

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-013</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 1 DE 16</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1	PÁGINA 1 DE 16		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 1 DE 16								
FECHA: 2009-02-10								

## TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO .....	2
2. DESCRIPCIÓN.....	2
2.1. CAJA PARA SALIDA LATERAL .....	2
3. ALCANCE.....	2
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	3
3.1.1. Condiciones Analizadas.....	3
3.1.2. Datos Mínimos Requeridos en el Diseño Definitivo .....	3
4. DEFINICIONES .....	4
4.1. MATERIALES .....	4
4.2. SUELOS .....	4
5. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.....	4
6. EVALUACIÓN DE CARGAS .....	5
6.1. CARGAS APLICADAS.....	5
6.1.1. I y II, Peso Propio (D).....	5
6.1.2. III Presión del Agua (H).....	5
6.1.3. IV Empuje de Tierras (H) .....	6
6.1.4. V Carga Viva (L).....	6
6.1.5. VI Carga Viva (vehicular) (L).....	6
6.1.6. VII Sobrecarga (L).....	7
6.1.7. VIII Carga Sísmica (hidrodinámica) (E).....	7
6.1.8. IX Carga Sísmica (empuje de tierras) (E) .....	7
6.2. HIPÓTESIS DE CARGAS.....	8
7. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y DISEÑO .....	8
7.1. ESTABILIDAD.....	8
7.2. CONTROL DE AGRIETAMIENTO.....	9
7.3. CUANTÍA MÍNIMA DE REFUERZO A FLEXIÓN.....	9
8. DISEÑO CAJAS SALIDA LATERALS LÍNEA 78” - Rehabilitación.....	9
8.1. REFUERZO MACIZOS DE CONCRETO .....	10
8.2. DISEÑO TAPA CAJA.....	10
8.2.1. Geometría y Datos de Carga .....	10
8.2.2. Diseño a Flexión y Cortante.....	11
8.2.3. Control de Agrietamiento .....	12
8.3. CAJA SALIDA LATERAL (Altura Interna Máxima 4.00m).....	12
8.3.1. Geometría y Dimensiones.....	12
8.3.2. Estabilidad.....	12
8.3.3. Diseño Muros .....	12
8.3.4. Diseño Losa de Fondo .....	12

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b> 1-02-25400-514-2006	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1
		<b>PÁGINA 2 DE 16</b>	
		FECHA: 2009-02-10	

## MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO ESTRUCTURAL CÁMARA DE SALIDA LATERAL Ø12” PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1

### 1. OBJETO

El objeto de la presente memoria es mostrar el análisis y prediseño estructural de los elementos que conforman los típicos de la caja de salida lateral Ø12” a construir del sistema de acueducto de la línea red matriz de 78” TIBITOC – CASABLANCA TRAMO 1, con diámetro interno luego de la rehabilitación de 1.80m (diámetro externo 2.35m).

### 2. DESCRIPCIÓN

La presente memoria reúne el análisis y diseño estructural en concreto reforzado para los elementos y la cimentación de la cámara antes citada.

#### 2.1. CAJA PARA SALIDA LATERAL

La caja para la salida lateral consta de una estructura de concreto reforzado, monolítica, enterrada y con tapa removible y simplemente puesta sobre la caja, la cual tiene dimensiones internas de 1.80 m x 2.00 m de área, con altura máxima 4.00 m y con muros de 40 cm de espesor. La cubierta es una tapa de concreto reforzado de 25 cm de espesor.

### 3. ALCANCE

El estudio comprende la realización del análisis estático ante la acción de las cargas muertas, vivas, hidrostáticas y de empuje de tierras al que estará sometida la estructura y su base.

La caja se diseña como un elemento en concreto reforzado considerando una estructura tipo cajón de placa continua apoyada directamente sobre una mole de concreto reforzado situada directamente sobre la tubería y la cama de la misma. La estructura es monolítica, la tapa es removible.

El análisis y diseño se realizó mediante la utilización de hojas electrónicas, analizando las cargas producidas por el relleno la presión de poros y las cargas vivas.

La estructura se dimensionó para las cargas de trabajo y de acuerdo con las recomendaciones dadas en la norma técnica de servicio NS-002 de la EAAB, además de considerar suelos arcillosos, se toman valores que deben ser corroborados en campo antes de iniciar la ejecución de las obras para garantizar que los parámetros tenidos en cuenta por el diseñador son los adecuados para cada una de las cajas a construir.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b> 1-02-25400-514-2006	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1
		PÁGINA 3 DE 16 FECHA: 2009-02-10	

### 3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La estructura y cada uno de sus componentes se analizan y diseñan de manera que estructuralmente sean estables, capaces de soportar todas las cargas y deformaciones que se presenten durante su construcción y vida útil.

El diseño se realizó de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Norma Técnica NS 002 Versión 3.6 y las disposiciones de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 (Decreto 33 de 1998), el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, el ACI 350 - 2001.

Se diseñó una estructura de concreto reforzado, utilizando un valor típico de módulo de subrasante (Módulo de Balasto horizontal y vertical), además se tienen: un valor estimado de densidad del terreno en condiciones de sumergencia total (Nivel freático en la superficie), una carga incidental o vehicular, esto como factor de seguridad; al ser estas las condiciones más extremas a las que se pueda ver afectada la estructura.

#### 3.1.1. Condiciones Analizadas

Se analiza la caja para las condiciones de suelos definidas en el numeral 4.2 SUELOS, pero estos valores deben ser verificados para cada una de las cajas a construir, ya que el diseño de estos tipos se basan en valores geotécnicos asumidos.

El diseño estructural es para la caja en condiciones de sumergencia y vacía pues esta es la condición de mayor requerimiento, al ser una estructura parcialmente enterrada, se asume que la caja está enterrada.

El análisis de estabilidad contempla la estructura enterrada en un medio saturado para verificar la flotabilidad y la estructura con una carga viva igual a la sobrecarga para la verificación de la capacidad portante.

Por tratarse de una estructura enterrada no se verifica sismo ya que el aporte del mismo es mínimo.

#### 3.1.2. Datos Mínimos Requeridos en el Diseño Definitivo

Como ya se mencionó esta memoria de cálculo es un predimensionamiento de los posibles casos generales que se pueden presentar para estas cajas, por lo tanto el diseño específico de cada caso debe basarse en las consideraciones mostradas a lo largo de este documento.

A continuación se listan los parámetros que deben ser verificados y tenidos en cuenta para el diseño de cada una de las cajas según el tipo que se deba evaluar.

- Nivel Freático: NF.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PRE DISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-013</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 4 DE 16</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1	PÁGINA 4 DE 16		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 4 DE 16								
FECHA: 2009-02-10								

- Coeficiente de presión de tierras en reposo:  $K_0$ .
- Módulo de balasto vertical a nivel de la losa de fondo:  $M_{rv}$ .
- Módulo de balasto horizontal (Porción hincada de las pantallas):  $M_{rh}$ .
- Densidad sumergida del suelo:  $\gamma_d$ .
- Densidad seca del suelo:  $\gamma_t$ .
- Cotas de la tubería línea de 78" o 60" según el caso.

#### 4. DEFINICIONES

##### 4.1. MATERIALES

$f'_c$  : Resistencia nominal del concreto a compresión  
 $f_y$  : Resistencia nominal a la fluencia del acero de refuerzo

##### 4.2. SUELOS

De las exploraciones geotectónicas y geotécnicas se puede determinar que la predominación del perfil en las profundidades mencionadas para las diferentes localizaciones de las cajas tiene tendencia a suelos arcillosos y rellenos arcillosos, estos datos deberán ser revisados en la etapa de diseño final de la estructura para cada una de ellas.

Se generaliza un tipo de suelo, asumido con los siguientes valores característicos los que son relativamente conservadores.

$\gamma$ Suelo Saturado (Asumido)	= 20.00 kN/m <sup>3</sup>
Capacidad Portante Admisible terreno natural (Asumido)	= 130.00 kPa
Coefficiente de Capacidad Activa, $K_a$ (Asumido)	= 0.36
Coefficiente de Reposo, $K_0$ (Asumido)	= 0.70
Módulo de Sub-rasante Vertical $K_r$ (Asumido)	= 8000 kN/m <sup>3</sup>
Módulo de Sub-rasante Horizontal $K_{rh}$ (Asumido)	= 5333 kN/m <sup>3</sup>
Nivel Freático (Asumido)	= 0.00 m

De acuerdo con las normas utilizadas para las condiciones de sismo se puede utilizar como capacidad admisible del suelo hasta una tercera parte mayor a la capacidad dada por el estudio de suelos.

#### 5. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

Concreto Estructural:  $f'_c = 28.00$  MPa (280 Kg/cm<sup>2</sup>).  
Relación agua cemento menor o igual a 0.42

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b> 1-02-25400-514-2006	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PRE DISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1
		PÁGINA 5 DE 16	
		FECHA: 2009-02-10	

Concreto Pobre:  $f'_c = 10.50 \text{ MPa}$  (105 Kg/cm<sup>2</sup>).  
 Como concreto de limpieza para la cimentación  
 Acero de Refuerzo:  $f_y = 420.00 \text{ MPa}$  (4200 Kg/cm<sup>2</sup>).  
 Para diámetros mayores o iguales a 3/8" y mallas  
 electrosoldadas.

## 6. EVALUACIÓN DE CARGAS

Las cargas evaluadas son las cargas debidas al peso propio de la estructura, las cargas impuestas por el terreno y las cargas vivas o transitorias causadas por el transito vehicular, y las fuerzas hidrostáticas actuantes en la estructura, se desprecia la carga debida a los fluidos transportados para las etapas de excavación y construcción de la losa de fondo ya que no intervienen pero se considera la presión hidrostática sobre los muros en la etapa definitiva de la estructura.

### 6.1. CARGAS APLICADAS

Según la normatividad aplicable (Norma Técnica de Servicios NS-002 del la EAAB) en su inciso "4.2.8 Diseño Estructural" establece las siguientes condiciones de carga para tener en cuenta:

#### 6.1.1. I y II, Peso Propio (D)

Concreto Reforzado  $24 \text{ KN/m}^3$  (2.4 Ton/m<sup>3</sup>)

Para la condición de carga muerta se tiene el peso propio del concreto estructural. Para esto se calculan los volúmenes de cada elemento y se halla su peso según la condición analizada.

#### 6.1.2. III Presión del Agua (H)

Para este tipo de cajas la presión de la tubería del acueducto no es importante ya que la salida lateral se debe diseñar mecánicamente para ser auto soportada, además estas salidas están ancladas en un muerto de concreto reforzado.

Para la caja se tiene en cuenta la presión de poros la cual se estima en 10 kPa por cada metro de profundidad.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-013</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 6 DE 16</b> <b>FECHA: 2009-02-10</b>	

#### 6.1.3. IV Empuje de Tierras (H)

Se estima la condición más crítica posible para la estructura en su vida útil, la cual es tener el nivel freático muy cerca a la superficie. Lo cual se logra por el nivel freático generado por posibles fugas y/o el nivel freático natural en algún momento dado.

Se tiene que el esfuerzo efectivo es decir la presión del peso del terreno menos la presión de poros es la presión ejercida por el suelo a la estructura. Para esto se cuenta con dos condiciones la carga vertical y la carga lateral.

Para el cálculo de esfuerzos se tiene:

DATOS DEL SUELO	
Tipo de suelo	Arcillas
Modulo de balasto Horizontal.	7500.00 kN/m <sup>2</sup>
Densidad del suelo $\gamma_{sat}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Densidad del suelo $\gamma_{agua}$	10.00 kN/m <sup>3</sup>
Angulo fricción interna $\phi'$	25.00 °
Coeficiente tierras $K_p$	2.04
Coeficiente de tierras $K_0$	0.70

El esfuerzo efectivo será  $(\gamma_{sat} - \gamma_{agua}) = (20.0 - 10.0) = 10.0$  kPa por cada metro de profundidad. Por lo tanto el esfuerzo vertical sobre la estructura será de 10.0 kPa por cada metro de profundidad. Y el esfuerzo horizontal sobre la estructura será este valor por  $K_0$  y se estima en 7 kPa por cada metro de profundidad.

#### 6.1.4. V Carga Viva (L)

Se estima como carga viva la sobrecarga la cual actuara de forma lateral modifica por  $K_0$  y se tiene que si valor vertical es asimilable a 0.70 m de suelo o relleno.

La sobrecarga vertical será  $= 0.70 * 20.0 = 14.0$  kPa, la sobrecarga horizontal será  $= 0.7 * 14 = 9.80$  kPa.

#### 6.1.5. VI Carga Viva (vehicular) (L)

La carga viva considera es la del transito de vehículos sobre la estructura para lo cual se utiliza la metodología estipulada en el CCDSP-95. El código define la carga para el camión C-40-95 de 15,0 toneladas para el eje mas pesado como lo define el CCDSP-95 e su numeral A.3.4.2.4 la condición de diseño es la del camión para luces menores a 28 m, y como sobre la caja puede pasar solamente un eje por grupo, la carga sobre la parte superior de la cámara soportara esa carga, adicionalmente se calcula el impacto que se puede presentar en dicho caso.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>		
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PRELIMINAR CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-013</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 7 DE 16 FECHA: 2009-02-10</b>	

La carga por impacto se determina como el 30 % de la carga es decir  $15 \text{ ton} * 0,3 = 4.5$  toneladas repartidos sobre el área de carga. Cuando las tapas de la caja solo puedan tener la incidencia de medio eje (longitudes menores a 3.00) ya que distancias de separación de ruedas menores a 1.80 m no son posibles se utiliza 75.0 kN como carga de eje. Sobre tapas menores a 3.00 m. y concentrada en la mitad de la tapa.

#### 6.1.6. VII Sobrecarga (L)

Para la estructura se estima una sobre carga equivalente a 0,70 m del relleno existente, este relleno se considera con una densidad de  $20 \text{ kN/m}^3$  ( $2,0 \text{ Ton/m}^3$ ), lo cual equivale a una sobre presión de  $20*0,7 = 14 \text{ kN/m}^2$  ( $1,4 \text{ Ton/m}^2$ ) verticalmente, y las presión sobre los muros será  $14 \text{ kN/m}^2 * K_o = 14*0.7=9.80 \text{ kN/m}^2$ .

#### 6.1.7. VIII Carga Sísmica (hidrodinámica) (E)

Por tratarse de una estructura enterrada a nivel superficial, no se considera importante los efectos sísmicos y estos pueden ser despreciados.

#### 6.1.8. IX Carga Sísmica (empuje de tierras) (E)

Por tratarse de una estructura enterrada a nivel superficial, no se considera importante los efectos sísmicos y estos pueden ser despreciados.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b> 1-02-25400-514-2006	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1
		PÁGINA 8 DE 16	
		FECHA: 2009-02-10	

## 6.2. HIPÓTESIS DE CARGAS

Las hipótesis de carga contempladas son

HIPÓTESIS		FACTORES DE CARGA								
		D		H		L			E	
		I y II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
GRUPO 1	COMB1	1,60								
	COMB2	1,40			1,70	1,70	1,70			
	COMB3	1,05			1,28	1,28	1,28	1,00	1,00	
	COMB4	1,40	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70			
	COMB5	0,90						1,00	1,00	
	COMB6	0,90	1,70	1,70						
GRUPO 2	COMB7	1,40		1,70	1,70					
	COMB8	0,90		1,70						
	COMB9	1,05			1,28			1,00		
	COMB10	0,90						1,00		
	COMB11	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00			
	ESTANQUEIDAD	1,40	1,40							

Se genera una envolvente de diseño con las combinaciones del GRUPO 1, la combinación ESTANQUEIDAD y con las combinaciones del GRUPO 2. Las combinaciones de los GRUPOS 1 y 2 y multiplicadas por 1,30 según los requerimientos del Cuadro 5 del numeral “4.2.8 Diseño Estructural” de la Norma Técnica de Servicios NS-002 del EAAB, para el diseño a flexión y a cortante.

## 7. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y DISEÑO

Se diseña la estructura para la condición más severa, la cual consiste en la aplicación de las cargas muertas de peso propio y las cargas vivas cuando la estructura se encuentra completamente vacía y enterrada con un nivel freático a nivel de superficie.

### 7.1. ESTABILIDAD

Por ser estructuras enterradas no se verifica volcamiento ni desplazamiento. Solamente se verificara flotabilidad de las estructuras y la capacidad portante del suelo.

Se recuerda que el alcance de la memoria es de prediseño y los diseños definitivos deben garantizar la estabilidad conforme a los estudios de suelos pertinentes a cada sitio en particular donde se adapten los típicos aquí pre-dimensionados.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-013</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
<b>PÁGINA 9 DE 16</b>		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

## 7.2. CONTROL DE AGRIETAMIENTO

A fin de verificar lo establecido en el numeral 4.2.8.1 de la Norma Técnica NS 002, el control de agrietamiento para el caso de losas y muros armados en dos direcciones se realiza verificando los esfuerzos en el acero de refuerzo.

Para efectos de verificación de las estructuras analizadas fueron considerados las parejas de momentos y axial máximos de servicio actuante en las diferentes estructuras, encontrados para diferentes puntos y para cada una de las direcciones ortogonales de las mismas.

## 7.3. CUANTÍA MÍNIMA DE REFUERZO A FLEXIÓN

De acuerdo con lo establecido en las Secciones A.7.6.10.3 y A.7.9.1 del CCDSP-95, el refuerzo mínimo suministrado para las secciones sometidas a momentos máximos con tracción debe ser el necesario para desarrollar un momento de por lo menos 1,20 veces el momento de agrietamiento. La cuantía correspondiente al momento antes señalado es la presentada en el siguiente cuadro y se calcula también la exigida por la NSR-98 para secciones sometidas a momento.

Además se estipula en el numeral C.20.2.4 que para una estructura con paredes de más de 20 cm de espesor; la separación de las barras no debe ser mayor a 30 cm y la barra más delgada debe ser por lo menos del número 4 ( $\Phi \frac{1}{2}$ ”).

La cuantía de refuerzo para una estructura estanca de dimensiones menores a 6 m según la tabla C.20-1 del NSR-98 es de 0,0028, valor que se compara con lo exigido para refuerzo mínimo a flexión y el del control de agrietamiento.

## 8. DISEÑO CAJAS SALIDA LATERAL

Estos diseños son aplicables a la nueva cámara sobre la línea de red matriz Ø78” (a rehabilitar), donde la EAAB solicitó se rehabilitara la salida (antigua) a los Municipios aledaños. En la actualidad la válvula Ø12” (salida) se encuentra localizada dentro de una de las cámaras de Bocas de Acceso (Accesorio No. 13) y fue conectada mediante una Tee de acero (de Ø16” x Ø12”) instalada sobre la Boca. Dentro de la rehabilitación se determinó no rehabilitar esta Boca de Acceso (no conectar internamente con la camisa de acero), ya que en la ventana No. 4 de inserción de tubería (encamisado), la cual se encuentra muy cerca, se construirá una nueva Boca de Acceso en 24”.

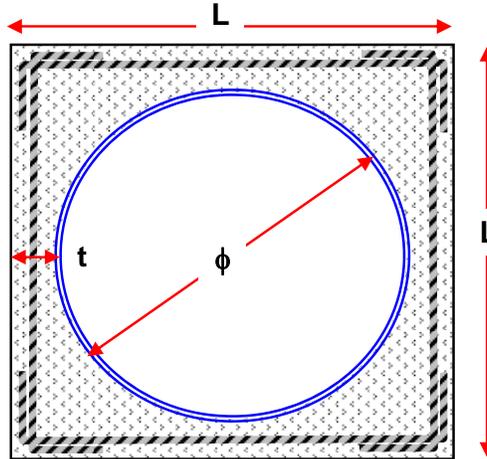
Adicionalmente la cámara existente es en mampostería, la norma NS-077, no contempla cámaras en este material.

Por todo esto se requiere construir esta nueva cámara, generando la nueva salida Ø12” directamente desde el tubo encamisado.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b> <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-013</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 10 DE 16</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1	PÁGINA 10 DE 16		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 10 DE 16								
FECHA: 2009-02-10								

## 8.1. REFUERZO MACIZOS DE CONCRETO

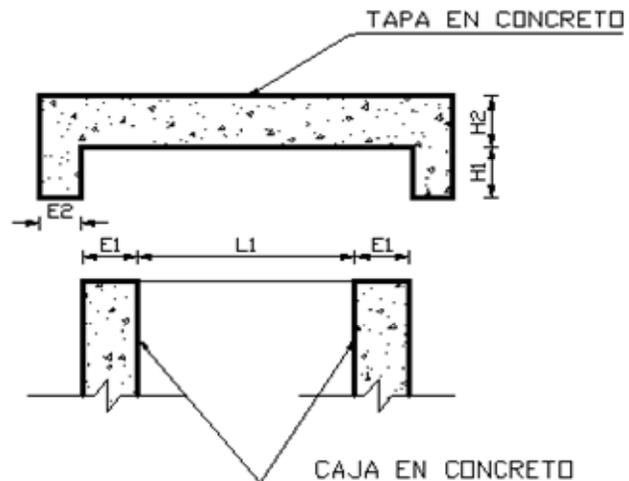
Calidad Concreto $f'c$ :	<b>21.00</b> MPa
Calidad acero $f_y$ :	<b>420.00</b> MPa
Presión tubería P:	<b>840.00</b> kPa
Ancho Muerto L :	<b>3.35</b> m
Diametró tubería $\phi$ :	<b>2.35</b> m
Presión diseño P/10:	84.00 kPa
Espesor diseño t =	50 cm
Apoyo diseño t/2 =	25.00 cm
Luz de diseño L-t =	2.85 m
recubrimiento $d_c$ :	<b>7.50</b> cm
Altura efectiva d =	42.50 cm
Momento último =	96.66 kN-m
cuantía $\rho$ requerido =	0.001440
As Requerido =	6.120681
Refuerzo =	1#4@0.211 ó 1#5@0.325 ó 1#6@0.466



## 8.2. DISEÑO TAPA CAJA

### 8.2.1. Geometría y Datos de Carga

Ancho interno caja: B	<b>1.80</b> m
Largo interno caja: L1	<b>2.00</b> m
Espesor muros: E1	<b>0.40</b> m
Espesor tapa: E2	<b>0.15</b> m
Altura Tapa: H1	<b>0.20</b> m
Altura Tapa: H2	<b>0.25</b> m
Factor de impacto:	30%
Carga viva C-40-95, 2D:	<b>68.94</b> kN
Cargamuerta: peso pro.	6.00 kPa
Momento carga viva:	34.47 kN-m
Momento carga muerta:	3.00 kN-m
Momento trabajo:	37.47 kN-m
Momento último:	62.801 kN-m



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-013</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 11 DE 16</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

Cortante carga viva: 34.47 kN  
Cortante carga muerta: 6.00 kN

Cortante trabajo: 40.47 kN  
Cortante último: 67.001 kN

### 8.2.2. Diseño a Flexión y Cortante

#### DATOS MATERIALES Y SECCIÓN

$f_y =$ 420.00 MPa	$I_g =$ 130208.33 cm <sup>4</sup>
$f'_c =$ 28.00 MPa	$Y_t =$ 12.50 cm
$f_r =$ 3.70 MPa	$M_{cr} =$ 38583.87 kg-cm
$d' =$ 5.00 cm	$\Phi M_n_{(min)} = 1,2 * M_{cr} =$ 46.30 kN-m
$b =$ 100.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ CCDSP-95} =$ 0.0031500
$t =$ 25.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ NSR-98} =$ 0.0033333
$\Phi v_c =$ 749.63 kPa	$\rho_{(máxima)} \text{ NSR-98} =$ 0.1204167
$\Phi V_c =$ 149.93 kN	$\rho_{(mínimo)} =$ 0.0033333

#### CHEQUEO CORTANTE

$V_u =$  67.00 kN  
 $1.3 * \Phi V_s =$  0.00 kN      Ok No requiere refuerzo a cortante

#### DISEÑO REFUERZO A FLEXIÓN

Altura efectiva d: 0.2 m  
Momento último : 62.80 kN-m  
Momento último \* 1.3 : 81.64 kN-m  
Cuantía repartición: 0.002000  
Cuantía requerida: 0.005686  
Cuantía dada = 0.005686  
 $A_s$  Diseño refuerzo = 11.37 cm<sup>2</sup> / (m de ancho)  
Refuerzo a suministrar = 1#4@0.113 ó 1#5@0.175 ó 1#6@0.251

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1
		PÁGINA 12 DE 16	
		FECHA: 2009-02-10	

### 8.2.3. Control de Agrietamiento

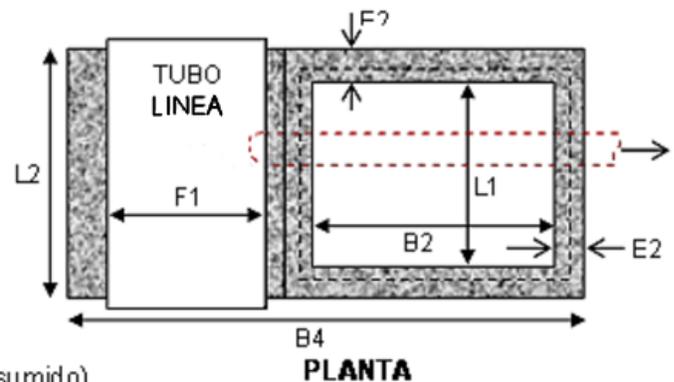
Valor admisible de z:	<b>17.50</b> MN/m
relación modular n:	<b>9.69</b>
d <sub>c</sub> :	5.00 kg/cm <sup>2</sup>
Separación refuerzo:	<b>17.50</b> cm
Área barras seleccionadas:	<b>1.99</b> cm <sup>2</sup>
Área concreto por barra A:	173.01 cm <sup>2</sup>
d:	20.00 cm
Axial máximo:	<b>0.00</b> kN (tensión positiva)
Momento máximo:	<b>37.47</b> kN-m/m
valor de j*d = 1-k/3 :	18.12 cm
Tensión en cada Barra:	36.18 kN
fs con M=37.47 y P=0.00:	181.82 kPa    Ok < ( 0.45fy = 189,000.00 )
<b>z = fs*(d<sub>c</sub>*A)^(1/3) =</b>	<b>17.32 MN/m    OK &lt; 17.50</b>

### 8.3. CAJA SALIDA LATERAL (Altura Interna Máxima 4.00m)

#### 8.3.1. Geometría y Dimensiones

Ancho tapa B1:	2.40 m
Largo tapa L3:	2.60 m
Espesor tapa E1:	<b>0.25</b> m

Largo interno caja L1:	<b>2.00</b> m
Largo caja y muerto L2:	2.80 m
Ancho interno caja B2:	<b>1.80</b> m
Ancho muerto B3:	3.10 m
Espesor muros E2:	<b>0.40</b> m
Espesor borde tapa E3:	<b>0.10</b> m
Espesor losa fondo E4:	<b>0.40</b> m
Altura interna caja H1:	<b>4.00</b> m
Altura muerto H2:	3.35 m
Altura sobresale caja H3:	<b>0.00</b> m
Altura inundación caja H4:	<b>3.00</b> m (asumido)



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO 1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-013</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 13 DE 16</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1	PÁGINA 13 DE 16		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 13 DE 16								
FECHA: 2009-02-10								

Díámetro tubería F1: **1.98 m**

Ancho externo caja = 2.80 m

Largo externo caja = 2.60 m

Alto total caja = 4.65 m

Largo total caja B4 = 5.70 m

Profundidad cimentación = 4.65 m

Área cimentación total = 15.96 m<sup>2</sup>

Volumen concreto tapa = 1.56 m<sup>3</sup>

Volumen concreto caja = 17.89 m<sup>3</sup>

Volumen concreto muerto = 20.46 m<sup>3</sup>

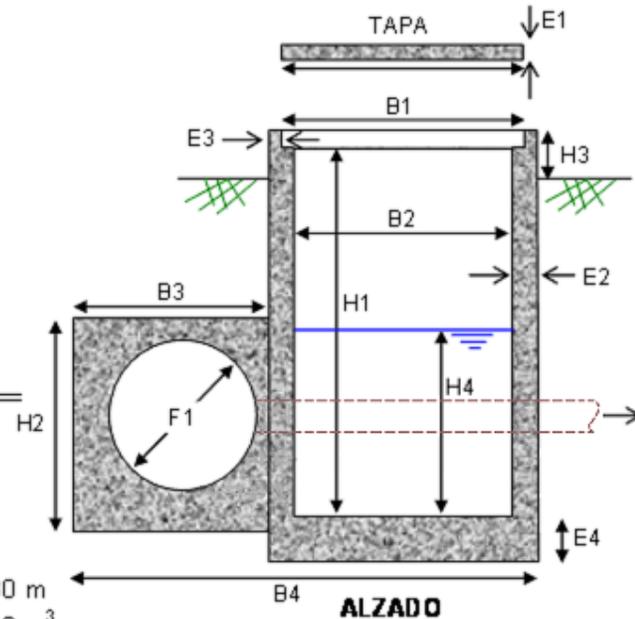
Volumen total de concreto = 39.91 m<sup>3</sup>

Volumen Inundación = 10.80 m<sup>3</sup>

Volumen agua en tubería = 2.16 m<sup>3</sup>

Altura relleno sobre muerto = 1.30 m

Volumen relleno sobre muerto = 11.28 m<sup>3</sup>



### 8.3.2. Estabilidad

#### CHEQUEO FLOTACIÓN

Densidad del agua: **10.00** kN/m<sup>3</sup>

Densidad del relleno  $\gamma_s$ : **20.00** kN/m<sup>3</sup>

Densidad del concreto: **24.00** kN/m<sup>3</sup>

Volumen rellenos: 11.28 m<sup>3</sup>

Volumen muerto y cámara : 39.91 m<sup>3</sup>

Volumen agua desalojada: 74.21 m<sup>3</sup>

Peso de rellenos: 225.68 kN

Peso de concretos: 957.81 kN

Total peso resistente = 1183.49 kN

Peso agua desalojada: 742.14 kN

Factor de seguridad a flotación mínimo: 1.50 Según NS-002 Numeral 4.2.7

**Factor de seguridad a flotación real = 1.59 OK > 1.50**

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>							
<b>CONTRATO</b> 1-02-25400-514-2006	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-013</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 14 DE 16</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1	PÁGINA 14 DE 16		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 14 DE 16								
FECHA: 2009-02-10								

### CHEQUEO CAPACIDAD PORTANTE

Capacidad portante admisible: **100.00** kPa  
Carga Viva sobre caja: **5.00** kPa

Carga viva vehicular:	<b>150.00</b> kN	(eje camión C-40-95)
Peso carga viva sobre caja =	36.40 kN	
Peso agua inundación y tubería =	129.55 kN	
Peso total concreto:	957.81 kN	
Peso rellenos:	225.68 kN	
<b>Total Peso =</b>	<b>1499.44</b> kN	

Esfuerzo natural terreno: 93.00 kPa

Área de cimentación: 15.96 m<sup>2</sup>  
Esfuerzo cimentación = **93.95** kPa    **OK < 193.00 = (93.00 + 100.00)**

#### 8.3.3. Diseño Muros

El diseño de los muros es idéntico al mostrado en el numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

#### 8.3.4. Diseño Losa de Fondo

##### DATOS MATERIALES Y SECCIÓN

f <sub>y</sub> = <b>420.00</b> Mpa	I <sub>g</sub> = 533333.33 cm <sup>4</sup>
f' <sub>c</sub> = <b>28.00</b> MPa	Y <sub>t</sub> = 20.00 cm
f <sub>r</sub> = 3.70 MPa	M <sub>cr</sub> = 98774.72 kg-cm
d' = <b>7.00</b> cm	ΦMn <sub>(min)</sub> = 1,2*M <sub>cr</sub> = 118.53 kN-m
b = <b>100.00</b> cm	ρ <sub>(mínimo)</sub> CCDSP-95 = 0.0029568
t = <b>40.00</b> cm	ρ <sub>(mínimo)</sub> NSR-98 = 0.0033333
Φvc = 749.63 kPa	ρ <sub>(máxima)</sub> NSR-98 = 0.1204167
ΦVc = 247.38 kN	ρ <sub>(mínimo)</sub> = 0.0033333

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-013</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 15 DE 16</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1	PÁGINA 15 DE 16		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 15 DE 16								
FECHA: 2009-02-10								

PARÁMETRO	ESTADO TRABAJO	ESTADO ÚLTIMA
Peso muerto total:	1183.49 kN	1656.88 kN
Peso carga viva total:	315.95 kN	537.12 kN
Peso total:	1499.44 kN	2194.00 kN
Área cimentación:	15.96 m <sup>2</sup>	15.96 m <sup>2</sup>
Esfuerzo total cimentación:	93.95 kPa	137.47 kPa
Presión muros:	66.75 kPa	113.48 kPa

### RESUMEN FUERZAS DE DISEÑO

FUERZA	CONDICIÓN DE DISEÑO		LÚZ DE CÁLCULO
	TRABAJO	ÚLTIMA	
Axial	-94.40 kN	-160.48 kN	2.00 m
Cortante	93.95 kN	137.47 kN	2.00 m
Momento	31.32 kN-m	45.82 kN-m	2.00 m

### CHEQUEO AXIAL

Axial último : **-160.48** kN (tensión positiva)  
 $\Phi * 0.10 A_g * f'_c$  : 952.00 kN  
 Coeficiente por axial: 1.00 Cuadro 5. (NS-002 numeral 4.2.8)  
**Axial Diseño : 160.48 kN OK < 952.00**

### CHEQUEO CORTANTE

$V_u$  = **137.47** kN  
 $1.3 * \Phi V_s$  = 0.00 kN      Ok No requiere refuerzo a cortante

### DISEÑO REFUERZO A FLEXIÓN

Altura efectiva d: 0.33 m  
 Momento último : **45.82** kN-m  
 Momento último \* 1.3 : 59.57 kN-m  
 Cuantía repartición: 0.002000  
 Cuantía requerida: 0.001466  
 Cuantía dada = 0.002000  
 $A_s$  Diseño refuerzo = 6.60 cm<sup>2</sup> / (m de ancho)  
 Refuerzo suministrado = 1#4@0.195 ó 1#5@0.302 ó 1#6@0.432

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b> 1-02-25400-514-2006	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARA DE SALIDA LATERAL</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-013	VERSIÓN: 1
		<b>PÁGINA 16 DE 16</b>	
		FECHA: 2009-02-10	

### CONTROL DE AGRIETAMIENTO

Valor admisible de z:	<b>17.50</b> MN/m
relación modular n:	<b>9.69</b>
d <sub>c</sub> :	5.00 kg/cm <sup>2</sup>
Separación refuerzo:	<b>25.00</b> cm
Área barras seleccionadas:	<b>1.99</b> cm <sup>2</sup>
Área concreto por barra A:	248.01 cm <sup>2</sup>
d:	33.00 cm
Axial máximo:	<b>-94.40</b> kN (tensión positiva)
Momento máximo:	<b>31.32</b> kN-m/m
valor de j*d = 1-k/3 :	30.86 cm
Tensión en cada Barra:	1.77 kN
fs con M=31.32 y P=-94.40:	8.88 kPa    Ok < (0.45fy = 189,000.00)
<b>z = fs*(d<sub>c</sub>*A)^(1/3) =</b>	<b>0.95 MN/m OK &lt; 17.50</b>