

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 1 DE 29</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

## TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO .....	3
2. DESCRIPCIÓN.....	3
2.1. CAJAS BOCAS DE ACCESO.....	3
3. ALCANCE.....	3
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	4
3.1.1. Condiciones Analizadas.....	4
3.1.2. Datos Mínimos Requeridos en el Diseño Definitivo .....	5
4. DEFINICIONES .....	5
4.1. MATERIALES .....	5
4.2. SUELOS .....	5
5. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.....	6
6. EVALUACIÓN DE CARGAS .....	6
6.1. CARGAS APLICADAS.....	6
6.1.1. I y II, Peso Propio (D).....	6
6.1.2. III Presión del Agua (H).....	7
6.1.3. IV Empuje de Tierras (H) .....	7
6.1.4. V Carga Viva (L).....	7
6.1.5. VI Carga Viva (vehicular) (L).....	8
6.1.6. VII Sobrecarga (L).....	8
6.1.7. VIII Carga Sísmica (hidrodinámica) (E).....	8
6.1.8. IX Carga Sísmica (empuje de tierras) (E) .....	8
6.2. HIPÓTESIS DE CARGAS.....	9
7. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y DISEÑO .....	9
7.1. ESTABILIDAD.....	9
7.2. CONTROL DE AGRIETAMIENTO.....	10
7.3. CUANTÍA MÍNIMA DE REFUERZO A FLEXIÓN.....	10
8. DISEÑO CAJAS BOCA DE ACCESO LÍNEA 78” .....	10
8.1. REFUERZO MUERTO DE CONCRETO BASE CAJA .....	11
8.2. REFUERZO TAPA DE CONCRETO .....	11
8.2.1. Geometría y Datos de Carga .....	11
8.2.2. Diseño a Flexión y Cortante.....	12
8.2.3. Control de Agrietamiento .....	13
8.3. CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA MÁXIMA 2.50m .....	14
8.3.1. Geometría .....	14
8.3.2. Estabilidad.....	15
8.3.3. Diseño Muros .....	16
8.3.4. Control de Agrietamiento .....	17
8.4. CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA ENTRE DE 2.50m Y 3.50m.....	18
8.4.1. Geometría .....	18
8.4.2. Estabilidad.....	19
8.4.3. Diseño Muros .....	20
8.4.4. Control de Agrietamiento .....	21

	<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 PREDISEÑO CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 2 DE 29</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

8.5.	CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA ENTRE 3.50m Y 4.50m .....	22
8.5.1.	Geometría .....	22
8.5.2.	Estabilidad.....	23
8.5.3.	Diseño Muros .....	24
8.5.4.	Control de Agrietamiento .....	25
8.6.	CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA ENTRE 4.50m Y 5.50m .....	26
8.6.1.	Geometría .....	26
8.6.2.	Estabilidad.....	27
8.6.3.	Diseño Muros .....	28
8.6.4.	Control de Agrietamiento .....	29

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
		<b>PÁGINA 3 DE 29</b>	
		FECHA: 2009-02-10	

## MEMORIA DE CÁLCULO PREDISEÑO ESTRUCTURAL CÁMARAS DE BOCAS DE ACCESO 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 las cajas de bocas de acceso a reconstruir 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 las cámaras de inspección antes citadas.

#### 2.1. CAJAS BOCAS DE ACCESO

Las cajas para las bocas de acceso, se diseñan como cajas parcialmente enterradas, las dimensiones internas son de 1.80 m x 1.80 m de área con una altura interna de 2.30 m, la cubierta es una tapa de concreto reforzado de 25 cm de espesor.

La caja de bocas de acceso se apoya sobre un muerto de concreto que se sitúa sobre la tubería de la línea de 78”, para las bocas de acceso donde se instalaran las ventanas de la rehabilitación se demolerá parcialmente la tubería existente hasta la mitad de la altura de la misma luego se reconstruirá la tubería y se construirá el muerto que sirve de base a la caja de la boca de acceso.

### 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.

	<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 PREDISEÑO CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 4 DE 29</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

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.

### 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.

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
		PÁGINA 5 DE 29	
		FECHA: 2009-02-10	

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

Como ya se menciona 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 típico que se deba evaluar.

- Nivel Freático: NF.
- 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 arcillos 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
Coeficiente de Capacidad Activa, $K_a$ (Asumido)	= 0.36
Coeficiente 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>

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
		<b>PÁGINA 6 DE 29</b>	
		FECHA: 2009-02-10	

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:  $f'_c = 28.00 \text{ MPa}$  ( $280 \text{ Kg/cm}^2$ ).  
 Relación agua cemento menor o igual a 0.42  
 Concreto Pobre:  $f'_c = 10.50 \text{ MPa}$  ( $105 \text{ Kg/cm}^2$ ).  
 Como concreto de limpieza para la cimentación  
 Acero de Refuerzo:  $f_y = 420.00 \text{ MPa}$  ( $4200 \text{ Kg/cm}^2$ ).  
 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  $24 \text{ KN/m}^3$  ( $2.4 \text{ Ton/m}^3$ )

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.

	<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 PREDISEÑO CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
		PÁGINA 7 DE 29	
		FECHA: 2009-02-10	

### 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 boca de acceso se diseña mecánicamente para soportar esta presión, 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.

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

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.

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 8 DE 29</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

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

La carga viva considerada es la del tránsito de vehículos sobre la estructura para lo cual se utiliza la metodología estipulada en el CCDS-95. El código define la carga para el camión C-40-95 de 15,0 toneladas para el eje más pesado como lo define el CCDS-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 soportará esa carga, adicionalmente se calcula el impacto que se puede presentar en dicho caso.

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 la 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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
PÁGINA 9 DE 29		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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 10 DE 29</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 BOCA DE ACCESO LÍNEA 78”

Estos diseños son aplicables a las cámaras sobre la línea de red matriz Ø78” del Tramo 1, donde en la actualidad la gran mayoría de estas fueron construidas en mampostería, material no contemplado en la versión actual de la Norma NS-077 de la EAAB. Por lo tanto se requiere la demolición de las cámaras existentes y reconstrucción de las mismas en concreto reforzado.

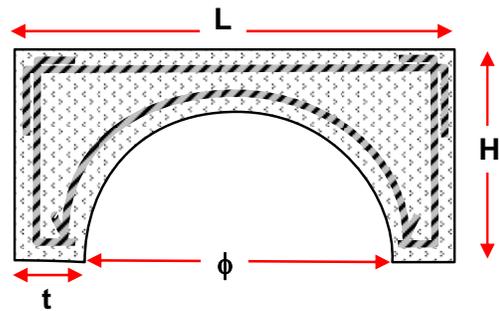
Así mismo estos diseños son aplicables a las cámaras que se requieren construir nuevas, en las zonas donde se instalaran las nuevas bocas de acceso Ø24”, como son en cada una de las ventanas para la inserción de la tubería para el encamisado y otra boca de acceso que se instalará en el final del encamisado, antes de la Interconexión El Espinal, en predios del Club Rincón Grande.

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 11 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 11 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 11 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

## 8.1. REFUERZO MUERTO DE CONCRETO BASE CAJA

Se presenta el refuerzo requerido para el muerto de concreto que sirve de base para las diferentes cajas de típicas de bocas de acceso.

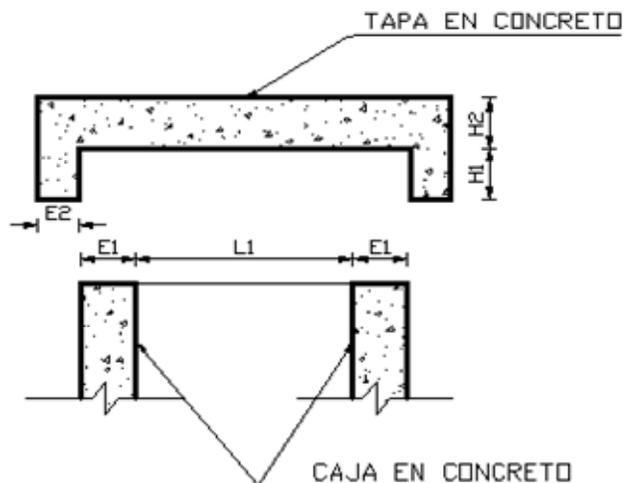
Calidad Concreto $f'c$ :	<b>21.00</b> MPa
Calidad acero $f_y$ :	<b>420.00</b> MPa
Presión tubería P:	<b>840.00</b> kPa
Ancho Muerto L :	<b>3.00</b> m
Alto H :	<b>1.30</b> m
Diametró tubería $\phi$ :	<b>2.35</b> m
Presión diseño P/10:	84.00 kPa
Espesor diseño t =	32.5 cm
Apoyo diseño t/2 =	16.25 cm
Luz de diseño L-t =	2.68 m
recubrimiento $d_c$ :	<b>7.50</b> cm
Altura efectiva d =	25.00 cm
Momento último =	85.15 kN-m
cuantía $\rho$ requerido =	0.003772
As Requerido =	9.430563
Refuerzo =	1#4@0.137 ó 1#5@0.211 ó 1#6@0.302



## 8.2. REFUERZO TAPA DE CONCRETO

### 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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
		<b>PÁGINA 12 DE 29</b>	
		FECHA: 2009-02-10	

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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO 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-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 13 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 13 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 13 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

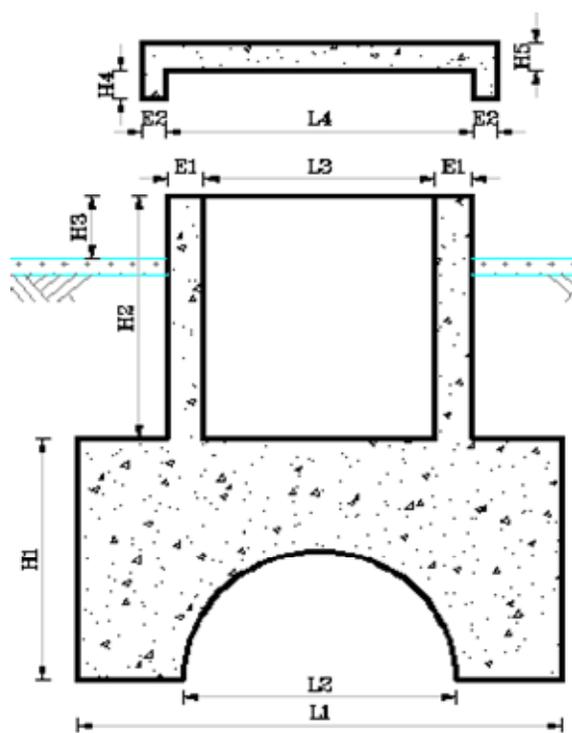
### 8.2.3. Control de Agrietamiento

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)<sup>(1/3)</sup> =</b>	<b>17.32 MN/m    OK &lt; 17.50</b>

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
<b>PÁGINA 14 DE 29</b>		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

### 8.3. CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA MÁXIMA 2.50m

#### 8.3.1. Geometría



L1 :	<b>3.00</b> m
L2 :	<b>2.40</b> m
L3 :	<b>1.80</b> m
L4 :	<b>2.22</b> m
H1 :	<b>1.30</b> m
H2 :	<b>2.50</b> m
H3 :	<b>0.00</b> m
H4 :	<b>0.20</b> m
H5 :	<b>0.20</b> m
E1 :	<b>0.20</b> m
E2 :	<b>0.15</b> m

Volumen relleno: 10.40 m<sup>3</sup>

Volumen Tapa: 1.55 m<sup>3</sup>

Volumen Caja: 4.00 m<sup>3</sup>

Volumen Muerto: 4.91 m<sup>3</sup>

Volumen Total = 10.47 m<sup>3</sup>

Área cimentación: 9.00 m<sup>2</sup>

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 15 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 15 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 15 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

### 8.3.2. Estabilidad

#### CHEQUEO FLOTACIÓN

Densidad del agua:	<b>10.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del relleno:	<b>20.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del concreto:	<b>24.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Volumen rellenos:	10.40 m <sup>3</sup>
Volumen Muerto y Caja:	8.91 m <sup>3</sup>
Volumen agua desalojada:	22.5 m <sup>3</sup>

Peso de rellenos:	208 kN
Peso de concretos:	<u>213.94 kN</u>
Total peso resistente =	<u>421.94 kN</u>

Peso agua desalojada: 225.00 kN

Factor de seguridad a flotación mínimo: 1.70  
**Factor de seguridad a flotación real = 1.88 OK > 1.70**

#### CHEQUEO CAPACIDAD PORTANTE

Capacidad portante admisible:	<b>100.00</b> kPa
Carga Viva sobre caja:	<b>10.00</b> kPa

Carga viva vehicular:	<b>150.00</b> kN	(eje camión C-40-95)
Peso carga viva sobre caja =	63.50 kN	
Peso total concreto:	251.25 kN	
Peso rellenos:	<u>208 kN</u>	
Total Peso =	<u>672.75 kN</u>	

Esfuerzo natural terreno: 50.00 kPa

Área de cimentación: 9.00 m<sup>2</sup>  
**Esfuerzo cimentación = 74.75 kPa OK < 100.00**

	<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 PREDISEÑO CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
		PÁGINA 16 DE 29	
		FECHA: 2009-02-10	

### 8.3.3. Diseño Muros

Coefficiente Presión tierras $K_0$ :	<b>0.70</b>
Profundidad Máxima Presión:	2.50 m
Esfuerzo presión de poros:	10.00 kPa/(m de profundidad)
Sobre presión (0.70m de suelo) =	14.00 kPa
sobre presión horizontal =	9.80 kPa
Esfuerzo efectivo:	7.00 kPa/(m de profundidad)

Presión última a 2.50 m = 88.91 kPa

Ancho luz libre Muros:	1.80 m
Altura momento máximo = H2-H3-L1/2:	1.00
Cortante último máximo:	80.02 kN/m
Momento último máximo:	16.97 kN-m/m

### DATOS MATERIALES Y SECCIÓN

$f_y =$	420 MPa	$I_g =$	66666.67 cm <sup>4</sup>
$f'_c =$	28 MPa	$Y_t =$	10.00 cm
$f_r =$	3.70 MPa	$M_{cr} =$	24693.68 kg-cm
$d' =$	7.00 cm	$\Phi M_n$ (min) = 1,2 * $M_{cr} =$	29.63 kN-m
$b =$	100.00 cm	$\rho$ (mínimo) CCDSP-95 =	0.0048465
$t =$	20.00 cm	$\rho$ (mínimo) NSR-98 =	0.0033333
$\Phi v_c =$	749.63 kPa	$\rho$ (máxima) NSR-98 =	0.1204167
$\Phi V_c =$	97.45 kN	$\rho$ (mínimo) =	0.0048465

### CHEQUEO CORTANTE

$V_u =$	80.02 kN	
$\Phi V_s =$	0.00 kN	Ok No requiere refuerzo a cortante

### DISEÑO REFUERZO A FLEXIÓN

Altura efectiva $d$ :	0.13 m
Momento último * 1.3 :	22.07 kN-m
Cuantía requerida:	0.003567
Cuantía suministrada =	0.004846
$A_s$ Diseño refuerzo =	6.30 cm <sup>2</sup> / (m de ancho)
Refuerzo suministrado =	1#4@0.205 ó 1#5@0.316 ó 1#6@0.452

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 17 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 17 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 17 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

#### 8.3.4. Control de Agrietamiento

Coeficiente Presión tierras  $K_0$  : **0.70**  
 Profundidad Máxima Presión  $h$ : 2.50 m  
 Esfuerzo presión de poros: 10.00 kPa/(m de profundidad)  
 Sobre presión (0.70m de suelo) = 14.00 kPa  
 sobre presión horizontal = 9.80 kPa  
 Esfuerzo efectivo: 7.00 kPa/(m de profundidad)  
 Área carga vehicular  $A_{vehicular}$ :  $27.02 \text{ m}^2 = (1.80+1.75*h)*(1.75*h)$   
 Carga vehicular C-40-95 : 150.00 kN  
 Carga vehicular : 7.22 kPa =  $1.30*(\text{un eje C-40-95}) / A_{vehicular}$

Presión Trabajo a 2.50 m = 59.52 kPa

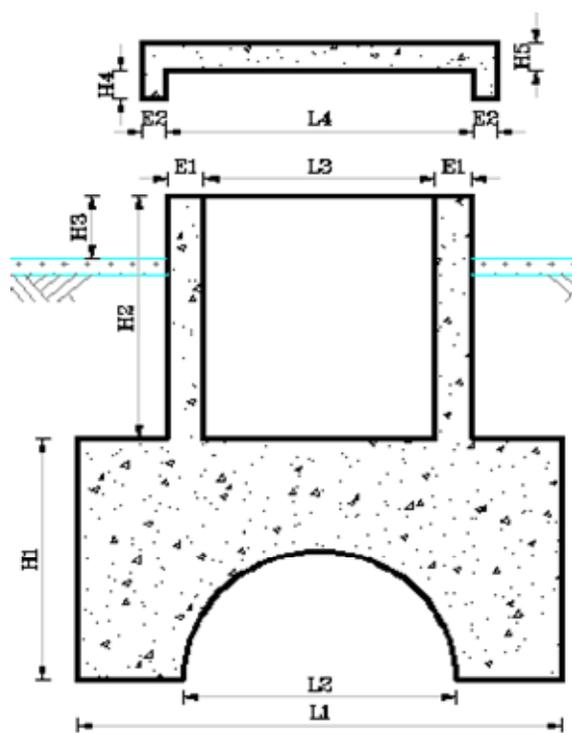
Ancho luz libre muro (cálculo momentos): 1.80 m  
 Ancho Muro (cálculo axial muro): 2.20 m  
 Axial máximo: 65.47 kN/m  
 Momento máximo: 11.36 kN-m/m

Valor admisible del parámetro  $z$ : **17.50** MN/m  
 relación modular  $n$ : **9.69**  
 $d_c$ : 5.00 kg/cm<sup>2</sup>  
 Separación refuerzo: 20.00 cm  
 Área barras seleccionadas: 1.29 cm<sup>2</sup>  
 Área concreto circundante  $A$ : 198.71 cm<sup>2</sup>  
 $d$ : 13.00 cm  
 valor de  $j*d = 1-k/3$  : 11.85 cm  
 Tensión en cada Barra: 6.09 kN  
 $f_s$  con  $M=11.36$  y  $P=65.47$ : 47.2 kPa  
 $z = f_s*(d_c*A)^{(1/3)} =$  4.71 MN/m OK < 17.50

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 18 DE 29</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

## 8.4. CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA ENTRE DE 2.50m Y 3.50m

### 8.4.1. Geometría



L1 : 3.00 m

L2 : 2.40 m

L3 : 1.80 m

L4 : 2.32 m

H1 : 1.30 m

H2 : 3.50 m

H3 : 0.00 m

H4 : 0.20 m

H5 : 0.20 m

E1 : 0.25 m

E2 : 0.15 m

Volumen relleno: 12.99 m<sup>3</sup>

Volumen Tapa: 1.67 m<sup>3</sup>

Volumen Caja: 7.18 m<sup>3</sup>

Volumen Muerto: 4.91 m<sup>3</sup>

Volumen Total = 13.76 m<sup>3</sup>

Área cimentación: 9.00 m<sup>2</sup>

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 19 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 19 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 19 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

#### 8.4.2. Estabilidad

##### CHEQUEO FLOTACIÓN

Densidad del agua:	<b>10.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del relleno:	<b>20.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del concreto:	<b>24.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Volumen rellenos:	12.99 m <sup>3</sup>
Volumen Muerto y Caja:	12.09 m <sup>3</sup>
Volumen agua desalojada:	31.5 m <sup>3</sup>

Peso de rellenos:	259.7 kN
Peso de concretos:	<u>290.14 kN</u>
Total peso resistente =	<u>549.84 kN</u>

Peso agua desalojada: 315.00 kN

Factor de seguridad a flotación mínimo: 1.70  
**Factor de seguridad a flotación real = 1.75 OK > 1.70**

##### CHEQUEO CAPACIDAD PORTANTE

Capacidad portante admisible:	<b>100.00</b> kPa
Carga Viva sobre caja:	<b>10.00</b> kPa

Carga viva vehicular:	<b>150.00</b> kN	(eje camión C-40-95)
Peso carga viva sobre caja =	68.64 kN	
Peso total concreto:	330.2 kN	
Peso rellenos:	<u>259.7 kN</u>	
Total Peso =	<u>808.55 kN</u>	

Esfuerzo natural terreno: 70.00 kPa

Área de cimentación: 9.00 m<sup>2</sup>  
**Esfuerzo cimentación = 89.84 kPa OK < 100.00**

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 20 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 20 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 20 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

#### 8.4.3. Diseño Muros

Coefficiente Presión tierras $K_0$ :	<b>0.70</b>
Profundidad Máxima Presión:	3.50 m
Esfuerzo presión de poros:	10.00 kPa/(m de profundidad)
Sobre presión (0.70m de suelo) =	14.00 kPa
sobre presión horizontal =	9.80 kPa
Esfuerzo efectivo:	7.00 kPa/(m de profundidad)

Presión última a 3.50 m = 117.81 kPa

Ancho luz libre Muros:	1.80 m
Altura momento máximo = H2-H3-L1/2:	2.00
Cortante último máximo:	106.03 kN/m
Momento último máximo:	22.49 kN-m/m

#### DATOS MATERIALES Y SECCIÓN

$f_y =$	420 MPa	$I_g =$	130208.33 cm <sup>4</sup>
$f'_c =$	28 MPa	$Y_t =$	12.50 cm
$f_r =$	3.70 MPa	$M_{cr} =$	38583.87 kg-cm
$d' =$	7.00 cm	$\Phi M_{n (min)} = 1,2 * M_{cr} =$	46.30 kN-m
$b =$	100.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ CCDSP-95} =$	0.0039162
$t =$	25.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ NSR-98} =$	0.0033333
$\Phi v_c =$	749.63 kPa	$\rho_{(máxima)} \text{ NSR-98} =$	0.1204167
$\Phi V_c =$	134.93 kN	$\rho_{(mínimo)} =$	0.0039162

#### CHEQUEO CORTANTE

$V_u =$	106.03 kN	
$\Phi V_s =$	0.00 kN	Ok No requiere refuerzo a cortante

#### DISEÑO REFUERZO A FLEXIÓN

Altura efectiva $d$ :	0.18 m
Momento último * 1.3 :	29.24 kN-m
Cuantía requerida:	0.002440
Cuantía suministrada =	0.003916
$A_s$ Diseño refuerzo =	7.05 cm <sup>2</sup> / (m de ancho)
Refuerzo suministrado =	1#4@0.183 ó 1#5@0.282 ó 1#6@0.404

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 21 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 21 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 21 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

#### 8.4.4. Control de Agrietamiento

Coeficiente Presión tierras  $K_0$  : **0.70**  
 Profundidad Máxima Presión  $h$ : 3.50 m  
 Esfuerzo presión de poros: 10.00 kPa/(m de profundidad)  
 Sobre presión (0.70m de suelo) = 14.00 kPa  
 sobre presión horizontal = 9.80 kPa  
 Esfuerzo efectivo: 7.00 kPa/(m de profundidad)  
 Área carga vehicular  $A_{vehicular}$ :  $48.54 \text{ m}^2 = (1.80+1.75*h)*(1.75*h)$   
 Carga vehicular C-40-95 : 150.00 kN  
 Carga vehicular : 4.02 kPa =  $1.30*(\text{un eje C-40-95}) / A_{vehicular}$

Presión Trabajo a 3.50 m = 73.32 kPa

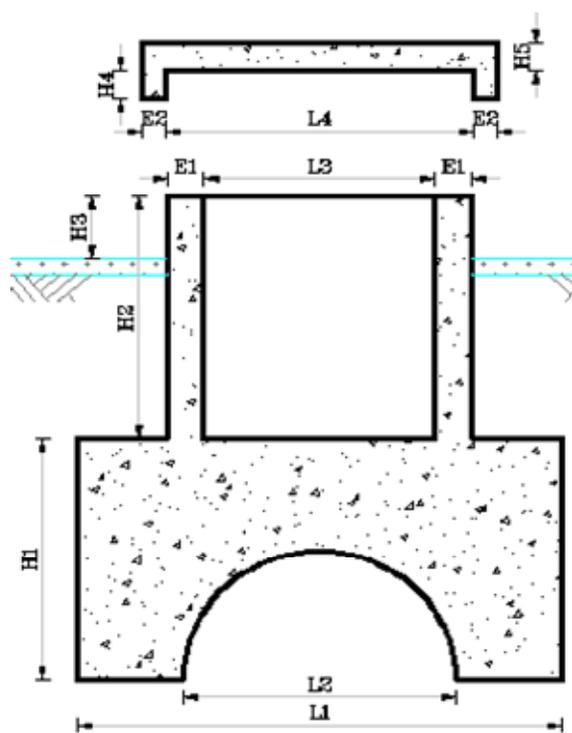
Ancho luz libre muro (cálculo momentos): 1.80 m  
 Ancho Muro (cálculo axial muro): 2.30 m  
 Axial máximo: 84.31 kN/m  
 Momento máximo: 14.00 kN-m/m

Valor admisible del parámetro  $z$ : **17.50** MN/m  
 relación modular  $n$ : **9.69**  
 $d_c$ : 5.00 kg/cm<sup>2</sup>  
 Separación refuerzo: 20.00 cm  
 Área barras seleccionadas: 1.29 cm<sup>2</sup>  
 Área concreto circundante  $A$ : 198.71 cm<sup>2</sup>  
 $d$ : 18.00 cm  
 valor de  $j*d = 1-k/3$  : 16.61 cm  
 Tensión en cada Barra: -0.01 kN  
 $f_s$  con  $M=14.00$  y  $P=84.31$ : -0.1 kPa  
 $z = f_s*(d_c*A)^{(1/3)} =$  -0.01 MN/m OK < 17.50

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 22 DE 29</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

## 8.5. CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA ENTRE 3.50m Y 4.50m

### 8.5.1. Geometría



L1 : 3.00 m

L2 : 2.40 m

L3 : 1.80 m

L4 : 2.42 m

H1 : 1.30 m

H2 : 4.50 m

H3 : 0.00 m

H4 : 0.20 m

H5 : 0.20 m

E1 : 0.30 m

E2 : 0.15 m

Volumen relleno: 14.58 m<sup>3</sup>

Volumen Tapa: 1.79 m<sup>3</sup>

Volumen Caja: 11.34 m<sup>3</sup>

Volumen Muerto: 4.91 m<sup>3</sup>

Volumen Total = 18.04 m<sup>3</sup>

Área cimentación: 9.00 m<sup>2</sup>

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</b> <b>PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1
		<b>PÁGINA 23 DE 29</b>	
		FECHA: 2009-02-10	

### 8.5.2. Estabilidad

#### CHEQUEO FLOTACIÓN

Densidad del agua:	<b>10.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del relleno:	<b>20.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del concreto:	<b>24.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Volumen rellenos:	14.58 m <sup>3</sup>
Volumen Muerto y Caja:	16.25 m <sup>3</sup>
Volumen agua desalojada:	40.5 m <sup>3</sup>

Peso equipos :	5.00 kN
Peso de rellenos:	291.60 kN
Peso de concretos:	<u>390.10 kN</u>
Total peso resistente =	<u>686.70 kN</u>

Peso agua desalojada: 405.00 kN

Factor de seguridad a flotación mínimo: 1.70  
**Factor de seguridad a flotación real = 1.70**

#### CHEQUEO CAPACIDAD PORTANTE

Capacidad portante admisible:	<b>110.00</b> kPa
Carga Viva sobre caja:	<b>10.00</b> kPa

Carga viva vehicular:	<b>150.00</b> kN	(eje camión C-40-95)
Peso carga viva sobre caja =	73.98 kN	
Peso total concreto:	433.01 kN	
Peso rellenos:	<u>291.6 kN</u>	
Total Peso =	<u>948.60 kN</u>	

Esfuerzo natural terreno: 90.00 kPa

Área de cimentación: 9.00 m<sup>2</sup>  
**Esfuerzo cimentación = 105.40 kPa      OK < 110.00**

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</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-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 24 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 24 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 24 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

### 8.5.3. Diseño Muros

Coefficiente Presión tierras $K_0$ :	<b>0.70</b>
Profundidad Máxima Presión:	4.50 m
Esfuerzo presión de poros:	10.00 kPa/(m de profundidad)
Sobre presión (0.70m de suelo) =	14.00 kPa
sobre presión horizontal =	9.80 kPa
Esfuerzo efectivo:	7.00 kPa/(m de profundidad)

Presión última a 4.50 m = 146.71 kPa

Ancho luz libre Muros:	1.80 m
Altura momento máximo = H2-H3-L1/2:	3.00
Cortante último máximo:	132.04 kN/m
Momento último máximo:	28.01 kN-m/m

### DATOS MATERIALES Y SECCIÓN

$f_y =$	420 MPa	$I_g =$	225000.00 cm <sup>4</sup>
$f'_c =$	28 MPa	$Y_t =$	15.00 cm
$f_r =$	3.70 MPa	$M_{cr} =$	55560.78 kg-cm
$d' =$	7.00 cm	$\Phi M_n$ (min) = 1,2 * $M_{cr} =$	66.67 kN-m
$b =$	100.00 cm	$\rho$ (mínimo) CCDSP-95 =	0.0034389
$t =$	30.00 cm	$\rho$ (mínimo) NSR-98 =	0.0033333
$\Phi v_c =$	749.63 kPa	$\rho$ (máxima) NSR-98 =	0.1204167
$\Phi V_c =$	172.41 kN	$\rho$ (mínimo) =	0.0034389

### CHEQUEO CORTANTE

$V_u =$	132.04 kN	
$\Phi V_s =$	0.00 kN	Ok No requiere refuerzo a cortante

### DISEÑO REFUERZO A FLEXIÓN

Altura efectiva $d$ :	0.23 m
Momento último * 1.3 :	36.41 kN-m
Cuantía requerida:	0.001851
Cuantía suministrada =	0.003439
$A_s$ Diseño refuerzo =	7.91 cm <sup>2</sup> / (m de ancho)
Refuerzo suministrado =	1#4@0.163 ó 1#5@0.252 ó 1#6@0.360

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 25 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 25 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 25 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

#### 8.5.4. Control de Agrietamiento

Coeficiente Presión tierras  $K_0$  : **0.70**  
 Profundidad Máxima Presión  $h$ : 4.50 m  
 Esfuerzo presión de poros: 10.00 kPa/(m de profundidad)  
 Sobre presión (0.70m de suelo) = 14.00 kPa  
 sobre presión horizontal = 9.80 kPa  
 Esfuerzo efectivo: 7.00 kPa/(m de profundidad)  
 Área carga vehicular  $A_{vehicular}$ :  $76.19 \text{ m}^2 = (1.80+1.75*h)*(1.75*h)$   
 Carga vehicular C-40-95 : 150.00 kN  
 Carga vehicular : 2.56 kPa =  $1.30*(\text{un eje C-40-95}) / A_{vehicular}$

Presión Trabajo a 4.50 m = 88.86 kPa

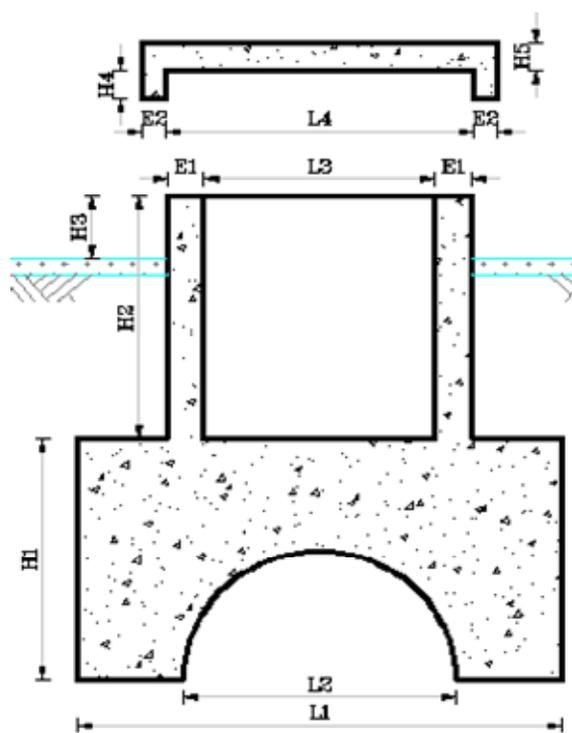
Ancho luz libre muro (cálculo momentos): 1.80 m  
 Ancho Muro (cálculo axial muro): 2.40 m  
 Axial máximo: 106.63 kN/m  
 Momento máximo: 16.96 kN-m/m

Valor admisible del parámetro  $z$ : **17.50** MN/m  
 relación modular  $n$ : **9.69**  
 $d_c$ : 5.00 kg/cm<sup>2</sup>  
 Separación refuerzo: 20.00 cm  
 Área barras seleccionadas: 1.99 cm<sup>2</sup>  
 Área concreto circundante  $A$ : 198.01 cm<sup>2</sup>  
 $d$ : 23.00 cm  
 valor de  $j*d = 1-k/3$  : 21.08 cm  
 Tensión en cada Barra: -5.23 kN  
 $f_s$  con  $M=16.96$  y  $P=106.63$ : -26.3 kPa  
 $z = f_s*(d_c*A)^{(1/3)} =$  -2.62 MN/m OK < 17.50

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-011</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 26 DE 29</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

## 8.6. CAJAS BOCAS DE ACCESO ALTURA ENTRE 4.50m Y 5.50m

### 8.6.1. Geometría



L1 : 3.20 m

L2 : 2.40 m

L3 : 1.80 m

L4 : 2.42 m

H1 : 1.30 m

H2 : 5.50 m

H3 : 0.00 m

H4 : 0.20 m

H5 : 0.20 m

E1 : 0.30 m

E2 : 0.15 m

Volumen relleno: 24.64 m<sup>3</sup>

Volumen Tapa: 1.79 m<sup>3</sup>

Volumen Caja: 13.86 m<sup>3</sup>

Volumen Muerto: 6.07 m<sup>3</sup>

Volumen Total = 21.72 m<sup>3</sup>

Área cimentación: 10.24 m<sup>2</sup>

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO</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-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 27 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 27 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 27 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

### 8.6.2. Estabilidad

#### CHEQUEO FLOTACIÓN

Densidad del agua:	<b>10.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del relleno:	<b>20.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del concreto:	<b>24.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Volumen rellenos:	24.64 m <sup>3</sup>
Volumen Muerto y Caja:	19.93 m <sup>3</sup>
Volumen agua desalojada:	56.32 m <sup>3</sup>

Peso equipos :	5.00 kN
Peso de rellenos:	492.80 kN
Peso de concretos:	<u>478.41 kN</u>
Total peso resistente =	<u>976.21 kN</u>

Peso agua desalojada: 563.20 kN

Factor de seguridad a flotación mínimo: 1.70  
**Factor de seguridad a flotación real = 1.73 OK > 1.70**

#### CHEQUEO CAPACIDAD PORTANTE

Capacidad portante admisible:	<b>130.00</b> kPa
Carga Viva sobre caja:	<b>10.00</b> kPa

Carga viva vehicular:	<b>150.00</b> kN	(eje camión C-40-95)
Peso carga viva sobre caja =	73.98 kN	
Peso total concreto:	521.32 kN	
Peso rellenos:	<u>492.8 kN</u>	
Total Peso =	<u>1238.11 kN</u>	

Esfuerzo natural terreno: 110.00 kPa

Área de cimentación: 10.24 m<sup>2</sup>  
**Esfuerzo cimentación = 120.91 kPa OK < 130.00**

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 28 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 28 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 28 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

### 8.6.3. Diseño Muros

Coefficiente Presión tierras $K_0$ :	<b>0.70</b>
Profundidad Máxima Presión:	5.50 m
Esfuerzo presión de poros:	10.00 kPa/(m de profundidad)
Sobre presión (0.70m de suelo) =	14.00 kPa
sobre presión horizontal =	9.80 kPa
Esfuerzo efectivo:	7.00 kPa/(m de profundidad)

Presión última a 5.50 m = 175.61 kPa

Ancho luz libre Muros:	1.80 m
Altura momento máximo = H2-H3-L1/2:	4.00
Cortante último máximo:	158.05 kN/m
Momento último máximo:	33.53 kN-m/m

### DATOS MATERIALES Y SECCIÓN

$f_y =$	420 MPa	$I_g =$	225000.00 cm <sup>4</sup>
$f'_c =$	28 MPa	$Y_t =$	15.00 cm
$f_r =$	3.70 MPa	$M_{cr} =$	55560.78 kg-cm
$d' =$	7.00 cm	$\Phi M_{n (min)} = 1,2 * M_{cr} =$	66.67 kN-m
$b =$	100.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ CCDSP-95} =$	0.0034389
$t =$	30.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ NSR-98} =$	0.0033333
$\Phi v_c =$	749.63 kPa	$\rho_{(máxima)} \text{ NSR-98} =$	0.1204167
$\Phi V_c =$	172.41 kN	$\rho_{(mínimo)} =$	0.0034389

### CHEQUEO CORTANTE

$V_u =$	158.05 kN	
$\Phi V_s =$	0.00 kN	Ok No requiere refuerzo a cortante

### DISEÑO REFUERZO A FLEXIÓN

Altura efectiva $d$ :	0.23 m
Momento último * 1.3 :	43.59 kN-m
Cuantía requerida:	0.002223
Cuantía suministrada =	0.003439
$A_s$ Diseño refuerzo =	7.91 cm <sup>2</sup> / (m de ancho)
Refuerzo suministrado =	1#4@0.163 ó 1#5@0.252 ó 1#6@0.360

	<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 CÁMARAS BOCAS DE ACCESO PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-011</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 29 DE 29</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1	PÁGINA 29 DE 29		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-011	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 29 DE 29								
FECHA: 2009-02-10								

#### 8.6.4. Control de Agrietamiento

Coeficiente Presión tierras  $K_0$  : **0.70**  
 Profundidad Máxima Presión  $h$ : 5.50 m  
 Esfuerzo presión de poros: 10.00 kPa/(m de profundidad)  
 Sobre presión (0.70m de suelo) = 14.00 kPa  
 sobre presión horizontal = 9.80 kPa  
 Esfuerzo efectivo: 7.00 kPa/(m de profundidad)  
 Área carga vehicular  $A_{vehicular}$ :  $109.97 \text{ m}^2 = (1.80+1.75*h)*(1.75*h)$   
 Carga vehicular C-40-95 : 150.00 kN  
 Carga vehicular :  $1.77 \text{ kPa} = 1.30*(\text{un eje C-40-95}) / A_{vehicular}$

Presión Trabajo a 5.50 m = 105.07 kPa

Ancho luz libre muro (cálculo momentos): 1.80 m  
 Ancho Muro (cálculo axial muro): 2.40 m  
 Axial máximo: 126.09 kN/m  
 Momento máximo: 20.06 kN-m/m

Valor admisible del parámetro  $z$ : **17.50** MN/m  
 relación modular  $n$ : **9.69**  
 $d_c$ : 5.00 kg/cm<sup>2</sup>  
 Separación refuerzo: 20.00 cm  
 Área barras seleccionadas: 1.99 cm<sup>2</sup>  
 Área concreto circundante  $A$ : 198.01 cm<sup>2</sup>  
 $d$ : 23.00 cm  
 valor de  $j*d = 1-k/3$  : 21.08 cm  
 Tensión en cada Barra: -6.18 kN  
 $f_s$  con  $M=20.06$  y  $P=126.09$ : -31.1 kPa  
 $z = f_s*(d_c*A)^{(1/3)} =$  -3.10 MN/m OK < 17.50