

NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

NDI-SE-AA-017

**CRITERIOS DE DISEÑO DE ANCLAJES, APOYOS Y
SOPORTES EN REDES DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO**



Código	NDI-SE-AA-017
Estado	VIGENTE
Versión	1.0 – 30/04/2014
Fuente	GUENA – EMCALI EICE ESP - DISEÑO
Tipo de Documento	NORMA TECNICA DE SERVICIO
Tema	ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO
Comité	COMITÉ DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	CRITERIOS DE DISEÑO DE ANCLAJES, APOYOS Y SOPORTES EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
---------------	--

ÍNDICE

	Pág.
1. PROLOGO	4
2. OBJETO	5
3. ALCANCE	5
4. DEFINICIONES	5
5. REFERENCIAS NORMATIVAS	5
6. REQUISITOS	5
6.1 GENERALIDADES	5
6.2 EVALUACIÓN DE EMPUJES HIDRAULICOS.	6
6.2.1 Empuje debido a la presión estática.	6
6.2.2 Empuje debido a la presión dinámica	8
6.2.3 Empuje hidráulico total	8
6.3 DISEÑO DE ANCLAJES	8
6.3.1 Diseño de los bloques de anclajes en concreto	8
6.3.2 Resistencia a fricción suelo tubería.	12
6.3.3 Uniones soldadas	13
6.4 ANCLAJES DE TUBERIAS DE ACUEDUCTO EN PENDIENTES ALTAS	14
6.5 ANCLAJE EN REDES DE ALCANTARILLADO	14
6.6 APOYOS Y SOPORTES	14
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
8. ANEXOS	17

1. PROLOGO

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento mediante la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2. OBJETO

Definir los criterios para el cálculo y diseño de anclajes para tuberías en los sistemas de acueducto y alcantarillado construidos por o para EMCALI EICE ESP.

3. ALCANCE

Esta norma establece las consideraciones y formulaciones básicas para el diseño de anclajes de tuberías y accesorios para las redes de acueducto y alcantarillado requeridos para la construcción y el mantenimiento para EMCALI EICE ESP.

4. DEFINICIONES

4.1. ANCLAJE DE TUBERÍA

Apoyo de una tubería para soportar los empujes hidráulicos o para redistribuir esfuerzos al terreno.

4.2. SOPORTES

Son los elementos usados para soportar la tubería cuando sea necesario instalarla a través de canales, cañadas, ríos u otro tipo de obstáculos.

5. REFERENCIAS NORMATIVAS

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP.

- Rellenos. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-012)

6. REQUISITOS

6.1 GENERALIDADES

En las redes de acueducto o alcantarillado pueden presentarse fuerzas no balanceadas de empuje hidráulico.

En redes de acueducto (tuberías que trabajan a presión) estas fuerzas aparecen:

- En cada cambio de dirección (vertical , horizontal o compuesto)
- En cada cambio de diámetro (reducciones)
- En cada extremidad (tapones)
- En tramos de tuberías de acueducto con pendientes altas

En redes de alcantarillado (tuberías que trabajan sin presión) las fuerzas de empuje aparecen en las zonas de alta pendiente, mayor a 20% para tubería aéreas, y mayor a 25% para tubería enterrada.

Estos empujes dependen de los siguientes parámetros:

- Presión interna máxima de la tubería (presión de prueba)
- Área de la sección del tubo
- Radio de curvatura de la tubería
- Cabeza de velocidad

Los empujes mencionados deben equilibrarse con el fin de evitar colapsos o desprendimientos de accesorios de la tubería por uno de los siguientes métodos:

1. Para tuberías a superficie, la restricción a empuje es provista por el peso muerto y la resistencia por fricción y la resistencia pasiva del suelo. Para lo anterior, se incorporan bloques de anclaje de concreto que incrementan el peso muerto o el área de resistencia del suelo.

La resistencia pasiva del suelo solo se debe considerar en suelos inalterados.

2. Para tuberías enterradas, el empuje resultante de una deflexión angular puede ser resistido por su propio peso y por el esfuerzo de fricción, en esta forma una restricción adicional sería innecesaria.

Las reducciones y las Yees laterales son casos especiales donde el empuje longitudinal es resistido frecuentemente por compresión o empuje de la tubería.

3. Otra forma de resistir el empuje es utilizando juntas acerrojadas, bridadas o soldadas, para lo cual se deberá presentar los diseños de dichos anclajes con las correspondientes memorias de cálculo para cada tipo de cimentación de la tubería, donde se tenga en cuenta la geometría y especificaciones de los materiales de las tuberías y uniones.

6.2 EVALUACIÓN DE EMPUJES HIDRAULICOS.

6.2.1 Empuje debido a la presión estática.

Es el Empuje producido por la columna de agua en un punto determinado, como si aguas abajo del sitio de interés existiera una válvula y estuviera cerrada.

En el Anexo 1 se ilustra para diferentes accesorios los diagramas de fuerza debidos a la presión hidrostática

Del análisis de los diagramas de fuerza enseñados en el Anexo 1, se tiene:

El empuje hidrostático para cada uno de los accesorios está determinado por las siguientes expresiones:

1. Codos :

$$T_1 = 2 * P * A * \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

Donde:

T_1 = Empuje Hidrostático en Ton

P = Presión media del agua = $\gamma \cdot H$ en Ton / m²

γ = Peso específico del agua; en Ton/m³

H = Altura de columna de agua o diferencia de nivel entre el nivel de agua y el codo (altura estática), en metros (m).

A = Sección transversal del tubo en m²:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

D = Diámetro del tubo, en metros (m)

Θ = ángulo de deflexión, en grados

2. Tee, tapones y Yee Lateral.

$$T_1 = P * A$$

En el caso de las Tee el área es la correspondiente a la de la tubería que se deriva.

En el caso de las Yee Lateral, el área es la correspondiente al área de la tubería de la derivación.

3. Reducciones.

$$T_1 = P * (A_1 - A_2),$$

Siendo A_1 el área de mayor sección de la reducción y A_2 el área de la menor sección de la reducción.

4. Yees Dobles.

$$T_1 = 2 PA_2 \cos \Theta / 2 - PA_1$$

Se asume que las dos derivaciones tienen igual ángulo e igual diámetro.

6.2.2 Empuje debido a la presión dinámica

Es el Empuje producido por el cambio en la cantidad de movimiento al darse un cambio en la dirección de velocidad.

El empuje hidrodinámico está determinado por la siguiente expresión:

$$T_2 = 2 * \gamma * A * \text{sen} \frac{\theta}{2} * \frac{V^2}{g}$$

Donde:

T_2 = Empuje Hidrodinámico.

V = Velocidad de la masa de agua en la sección del tubo en m/seg

g= Aceleración de la Gravedad en m²/s

6.2.3 Empuje hidráulico total

El empuje total es la suma del empuje hidrostático más el empuje hidrodinámico.

En el caso de los codos se tiene:

$$E = T_1 + T_2 = 2 * \gamma * A * \text{sen} \frac{\theta}{2} \left(H + \frac{V^2}{g} \right)$$

Nota: Para velocidades del flujo menores que 4 m/s, el empuje hidrodinámico es pequeño comparado con el empuje hidrostático y generalmente es despreciado.

6.3 DISEÑO DE ANCLAJES

Los esfuerzos que resultan del empuje del fluido transportado, se pueden equilibrar con:

- Bloques de anclajes en concreto
- Resistencia a fricción suelo-tubería
- Uniones soldadas a lado y lado de los accesorios

6.3.1 Diseño de los bloques de anclajes en concreto

Los bloques de concreto se deben calcular para soportar esfuerzos debidos al empuje hidráulico, el cual se debe a la presión hidrostática e hidrodinámica.

Para el diseño de los anclajes se deben considerar además los siguientes aspectos:

- Configuración de la tubería
- Resistencia y naturaleza del suelo (efectos de fricción y la resistencia del terreno de apoyo)
- Presencia del nivel freático.

➤ **Efecto de Subpresión por la presencia de aguas subterráneas**

En caso de que el nivel freático esté por encima de la cota superior de anclaje definida en el diseño, se recomienda tomar una de las siguientes medidas constructivas:

- Construcción filtros de subdrenaje
- Aislamiento de anclajes utilizando geotextiles que no permiten el paso de agua

6.3.1.1 Anclajes en curva horizontal

El empuje lo deben soportar la fricción del terreno, el peso del bloque de concreto y la presión del terreno sobre el anclaje en caso de que éste se halle enterrado. (Ver Anexo 2)

Para este caso la ecuación de equilibrio estático está dada por:

$$E = \mu * W + (\frac{1}{2} * L * \sigma' (h_2^2 - h_1^2)), \text{ Donde}$$

E = Empuje a resistir (Ton)

$$E = T_1 + T_2$$

W = Peso de anclaje (Ton)

σ = Capacidad última promedio pasiva del terreno natural en la altura del anclaje (Ton/m²)

σ' = Capacidad admisible promedio pasiva del terreno natural en la altura del anclaje

$$(\sigma' = \sigma / F.S.) \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

μ = Coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto

L = Ancho de anclaje (m)

h = Altura de anclaje (m)

h_1 = Altura desde el nivel del terreno hasta parte superior del anclaje. (m).

h_2 = Altura desde el nivel del terreno hasta fondo del anclaje. (m).

Generalmente se usa un factor de seguridad, FS, de 2.0, y éste es el recomendado.

Nota: Se recomienda usar los coeficientes de fricción entre el suelo y el concreto indicados en la Tabla 1

Tabla 1. Valores del coeficiente de fricción

Contacto del concreto con	μ
Arcilla húmeda	0.30
Arcilla seca	0.50
Arena	0.40
Grava	0.60

➤ **Esquemas Tipo**

En los Anexos 3.1 y 3.2 se presentan, como referencia, las dimensiones tipo para bloques de concreto a utilizar en sistemas de acueducto, para tuberías de diámetros menores o iguales a 10" y condiciones de presión de 150 PSI (10.5 Mpa.), para diferentes tipos de accesorios; asumiendo cobertura mínima de relleno por encima del anclaje de 1.0 m.

Para diámetros y condiciones de presión mayores se deberá presentar el diseño y la memoria de cálculo respectiva.

6.3.1.2 Anclajes en curvas verticales.

En las curvas verticales en las cuales se presentan componentes horizontal y vertical del empuje, (Ver Anexo 4) las ecuaciones de equilibrio se deben cumplirse en las dos direcciones.

En este caso el terreno natural debe resistir la suma del empuje total más el peso W del bloque de anclaje. (Ver Anexo 4).

➤ Para las curvas verticales inferiores las ecuaciones de equilibrio son:

$$E_v = W - B \cdot L \cdot \sigma_a$$

$$E_h = \mu(W - E_v) + \left(\frac{1}{2} \cdot B \cdot \sigma' (h_2^2 - h_1^2)\right)$$

Donde:

$$E_v = \text{Componente vertical del empuje} = E \cdot \cos \frac{\theta}{2}$$

$$E_h = \text{Componente horizontal del empuje} = E \cdot \sin \frac{\theta}{2}$$

B= Ancho del bloque (m).

L= Longitud del bloque (m).

σ' = Capacidad admisible promedio pasiva del terreno natural en la altura del anclaje. (ton/m²)

σ_a = Capacidad portante admisible del terreno natural (ton/m²)

Como recomendación se tiene que la distancia entre la superficie de contacto con el accesorio y la de apoyo sobre el terreno estará regida por el mayor momento flector producido sobre esta última, pero nunca será menor que la dada por la siguiente expresión:

$$L = E / (Wp * V)$$

Donde:

L = longitud del anclaje en cm.

E = empuje total en Kg.

Wp = perímetro del bloque en contacto con el terreno en cm.

V = esfuerzo cortante unitario del concreto en Kg/cm²

➤ Para las curvas verticales superiores las ecuaciones de equilibrio son:

$$E_v = W + F.$$

$$E_h = \mu(W - E_v) + R_p$$

Donde:

R_p = Resistencia Pasiva del Suelo = $\frac{1}{2} * B * \sigma' (h_2^2 - h_1^2)$

F = Resistencia presión activa del suelo en las caras del bloque = $2F' = \frac{1}{2} C' \cdot \gamma \cdot (h_2^2 - h_1^2) \cdot 2 \cdot (B + L) \cdot \mu$

C' = Coeficiente de fricción activa del suelo = $\tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$

El bloque de anclaje se recomienda fijarlo al accesorio por medio de amarras de acero diseñadas consistentemente.

6.3.1.3 Criterios Complementarios

Adicional al cumplimiento de la ecuación de equilibrio estático en el diseño de los bloques de anclaje se deberán efectuar los siguientes chequeos:

-**Chequeo al deslizamiento:** Factor de seguridad mayor o igual a 1.50.

-**Chequeo al volcamiento:** Factor de seguridad mayor o igual a 1.50

- **Chequeo de área de apoyo:**

El área de apoyo del anclaje sobre el terreno, en m², es:

$$A_{apoyo} = \frac{E}{r}$$

Siendo E el empuje total en Ton y r la capacidad admisible promedio pasiva del terreno natural en la altura del anclaje en Ton/m².

$$A_{\text{apoyo}} = L \cdot h$$

-**Volumen del bloque:** mayor o igual a $0,1 \cdot E/D$

Donde

D=Densidad del concreto

-Resistencia del concreto: 21 MPa (3000 psi)

En casos especiales, cuando se requiera, la resistencia del concreto puede incrementarse.

En los casos que el empuje transmitido supere la resistencia a compresión del macizo de concreto, se deberá complementar el macizo con armadura mínima.

En curvas verticales, es posible la complementación de los bloques de concreto con pilotes o con amarras de acero. Condiciones que deben evaluarse como alternativas en el desarrollo del diseño.

6.3.2 Resistencia a fricción suelo tubería.

En curvas largas la deflexión angular se logra con las juntas de unión entre los tramos de las tuberías de longitud estándar.

El empuje en estos casos, es resistido por la fricción en el tubo en la parte superior y en la parte inferior (Ver Anexo 5), la fricción total desarrollada es igual al empuje y actúa en dirección opuesta a este, de modo que una resistencia adicional no se requiere cuando se cumple:

$$E \leq \mu * L_p * (W_p + W_w + 2W_r), \text{ y por lo tanto se debe cumplir:}$$

$$L_p \geq \frac{E}{\mu * (W_p + W_w + 2W_r)}, \text{ donde}$$

L_p = Longitud de la tubería empleada, (m)

μ = Coeficiente de fricción (adimensional) entre el suelo y la tubería. Como referencia usar valores de tabla No.1

W_p = Peso de la tubería (Ton/m)

W_w = Peso del agua en la tubería (Ton/m)

W_r = Carga de relleno (Ton/m)

Δ = Deflexión del ángulo entre tubos. (Grados)

La carga de relleno, puede ser valorada por la ecuación de Marston:

$$W_r = C_i * w * B_c^2$$

O de forma más conservadora se puede asumir como igual al peso del prisma de suelo sobre la tubería:

$$W_r = w * B_c * H$$

Donde:

w = Peso unitario del relleno (Ton/m³)

B_c = Diámetro exterior de la tubería (m)

H = Altura del relleno (m)

C_i = Coeficiente de Marston, que se define por medio de las gráficas en función de relación H/B

6.3.3 Uniones soldadas

En los casos que se describen a continuación puede resultar más conveniente el diseño de los anclajes con uniones soldadas o acerrojadas, para resistir los empujes producidos en las tuberías a presión, principalmente en las curvas:

- Cuando existen limitaciones por el espacio disponible
- Cuando el mal comportamiento del suelo de fundación imposibilita la construcción de los bloques de concreto

La restricción de empujes en estos casos debe diseñarse siguiendo los siguientes pasos:

1. Determinación del empuje total a ser resistido.
2. Cálculo de la longitud de tubería rígida o a acerrojar, requerida a lado y lado de la curva.

En el caso de tuberías con uniones soldadas o acerrojadas a lado y lado de la curva (Ver Anexo 6), la ecuación de equilibrio es la siguiente:

$$E = F_f = 2 \cdot \mu * L_p * (W_p + W_w + 2W_r), \text{ y por lo tanto se debe cumplir:}$$

$$L_p \text{ mínimo} = \frac{E}{2 \cdot \mu * (W_p + W_w + 2W_r)}, \text{ Donde}$$

F_f = Fuerza de resistencia por fricción.

Θ = Angulo de la curva o codo. (grados)

Para los casos de tuberías de acero o CCP adicional al cumplimiento de la ecuación de equilibrio, se deben efectuar los siguientes chequeos:

- Evaluación de la longitud requerida de área de acero y espesor del cilindro para cada sección de tubería que debe soldarse.
- Determinación de espesor requerido de la campana para cada sección de tubo que debe rigidizarse.
- Cálculo de la soldadura en cada unión soldada.

6.4 ANCLAJES DE TUBERIAS DE ACUEDUCTO EN PENDIENTES ALTAS

Cuando el valor de la pendiente a la cual se instala una tubería, es mayor que el ángulo de rozamiento existente entre el suelo y la tubería, existe el riesgo de deslizamiento. Los bloques de anclajes situados tras las campanas, que están dirigidas aguas arriba, permiten evitar ese riesgo.

El valor del esfuerzo de deslizamiento E a soportar por el bloque se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E = 9.8 * M * (\text{Sen } \Theta - \text{Tg } \Phi \text{ Cos } \Theta)$$

Donde:

E = empuje en Ton.

M = Masa total (tubo +agua), en Ton, del tramo de tubería situado entre dos bloques de anclaje

Θ = ángulo formado por la tubería y la horizontal

Φ = ángulo de rozamiento entre la tubería y el terreno

En tramos aéreos $\text{Tg } \Phi = 0$, reduciéndose la expresión a:

$$E = 9.8 * M * \text{Sen } \Theta$$

En el Anexo 7 se presenta esquema de anclaje tipo en redes de con pendientes altas.

6.5 ANCLAJE EN REDES DE ALCANTARILLADO

En el Anexo 8 se presentan los anclajes o collares tipos para tuberías de alcantarillado en altas pendientes.

En términos generales se recomienda la utilización de estos anclajes en concreto de resistencia mínimo de 210 Mpa (3000 psi), cuando las pendientes sean mayores o iguales a 6.7:1 (15%).

6.6 APOYOS Y SOPORTES

Hay ocasiones en que es necesario instalar tubería a través de canales y/ o, siendo indispensable soportarlas mediante alguna estructura que garantice su estabilidad. Así mismo has casos en que se debe instalar la tubería sobre el nivel de terreno o aéreas; siendo necesario fijar los tubos en elementos que sirvan de apoyo.

En el Anexo 9 se presenta un esquema tipo de apoyos para tuberías aéreas.

En estos casos la tubería se colocará sobre apoyos de concreto con la cimentación adecuada a las necesidades de la instalación; el cálculo de sus dimensiones y refuerzo estructural deberá efectuarse en cada caso teniendo en cuenta las cargas y características del terreno, determinadas en el estudio geotécnico.

El espaciamiento de los apoyos depende de la tubería que se utilice, pues sus longitudes varían entre los diferentes tipos de materiales.

➤ **TUBERÍA DE ACERO**

Para tuberías de acero, en el dimensionamiento de los apoyos se debe establecer de antemano que el ángulo de contacto entre el tubo y el apoyo son 120 grados.

La distancia entre apoyos puede calcularse mediante la siguiente expresión para tuberías de diámetros mayor que 24" y esfuerzo de diseño del acero a 500 PSI.

$$L = [(7500 dt) / (32t + d)]^{0.5}$$

Donde:

L= Distancia entre apoyos, en pies.

d= Diámetro de la tubería, en pulgadas.

t= Espesor de la lámina de acero, en pulgadas

➤ **TUBERÍAS DE CLORURO DE POLIVINILO (P.V.C)**

Bajo ninguna circunstancia se permitirá el uso de tubería de PVC sobre el nivel del terreno.

SOPORTES O VIADUCTOS

Son los elementos usados para soportar la tubería cuando sea necesaria instalarla a través de canales cañadas, ríos u otro tipo de obstáculos.

Para cada caso particular deberá efectuarse y presentar a EMCALI EICE ESP para su revisión y aprobación, el cálculo de sus dimensiones y refuerzo estructural acorde con la Norma NSR -10 o la vigente y el RAS vigente; teniendo en cuenta las cargas y características del terreno, determinadas en el estudio geotécnico.

Para ello se pueden considerar vigas en concreto, columnas o apoyos, soportes mediante cables de tensión o combinación de estos métodos.

En el Anexo 10 se presentan esquemas donde indican los elementos de fijación a estructuras de concreto necesarios para instalar la tubería.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Base science concept and applications thrust-control. Denver : AWWA. 1980. (AWWA). p. 465-475

AMERON. Concrete cylinder pipe. Design manual 303. U.S.A.: Ameron, 1988

AZEVEDO NETTO, J. M. y ACOSTA, Guillermo. Manual de hidráulica. México: Editora Edgard Blueher, 1973. p. 231-235

CORCHO ROMERO, Freddy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio. Acueductos. Teoría y diseño. Medellín: Universidad de Medellín, Departamento de Publicaciones, 1993. p. 271-276

GARAVITO, Luis Felipe. Diseño de acueductos y alcantarillados. Bogotá: Universidad Javeriana, 1970. p. 76-79

H.G. POULOS & E.H. DAVIS. Pile foundation analysis and design. New York: John Wiley & Sons. 1980. p. 20

KUBOTA. Ductil Iron Pipe Line – Design Manual. p.50-60.

LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. p.184-187

NAVFAC. Foundations and earth structures. Alexandria, Virginia: Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command, DM 7.2. 1982. p. 235

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

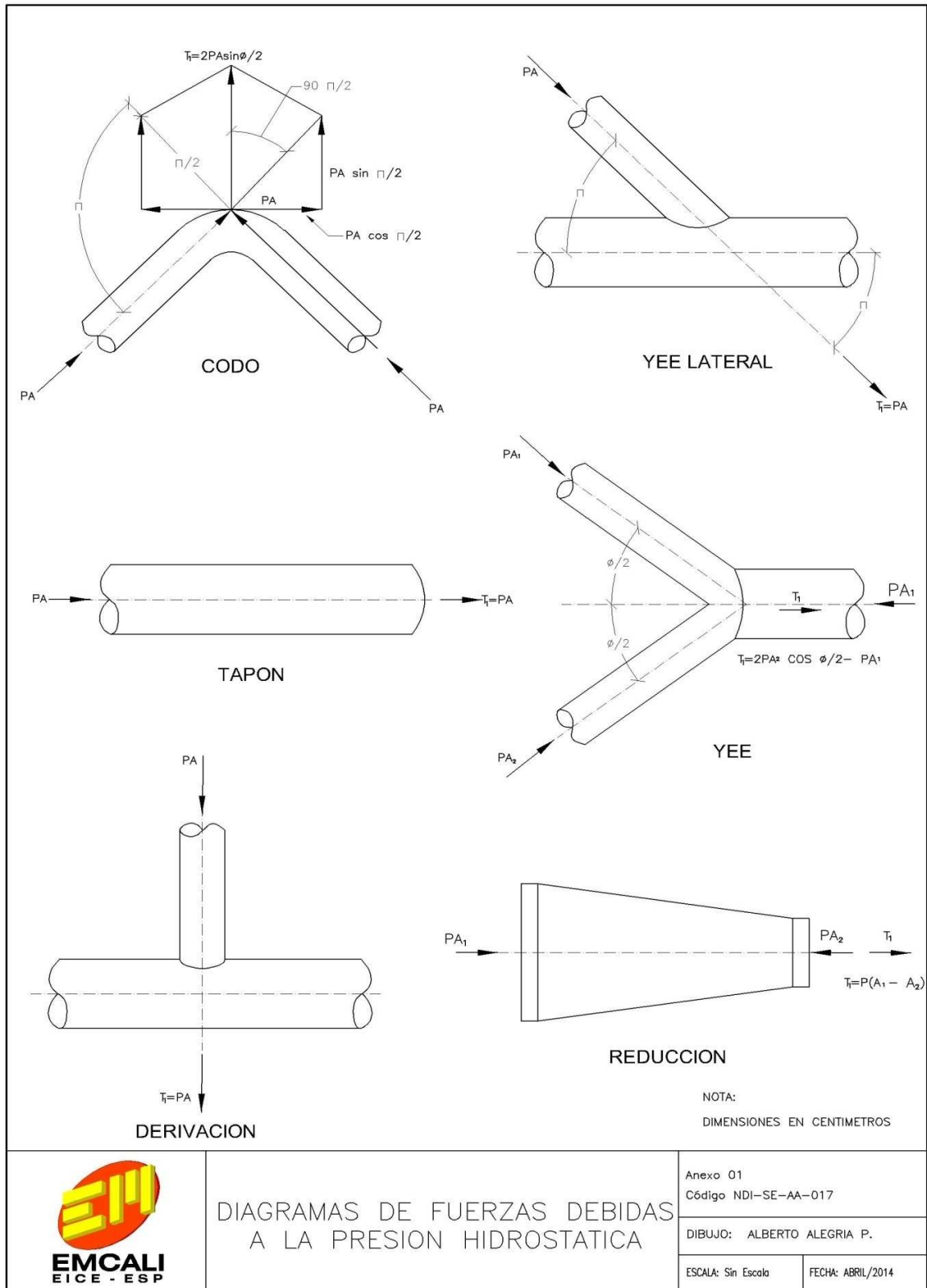
Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.

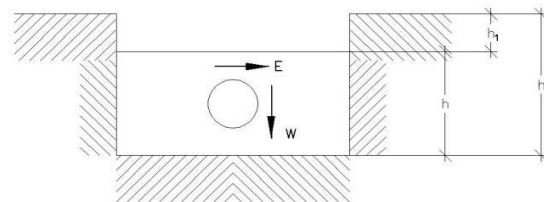
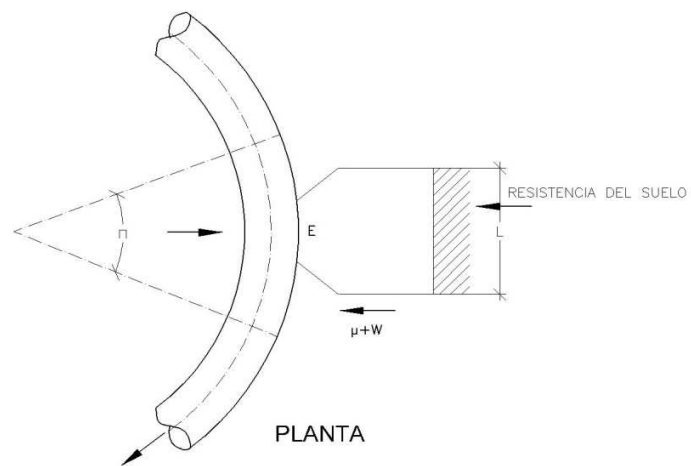
PONT-A-MOVSSON. Canalizaciones fundición dúctil. Paris : Pont-A-Movsson, 1985. p. 121-187

SHAMSHER PRAKASH & HAR SHARMA. Pile foundations in engineering practice. New York: John Wiley & Sons. Inc, 1990. p.306

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

8. ANEXOS





CURVA HORIZONTAL

NOTA:
DIMENSIONES EN CENTIMETROS



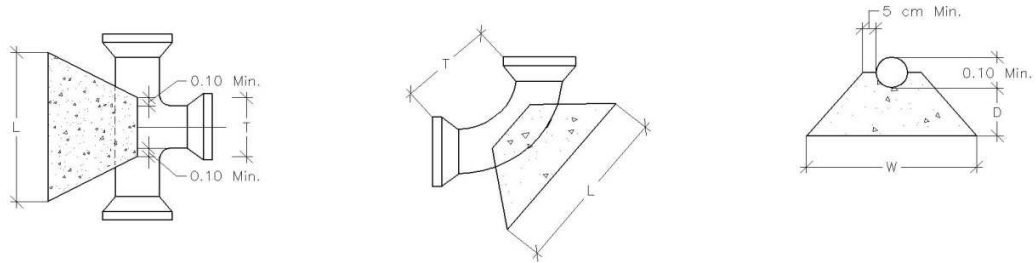
ESQUEMAS DE BLOQUES DE ANCLAJE EN CURVAS HORIZONTALES

Anexo 02
Codigo NDI-SE-AA-017

DIBUJO: ALBERTO ALEGRIA P.

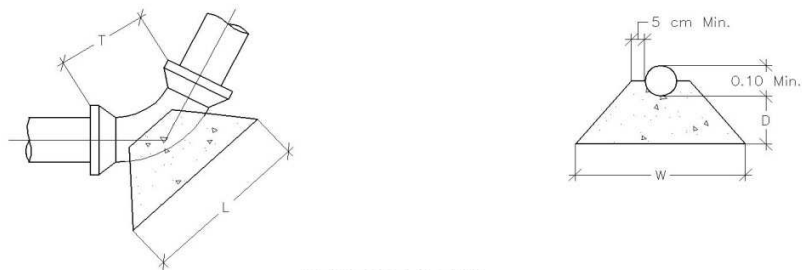
ESCALA: Sin Escala

FECHA: ABRIL/2014



CURVAS DE 90° Y TEES

DIAM. (Pulg)	RESISTENCIA DEL SUELO ≥2 Kg/cm ²				RESISTENCIA DEL SUELO 1 Kg/cm ²				RESISTENCIA DEL SUELO 0,5 Kg/cm ²			
	D	L	W	T	D	L	W	T	D	L	W	T
3"	25	20	20	15	25	30	25	15	25	45	30	15
4"	25	30	20	20	25	40	30	20	25	60	40	20
6"	30	50	30	25	30	60	45	25	30	90	60	25
8"	30	65	40	35	30	90	55	35	30	140	70	35
10"	30	80	50	45	30	95	80	45	30	170	90	45



CURVAS DE 45°

DIAM. (Pulg)	RESISTENCIA DEL SUELO ≥2 Kg/cm ²				RESISTENCIA DEL SUELO 1 Kg/cm ²				RESISTENCIA DEL SUELO 0,5 Kg/cm ²			
	D	L	W	T	D	L	W	T	D	L	W	T
3"	15	20	20	15	15	25	20	15	15	40	20	15
4"	15	20	20	20	15	30	25	20	15	55	25	20
6"	15	30	30	25	15	45	35	25	15	75	40	25
8"	15	40	35	35	15	65	40	35	20	95	55	35
10"	15	55	40	40	15	95	45	40	20	120	70	40

NOTAS:
 -Dimensiones en centímetros
 -Presión asumida: 150 PSI (10,5 MPA)
 -Para las "Teas" el valor de "T" deberá incrementarse en 0,20 m
 -En las "Teas" el diámetro usado es el de la derivación



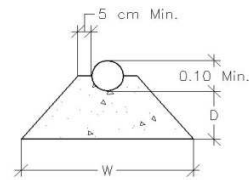
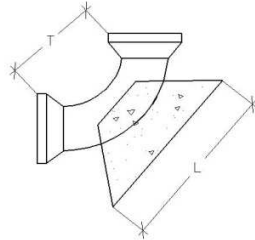
DIMENSIONES TIPO DE BLOQUES DE CONCRETO

Anexo 3.1
Codigo NDI-SE-AA-017

DIBUJÓ: S. BENITEZ

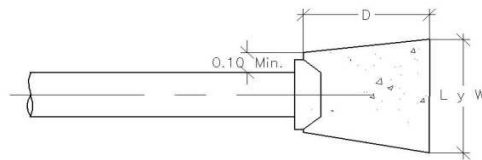
ESCALA: Sin Escala

FECHA: MARZO/2014



CURVAS DE 22.5° Y 11.25°

DIAM. (Pulg)	CURVAS DE 22,5°								CURVAS DE 11,25°			
	RESISTENCIA DEL SUELO ≥1 Kg/cm ²				RESISTENCIA DEL SUELO 0.5 Kg/cm ²				RESISTENCIA DEL SUELO ≥0,5 Kg/cm ²			
	D	L	W	T	D	L	W	T	D	L	W	T
3"	15	20	20	15	15	20	20	15	15	15	20	15
4"	15	25	25	20	15	30	25	20	15	25	25	20
6"	15	30	35	25	15	45	35	25	15	30	35	20
8"	20	40	40	35	20	70	40	35	15	35	40	30
10"	20	50	45	40	20	80	55	40	15	40	45	35



TAPONES

DIAM. (Pulg)	TAPONES					
	RESISTENCIA ≥2 Kg/cm ²		RESISTENCIA 1 Kg/cm ²		RESISTENCIA 0.5 Kg/cm ²	
	D	L y W	D	L y W	D	L y W
3"	10	20	10	25	15	35
4"	15	20	15	30	20	45
6"	15	35	15	45	20	65
8"	15	40	15	60	20	80
10"	15	55	15	75	20	105

NOTAS:
-Dimensiones en centímetros
-Presión asumida: 150 PSI (10.5 MPA)



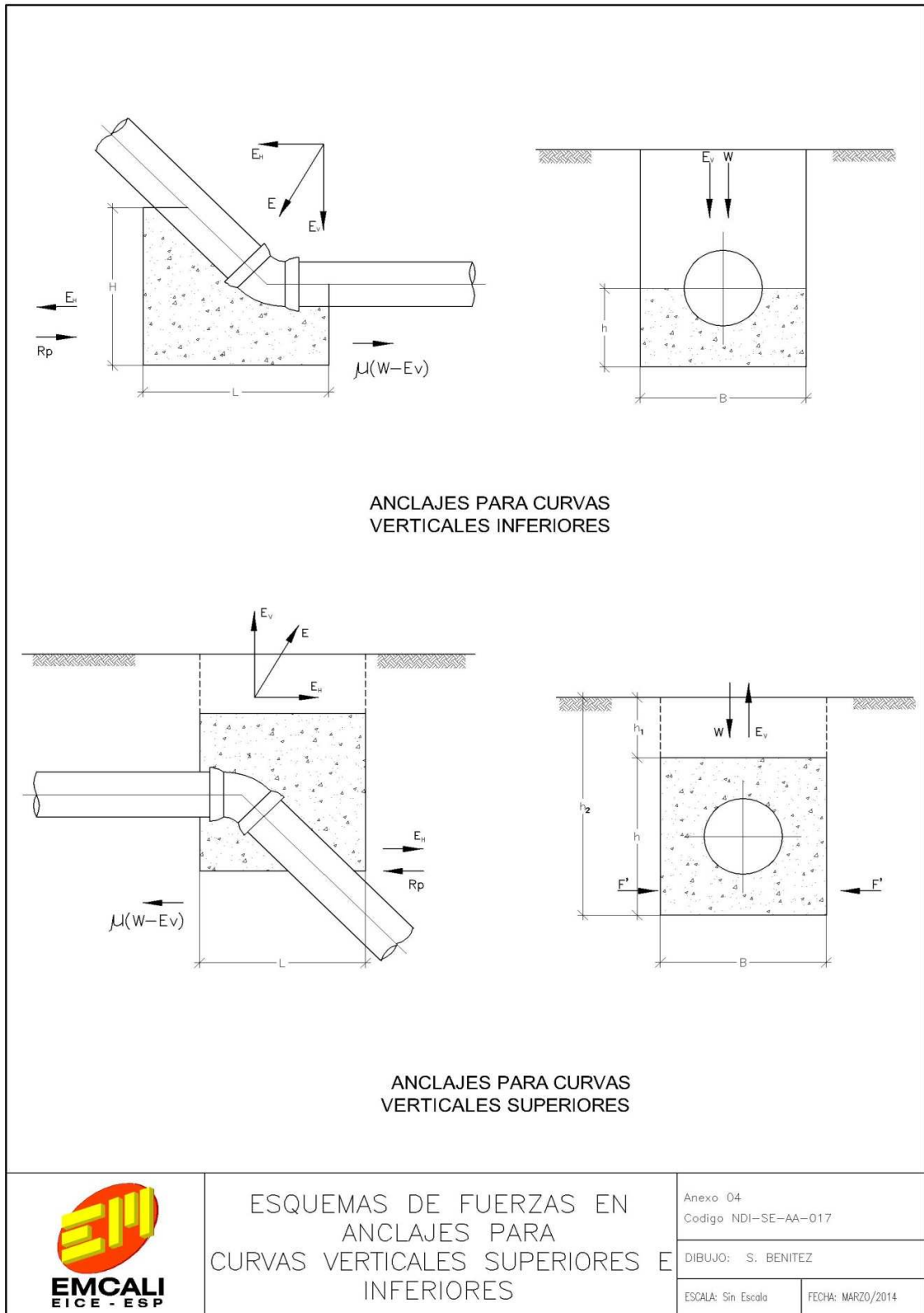
DIMENSIONES TIPO DE BLOQUES DE CONCRETO

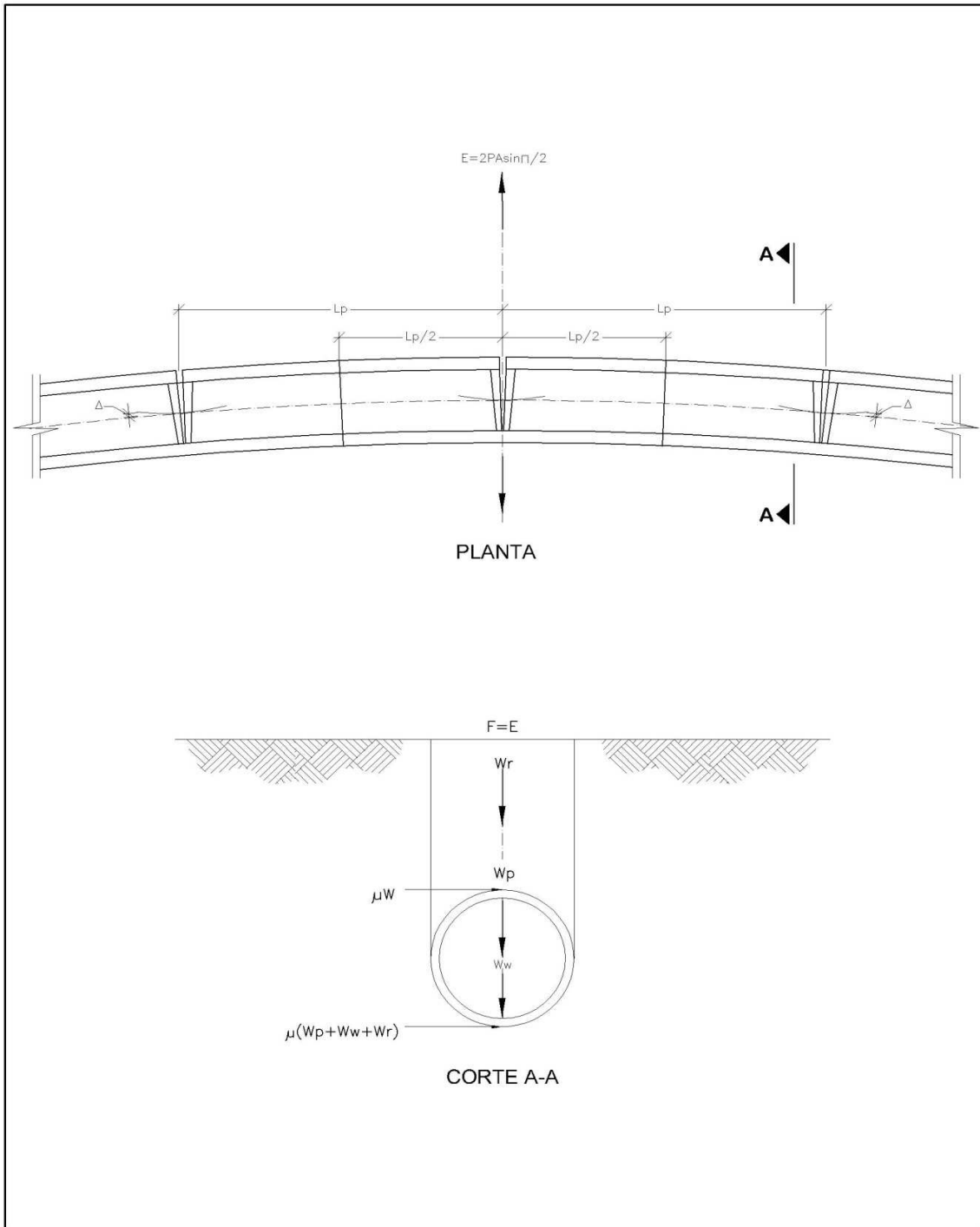
Anexo 3.2
Codigo NDI-SE-AA-017

DIBUJO: S. BENITEZ

ESCALA: Sin Escala

FECHA: MARZO/2014



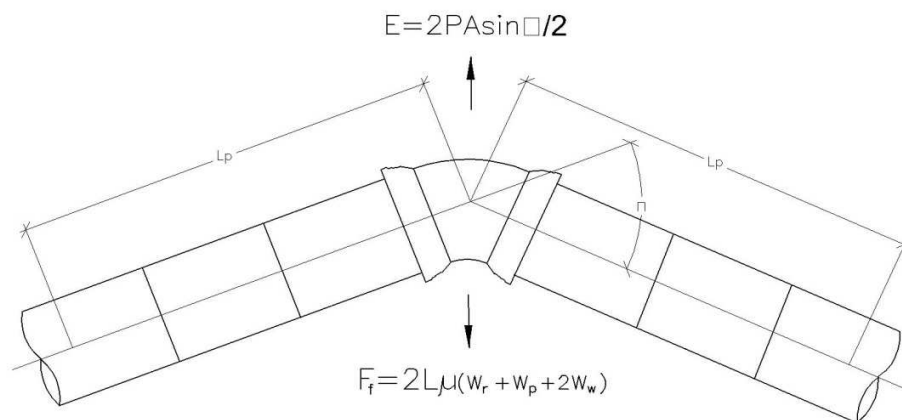


RESTRICCIONES AL ANCLAJE
EN CURVAS LARGAS

Anexo 05
Codigo NDI-SE-AA-017

DIBUJO: ALBERTO ALEGRIA P.

ESCALA: Sin Escala FECHA: ABRIL/2014



RESTRICCIONES ANCLAJE EN TUBERIAS SOLDADAS O ACERROJADAS

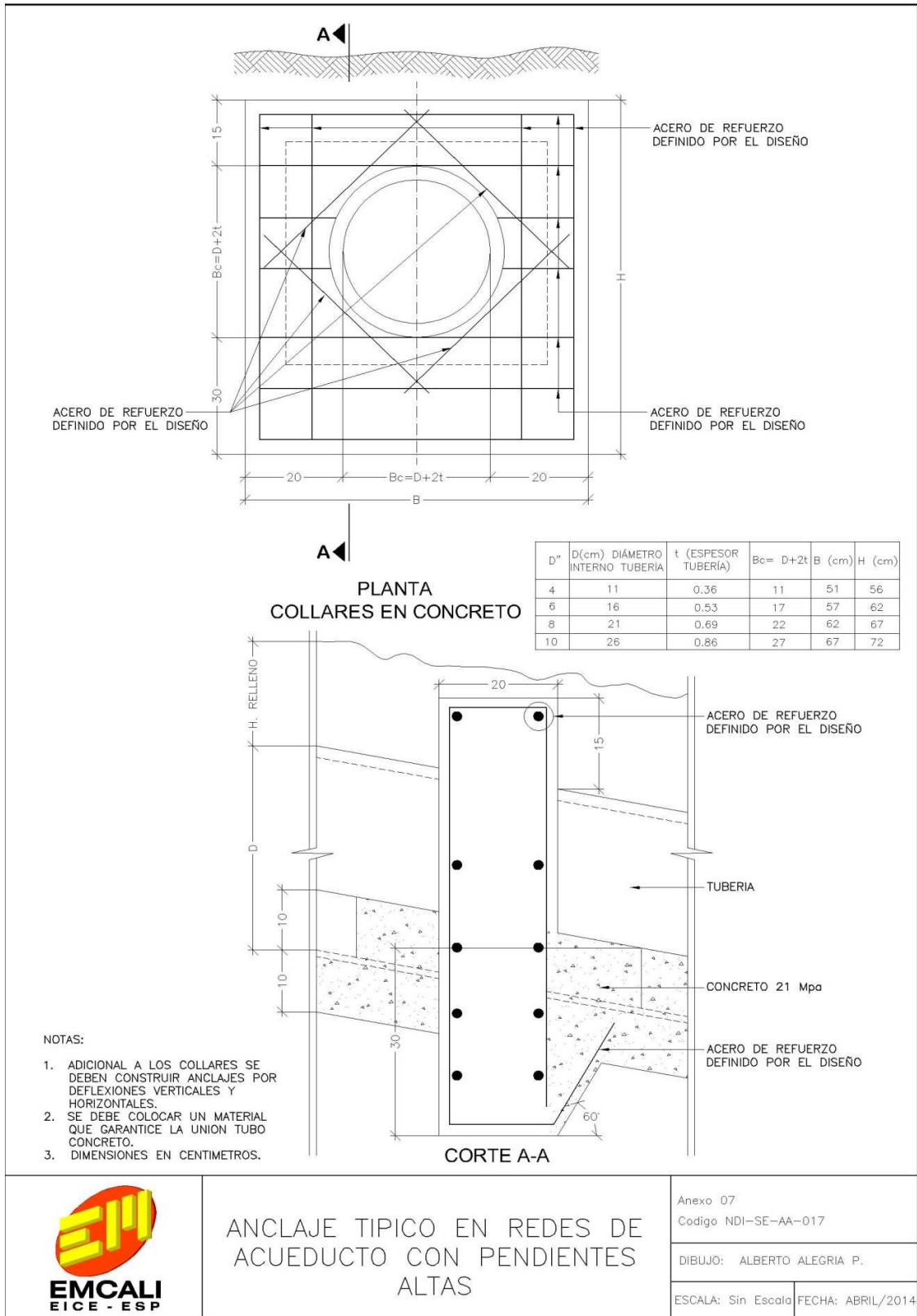


ESQUEMA RESTRICCION ANCLAJE EN TUBERIAS SOLDADAS O ACERROJADAS

Anexo 06
Codigo NDI-SE-AA-017

DIBUJO: S. BENITEZ

ESCALA: Sin Escala FECHA: MARZO/2014

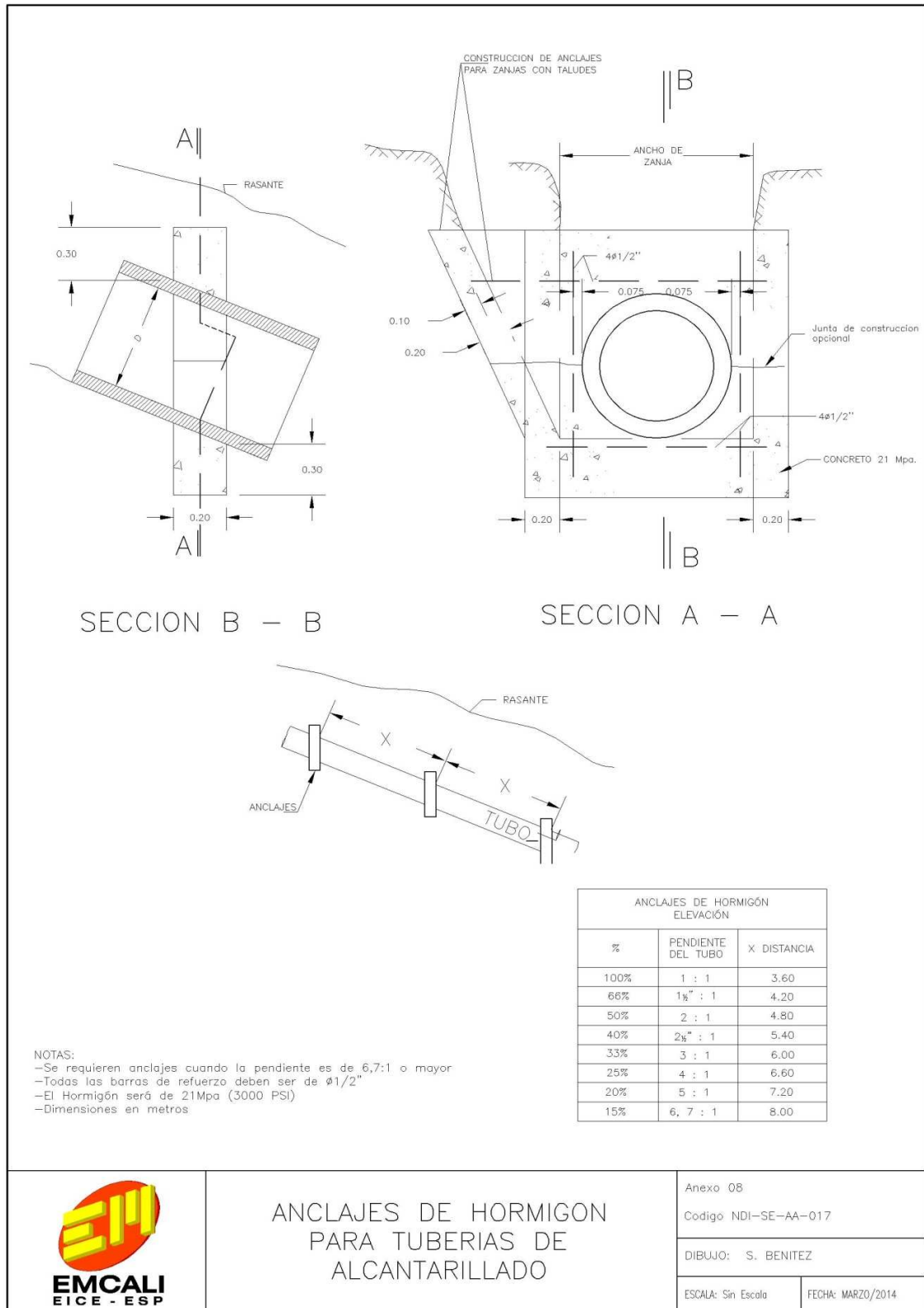


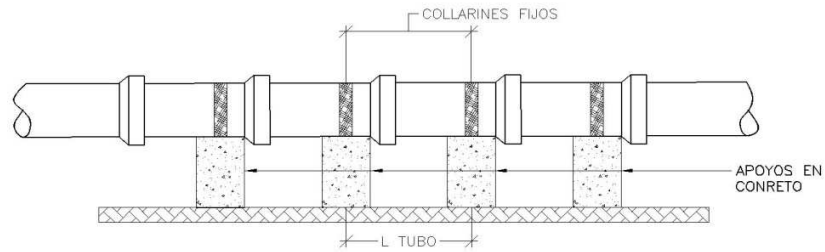
ANCLAJE TÍPICO EN REDES DE ACUEDUCTO CON PENDIENTES ALTAS

Anexo 07
Codigo NDI-SE-AA-017

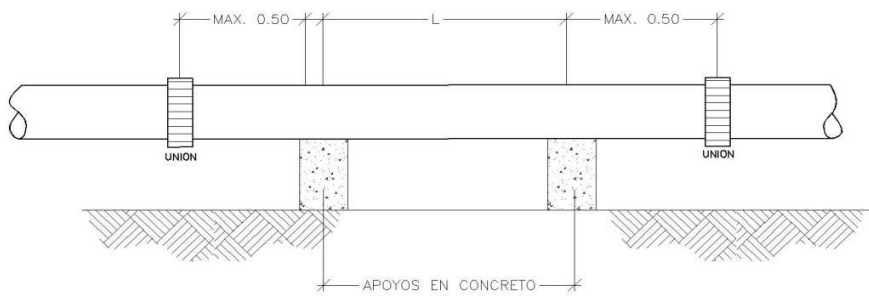
DIBUJO: ALBERTO ALEGRIA P.

ESCALA: Sin Escala FECHA: ABRIL/2014





TUBERIA HIERRO DUCTIL



TUBERIA CCP



ESQUEMAS DE SOPORTES PARA TUBERIA INSTALADA SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO

Anexo 09
Codigo NDI-SE-AA-017

DIBUJO: S. BENITEZ

ESCALA: Sin Escala

FECHA: MARZO/2014

