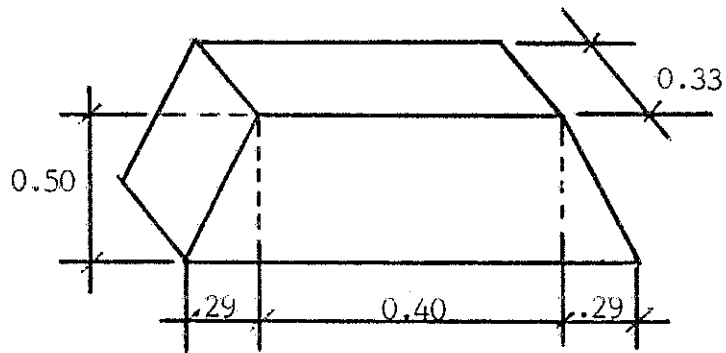


FIGURA 2.17

$$L_{\text{sup}} = A_{\text{sup}}/2D$$

$$L_{\text{sup}} = 1324.5/40$$

$$L_{\text{sup}} = 33 \text{ cms}$$

entonces:

lados superiores

$$\underline{\underline{40 \times 33 \text{ cms}}}$$

Cálculo de lados inferiores

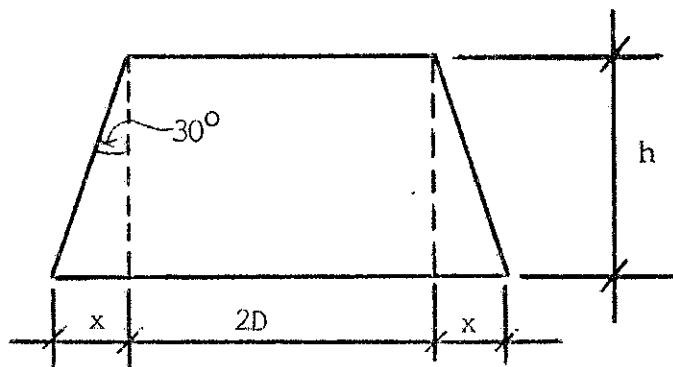


FIGURA 2.18

$$\tan 30^{\circ} = x/50$$

$$x = 50 * \tan 30^{\circ}$$

$$x = 29 \text{ cms.}$$

ahora

$$40 + 2 * 29 =$$

$$98 \text{ cms.}$$

lados inferiores

$$98 \times 33 \text{ cms.}$$

Càlculo del volumen

$$V = \frac{A \text{ sup} + A \text{ inf}}{2} * h$$

$$1,000,000$$

$$V = \frac{40 \times 33 + 98 \times 33}{2} * h$$

$$1,000,000$$

$$V = 0.11 \text{ m}^3$$

Càlculo del costo

Aplicando el factor de costo, se tiene:

$$\text{Costo} = 640.35 * 0.11 \text{ (factor de costo en Q/mt}^3\text{)}$$

$$\text{Costo} = 70.44$$

el costo del anclaje va a ser de

$$\underline{\underline{\underline{Q. 70.44}}}$$

(VER TABLAS: 2.14 Y 2.15 APENDICE II)

2.14 ANCLAJES PARA TUBERIAS

En las tuberías se contemplan anclajes a cada extremo y al centro de estas, teniendo cuidado de incluir el peso distribuido a los puntos de apoyo.

Cálculo del empuje

$$E = A * P + \text{masa área tributaria del tubo (M/4 ó M/2)}$$

Cálculo del área superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E / \sigma_{\text{adm}}$$

donde:

E = empuje en lbs o kg.

A = área transversal del tubo

P = presión del agua en el tubo

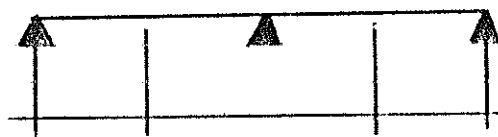
σ_{adm} = esfuerzo admisible del terreno

V = volumen del anclaje

2.14.1 EJEMPLO

Calcular los anclajes para un tubo de 350 mm de diametro, 6 metros de largo, 477 kgs de peso, una altura de anclaje de 50 cms. y un factor de costo de Q 640.35 / mt³

Distribuyendo el peso del tubo en sus áreas tributarias.



Para P/4, cálculo del empuje

$$E = A * P$$

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$A = \pi \cdot 35^2/4$$

$$A = 962 \text{ cm}^2$$

$$E = 962 \cdot 16.87368998$$

$$E = 16231 + 119.3$$

$$E = 16351 \text{ kg.}$$

Càlculo del àrea superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E/\sigma_{\text{adm}}$$

$$A_{\text{sup}} = E/\sigma_{\text{adm}}$$

$$A_{\text{sup}} = 16351/4$$

$$A_{\text{sup}} = 4088 \text{ cm}^2$$

Càlculo de lados superiores

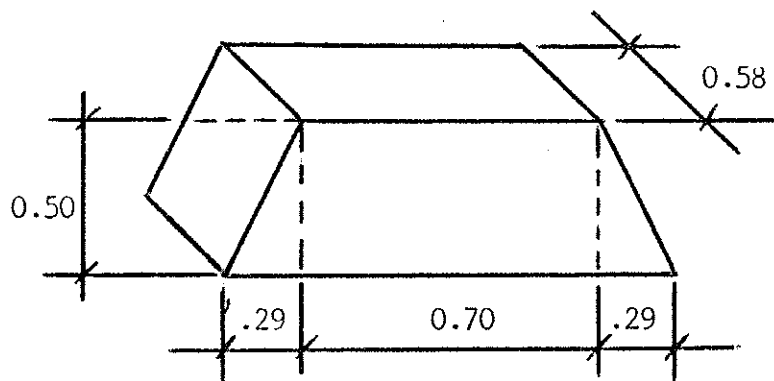


FIGURA 2.19

$$L_{\text{sup}} = 4088/70$$

$$L_{\text{sup}} = 58 \text{ cms.}$$

lados superiores:

$$\underline{\underline{70 \times 58 \text{ cms.}}}$$

Cálculo de lados inferiores

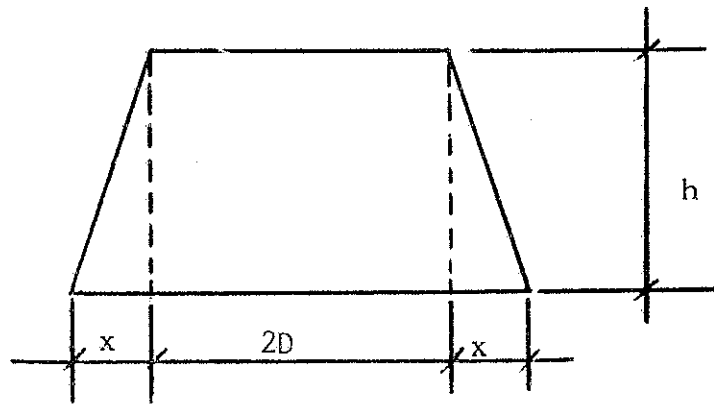


FIGURA 2.20

$$\tan 30^\circ = X/50$$

entonces:

$$X = 50 * \tan 30^\circ$$

$$X = 29 \text{ cms.}$$

$$L = 2 \times 29 + 70 = 128$$

lados inferiores

$$128 \times 58 \text{ cms.}$$

Cálculo del volumen de: anclaje

$$V = \frac{A_{\text{sup}} + A_{\text{inf}}}{2} * h$$

$$V = \frac{70 \times 58 + 128 \times 58}{2} * 50$$

$$V = \frac{70 \times 58 + 128 \times 58}{2} * 50$$

$$V = 0.29 \text{ mts}^3$$

$$V = 0.29 \text{ mts}^3$$

Cálculo del costo

$$\text{Costo} = 0.29 * 640.35 \text{ (factor de costo en Q/mt}^3\text{)}$$

$$\text{Costo} = 185.70$$

Costo del anclaje

$$\underline{\underline{Q. 185.70}}$$

Para P/2 cálculo del empuje

$$A = 962 \text{ cms}^2$$

$$E = 16232 + 238.5$$

$$E = 16470.5 \text{ kg.}$$

Cálculo del área superior

$$A \text{ sup} = 17470.5 / 4$$

$$A \text{ sup} = 4118 \text{ cms}^2$$

Cálculo lados superiores

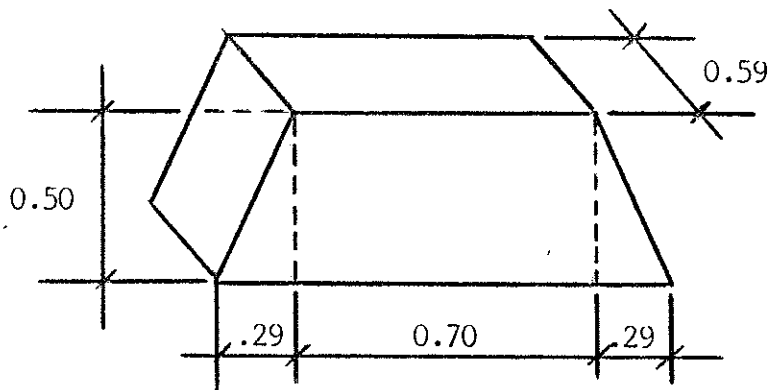


FIGURA 2.21

$$L \text{ sup} = 4118/70$$

$$L \text{ sup} = 59 \text{ cms}$$

lados superiores

$$\underline{\underline{70 \times 59 \text{ cms}}}$$

Cálculo de lados inferiores

Uno de los lados tendrá la misma dimensión en la parte superior e inferior, y será igual a 59 centímetros

$$x = h * \tan 30^\circ$$

Càlculo de lados inferiores

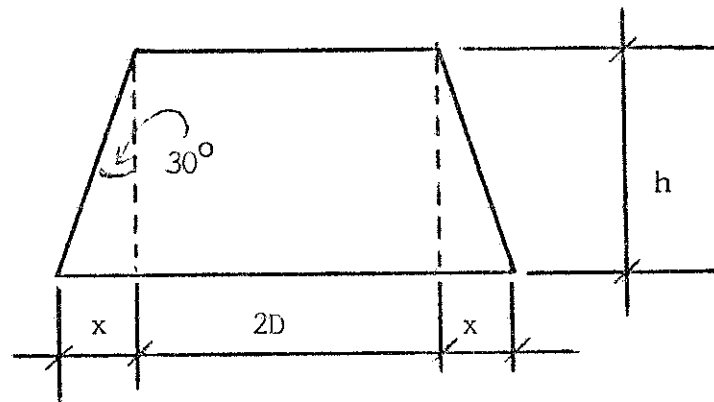


FIGURA 2.22

$$x = 29 \text{ cms.}$$

$$L \text{ inf} = 29 * 2 + 70 = 128 \text{ cms}$$

lados inferiores

$$\underline{\underline{\underline{128 \times 59 \text{ cms.}}}}}$$

Càlculo del volumen

$$V = \frac{70 \times 59 + 128 \times 59}{2} * 50$$

$$1,000,000$$

$$V = 0.30 \text{ m}^3$$

Càlculo del costo

$$640.35 * 0.30 = \text{(factor de costo en Q/mt}^3\text{)}$$

$$\underline{\underline{\underline{Q \ 192.11}}}}$$

(VER TABLA 2.16 APENDICE II)

C A P I T U L O I I I

DISEÑO DE ANCLAJES PARA ACCESORIOS DE TUBERIA DE AGUA POTABLE

EN POSICION INCLINADA Y VERTICAL

ALBANY

DEPARTMENT OF HEALTH AND WELFARE

ALBANY, NEW YORK

3 DISEÑO DE ANCLAJES PARA ACCESORIOS DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE EN POSICION INCLINADA Y VERTICAL

3.1 DEFINICION

Siempre que la línea de conducción cambia de dirección se presenta un empuje. Cuando una unión se deflecta para formar una curva vertical, se presenta un empuje hacia arriba o hacia abajo, según sea que la deflexión esté en uno u otro sentido. Si el empuje es hacia arriba, el peso del relleno deberá ser capaz de resistirlo, en caso contrario, será necesario usar como parte del relleno un material más pesado, (balastro o cemento).

En las pendientes fuertes hay tendencia del relleno al deslizamiento y puede arrastrarse consigo a la tubería. En la mayoría de los casos basta apisonar muy bien capas de 10 centímetros hasta llegar al nivel natural del terreno. Si por alguna razón se teme un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje de manera que queden apoyados en el terreno firme que no ha sido excavado.

Cuando hay inclinación del terreno se encuentra que el empuje forma un ángulo α con la horizontal y que será de la siguiente manera:

$$E_h = E * \cos \alpha$$

$$E_v = E * \sen \alpha$$

$$E_t = \sqrt{E_h^2 + E_v^2}$$

Donde:

E_h = empuje horizontal

E_v = empuje vertical

E_t = empuje total

3.2 EJEMPLO

Calcular un bloque capaz de resistir un empuje de 4,000 kg. y forma un ángulo de 10 grados con la horizontal. El terreno es arena arcillosa.

Cálculo del peso del bloque

$$P = E_h / \tan \varphi_{\max} + E_v$$

De tabla 2.3 se tiene

$$\tan \varphi_{\max} = 0.40$$

$$E_h = E \cos \alpha = E \cos 10^\circ$$

$$4000 \times 0.98 = 3920 \text{ kg}$$

$$E_v = E \sin \alpha = E \sin 10^\circ$$

$$4000 \times 0.17 = 680 \text{ kg.}$$

Por tanto

$$P = 3920 / 0.40 + 680 = 10480 \text{ kg.}$$

Para concreto de 2200 kg/cm^2 se necesitaría un bloque de 5 mts^3 , aproximadamente.

Conviene anotar que para este caso es necesario verificar la posición relativa del empuje y el centro de gravedad del bloque para que no se produzca volcamiento.

3.3 ANCLAJE PARA VALVULAS

Cálculo del empuje:

$$E_h = (A \times P) \times \cos \alpha$$

$$E_v = (A \times P) \times \sin \alpha$$

$$E = \sqrt{E_h^2 + E_v^2}$$

Cálculo del área superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E / \sigma$$

Donde:

$$E_h = \text{Empuje horizontal}$$

$$E_v = \text{Empuje vertical}$$

E = Empuje total

A = Area transversal del tubo

P = Presión del agua en la tubería principal

α = Angulo de inclinación respecto a la horizontal

Para referencia ver tabla de figura 2.4

3.3.1 EJEMPLO

Calcular el anclaje y el costo para una válvula de 150 mm. con un peso de 76 kg., altura del anclaje 50 cms. esfuerzo admisible del terreno 4 kg/cm^2 . Angulo de inclinación 30 grados.

$$237.6279904 \text{ psi} = 16.706921 \text{ kg/cm}^2$$

$$160.0000000 \text{ psi} = 11.137947 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del empuje

$$E_h = (A \times P) \times \text{Cos} \alpha$$

$$E_v = (A \times P) \times \text{Sen} \alpha$$

$$E = \sqrt{E_h^2 + E_v^2}$$

Calculando el área transversal

$$A = \pi \times D^2 / 4$$

$$A = \pi \times 15^2 / 4$$

$$A = 176.7 \text{ cm}^2$$

$$P = 16,706921 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 30 \text{ grados}$$

$$E_h = (176.7 \times 16.706921) \times \text{cos } 30^\circ$$

$$E_v = (176.7 \times 16.706921) \times \text{sen } 30^\circ$$

$$E_h = 2556.8 \text{ kg.}$$

$$E_v = 1476.2 \text{ kg.}$$

$$E = \sqrt{2556.8^2 + 1476.2^2}$$

$$E = 2952.4 + 76$$

$$E = 3028.4 \text{ kg.}$$

Ev = empuje vertical

E = empuje total

A sup = área superior del anclaje

α = ángulo de inclinación del anclaje

h = altura del bloque del anclaje

P = presión interna de la tubería

3.4.1 EJEMPLO

Calcular el costo y el volumen del anclaje para una té de 300 mm con un peso de 150 kg., una altura de 35 cms. inclinación respecto de la horizontal de 35° , esfuerzo del terreno 4 kg/cm^2 .

cálculo del empuje

$$A = \pi \times D^2/4$$

$$A = \pi \times 900/4$$

$$A = 706.858347 \text{ cm}^2$$

$$P = 16.706921 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_h = 706.858347 \times \cos 35^\circ \times 16.706921$$

$$E_v = 706.858347 \times \sin 35^\circ \times 16.706921$$

$$E_h = 9673.715909 \text{ kg.}$$

$$E_v = 6773.608802 \text{ kg.}$$

$$E = \sqrt{9673.715909^2 + 6773.608802^2} + 150 \text{ kg.}$$

$$E = 11959.42656 \text{ kg.}$$

cálculo área superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E/\sigma_{\text{adm}}$$

$$A_{\text{sup}} = 11959.42656/4$$

$$A_{\text{sup}} = 2989.85664 \text{ cm}^2$$

cálculo de lados superiores

Al igual que el caso anterior, se tomará uno de los lados como dos veces el diametro del accesorio que se está considerando.

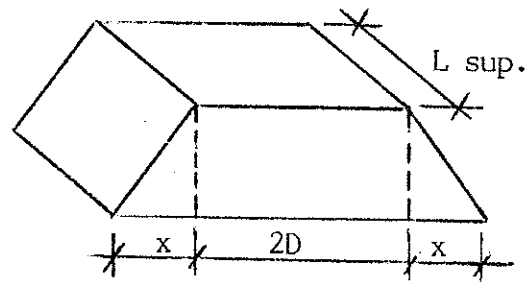


FIGURA 3.3

$$L \text{ sup} = A \text{ sup} / (2xD)$$

$$L \text{ sup} = 2989.85664 / 30$$

$$L \text{ sup} = 49.83 \text{ cms.}$$

Lados superiores

$$60 \times 49.83 \text{ cms.}$$

Cálculo de lados inferiores

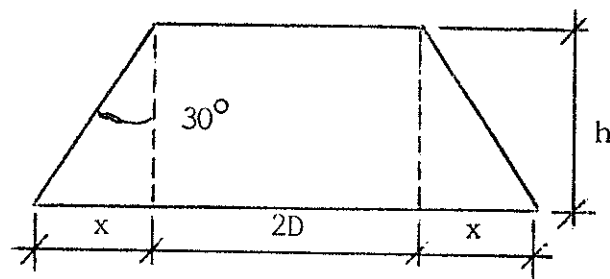


FIGURA 3.4

$$\tan 30^\circ = x/35$$

$$x = 35 \cdot \tan 30^\circ$$

$$x = 24.507 \text{ cms.}$$

$$L \text{ inf} = 24.507 \times 2 + 60$$

$$L \text{ inf} = 109.01 \text{ cms.}$$

lados inferiores

$$109.01 \times 49.83 \text{ cms.}$$

Càlculo del volumen del anclaje

$$V = \frac{\frac{A \text{ sup} + A \text{ inf}}{2} \times h}{1,000,000}$$

$$V = \frac{\frac{60 \times 49.83 + 109.01 \times 49.83}{2} \times 35}{1,000,000}$$

$$V = 0.24 \text{ mt}^3$$

Càlculo del costo

$$V \times Fc$$

$$\text{Costo} = 0.24 \times 640.35 \quad (\text{factor de costo en } Q/\text{mt}^3)$$

$$\text{Costo} = \underline{\underline{\underline{155.25}}}$$

(VER TABLA 2.18 APENDICE II)

3.5 ANCLAJES PARA CODOS

Se tomará en cuenta la construcción de estos anclajes con la deflexión en sentido vertical, por lo que, el empuje será dividido en dos componentes, una horizontal y una vertical.

Cálculo del empuje

$$E_h = 2 \times S \times P \times \text{sen } \theta/2 \times \cos \alpha$$

$$E_v = 2 \times S \times P \times \text{sen } \theta/2 \times \text{sen } \alpha$$

$$E = \sqrt{E_h^2 + E_v^2}$$

Cálculo del área superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E / \sigma_{\text{adm}}$$

Donde:

E = Empuje

E_v = Empuje vertical

E_h = Empuje horizontal

θ = Angulo de deflexión horizontal

P = Presión unitaria interna

S = Area sección transversal del tubo

V = Volumen del anclaje

σ_{adm} = Esfuerzo admisible del terreno

α = Angulo de inclinación

3.5.1 EJEMPLO

Calcular el anclaje y el costo para un codo a 45 grados, de 400 mm. de diámetro, en un terreno que presenta un ángulo de inclinación de 35 grados.

Cálculo del empuje

$$S = \pi \times d^2/4$$

$$S = \pi \times 40^2/4$$

$$S = 1256.6 \text{ cm}^2$$

$$P = 16.706921 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_h = 2 \times 1256.6 \times 16.706921 \times \sin 22.5^\circ \times \cos 35^\circ$$

$$E_h = 13162.18 \text{ kg}$$

$$E_v = 2 \times 1256.6 \times 16.706921 \times \sin 22.5^\circ \times \cos 35^\circ$$

$$E_v = 9216.25 \text{ kg.}$$

$$E = \sqrt{13162.18^2 + 9216.25^2}$$

$$E = 16068.05 \text{ kg}$$

Cálculo del área superior del anclaje

$$A_{\text{sup.}} = E/\sigma_{\text{adm}}$$

$$A_{\text{sup.}} = 16068.05/4$$

$$A_{\text{sup.}} = 4017.01 \text{ cm}^2$$

Cálculo de lados superiores

$$L_{\text{sup.}} = A_{\text{sup.}}/(2D)$$

$$L_{\text{sup.}} = 4017.07/80$$

$$L_{\text{sup.}} = 50.213 \text{ cms}$$

Lados superiores

$$80 \times 50.213 \text{ cms. -}$$

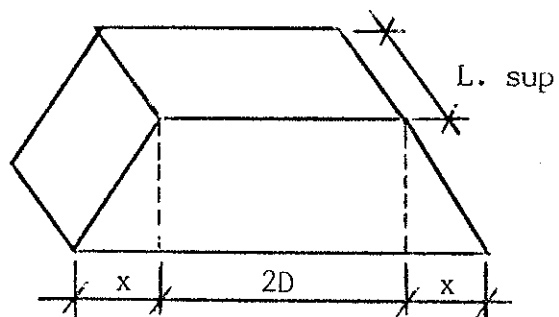


FIGURA 3.5

Càlculo de lados inferiores

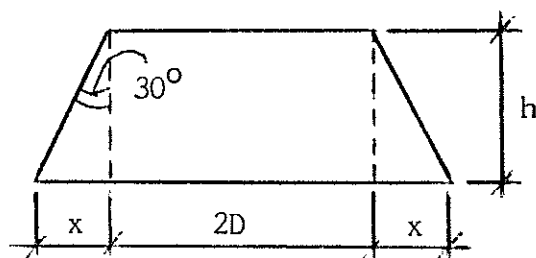


FIGURA 3.6

$$\tan 30^\circ = x/h$$

$$x = h \times \tan 30^\circ$$

$$x = 35 \times \tan 30^\circ$$

$$x = 20 \text{ cms.}$$

$$L \text{ inf} = 2 \times 20 + 50.213$$

$$L \text{ inf} = 90.213 \text{ cms.}$$

Lados inferiores

$$80 \times 90.213 \text{ cms.}$$

Càlculo del volumen

$$V = \frac{A_{\text{sup}} + A_{\text{inf}}}{2} \times h$$

$$V = \frac{1,000,000}{1,000,000}$$

$$V = \frac{50.213 \times 80 + 80 \times 90.213}{2} \times 35$$

$$V = \frac{1,000,000}{1,000,000}$$

$$V = 0.20 \text{ m}^3$$

Càlculo del costo del anclaje

$$\text{Costo} = 0.20 \times 640.35 \quad (\text{Q /m}^3 \text{ factor de costo})$$

$$\text{Costo} = 128.07 \quad (\text{en Quetzales})$$

$$\underline{\underline{\text{Costo} = \text{Q } 128.07}}$$

(VER TABLA 2.19 APENDICE II)

3.6 ANCLAJES PARA REDUCIDORES

Se tomará en cuenta el ángulo de inclinación del terreno para estos accesorios.

Cálculo del empuje

$$E_h = P \times (S_1 - S_2) \times \cos \alpha$$

$$E_v = P \times (S_1 - S_2) \times \sin \alpha$$

$$E = \sqrt{E_h^2 + E_v^2} + \text{peso}$$

Cálculo de cara superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E / \sigma_{\text{adm}}$$

donde:

E_h = Empuje horizontal

E_v = Empuje vertical

E = Empuje total

S_1 = Area sección tubo mayor

S_2 = Area sección tubo menor

P = Presión unitaria interna

α = Ángulo de inclinación respecto a la horizontal

σ_{adm} = Esfuerzo admisible del terreno

3.6.1 EJEMPLO

Calcular el anclaje y el costo para un reductor de 300 mm de diámetro mayor y 250 mm de diámetro menor, un peso de 34 kg. teniendo en cuenta un factor de costo de Q. 640.35 por metro cúbico, inclinación del terreno 35 grados.

Area de sección mayor

$$S_1 = \pi \times D^2 / 4$$

$$S_1 = \pi \times 30^2 / 4$$

$$S_1 = 706.85835 \text{ cm}^2$$

Area secci3n menor

$$S_2 = \pi \times 25^2/4$$

$$S_2 = 490.87835 \text{ cm}^2$$

C3lculo del empuje

$$E_h = 16.70692 \times (706.85835 - 490.87385) \times \cos 35^\circ$$

$$E_h = 2955.857532 \text{ kg.}$$

$$E_v = 16.70692 \times (706.85835 - 490.87385) \times \sin 35^\circ$$

$$E_v = 2069.713726 \text{ kg}$$

$$E = \sqrt{2955.857532^2 + 2069.713726^2} + 34$$

$$E = 3642.435763 \text{ kg.}$$

C3lculo superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E/\sigma_{\text{adm}}$$

$$A_{\text{sup}} = 3642.435763/4$$

$$A_{\text{sup}} = 910.6089195 \text{ cm}^2$$

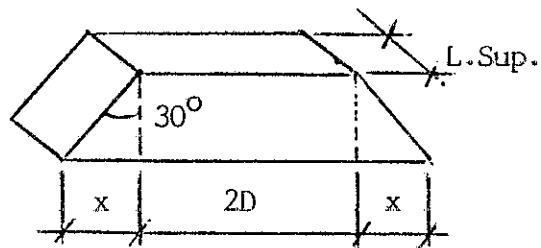
C3lculo lado superior

FIGURA 3.7

$$L_{\text{sup}} = A/(2 \times D)$$

$$L_{\text{sup}} = 910.6089195/60$$

$$L_{\text{sup}} = 15.17681533 \text{ cms.}$$

Lados cara superior

60 x 15.17681533 cms

Cálculo de lados inferiores

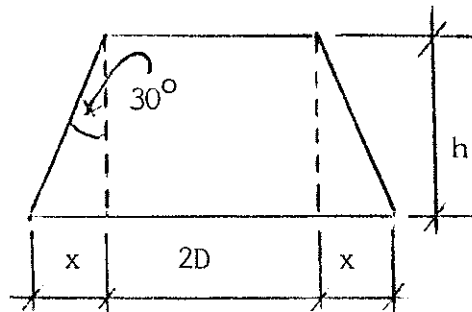


FIGURA 3.8

$$\tan 30^\circ = x/35$$

$$x = 35 \times \tan 30^\circ$$

$$x = 20.20725942 \text{ cms}$$

$$L \text{ inf} = 60 + 2 \times 20.20725942$$

Lados inferiores

$$15.17681533 \times 100.4145188 \text{ cms.}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{\frac{A \text{ sup} + A \text{ inf}}{2} \times h}{1,000,000} \quad (\text{mts}^3)$$

$$V = \frac{\frac{1509.747152 + 902.10888}{2} \times 35}{1,000,000}$$

$$V = 0.04260517674 = 0.04 \text{ m}^3$$

Càlculo del costo

$$C = 640.35 \times 0.04 \quad (\text{factor de costo en Q/m}^3)$$

$$C = \underline{\underline{\underline{Q \ 25.61}}}$$

(VER TABLA 2.20 APENDICE II)

3.7 ANCLAJE PARA CRUCES

Como en los anclajes que se ha estado viendo, se va a tomar la inclinación del terreno.

Cálculo del empuje

$$E_h = A \times P \times \cos \alpha$$

$$E_v = A \times P \times \sin \alpha$$

$$E = \sqrt{E_h^2 + E_v^2}$$

Cálculo del área superior del anclaje

$$A_{\text{sup}} = E / \sigma_{\text{adm}}$$

donde:

E_h = Empuje horizontal

E_v = Empuje vertical

E = Empuje total

P = Presión del agua en el tubo

α = Angulo de inclinación

σ = Esfuerzo admisible del suelo

3.7.1 EJEMPLO

Calcular el volumen y el costo de un anclaje para una cruz de 250 mm de diámetro, un peso de 135 kg. a una presión de 240 psi y una inclinación de terreno de 40 grados. Altura del anclaje 35 centímetros.

Cálculo del empuje

$$E_h = 490.87 \times 16.706921 \times \cos 40^\circ$$

$$E_h = 6282.27 \text{ kg.}$$

$$E_v = 490.87 \times 16.706921 \times \sin 40^\circ$$

$$E_v = 5171.45 \text{ kg.}$$

$$E = \sqrt{6282.27^2 + 5271.45^2}$$

$$E = 8200.92 \text{ kg.}$$

donde:

$$A = \pi \times D^2 / \sigma \text{ adm}$$

$$A = \pi \times 25^2 / 4$$

$$A = 490.87 \text{ cm}^2$$

Càlculo àrea superior del anclaje

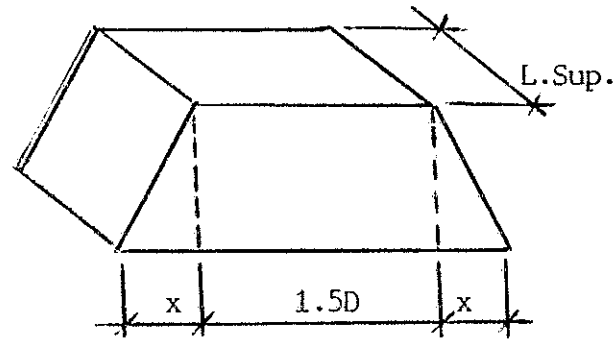


FIGURA 3.9

$$A \text{ sup} = E / \sigma \text{ adm}$$

$$A \text{ sup} = 8200.92 / 4$$

$$A \text{ sup} = 2050.23 \text{ cm}^2$$

Càlculo de lado superior del anclaje

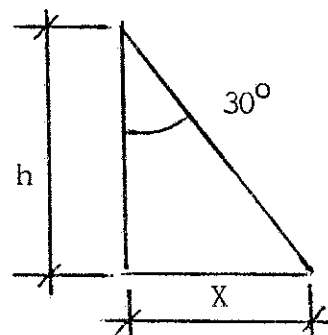


FIGURA 3.9-A

$$L \text{ sup} = A / (1.5 \times D)$$

$$L \text{ sup} = 2050.24 / (1.5 \times 25)$$

$$A \text{ sup} = 54.62 \text{ cms.}$$

Lados superiores

$$37.5 \times 54.62 \text{ cms.}$$

Cálculo de lados inferiores

$$\text{Tang. } 30^\circ = x/h$$

$$x = h * \tan 30^\circ$$

$$x = 35 * \tan 30^\circ$$

$$x = 20 \text{ cms}$$

$$L \text{ inf} = 37.5 + 2 \times 20$$

$$L \text{ inf} = 77.50 \text{ cms.}$$

Lados inferiores

$$77.50 \times 54.62 \text{ cms}$$

Cálculo del volumen del anclaje

$$V = \frac{\frac{A \text{ sup} + A \text{ inf}}{2} \times h}{1,000,000} \quad (\text{volumen en mts}^3)$$

$$V = \frac{\frac{37.50 \times 54.62 + 77.50 \times 54.62}{2} \times 35}{1,000,000}$$

$$V = 0.11 \text{ m}^3$$

Cálculo del costo del anclaje

$$C = Fc \times V \quad (\text{Volumen en mt}^3)$$

$$C = 640.35 \times 0.11 \quad (\text{factor de costo en Q/mt}^3)$$

$$C = \underline{\underline{\underline{Q. 69.35}}}$$

(VER TABLA 2.21 APENDICE II)

3.8 ANCLAJES PARA TUBERIAS

En los anclajes para tubería, se construirán anclajes en cada extremo y en el centro de éstas, teniendo cuidado de poner el peso distribuido en cada punto de apoyo.

Cálculo del empuje

$$E_h = S \times P \times \text{masa àrea tributaria} \times \cos \alpha$$

$$E_v = S \times P \times \text{masa àrea tributaria} \times \sin \alpha$$

$$E = \sqrt{E_h^2 + E_v^2}$$

Cálculo del àrea superior del anclaje

$$A = E / \sigma_{adm}$$

donde:

E_h = Empuje horizontal

E_v = Empuje vertical

E = Empuje total

α = Angulo de inclinaciòn

S = Area transversal del tubo

P = Presiòn del agua en el tubo

σ_{adm} = Esfuerzo admisible del terreno

V = Volumen del anclaje

3.8.1 EJEMPLO

Calcular el volumen y el costo de un anclaje para una tubería de 400 mm. de diámetro, una longitud de 6 mts., un peso de 567 kg. y una presión de 240 psi, el factor de costo va a ser de Q 640.35 por M^3 y la inclinación del terreno va a ser de 40 grados, altura del anclaje 35 cms.

Con base en la tabla 2.10 se distribuyen los pesos:

diámetro mm	long. mt	peso kg	peso/4 kg	peso/2 kg
400	6	567	141.8	283

Para peso/4

Cálculo del empuje

$$S = p\pi \times D^2/4$$

$$S = p\pi \times 40^2/4$$

$$S = 1256.6 \text{ cm}^2$$

$$E_h = (S \times p + p \text{ área trib.}) \times \cos$$

$$E_v = (S \times p + p \text{ área trib.}) \times \text{sen}$$

$$E_h = (1256.6 \times 16.706921 + 141.8) \times \cos 40^\circ$$

$$E_h = 1619 \text{ kg}$$

$$E_v = (1256.6 \times 16.706921 + 141.8) \times \text{sen} 40^\circ$$

$$E_v = 13586 \text{ kg.}$$

$$E = 16191^2 + 13586^2$$

$$E = 21136 \text{ kg}$$

Cálculo del área superior del anclaje

$$A = E / \sigma_{\text{adm}}$$

$$A = 21136 / 4$$

$$A = 5284 \text{ cm}^2$$

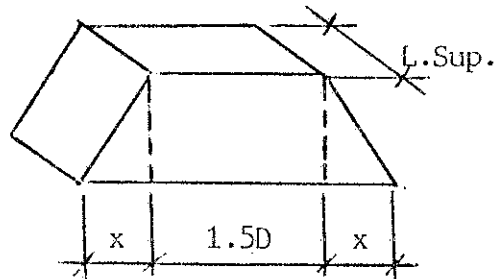


FIGURA 3.10

Cálculo de lados superiores

$$L = A / (1.5 \times D)$$

$$L = 5284 / (1.5 \times 40)$$

$$L = 88 \text{ cms.}$$

Lados superiores

$$60 \times 88 \text{ cms.}$$

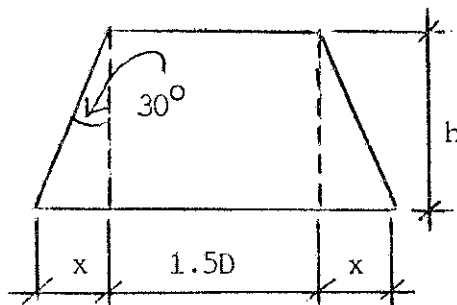
Cálculo de lados inferiores

FIGURA 3.11

$$\tan 30^{\circ} = X/h$$

$$X = h \times \tan 30^{\circ}$$

$$X = 35 \times \tan 30^{\circ}$$

$$X = 20 \text{ cms.}$$

$$L \text{ inf.} = 20 \times 2 + 60$$

$$L \text{ inf.} = 100 \text{ cms.}$$

Lados Inferiores

$$88 \times 100 \text{ cms.}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{\frac{A \text{ sup} + A \text{ inf}}{2} \times h}{1,000,000} \quad \text{en mt}^3$$

$$V = \frac{\frac{60 \times 88 + 100 \times 88}{2} \times 35}{1,000,000}$$

$$V = 0.25 \text{ m}^3$$

Cálculo del costo

$$C = Fc \times V$$

$$C = 640.35 \times 0.25 \quad (\text{factor de costo en Q./mt}^3)$$

$$C = \underline{\underline{\underline{\underline{0.160.09}}}}}$$

para peso/2

$$E_h = (1256.6 \times 16.706921) \times \cos 40^\circ$$

$$E_h = 16299 \text{ kg.}$$

$$E_v = (1256.6 \times 16.706921) \times \sin 40^\circ$$

$$E_v = 13677 \text{ kg.}$$

$$E = \sqrt{16299^2 + 13677^2}$$

$$E = 21277 \text{ kg}$$

Càlculo del àrea superior

$$A_{\text{sup}} = E/\sigma_{\text{adm}}$$

$$A_{\text{sup}} = 21277/4$$

$$A_{\text{sup}} = 5319 \text{ cm}^2$$

Càlculo de lados superiores

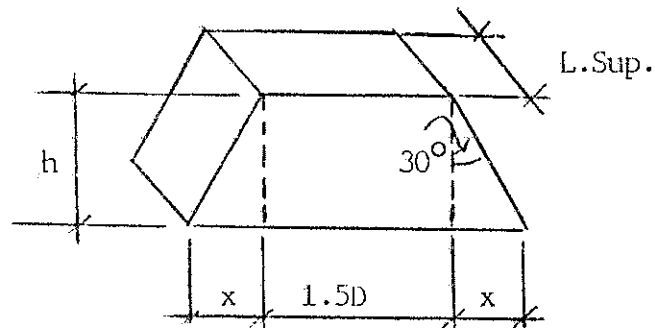


FIGURA 3.12

$$L_{\text{sup}} = 5319/(1.5 \times D)$$

$$L_{\text{sup}} = 5319/60$$

$$L_{\text{sup}} = 89$$

Lados superiores

$$89 \times 60 \text{ cms.}$$

Cálculo de lados inferiores

Para calcular las dimensiones de los lados inferiores se procede como se indicó anteriormente, quedando las mismas medidas del anclaje,

lados inferiores

$$89 \times 100 \text{ cms}$$

Cálculo del volumen

$$V = \frac{\frac{A_{\text{sup}} + A_{\text{inf}}}{2} \times h}{1,000,000} \text{ mt}^3$$

$$V = \frac{\frac{89 \times 60 + 89 \times 100}{2} \times 35}{1,000,000}$$

$$V = 0.25 \text{ mt}^3$$

Cálculo del costo

$$C = F_c \times V$$

$$C = 640.35 \times 0.25 \text{ (factor de costo en Q/mt}^3\text{)}$$

$$\underline{\underline{C = Q 160.09}}$$

(ver tabla 2.22, apéndice II)

CAPITULO IV

DISEÑO Y COSTOS PARA BASES DE EQUIPO DE BOMBEO

4.1 BASES PARA BOMBAS TIPO HORIZONTAL

Como estructura, un equipo de bombeo necesita una base firme y segura para su buen funcionamiento; es así como se calculará la estructura de sostén, utilizando una carga muerta y una carga viva con un factor de seguridad de (θ) 0.75 (figura, 1.9, Apéndice 1)

La fórmula a emplear será

$$C_u = \theta \times (1.4C_m + 1.7C_v)$$

donde:

C_u = Carga última

C_m = Carga muerta

C_v = Carga viva

θ = Factor de reducción de resistencia

Las dimensiones de la base estarán en función del peso y longitudes propias del equipo de bombeo, a excepción del peralte, que se tomará como mínimo lo que indica la tabla

dimensiones para equipo de bombeo horizontal

ANCHO pulg	LARGO pulg.	PERALTE pulg.	PESO lbs
10	35	4	75
12	39	4	80
15	46	5	120
12	45	5	105
15	52	6	155
18	58	6	205
18	60	7	240
22	68	7	375
26	62	7	375
22	80	9	460
26	74	8	435

TABLA 4.1

4.2 PROCEDIMIENTO

Dimensionar la base tomando el largo, el ancho y el grueso, teniendo en cuenta la siguiente nomenclatura.

L = largo

b = ancho

t = grueso

d = peralte

Tambien hay que tener en cuenta la siguiente tabla de conversiones elementales.

1 libra = 0.45359 kilogramos

1 pulg. = 2.54 centímetros

Se asumirá

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

$W_c = 2400 \text{ kg/cm}^3$

Se considerarán las dimensiones del equipo más una pulgada por lado, tomando nominal para el grueso, lo que indica en la tabla los datos del peralte.

Se calcula la carga muerta con base en el peso propio del concreto.

$C_m = W_c \times b \times L \text{ kg/mt}$

Se calcula la carga viva

$C_v = P/A \text{ kg/mt}$

Con los datos de carga muerta y viva se encuentra carga última (Cu).

$C_u = 0.75 \times (1.4C_m + 1.7C_v)$

donde 0.75 = θ = factor de seguridad

1.4 y 1.7 = factores de carga última

Se tomará una porción de b para calcular el área de acero, tomando como aceptadas las dimensiones consignadas en los datos iniciales de la

(tabla) utilizando la fórmula.

$$M = \frac{C_u \times L^2}{14}$$

Donde:

$$M = \theta \times (A_s \times F_y \times (d - A_s \times F_y / (1.7 F'_c \times b/2)))$$

Teniendo a:

M = Momento último

A_s = Area del acero

F'_c = Resistencia del concreto

b = Ancho de la base (b/2) para cálculo

F_y = Resistencia del acero

d = Peralte efectivo

4.3 CALCULO DEL FACIOR DE COSTIO

Se utilizará la proporción 1:1.5:2, que da una resistencia de 270 kg/cm². Con esta proporción se tiene que para un metro cúbico de concreto se necesitarán:

0.48 mts³ de arena de río

0.64 mts³ de pedrín de 3/4" ó 1/2"

11.3 sacos de cemento portland

Costo del material

0.48 mts ³ de arena de río a Q 50.00 cada m ³ -----Q	24.00
0.64 mts ³ de pedrín de 1/2" a Q 90.00 cada m ³ -----Q	57.60
11.3 sacos de cemento a Q 25.00 cada saco-----Q	<u>282.50</u>
Suma	<u><u>Q. 364.10</u></u>

Costo del hierro

El bloque va a tener 1.00 x 1.00 x 1.00 mts

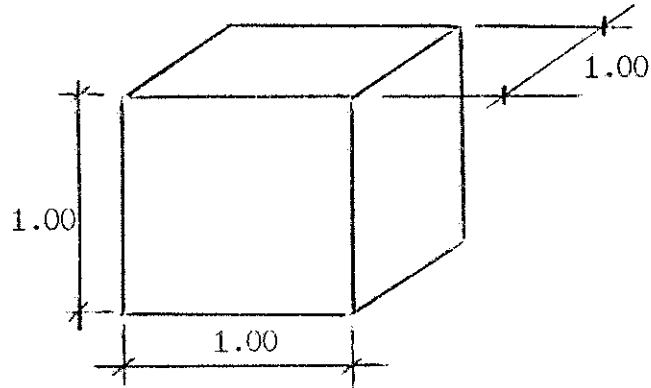


FIGURA 4.1

Si se arma en sentido horizontal se tendrá:

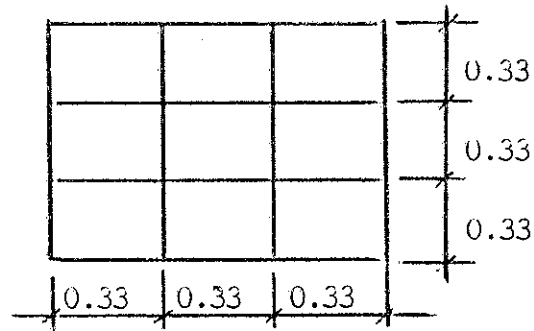


FIGURA 4.2

Tres camas con hierro de 1/2" a 0.33 en ambos sentidos

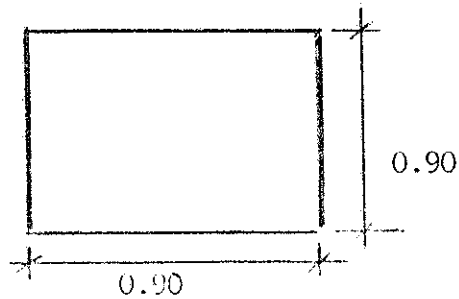
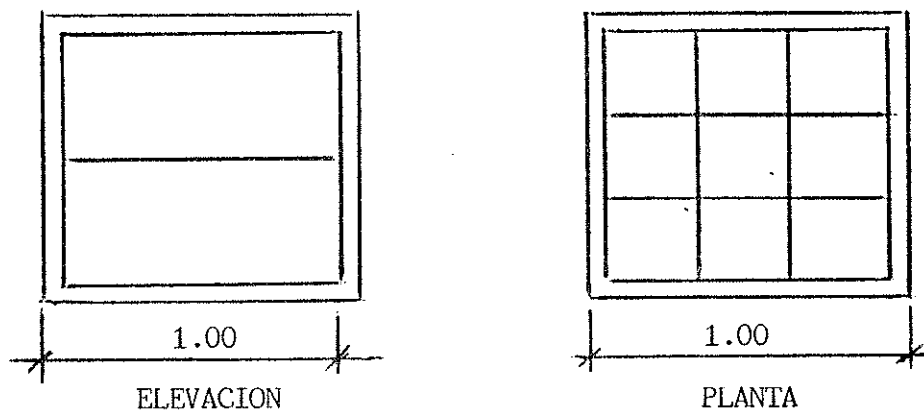


FIGURA 4.3

Dos estribos rigidizantes de hierro de 1/2".

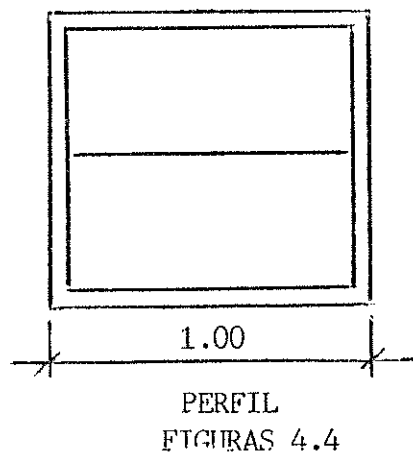
Se quitan 5 centímetros de recubrimiento en la parte superior y lateral, 7 centímetros en la parte inferior. Por lo que las dimensiones quedarán:



largo 0.90

Ancho 0.90mts.

Recubrimiento de Concreto; 5 centímetros por lado



4 hierros de 1/2" por cama = 12 hierros de 1/2" de 0.90 mts.

entonces

$$10.80 = 2 \text{ varillas}$$

2 estribos de 7.12 mts. entonces se tendran.

2 varillas de 1/2"

TOTAL:

4 varillas de 1/2" X 20'

2 libras de alambre de amarre

Costo de hierro para armado

4 varillas de hierro de 1/2" a Q 15.714 cada varilla----- Q 62.86

2 libras de alambre de amarre a Q 2.50 cada libra ----- Q 5.00

Total armadura ----- Q 67.86

FORMALETA

Costo de material para formaleta

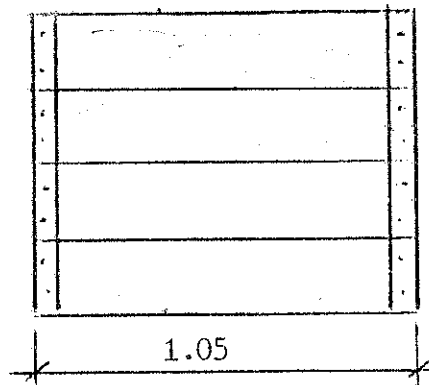


FIGURA 4.5

Tablas de:

1" X 12" X 10' = 3

4 lados = 12

12 piezas de:

1" X 12" X 4' = 48 piès tabla

4 piezas de:

1" X 4" X 4' = 6 piès tabla

4 piezas de:

2" X 3" X 4' = 8 piès tabla

RESUMEN

62 piès tabla * Q 1.60/pié tabla -----	Q 99.20
3 libras de clavo de 2" a Q 2.50 cada libra -----	Q 7.50
SUMA -----	<u>Q 106.70</u>

Costo de mano de obra

1 albañil armador -----	Q 940.00**
2 ayudantes -----	Q 835.00**

**SUELDO MENSUAL

Tiempo de trabajo ----- dos días

1 albañil Q 31.33, 2 días -----	Q 62.67
2 ayudantes Q 27.83, 2 días -----	Q 111.32
TOTAL MANO DE OBRA -----	<u>Q 173.99</u>

Resumen de costo para un metro cúbico para una base de equipo de bombeo.

Costo de concreto -----	Q 364.10
Costo de hierro -----	Q 67.86
Costo de madera -----	Q 106.70
Costo de mano de obra -----	Q 173.99
TOTAL-----	<u>Q 712.65</u>

El valor del factor costo será:

Q 712.65 por metro cúbico

4.4 EJEMPLOS

4.4.1 Calcular el acero estructural para la siguiente base

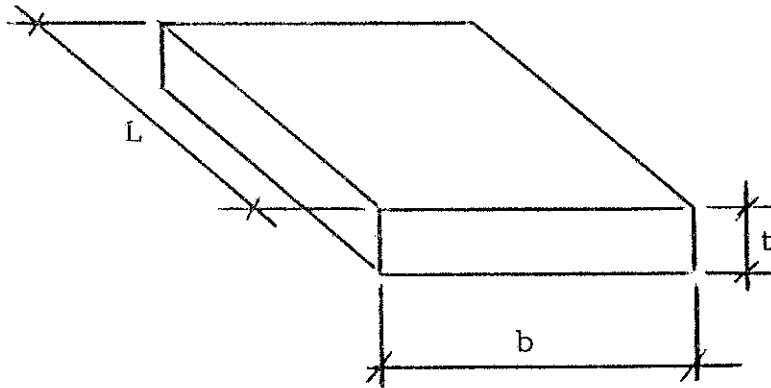


FIGURA 4.6

Datos:

$$b = 17'' = 43 \text{ cms}$$

$$t = 7'' = 18 \text{ cms}$$

$$L = 48'' = 122 \text{ cms}$$

$$d = 15 \text{ cms}$$

$$\text{peso equipo} = 120 \text{ lbs.} = 55 \text{ kg}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_c = 2400 \text{ kg/mt}^3$$

Cálculo de acero

$$C_m = W_c \times b \times L$$

$$C_m = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.43 \text{ m} * 1.22 \text{ m}$$

$$C_m = 1259 \text{ kg/m}$$

$$C_v = \text{peso/ancho} = P/b$$

$$C_v = 55 \text{ kg}/0.43 \text{ m}$$

$$C_v = 128 \text{ kg/m}$$

$$C_u = \theta \times (1.4 C_m + 1.7 C_v)$$

$$C_u = 0.75 \times (1.4 \times 1259 + 1.7 \times 128)$$

$$C_u = 1485.15 \text{ kg/m}$$

$$M = \frac{C_u \times L^2}{14}$$

$$M = \frac{1485.15 \times 1.22^2}{14}$$

$$M = 157.89 \text{ kg-mts} = 15789 \text{ kg-cms}$$

Tomando una porción del ancho equivalente a $b/2$ y aplicando la fórmula para el área de acero se tiene:

$$M = \theta \times (A_s F_y / (1.7(b/2)F'_c))$$

$$M/\theta = A_s F_y d - A_s^2 F_y^2 / (1.7(b/2)F'_c)$$

$$15789/0.75 = 2810(15)A_s - 2810^2(A_s^2)/(1.7)(21.5)(210)$$

Aplicando la ecuación cuadrática se encontrará el área de acero

$$A_s = 0.51 \text{ cms}^2$$

Entonces se tomará 1 No 3 a 0.19 para todo el ancho

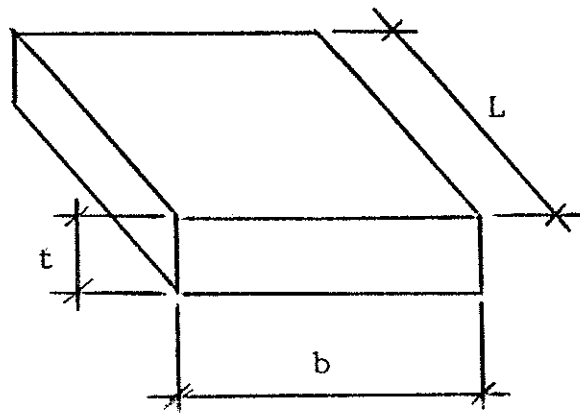


FIGURA 4.7

$$a = 43 \text{ cms.}$$

$$b = 122 \text{ cms.}$$

$$h = 18 \text{ cms.}$$

Cálculo del volumen

$$V = a \times b \times h$$

$$V = 0.43 \times 1.22 \times 0.18$$

$$V = 0.094 \text{ mt}^3$$

Aplicando el factor de costo se tendrá

$$0.94 \times 712.65 \quad (\text{Factor de costo en } Q/\text{m}^3)$$

$$\text{Costo} = \underline{\underline{\underline{0.66.99}}}$$

4.5 BASES PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO VERTICAL

Estas estructuras serán armadas y calculadas para sostener este tipo de equipo de bombeo. (Figura 1.8, Apendice I)

4.5.1 PROCEDIMIENTO

Dimensionar la base

$$b = \text{Ancho}$$

$$L = \text{Largo}$$

$$t = \text{Grueso}$$

$$d = \text{Peralte efectivo}$$

Y se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$C_m = W_c \times b \times L$$

$$C_v = \text{peso/ancho} = P/b$$

$$C_u = \theta \times (1.4 C_m + 1.7 C_v)$$

$$M = \frac{C_u \times L^2}{14}$$

Calculando el área de acero

$$M/\theta = A_s \times F_y \times d - \frac{(A_s^2 \times F_y^2)}{1.7 \times F'_c \times b/2}$$

de donde:

$$C_m = \text{Carga muerta}$$

C_v = carga viva
 C_u = carga última
 M = momento último
 θ = factor de reducción
 W_c = peso propio de la estructura
 A_s = área del acero
 F_y = resistencia del acero
 F'_c = resistencia del concreto

Para dimensionar el bloque, la base es la siguiente tabla:

LARGO Pulg.	ANCHO Pulg.	GRUESO Pulg.	PESO lbs
15	6.3/8	5	200
17	6.3/8	5	205
19	6.3/8	5	210
19	10	7	380
20	10	7	390
25	10	7	430
24	10	7	490
28	10	7	520
30	10	7	610

TABLA 4.2

Las medidas y el peso son del equipo de bombeo

4.5.2 EJEMPLO

Con los siguientes datos, calcular la base para el equipo de bombeo:

$$b = 76 \text{ cms.}$$

$$L = 152 \text{ cms.}$$

$$t = 18 \text{ cms.}$$

$$d = 15 \text{ cms}$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Peso} = 390 \text{ libras} = 177 \text{ kg}$$

$$W_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

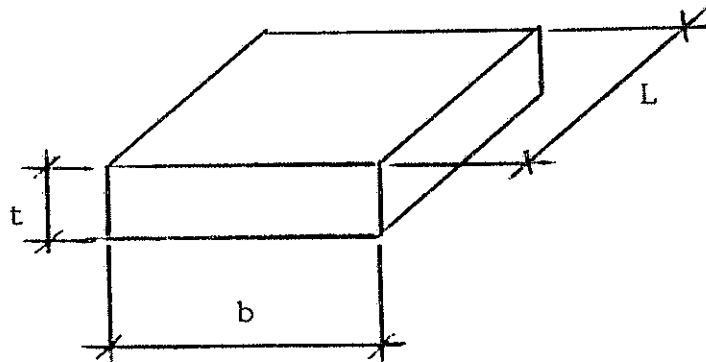


FIGURA 4.8

$$C_m = W_c \times b \times L$$

$$C_m = 2400 \times 0.76 \times 1.52$$

$$C_m = 2772 \text{ kg/m}$$

$$C_v = \text{Peso/base} = P/b \text{ kg/m}$$

$$C_v = 177/0.76$$

$$C_v = 233 \text{ kg/in}$$

$$C_u = 0.75 \times (1.4(2772) + 1.7 (233))$$

$$C_u = 3208 \text{ kg/m}$$

$$M = C_u \times L^2/14$$

$$M = 3208 \times 1.52^2/14$$

$$M = 52941 \text{ kg-cm}$$

$$M/\theta = A_s \times F_y \times d - \frac{A_s^2 \times F_y^2}{1.7 \times F'_c \times b/2}$$

$$52941/0.75 = 2810 \times 15 \times A_s - \frac{2810^2 \times A_s^2}{1.7 \times 210 \times 38}$$

$$A_s = 1.67 \text{ cms}^2$$

Tomando, entonces, todo el ancho

6 varillas de 3/8"

EJEMPLO:

Calcular el área de acero y el costo de la siguiente base

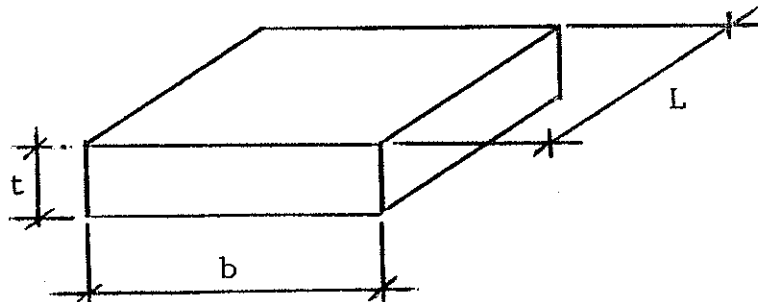


FIGURA 4.9

$$d = 5 \text{ cms}$$

$$b = 49 \text{ cms}$$

$$L = 114 \text{ cms}$$

$$t = 10 \text{ cms}$$

$$P = 91 \text{ kg}$$

$$Wc = 2400 \text{ kg/ m}^3$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\theta = 0.75$$

Càlculo de la carga muerta

$$Cm = Wc \times b \times L$$

$$Cm = 2400 \times 0.49 \times 1.14$$

$$Cm = 1341 \text{ kg/m}$$

Càlculo de la carga viva

$$Cv = P/b$$

$$Cv = 91/0.49$$

$$Cv = 186 \text{ kg/m}$$

Càlculo de carga última

$$Cu = \theta \times (1.4Cm + 1.7Cv)$$

$$Cu = 0.75 \times (1.4(1341) + 1.7(186))$$

$$Cu = 1645 \text{ kg/m}$$

Càlculo del momento

$$M = \frac{Cu \times L^2}{14}$$

$$M = \frac{1645 \times 1.14^2}{14}$$

$$M = 15270 \text{ kg-cm}$$

Cálculo del área de acero

$$M/\theta = A_s \times F_y \times d - \frac{A_s^2 \times F_y^2}{1.7 \times b/2 \times F'_c}$$

$$\frac{15270}{0.75} = 2810 \times 5 \times A_s - \frac{2810^2 \times A_s^2}{1.7 \times 24 \times 210}$$

Resolviendo la ecuación se encontrará el área de acero

$$A_s = 0.74 = 1.62 \text{ cm}^2$$

entonces, para todo lo ancho utilizar

6 hierro №3.

Cálculo del volumen

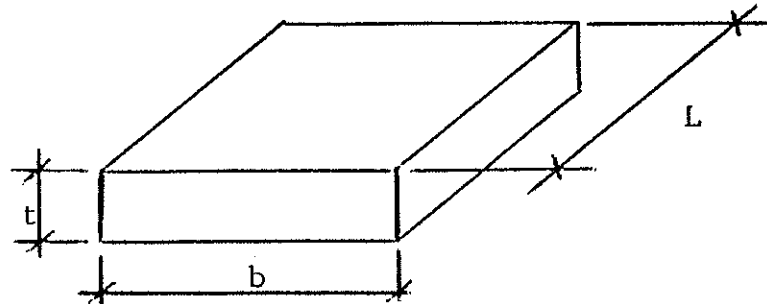


FIGURA 4.10

$$V = 0.49 \times 1.14 \times 0.10$$

$$V = 0.06 \text{ m}^3$$

Cálculo del costo

$$C = 0.06 \times 712.65 \text{ (Factor de costo en Q/mt}^3\text{)}$$

$$C = \underline{\underline{Q. 42.76}}$$

4.6 BASES PARA EQUIPO DE BOMBEO, TIPO SUMERGIBLE

Este tipo de equipo no se ve, está compuesto por la bomba que va a quedar dentro del pozo mecánico; como las anteriores, necesita de una estructura adecuada para ser sostenida, es por ello que se calculará su acero para hacerla resistente a la vibración y al peso. (figura 1.10, 1.11, apéndice I)

Se utilizará el mismo factor de seguridad ($\theta=0.75$), y, al igual que en los otros se tendrá.

b = ancho

L = largo

t = grueso

Cm = carga muerta

Cv = carga viva

Cu = carga última

M = momento último

Fy = resistencia del acero

F'c = resistencia del concreto

As = área del acero

De la siguiente tabla se tomarán los datos para calcular el área de acero a utilizar en la base,

Las medidas y el peso de la tabla 4.3 pertenecen al equipo de bombeo.

ANCHO Pulg	LARGO Pulg	PESO lbs
13.25	13.62	345
13.25	13.62	385
13.25	13.62	500
16.94	17.31	415
16.94	17.31	455
16.94	17.31	570
18.75	19.12	990
16.94	17.31	1450
20.38	20.88	645
20.38	20.88	1080
20.38	20.88	1410
22.38	23.58	765
22.38	23.38	1200
28.62	29.50	2025
28.62	29.50	1675

TABLA 4.3

4.6.1 PROCEDIMIENTO

De la tabla se tomarán las dimensiones teniendo el cuidado de convertirlas de pulgadas a centímetros, tomando el criterio de aumentar las medidas en un rango que deberá ser 1.5 a 3 veces el ancho nominal, para lograr una base de concreto amplia y cómoda para el montaje del equipo.

Se calcula la carga muerta con base en el peso propio del concreto.

$$C_m = W_c \times b \times L$$

Para el cálculo de la carga viva se hará lo siguiente: La profundidad del pozo está dado en pies, se convierte a metros y se averigua el peso del tubo por metro.

Teniendo esta información se multiplica el largo total de la columna de tubería por el peso unitario y se encuentra el valor total de la columna (P_c).

Al P_c se suma el peso del equipo (P_e), entonces, se encontrará con $P_c + P_e = P_t$.

El peso total (P_t) se distribuye por la longitud de la base primitiva.

$$2b + 2L = L_p \text{ (Longitud primitiva)}$$

Teniendo esta longitud servirá de división al peso total.

$$P_t/L_p = C_v \text{ kg/mt}$$

Esto quedará claro cuando se efectúen los ejemplos. Aplicando el mismo procedimiento de las bases anteriores.

$$C_u = 0 \times (1.4C_m + 1.7C_v)$$

$$M = \frac{C_u \times L^2}{14}$$

Con esta información se calcula el acero.

$$M/\theta = A_s \times F_y \times d - A_s^2 F_y^2 / (1.7F'cxb/2)$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado se obtendrá el área de acero.

Conversiones: 1 Pulg. = 2.54 cms
 1 libra = 0.45359 kg
 1 pié = 0.3048 mts.

4.6.2 EJEMPLO.

Calcular el área de acero y el costo para la base de un equipo de bombeo, considerando las dimensionados dadas en la figura.

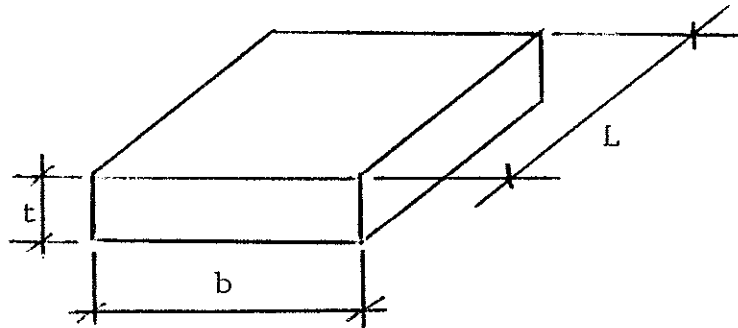


FIGURA 4.11

$$b = 100 \text{ cms} = 13.25'' = 33.66 \text{ cms} \times 3$$

$$L = 100 \text{ cms} = 13.62'' = 34.59 \text{ cms} \times 3$$

$$t = 50 \text{ cms}$$

$$d = 47 \text{ cms}$$

$$P = 345 \text{ libras} = 156.5 \text{ kg}$$

Peso de columna 27 kg/mt para 900 pies promedio

$$900 \text{ pies} = 274.32 \text{ mts}$$

$$274.32 \times 27 = 7563.14 \text{ kg}$$

$$13.25 \times 2 + 13.62 \times 2 = 53.74'' = 1.36 \text{ mts}$$

$$7563.14 / 1.36 = 5561 \text{ kg/mt}$$

Cálculo de carga muerta

$$Gr. = Wc \times b \times L$$

$$Cm = 2400 \times 1 \times 1$$

$$Cm = 2400 \text{ kg/mt}$$

Cálculo de carga viva

Calculando en base al peso de la columna

$$5561 \text{ kg/mt}$$

Cálculo de carga última

$$C_u = \theta \times (1.4C_m + 1.7C_v)$$

$$C_u = 0.75 \times (1.4 \times 2400 + 1.7 \times 5561)$$

$$C_u = 9610.28 \text{ kg/mt}$$

Cálculo del momento

$$M = \frac{C_u \times L^2}{14} = \frac{9610.28 \times 100}{14}$$

$$M = 68645 \text{ kg-cms}$$

Cálculo del área de acero

$$M/\theta = A_s \times F_y \times d - \frac{A_s^2 F_y^2}{1.7 F'_c b/2}$$

$$68645/\theta = 2810 \times 47 \times A_s - \frac{2810^2 \times A_s^2}{1.7 \times 210 \times 50}$$

$$A_s = 0.69 \text{ y } 297.86 \text{ cms}^2$$

Estos datos se desechan y se reduce el valor de "t" tomando un nuevo valor de "d".

Este proceso hace llegar a una estructura con dos peraltes, tomando el nuevo peralte $d/2 = 23.50 \text{ cms}$, se tiene que.

$$68645/0.75 = 2810 \times 23.5 \times A_s - \frac{2810^2 \times A_s^2}{1.7 \times 210 \times 50}$$

lo que dará un resultado de:

$$A_s = 1.47 \text{ y } 147.88 \text{ donde se toma } 1.47, \text{ lo}$$

que da

4 varillas de 3/8" a todo lo ancho y en doble cama

Cálculo del volumen

fórmula

$$V = L \times t \times b \text{ en mts}^3$$

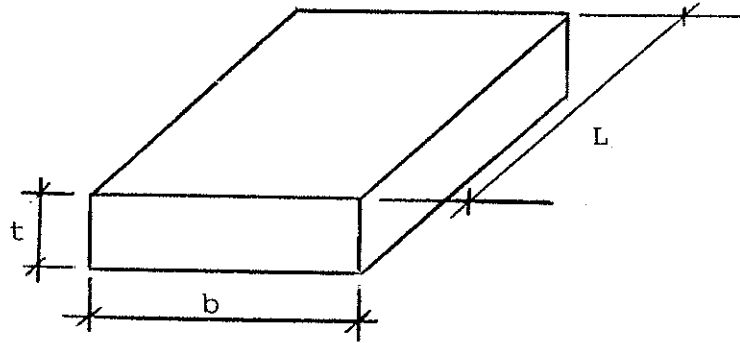


FIGURA 4.12

$$V = 1 \times 1 \times 0.50$$

$$V = 0.50 \text{ mts}^3$$

Cálculo del costo

$$C = 0.50 \times 712.65 = Q 356.33 \text{ en } Q/\text{mt}^3$$

EJEMPLO

Se variará el peso, ahora el equipo pesa 900 libras y se calculará el área de acero y el costo de la misma.

$$P = 900 \text{ lbs} = 408.23 \text{ kg}$$

$$900 \text{ pies} = 274.32 \text{ mts con } 27 \text{ kg/mt} = 7,406.64 \text{ kg}$$

Ahora

$$7,406.64 + 408.23 = 7,814.86 \text{ kg}$$

$$7,814.87/1.36 = 5,746.23 \text{ kg/mt}$$

Cálculo de la carga muerta

$$C_m = 2,400 \text{ kg/mt}$$

Cálculo de la carga viva

$$C_v = 5,746.23 \text{ kg/mt}$$

Cálculo de carga última

$$Cu = 0.75 \times (1.4Cm + 1.7Cv)$$

$$Cu = 0.75 \times (1.4(2,400) + 1.7(5,746.23))$$

$$Cu = 9,846.48 \text{ kg/mt}$$

Cálculo del momento

$$M = \frac{Cu \times L^2}{14}$$

$$M = \frac{9,846.48}{14}$$

$$M = 70,322 \text{ kg-mt}$$

Como el anterior se toma D/2

$$70,322/0.75 = 2,810 \times 23.5 \times As - \frac{2,810^2 \times As^2}{1.7 \times 50 \times 210}$$

se obtiene un resultado de

$$As = 1.43, \text{ lo que nos dará}$$

5 hierros de 3/8" a todo lo largo y

en doble cama.

Esta variación en el área de acero no alterará nada lo que da el volumen y el costo, por lo que, el costo de la base del equipo de bombeo quedará como el anterior.

$$Q \quad \underline{356.33}$$

CONCLUSIONES

- 1o La construcción de anclajes lleva como objetivo primordial, asegurar los elementos componentes de una infraestructura de servicio de agua.
- 2o La construcción de anclajes proporciona seguridad de que la tubería y sus accesorios, (codos, válvulas, tees, etc) no sufran ninguna clase de deslizamiento, principalmente por la misma presión del agua.
- 3o La construcción de bases para los equipos de bombeo, son necesarios para que absorban las vibraciones y golpes de ariete producido por fuerzas externas e internas en un sistema de bombeo, en pozos o fosas de succión.
- 4o Si se va a efectuar el trabajo en un sitio de fácil acceso, con personal calificado, se puede utilizar el material tradicional para la construcción de los anclajes, así como, para la base para el equipo de bombeo: arena de río, pedrín y cemento.
- 5o Para la construcción de 1.2416 metros cúbicos de concreto se tienen, en costo, las siguientes comparaciones:

Usando cemento, arena de río y pedrín	Q 633.97
Usando concreto listo en bolsas	Q 761.97
Usando concreto premezclado	Q 827.97

RECOMENDACIONES

- a) Se utiliza concreto listo para la elaboración de éste, cuando se tenga difícil acceso al sitio de fundición, por el transporte de materiales.
- b) La opción para utilizar concreto premezclado, se realizará cuando la cantidad de elementos a fundir sea significativa, de manera que justifique el contratar la colocación de este tipo de material.
- c) Se debe asegurar, que la construcción de anclajes, sea con materiales de buena calidad, ya que estos elementos van a estar sometidos a vibraciones variables, así como golpes de ariete, los cuales les producirán esfuerzos que tenderían a un deterioro rápido.
- d) Tomando en cuenta los costos para la construcción de los elementos en mención, se tienen las opciones de construir a mano, con mezcladora, utilizando concreto listo o bien contratando concreto premezclado, también es recomendable considerar la cantidad de elementos a construir, ya que esto dará la pauta, para considerar la opción de utilizar, cualquiera de estas técnicas.

BIBLIOGRAFIA

Azevedo, Netto. Acosta A., Guillermo. MANUAL DE HIDRAULICA. México. Editorial Harla. 1976. 576 p.

Ecolnit. GUIA DE INSTALACION DE TUBERIA DE PRESION DE ASBES TO CEMENTO. Eternit Colombiana S.A. 40 p.

Paz Grajeda, Adolfo Roberto. CONSIDERACIONES SOBRE CONSTRUCCION DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA. Tesis de graduación de ingeniero civil, facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1979. 30-38 pp.

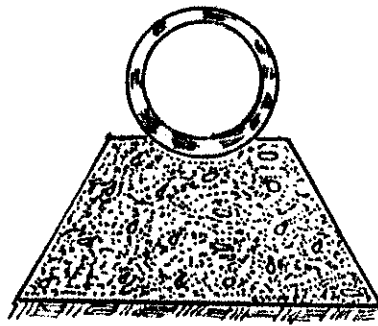
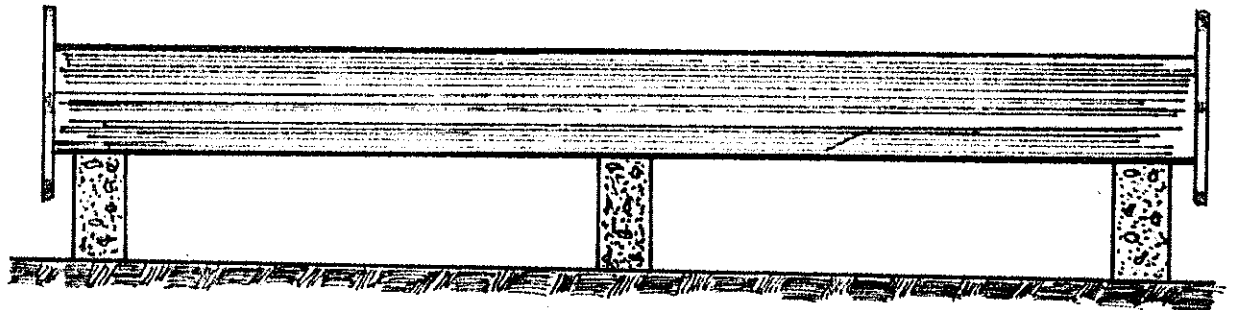
Pont A. Mousson. CANALIZACION FUNDICION DUCTIL. Imprimerie Berger-Leurault Nancy Francia. 1978. 150 p.

Shames H., Irving. LA MECANICA DE LOS FLUIDOS. México. Editorial McGraw-Hill. 1962. 500 p.

Streeter, Victor L. MECANICA DE FLUIDOS. México. Editorial McGraw-Hill. 1975. 437 p.

Tubovinil S.A. CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA INSTALACIONES CON TUBERIA DE PVC. Guatemala. 1980. 50 p.

A N E X O I
ESQUEMAS DE TUBERIAS, ACCESORIOS
Y BOMBAS



F I G U R A 1.2

TUBERIA

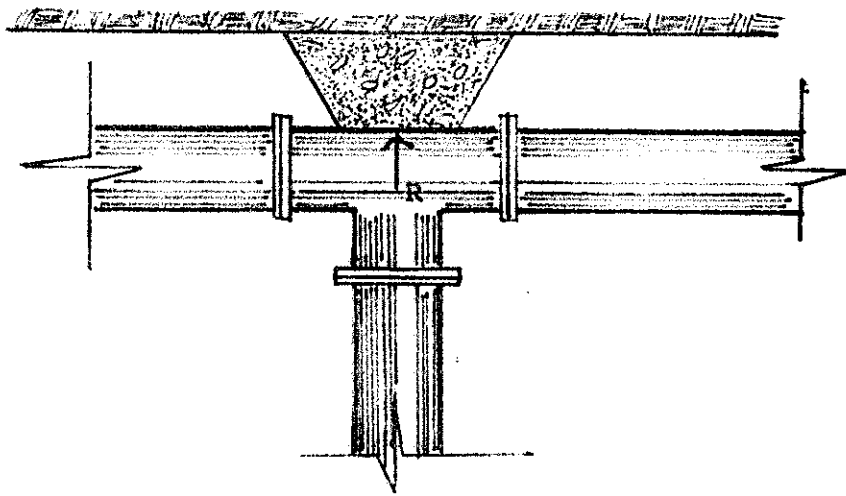


FIGURA 1.2

TEE

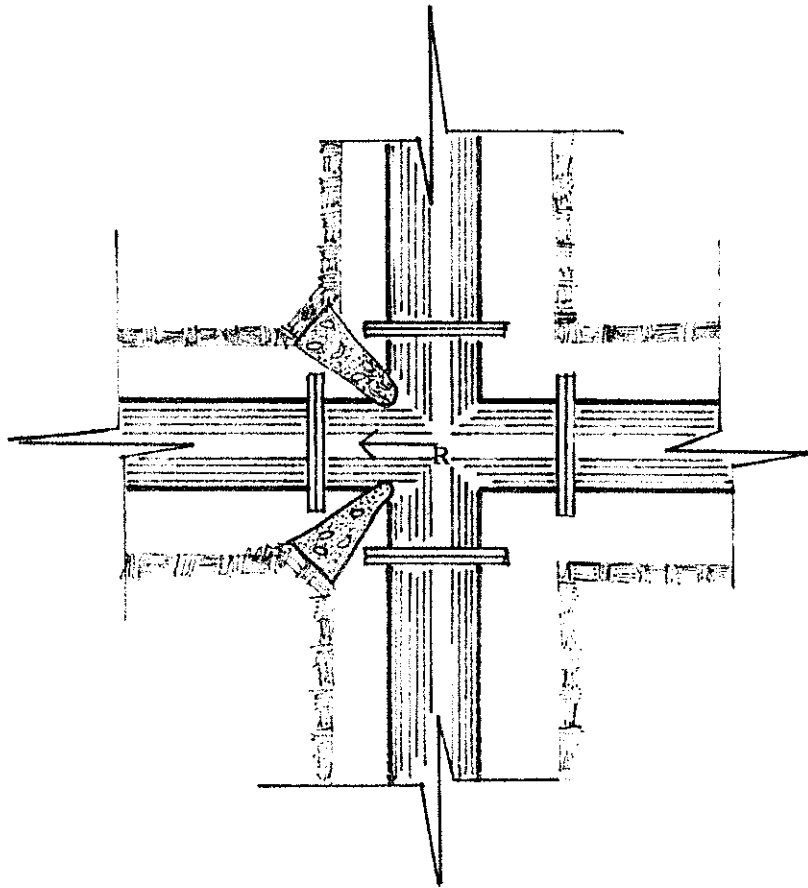
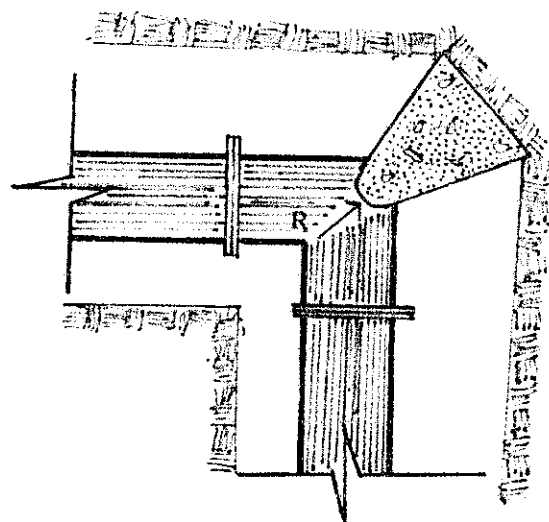


FIGURA 1.3

CRUZ.



F I G U R A 1.4

CODO A 90 GRADOS

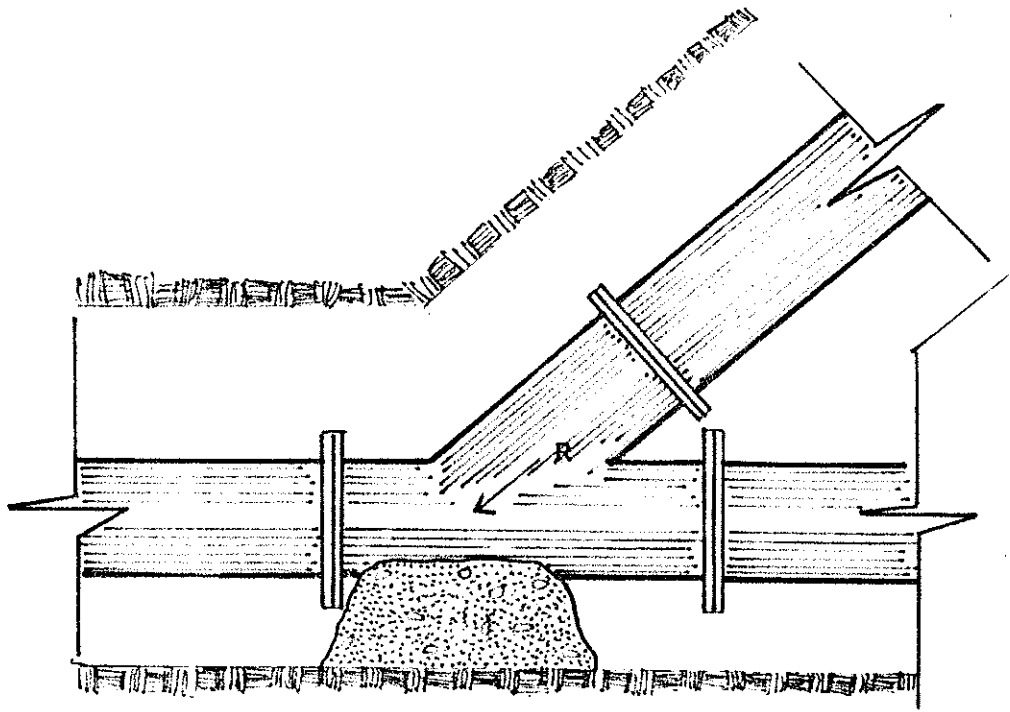
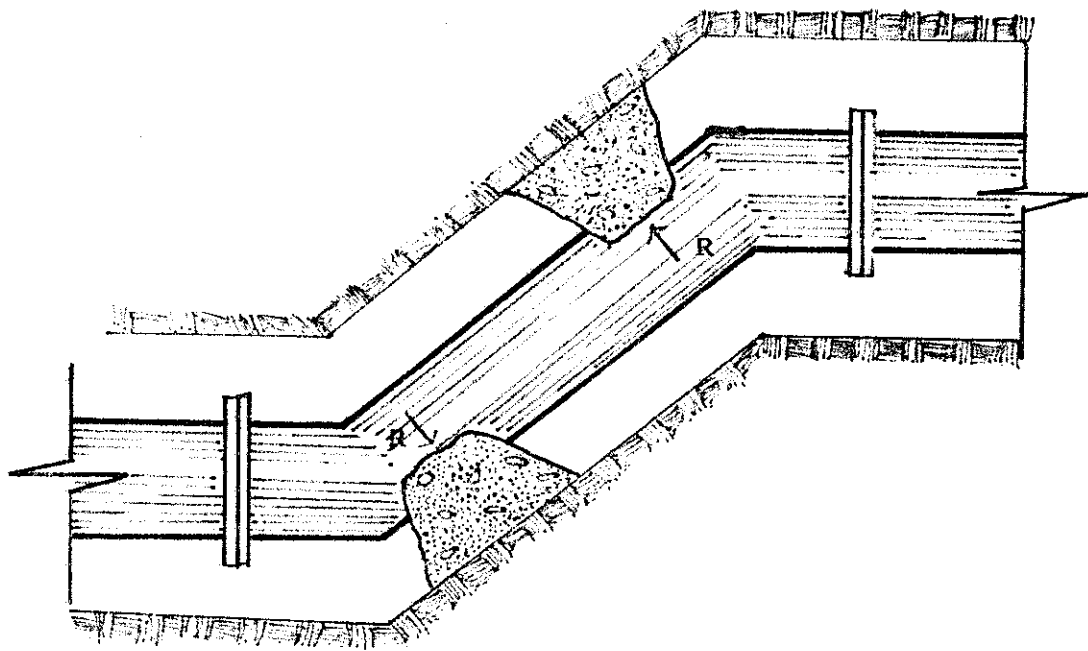


FIGURA 1.5

YEE A 45 grados



F I G U R A 1.6

CAMBIO DE DIRECCION DE TUBERIA.-

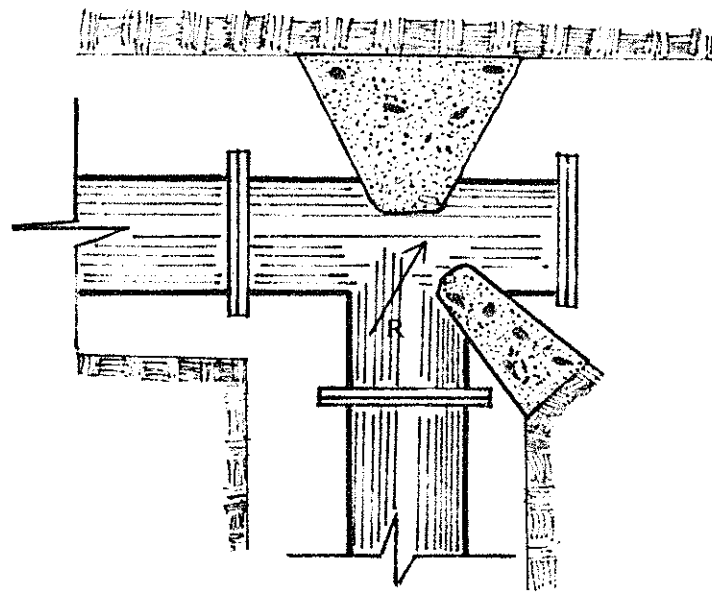


FIGURA 1.7

TEE CON TAPON

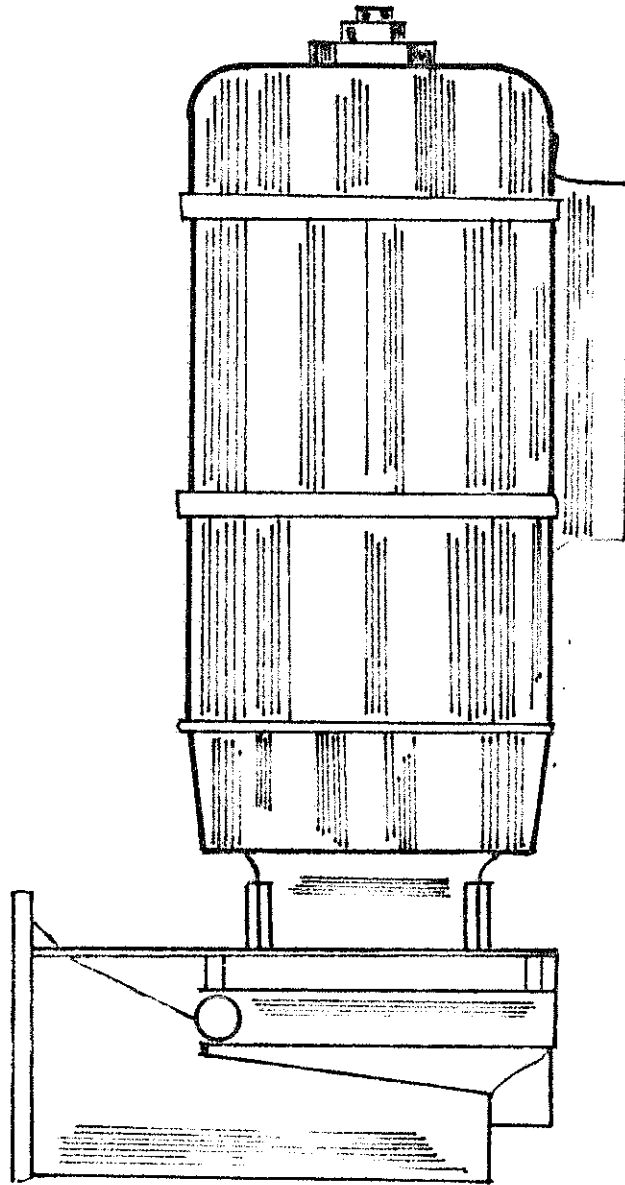


FIGURA 1.8

BOMBA ESTACIONARIA TIPO VERTICAL.-

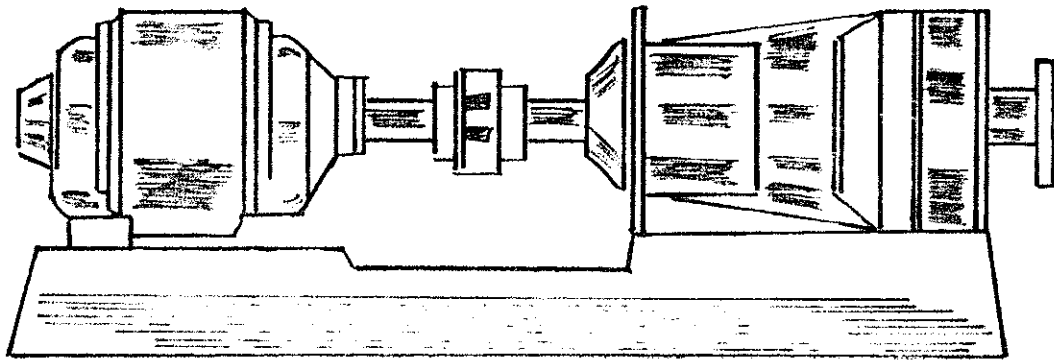
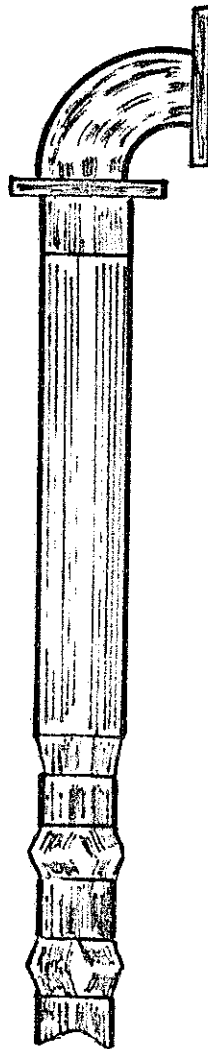


FIGURA 1.9

BOMBA ESTACIONARIA TIPO HORIZONTAL



F I G U R A 1.10

BOMBA ESTACIONARIA TIPO SUMERGIBLE

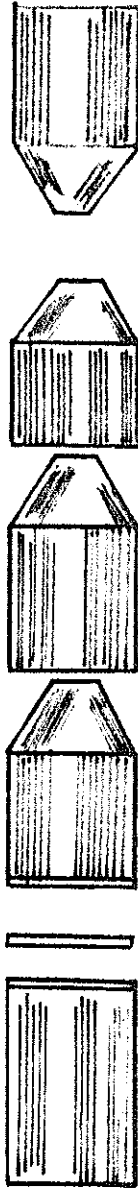


FIGURA 1.11

BOMBA ESTACIONARIA TIPO SUMERGIBLE

A N E X O II
INFORMACION DE VALVULAS
Y ACCESORIOS

DIAMETRO mm	PESO kg	AREA SUP. cm ²	LADOS cm.	VOLUMEN mt ³	COSTO Q.
150	76	757	30 x 25	0.074	47.39
200	130	1345	40 x 34	0.116	74.28
250	197	2100	50 x 42	0.166	106.30
300	270	3020	60 x 50	0.224	143.44
350	437	4128	70 x 59	0.291	186.34
400	512	5377	80 x 67	0.366	234.37
450	671	6811	90 x 76	0.450	288.16
500	824	8407	84 x 100	0.542	347.07
600	1264	12125	120 x 101	0.752	481.54
700	1834	16532	140 x 118	0.997	638.43
800	2333	21578	160 x 135	1.270	813.24
900	3033	27329	180 x 152	1.590	1018.16
1000	4031	33811	200 x 169	1.930	1235.88

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.1

VALVULAS

DIAMETRO mm	DIAMETRO mm	PESO kg	AREA SUP cm ²	LADOS cm	VOLUMEN m ³	COSTO Q.
150	40	18.4	743	30 x 25	0.07	44.82
	60	20.0	743	30 x 25	0.07	44.82
	80	22.0	744	30 x 25	0.07	44.82
	100	24.0	744	30 x 25	0.07	44.82
	125	26.5	745	30 x 25	0.07	44.82
	150	29.5	745	30 x 25	0.07	44.82
200	40	25.0	1318	40 x 33	0.11	70.44
	60	27.5	1318	40 x 33	0.11	70.44
	80	29.5	1318	40 x 33	0.11	70.44
	100	31.5	1318	40 x 33	0.11	70.44
	125	35.0	1318	40 x 33	0.11	70.44
	150	38.0	1318	40 x 33	0.11	70.44
250	200	45.5	1324	40 x 33	0.11	70.44
	60	35.0	2059	50 x 41	0.16	102.46
	100	40.5	2059	50 x 41	0.16	102.46
	150	48.0	2059	50 x 41	0.16	102.46
	200	56.0	2059	50 x 41	0.16	102.46
	250	65.0	2066	50 x 41	0.16	102.46
300	60	44.5	2963	60 x 49	0.22	140.88
	100	51.0	2965	60 x 49	0.22	140.88
	150	65.0	2965	60 x 49	0.22	140.88
	200	75.0	2965	60 x 49	0.22	140.88
	250	85.0	2971	60 x 49	0.22	140.88
	300	96	2976	60 x 49	0.22	140.88

FACTOR DE COSTO= Q 640.35

T A B L A 2.2

T E E S

DIAMETRO mm	DIAMETRO mm	PESO kg.	AREA SUP. cm ²	LADOS cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q.	
400	100	79	5268	80 x 65	0.358	229.25	
	150	90	5271	80 x 66	0.359	229.86	
	200	102	5274	80 x 66	0.359	229.86	
	250	115	5277	80 x 66	0.359	229.86	
	300	128	5280	80 x 66	0.359	229.86	
	400	155	5287	80 x 66	0.360	230.53	
	450	100	89	6665	90 x 74	0.440	281.75
		150	102	6668	90 x 74	0.440	281.75
200		115	6671	90 x 74	0.441	282.39	
250		130	6675	90 x 74	0.441	282.39	
300		145	6679	90 x 74	0.441	282.39	
400		174	6686	90 x 74	0.442	283.03	
500		450	188	6690	90 x 74	0.442	283.03
		100	114	8229	100 x 82	0.530	339.39
	200	144	8236	100 x 82	0.531	340.03	
	300	176	8245	100 x 82	0.531	340.03	
	400	208	8252	100 x 83	0.532	340.67	
	200	185	11856	120 x 99	0.735	470.66	
	300	224	11865	120 x 99	0.736	471.30	
	400	262	11875	120 x 99	0.737	471.94	
600	600	352	11897	120 x 99	0.738	472.58	

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.3

T E E S

DIAMETRO pulg.	DIAMETRO cm	PESO lbs.	PESO kg	AREA SUP. m ²	LADOS cm	VOLUMEN m ³	COSTO Q.
6	15.24	125	57	776	30 x 25	0.076	48.67
8	20.32	205	93	1378	40 x 34	0.118	76.56
10	25.40	230	150	2154	50 x 42	0.169	108.22
12	30.48	425	193	3096	60 x 51	0.218	146.00
14	35.56	530	240	4208	70 x 60	0.296	189.54
16	40.54	675	206	5494	80 x 68	0.372	238.21
18	45.72	865	392	6955	90 x 77	0.458	293.28
20	50.80	1085	492	8589	100 x 85	0.551	352.83
24	60.96	1685	764	12381	120 x 102	0.766	490.51

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.4

T E E S

DIAMETRO mm	PESO kg	AREA SUP. cm ²	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN mt ³	COSTO Q.
150	21	1065	30 x 35	30 x 65	0.05	32.05
200	34	1883	40 x 47	47 x 75	0.08	51.23
250	59	2943	59 x 59	59 x 85	0.12	76.84
300	137	4251	60 x 71	71 x 95	0.17	108.85

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.5

CODOS DE 90°

DIAMETRO mm	PESO kg	AREA SUP. cm ²	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q.
150	42	581	30 x 19	19 x 65	0.03	19.21
200	63	1030	40 x 26	26 x 75	0.04	25.61
250	44	1595	50 x 32	32 x 85	0.06	38.41
300	122	2313	60 x 39	39 x 95	0.09	57.63
350	160	3146	70 x 45	45 x 105	0.12	76.84
400	198	4106	80 x 51	51 x 115	0.15	96.05
450	240	5194	90 x 58	58 x 125	0.19	121.67
500	296	6413	100 x 64	54 x 135	0.23	147.28
600	426	9235	120 x 77	77 x 155	0.32	204.91
700	402	12525	140 x 89	89 x 175	0.42	268.95
800	589	16376	160 x 102	102 x 195	0.54	345.79
900	771	20732	180 x 115	115 x 215	0.68	435.44
1000	1017	25612	200 x 128	128 x 235	0.84	537.89
1100	1249	30995	220 x 140	140 x 255	1.00	640.35
1200	1398	36864	240 x 154	154 x 275	1.19	762.02

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.6
CODOS DE 45°

DIAMETRO mm	PESO kg	AREA SUP. cm ²	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q.
150	35	300	30 x 10	10 x 65	0.01	6.40
200	53	530	40 x 13	13 x 75	0.02	12.81
250	74	826	50 x 17	17 x 85	0.03	19.21
300	100	1188	60 x 20	20 x 95	0.05	32.02
350	130	1616	70 x 23	23 x 105	0.06	38.42
400	159	2108	80 x 26	26 x 115	0.08	51.23
500	235	3291	100 x 33	33 x 135	0.12	76.84
600	333	4734	120 x 39	39 x 155	0.16	102.46
700	337	6419	140 x 46	46 x 175	0.22	140.88
800	492	8396	160 x 52	52 x 196	0.28	179.30
900	641	10631	180 x 59	59 x 215	0.35	224.12
1000	846	13138	200 x 66	66 x 235	0.43	275.35
1100	1024	15897	220 x 72	72 x 255	0.51	326.58
1200	1127	18897	240 x 79	79 x 275	0.61	390.61

FACTOR DE COSTO = Q. 640.35

T A B L A 2.7

CODOS 22°30'

DIAMETRO mm	PESO kg	AREA SUP. cm ²	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q.
150	32	162	30 x 5	5 x 65	0.007	4.48
200	48	285	40 x 7	7 x 75	0.01	6.40
250	67	444	50 x 9	9 x 85	0.02	12.81
300	89	637	60 x 11	11 x 95	0.03	19.21
350	114	865	70 x 12	12 x 105	0.032	20.49
400	139	1128	80 x 14	14 x 115	0.04	25.61
450	167	1428	90 x 15	15 x 125	0.05	32.02
500	204	1759	100 x 18	18 x 135	0.06	38.42
600	287	2531	120 x 21	21 x 156	0.09	57.63
700	302	3422	140 x 24	24 x 175	0.11	70.44
800	443	4482	160 x 28	28 x 195	0.15	96.05
900	560	5673	180 x 32	32 x 215	0.19	121.67
1000	759	7020	200 x 35	35 x 235	0.23	147.23
1100	910	8492	220 x 39	39 x 255	0.28	179.30
1200	1002	10086	240 x 42	42 x 275	0.28	204.91

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.8

CODOS DE 11'5'

DIAMETRO MAYOR mm	DIAMETRO MENOR mm	PESO kg	AREA SUP. cm ²	LADO SUP. cm	LADO INF. cm	VOLUMEN mt ³	COSTO Q.
150	60	13.3	630	21 x 30	21 x 70	0.04	25.61
	80	13.4	537	18 x 30	18 x 70	0.03	19.21
	100	13.4	417	14 x 30	14 x 70	0.02	12.81
200	100	19.9	999	25 x 40	25 x 80	0.05	32.02
	125	19.7	813	20 x 40	20 x 80	0.04	25.61
250	125	27.5	1560	31 x 50	31 x 90	0.08	51.23
	150	27.5	1332	27 x 50	27 x 90	0.07	44.82
	200	26.5	752	15 x 50	15 x 90	0.04	25.61
300	150	37.5	2246	37 x 60	37 x 100	0.11	70.44
	200	36.5	1666	28 x 60	28 x 100	0.08	71.23
350	200	51.0	2746	39 x 70	39 x 110	0.12	76.84
	250	49.0	2000	29 x 70	29 x 110	0.09	57.63
	300	45.5	1088	16 x 70	16 x 110	0.05	32.02
400	250	63.0	3246	41 x 80	41 x 120	0.14	89.65
	300	60.0	2334	29 x 80	29 x 120	0.10	64.04
	350	60.0	1257	16 x 80	16 x 120	0.06	38.42

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.9

REDUCIDORES.

DIAMETRO MAYOR mm	DIAMETRO MENOR mm	PESO kg	AREA SUP. cm2	LADOS SUP cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN mt3	COSTO Q.
500	350	91.0	4247	42 x 100	42 x 140	0.18	115.26
	400	97.0	3006	30 x 100	30 x 140	0.13	83.25
	450	97.0	1598	16 x 100	16 x 140	0.07	44.82
600	400	123.0	6657	55 x 120	55 x 160	0.27	172.89
	450	125.0	5249	44 x 120	44 x 160	0.21	134.47
	500	137.0	3679	31 x 120	31 x 160	0.15	96.05
700	500	166.0	7993	57 x 140	57 x 180	0.32	204.91
	600	189.0	4354	31 x 140	31 x 180	0.17	108.86
800	600	220.0	9332	58 x 160	58 x 200	0.37	236.93
	700	237.0	5029	31 x 160	31 x 200	0.20	128.07
900	700	265.0	10668	59 x 180	59 x 220	0.42	268.95
	800	304.0	5708	32 x 180	32 x 220	0.22	140.88

FACTOR DE COSTO =Q 640.35

T A B L A 2.10

REDUCIDORES

DIAMETRO MAYOR Pulg.	DIAMETRO MENOR Pulg.	PESO kg	AREA SUP. cm2	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m3	COSTO Q
6	3	50	583	19 x 30	19 x 71	0.03	19.21
	4	60	434	14 x 30	14 x 71	0.03	19.21
8	3	75	1184	29 x 40	29 x 81	0.06	38.42
	6	100	610	15 x 40	15 x 81	0.03	19.21
10	4	105	1807	36 x 50	36 x 91	0.09	57.63
	6	120	1382	27 x 50	27 x 91	0.07	44.82
12	8	145	782	15 x 50	15 x 91	0.04	25.61
	4	135	2752	45 x 60	45 x 101	0.13	83.25
	6	155	2326	38 x 60	38 x 101	0.11	70.44
	8	180	1730	28 x 60	28 x 101	0.08	51.23
14	10	200	963	16 x 60	16 x 101	0.04	25.61
	6	180	3440	48 x 70	48 x 112	0.15	96.05
	8	205	2845	40 x 70	40 x 112	0.13	83.25
	10	225	2078	29 x 70	29 x 112	0.09	57.63
	12	250	1140	16 x 70	16 x 112	0.05	32.02
16	6	215	4727	58 x 80	58 x 122	0.21	137.47
	8	245	4132	51 x 80	51 x 122	0.18	115.26

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.11
REDUCIDORES

DIAMETRO MAYOR Pulg.	DIAMETRO MENOR pulg.	PESO lb	AREA SUP cm2	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m3	COSTO Q
16	10	270	3365	41 x 80	41 x 122	0.15	96.05
	12	300	2428	30 x 80	30 x 122	0.22	70.24
18	14	310	1318	16 x 80	16 x 122	0.06	38.42
	8	290	5590	61 x 90	61 x 132	0.24	153.68
	10	315	4824	53 x 90	53 x 132	0.21	134.47
	12	345	3887	43 x 90	43 x 132	0.17	108.86
20	14	355	2776	30 x 90	30 x 132	0.12	76.84
	16	365	1497	16 x 90	16 x 132	0.06	38.42
	10	365	6454	64 x 102	64 x 142	0.27	172.89
	14	405	4406	43 x 102	43 x 142	0.18	115.26
24	16	440	3128	31 x 102	31 x 142	0.13	83.25
	18	475	1678	17 x 102	17 x 142	0.07	44.82
	12	535	9295	76 x 160	76 x 162	0.38	243.33
	14	545	8184	67 x 120	67 x 162	0.33	211.32
	16	580	6906	57 x 120	67 x 162	0.28	179.30
	18	625	5457	45 x 120	45 x 162	0.22	140.88
	20	670	3838	32 x 120	32 x 162	0.16	102.46

FACTOR DE COSTO = Q. 640.35

T A B L A 2.12
REDUCIDORES

DIAMETRO MAYOR mm	DIAMETRO MENOR mm	PESO kg	AREA SUP. cm2	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN mt3	COSTO Q
150	125	14.8	231	8 x 30	8 x 70	0.01	6.40
200	150	23.5	586	15 x 40	15 x 80	0.03	19.21
250	200	33.0	754	15 x 50	15 x 50	0.04	25.61
300	250	43.5	922	15 x 60	15 x 100	0.04	25.61
350	300	56.0	1091	16 x 70	16 x 110	0.05	32.02
400	300	86.0	2341	29 x 80	29 x 120	0.10	64.04
	350	53.4	1256	16 x 80	16 x 120	0.06	38.42
450	400	76.0	1427	16 x 90	16 x 130	0.06	38.42
500	400	119.0	3012	30 x 100	30 x 140	0.13	83.25
600	500	161.0	3685	31 x 120	31 x 160	0.15	96.05
700	600	211.0	4360	31 x 140	31 x 180	0.17	108.86
800	700	272.0	5038	32 x 160	32 x 200	0.20	128.07
900	800	337.0	5717	32 x 180	32 x 220	0.22	140.88
1000	900	415.0	6399	32 x 200	32 x 240	0.25	160.09
1100	1000	433.0	7066	32 x 220	32 x 260	0.27	172.89
1200	1000	578.0	14722	61 x 240	61 x 280	0.56	358.60

FACTOR DE COSTO = Q. 640.35

T A B L A 2.13

REDUCIDORES

DIAMETRO mm	PESO kg	AREA SUP. cm ²	LADOS cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q
150	60	753	30 x 25.1	0.07	44.82
200	93	1335	40 x 33.4	0.11	70.44
250	135	2084	50 x 41.7	0.16	102.46
300	186	2999	60 x 50	0.22	140.88

FACTOR DE COSTO - Q 640.35

T A B L A 2.14

CRUCES

DIAMETRO pulg	PESO lb.	AREA SUP. cm ²	LADOS cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q.
6	160	780	30 x 26	0.07	44.82
8	255	1383	41 x 34	0.12	76.84
10	395	2161	51 x 43	0.17	108.86
12	515	3106	61 x 51	0.23	147.28
14	645	4221	71 x 59	0.30	192.11
16	810	5510	81 x 68	0.37	236.93
18	1035	6974	91 x 76	0.46	294.56
20	1290	8612	101 x 85	0.55	352.19
24	1995	12417	122 x 102	0.77	493.07

FACTOR DE COSTO = Q. 640.35

T A B L A 2.15

CRUCES

DIAMETRO mm	LONG. mt	PESO kg	PESO/4 kg	PESO/2 kg	AREA/4 cm ²	LADOS/4 cms	VOL/4 m ³	COSTO/4 Q.	AREA/2 cm ²	LADOS/2 cms	VOL/2 m ³	COSTO/2 Q.
150	6	164	41.0	82.0	748	20 x 25	0.07	44.82	759	30 x 25	0.07	44.82
200	6	223	55.8	111.5	1326	40 x 34	0.11	70.44	1340	40 x 34	0.12	76.84
250	6	291	72.5	145.5	2068	50 x 41	0.16	102.46	2087	50 x 42	0.16	102.46
300	6	366	91.5	183.0	2975	60 x 50	0.22	140.88	2998	60 x 50	0.22	140.88
350	6	477	119.3	238.5	4048	70 x 58	0.29	185.70	4078	70 x 58	0.29	185.70
400	6	567	141.8	283.5	5284	80 x 66	0.36	230.53	5320	80 x 66	0.36	230.53
450	6	669	167.3	334.5	6685	90 x 74	0.44	281.75	6726	90 x 75	0.44	281.75
500	6	775	193.8	387.5	8249	100 x 82	0.53	339.39	8298	100 x 83	0.53	339.39
600	6	1009	252.3	504.5	11873	120 x 99	0.74	473.86	11936	120 x 99	0.74	473.86
700	7	1522	380.5	761.0	16169	140 x 115	0.98	627.54	16264	140 x 116	0.98	627.54
800	7	1868	467.0	934.0	21111	160 x 131	1.25	800.44	21228	160 x 133	1.25	800.44
900	7	2242	560.5	1121.0	26711	180 x 148	1.55	992.54	26851	180 x 149	1.56	998.95
1000	7	2650	662.5	1325.0	32970	200 x 165	1.89	1210.26	33135	200 x 166	1.90	1216.67
1100	7	3090	772.5	1545.0	39886	220 x 181	2.26	1447.19	40079	220 x 182	2.27	1453.59
1200	7	3567	891.8	1783.5	47461	240 x 198	2.66	1703.33	47684	240 x 199	2.67	1709.73

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.16

TUBERIAS.

DIAMETRO mm	PESO kg	AREA cm ²	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q
150	76	757.09	25 x 30	25 x 70	0.044	28.18
200	130	1344.66	34 x 40	31 x 80	0.071	45.46
250	197	2099.50	42 x 50	42 x 90	0.103	65.96
300	270	3019.86	50 x 60	50 x 100	0.141	90.29
350	437	4127.74	59 x 70	59 x 110	0.186	119.11
400	512	5376.60	67 x 80	67 x 120	0.236	151.12
450	671	6810.55	76 x 90	76 x 130	0.292	186.98
500	824	8406.95	84 x 100	84 x 140	0.354	226.68
600	1264	12125.43	101 x 120	101 x 160	0.496	317.61

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.17

VALVULAS

DIAMETRO mm	PESOS kg.	AREA SUP. cm ²	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q.
150	100	763.09	25 x 30	25 x 70	0.045	28.82
200	125	1343.41	31 x 40	34 x 80	0.071	45.46
300	150	2989.90	50 x 60	50 x 100	0.140	89.65
350	150	4055.99	58 x 70	58 x 110	0.183	117.18
400	115	5277.38	66 x 80	66 x 120	0.231	147.92
450	145	6679.05	74 x 90	74 x 130	0.286	183.14
500	243	8261.74	83 x 100	83 x 140	0.348	222.84

FACTOR DE COSTO = Q. 640.35

Angulo de inclinación del accesorio: 35 grados

T A B L A 2.18

T E E S

DIAMETRO mm	PESOS kg	AREA SUP. cm ²	LADOS SUP. cms	LADOS INF. cms	VOLUMEN m ³	COSTO Q
90 grados						
150	19.7	1043.82	45 x 30	30 x 75	0.06	38.42
250	46.5	2899.50	58 x 50	50 x 98	0.14	89.65
300	66.0	4175.30	70 x 60	60 x 110	0.19	121.67
45 grados						
200	25.5	1004.30	25 x 11	40 x 66	0.06	38.42
400	88.0	4017.13	50 x 80	80 x 91	0.20	128.07
900	499.0	20336.70	113 x 180	180 x 153	0.84	537.89
22 grados						
200	21.5	500.70	13 x 40	40 x 123	0.05	32.02
500	109.0	3129.60	31 x 100	100 x 71	0.18	115.26
900	355.0	10140.10	56 x 180	97 x 180	0.50	320.18

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

ANGULO DE INCLINACION: 35 GRADOS

T A B L A 2.19

CODOS

DIAMETRO MAYOR mm	DIAMETRO MENOR mm	PESO kg	AREA SUP. m2	LADO INF. cms	LADO SUP. cms	VOLUMEN m3	COSTO Q
150	80	13.4	531.50	30 x 18	18 x 70	0.03	19.21
	100	13.4	413.40	30 x 14	14 x 70	0.02	12.81
250	125	27.5	1544.56	50 x 31	31 x 90	0.08	51.23
	200	26.5	744.70	50 x 15	15 x 90	0.04	25.61
350	200	51.0	2719.08	70 x 39	39 x 110	0.12	76.84
	300	45.5	1077.50	70 x 15	15 x 110	0.05	32.02
400	300	60.0	2311.28	80 x 29	29 x 120	0.10	64.04
	350	60.0	1245.15	80 x 16	16 x 120	0.05	32.02
600	400	137.0	6595.04	120 x 55	55 x 160	0.27	172.89
	450	123.0	5197.37	120 x 43	43 x 160	0.21	134.47
	500	125.0	3639.69	120 x 30	30 x 160	0.15	96.05
700	500	189.0	7920.20	140 x 57	57 x 180	0.32	204.91
	600	166.0	4306.01	140 x 30	31 x 180	0.17	108.86

FACTOR DE COSTO = Q. 640.35

T A B L A 2.20
REDUCIDORES

AREA/4 CM2	LADOS/4 S CMS I	VOLUMEN/4 M3	COSTO/4 Q	AREA/2 CM2	LADOS/2 S CMS I	VOLUMEN/2 M3	COSTO/2 Q
758	33 33 23 63	0.05	32.02	759	34 34 23 63	0.05	32.02
1326	44 44 30 70	0.08	51.23	1340	45 45 30 70	0.08	51.23
2068	55 55 38 78	0.11	70.44	2087	56 56 38 78	0.11	70.44
2975	66 66 45 85	0.15	96.05	2998	67 67 45 85	0.15	96.05
4048	77 77 53 93	0.20	128.07	4078	78 78 53 93	0.20	128.07
5284	88 88 60 100	0.25	160.09	5320	89 89 60 100	0.25	160.09
6685	99 99 68 108	0.30	192.11	6726	100 100 68 108	0.37	192.11
8249	110 110 75 115	0.37	236.93	8298	111 111 75 115	0.51	236.93
11873	132 132 90 130	0.51	325.78	11936	133 133 90 133		326.58

FACTOR DE COSTO = Q 640.35

T A B L A 2.23
TUBERIAS