

002776

#### 4. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL Y SU MEMORIA DE CÁLCULO

  
Angela Palomino U.  
F. 1-5070





**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO Y  
EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO:  
“REPARACIÓN DE RESERVORIO; EN EL (LA) R-256 Y  
R-257 UBICADOS EN LAS TORRES DE LIMATAMBO  
EN EL DISTRITO DE SAN BORJA, PROVINCIA LIMA,  
DEPARTAMENTO LIMA”.**

**MEMORIA DESCRIPTIVA DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL  
DE LOS RESERVORIOS EXISTENTES: R-256 Y R-257**

---

 **CONSORCIO  
CONSULTOR LAS TORRES**

SEDAPAL

ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO Y EXPEDIENTE TÉCNICO DEL  
PROYECTO: "REPARACIÓN DE RESERVORIO; EN EL (LA) R-256 Y R-257  
UBICADOS EN LAS TORRES DE LIMATAMBO EN EL DISTRITO DE SAN  
BORJA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA".

Presentación

INFORME N.º 03

REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS RESERVORIOS EXISTENTES: R-256 y R-  
257

Revisión 2

Prof. Responsable Ing. Robby Leiff Díaz Reátegui

Representante Legal: Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante

Cliente: SEDAPAL

Revisión	Ejecutado	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
2		Informe N°3			IGSS

Comentarios del cliente:



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leiff Díaz Reátegui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N°87949...

Angela Palomino U.  
E. 7-5070



002779

Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA .....	6
1.1 UBICACIÓN Y LÍMITE DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	7
1.2 OBJETIVO GENERAL .....	8
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
1.4 MARCO NORMATIVO .....	9
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES .....	9
1.6 ESTADOS DE CARGAS.....	10
1.6.1 Cargas Muertas (CM).....	10
1.6.2 Cargas Vivas (CV) .....	10
1.6.3 Cargas por Sismo (H) .....	10
1.7 COMBINACIONES DE CARGAS .....	13
1.8 RESERVORIO EXISTENTE: R-256.....	14
1.8.1 Estructura de Soporte o Fuste .....	14
1.8.2 Depósito de Almacenamiento.....	14
1.9 RESERVORIO EXISTENTE: R-257.....	15
1.9.1 Estructura de Soporte o Fuste .....	15
1.9.2 Depósito de Almacenamiento.....	15
CAPÍTULO II: REPARACIONES Y REFORZAMIENTOS EN LOS RESERVORIOS EXISTENTES: R-256 Y R-257	17
2.1 REPARACIONES EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	17
2.1.1 Método de Reparación N.º 01: Encamicetado de Muros en la Cuba .....	17
2.1.2 Método de Reparación N.º 02: Sellado de Orificios de Ventilación .....	17
2.1.3 Método de Reparación N.º 03: Encamicetado de Losa maciza.....	18
2.1.4 Método de Reparación N.º 04: Tarrajeo estructural en los muros exteriores de la chimenea de acceso .....	18
2.1.5 Método de Reparación N.º 05: Reparación estructural interior en el techo del reservorio .....	18
2.1.5 Método de Reparación N.º 06: Reforzamiento superior de la losa de fondo de cuba .....	19
2.1.5 Método de Reparación N.º 07: Reparación estructural interior de la losa de fondo de cuba .....	19
2.1.2 Método de Reparación N.º 08: Encimado de Muros de Ladrillo .....	19
2.1.4 Método de Reparación N.º 09: Ampliación de descanso de pasarelas .....	20
2.1.4 Método de Reparación N.º 10: Detalle de contrapiso proyectado .....	20
✓ 2.2 REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	21
2.2.1 Método de Reforzamiento N.º 01: Fibra de Carbono en la Viga de Fondo .....	21



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

## INTRODUCCIÓN

Es muy frecuente la necesidad que se tiene de remodelar, reparar o reforzar estructuras ya sea por razones de cambio de uso de edificación, por daños debidos a sismos, por solicitudes externas no consideradas en los análisis, por envejecimientos o deterioros de las estructuras. Muchas veces no es posible evaluar la importancia de las reparaciones a efectuar ni escoger los procedimientos si la causa de los daños no es conocida, un daño es la corrosión del acero, sin embargo, casi siempre es difícil de advertirlo por lo inaccesible de su ubicación.

No hay reglas, ni métodos elaborados para determinar las causas de los deterioros, cada caso plantea un problema en particular y por lo tanto tiene una solución particular, no obstante, la experiencia nos permite identificar determinados daños en las edificaciones, como por ejemplo las fisuras en los muros de forma diagonal, debido a asentamientos diferenciales en las cimentaciones o las fisuras en forma recta y paralela debido a la corrosión del acero. La evaluación de la resistencia de una obra dañada, es un problema importante, si esta está seriamente afectada, se corre el peligro incluso de recomendar su desocupación, apuntalamientos y en otros casos extremos su demolición, por consiguiente debe realizarse una evaluación minuciosa de los esfuerzos, en el que se tengan en cuenta todos los parámetros que intervienen en la resistencia estructural, como las dimensiones de los elementos, las cargas máximas probables, los factores de carga, la calidad de los materiales, la redistribución de momentos, etc.

Nuestro país se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico y es una zona de alta actividad sísmica debido a que debajo del Perú se la subducción de la Placa de Nazca en la Placa Sudamericana, la energía acumulada debido al traslape y fricción de estas se libera y da origen a las ondas sísmicas, siendo la costa peruana la que presenta el mayor potencial sísmico, esto conlleva a un aumento en el riesgo de las edificaciones que no han sido diseñadas bajo la Normativa Sismorresistente.

La informalidad presente en nuestra sociedad y la no consulta a personal calificado hace que muchas de las edificaciones en el Perú no terminen siendo utilizadas con el fin para el cual fueron diseñadas, originando un aumento de la vulnerabilidad de las edificaciones.

En la mayoría de los procedimientos de reparación implican mucho cuidado y numerosas operaciones manuales, por lo que es recomendable la utilización de personal calificado, un estrecho control de calidad de los materiales y aditivos a utilizar y una buena dirección técnica que garantice el éxito de las labores a ejecutar.

La solución para evitar daños estructurales en las edificaciones es el reforzamiento estructural. Existen varias formas de realizar el reforzamiento estructural, una de estas es el reforzamiento con fibras de carbono, la cual presenta grandes ventajas frente a otros métodos por ejemplo, la inosuidad ante la intemperie, la fácil intervención de los proyectos, el no utilizar de equipos de grandes dimensiones y la ventaja más importante la rápida puesta en marcha de los ambientes intervenidos.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DEL PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leir Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

## CAPÍTULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

En las estructuras de Reservorios Elevados podemos distinguir dos componentes fundamentales:

- ✓ La estructura de soporte que se encuentra directamente relacionada con la altura del nivel del agua para mantener la presión requerida.
- ✓ El depósito de almacenamiento relacionado con el volumen de agua requerido para abastecer la demanda.

Estos componentes son el punto de partida para realizar nuestro análisis de evaluación estructural de la resistencia por cargas de gravedad y sismorresistente.

Los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, cuentan con una capacidad de almacenamiento de 1,000.00 m<sup>3</sup> cada uno y fueron construidos para abastecer de agua potable a los habitantes de las Torres de Limatambo en el distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima.

En la actualidad el Reservorio Existente: R-256 se encuentra operativo y el Reservorio Existente: R-257 se encuentra inhabilitado por presentar instalaciones mal estado y presencia de filtraciones en la cuba, ambas infraestructuras cuentan con daños estructurales.

Para poder rehabilitar a los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, es necesario reparar y reforzar los elementos estructurales existentes protegiendo al concreto de la carbonatación y al acero de la corrosión.

De acuerdo a diagnóstico estructural realizado a los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, las losas macizas que conforman a los techos de las cubas son los elementos estructurales que mayores daños estructurales presentan, debido a que cuentan 32 orificios para ductos de ventilación con un diámetro de:  $\emptyset = 4"$  y con el acero de refuerzo que conforma a la losa del techo de la cuba expuesto al medio ambiente, con la finalidad de proteger al acero de refuerzo para evitar daños por corrosión del acero y carbonatación del concreto se deberá eliminar los ductos de ventilación sellando los orificios utilizando el método de reparación siguiente:

- ✓ Encofrado en el fondo de la losa maciza.
- ✓ Limpieza del acero con removedor de óxido.
- ✓ Aplicación de puente de adherencia entre el concreto existente y el mortero autonivelante de alta resistencia expansivo utilizando una brocha.
- ✓ Introducción de mortero autonivelante en los orificios.
- ✓ Curado químico por 7 días.
- ✓ Desencofrado en fondo de losa maciza.

Los techos de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, deberán contar con tuberías de ventilación metálicas con un diámetro de:  $\emptyset = 4"$ , dichos trabajos deberán realizarse posteriormente al reforzamiento de los techos de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257 utilizando el método de reparación siguiente:

- ✓ Encofrado en el fondo de la losa maciza.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Roberto Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angela Palomino U.  
E. 1-5070



002782

- ✓ Ubicación y trazo de tuberías de ventilación y bridas.
- ✓ Escaneo de armadura para delimitar la zona de refuerzo existente a cortar.
- ✓ Corte de orificios cuadrado de 0.25 x 0.25 m para instalación de bridas y tuberías de ventilación.
- ✓ Aplicación de puente de adherencia de resina epóxica para unir tubería metálica con mortero de nivelación.
- ✓ Sellado de orificio con mortero de nivelación.
- ✓ Curado químico por 7 días.
- ✓ Desencofrado.

Debido a que se eliminarán las tuberías que conforman a las instalaciones hidráulicas existentes para ser reemplazadas por nuevos materiales, se deberá tener en cuenta que las bridas y accesorios embebidos en el interior de los componentes estructurales de concreto armado que conforman a los Reservorios Existentes: R-256 y R-257 no deberán ser retirados ya que se tendría que demoler el concreto existente adyacente a las bridas y accesorios embebidos en el concreto existente, lo cual provocaría mayores daños estructurales.

Se deberá retirar el óxido en las bridas y accesorios embebidos en el concreto utilizando removedor de óxido y protegiendo con pintura anticorrosiva.

## 1.1 UBICACIÓN Y LÍMITE DEL ÁREA DE ESTUDIO


Los reservorios R-256 y R-257, se encuentran ubicado dentro de las Torres de Limatambo en el distrito de San Borja, siendo su ubicación las siguientes:

### Reservorio R-256:

- ✓ Departamento : Lima
- ✓ Provincia : Lima
- ✓ Distrito : San Borja
- ✓ Dirección : Av. Eduardo Ordoñez – CR Torres de Limatambo
- ✓ Coordenadas : Este: 282110.4977 m; Norte 8660935.6573 m

### Reservorio R-257

- ✓ Departamento : Lima
- ✓ Provincia : Lima
- ✓ Dirección : Jirón Claudio Galeno – CR Torres de Limatambo
- ✓ Coordenadas : Este: 281646.5555 m; Norte: 8660847.722 m

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Ricardo del Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Angela Palomino U.  
E: 1-5070

Tabla 1. Ubicación de reservorios

Ubicación Reservoirio R-256	Ubicación del Reservoirio R-257
	

Fuente: Elaboración propia

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es rehabilitar los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, analizando los resultados obtenidos del Diagnóstico y Evaluación Estructural.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos para la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257 son los siguientes:

- ✓ Evaluar las solicitudes de las cargas actuantes a las que se encuentran sometidas cada uno de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, para determinar el método de reparación y reforzamiento en los componentes estructurales que conforman a cada uno de los Reservorios mencionados.
- ✓ Diseñar los elementos estructurales proyectados para mejorar el desempeño estructural en los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.
- ✓ Elaborar los planos de rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Laff Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP 1707949

Angela Palomino U.  
E. 1-5070



## 1.4 MARCO NORMATIVO

El Marco Normativo utilizado para la Reparación y Reforzamiento Estructural de los Reservorios Existentes: R-256, R-257, es el siguiente:

- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-020 (Cargas)
- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-030 (Sismorresistente)
- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-060 (Concreto Armado)
- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-090 (Estructuras Metálicas)
- ✓ ACI 440 – 2R17 (Fibras de Carbono)

## 1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES

Los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, cuenta con las características de los materiales siguientes:

- ✓ Pesos unitarios del Líquido de Almacenamiento y del Concreto

ITEM	DESCRIPCIÓN	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )
1.00	AGUA POTABLE	1,000.00
2.00	CONCRETO ARMADO	2,400.00
3.00	ACERO ESTRUCTURAL	7,850.00

- ✓ Concreto Armado de Estructuras Existentes

ITEM	DESCRIPCIÓN	(Kg/cm <sup>2</sup> )
1.00	COBERTURA DE TECHO (f'c)	135.00
2.00	CUBA (f'c)	210.00
3.00	LOSA DE FONDO (f'c)	210.00
4.00	FUSTE (f'c)	210.00
5.00	MODULO DE ELASTICIDAD (E)	$E = 15,000 * (f'c)^{1/2}$

- ✓ Acero de Refuerzo de Estructuras Existentes

ITEM	DESCRIPCIÓN	(Kg/m <sup>3</sup> )
1.00	ESFUERZO DE FLUENCIA (fy)	4,200.00 (GRADO 60)
2.00	MODULO DE ELASTICIDAD (E)	2'100,000.00

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosales Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
F. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Luis Díaz Beategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Angela Palomino U.  
F. 1-5070



## 1.6 ESTADOS DE CARGAS

La Norma Técnica E-020, da a conocer los diferentes tipos de cargas a las cuales pueden estar sometidos los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

La norma recomienda valores mínimos para las cargas a considerar en la evaluación estructural de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, dependiendo del uso al cual fueron diseñados.

Las cargas a considerar son las siguientes:

### 1.6.1 Cargas Muertas (CM)

Se ha considerado como Cargas Muertas (CM) al peso de los elementos estructurales y elementos no estructurales soportados por la estructura incluyendo el peso propio que son permanentes.

### 1.6.2 Cargas Vivas (CV)

Se ha considerado como Cargas Vivas (CV) al peso de los ocupantes, equipos, muebles y otros elementos móviles.

### 1.6.3 Cargas por Sismo (H)

Se ha indicado ciertos parámetros de la Norma E-030 para poder llevar a cabo una evaluación sismorresistente de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257 ubicados la Costa del Perú, según estudios anteriores sobre las características del suelo en cada zona.

A cada zona se le asigna un factor Z, según se indica en la Tabla N° 01. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla N° 01: Factor de Zona

FACTORES DE ZONA Z	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



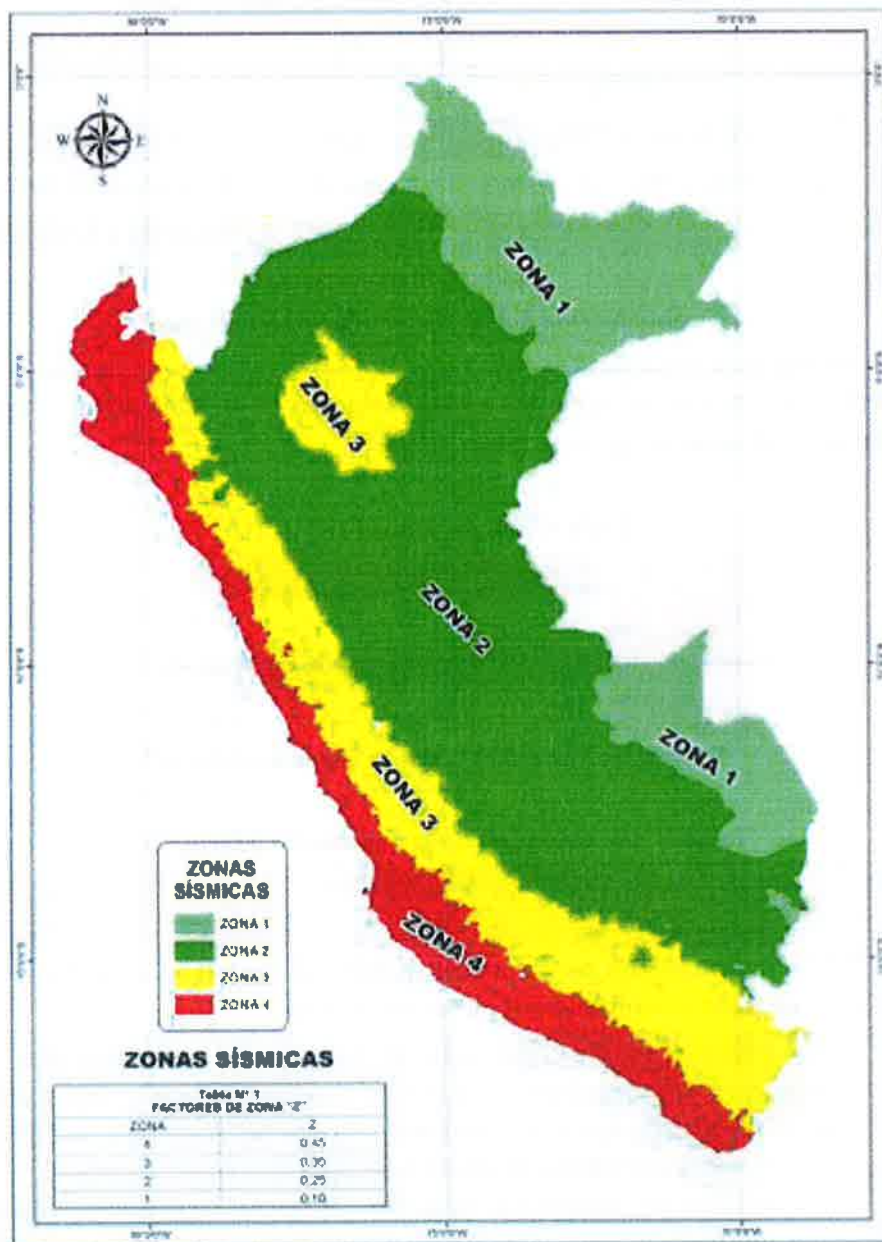
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



Otro parámetro muy importante para el análisis sismorresistente es el perfil de tipo de suelo. Según la Norma se dividen en 5 tipos de suelos los cuales son los siguientes:

- ✓ Perfil tipo  $S_0$  = Roca Dura
- ✓ Perfil tipo  $S_1$  = Roca o Suelo muy Rígidos
- ✓ Perfil tipo  $S_2$  = Suelos intermedios
- ✓ Perfil tipo  $S_3$  = Suelos Blandos
- ✓ Perfil tipo  $S_4$  = Condiciones Excepcionales

En la siguiente tabla se muestran las condiciones para poder elegir el apropiado perfil de suelo, de acuerdo a la tabla siguiente:





002787

Tabla N° 02: Clasificación de los perfiles de suelo

PERFIL	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
$S_0$	$> 1,500.00 \text{ m/s}$	-	-
$S_1$	$500.00 \text{ m/s a } 1,500.00 \text{ m/s}$	$> 50$	$> 100.00 \text{ KPa}$
$S_2$	$180.00 \text{ m/s a } 500.00 \text{ m/s}$	$15 \text{ a } 50$	$50.00 \text{ KPa a } 100.00 \text{ KPa}$
$S_3$	$< 180.00 \text{ m/s}$	$< 15$	$25.00 \text{ KPa a } 50.00 \text{ KPa}$
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"

También se obtienen los valores de Períodos y las Categorías de las edificaciones según el uso que se le está dando. Utilizando la siguiente tabla:

Tabla N° 03: Períodos "TP" y "TL"

	Perfil de Suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"

Tabla N° 04: Categoría de la Edificación y factor "U"

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el ministerio de salud	1.50
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluye las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>✓ Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>✓ Estaciones de bomberos, cuarteles de fuerzas armadas y policía.</li> <li>✓ Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>✓ Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>✓ Edificaciones cuyo colapso puede presentar</li> </ul>	

Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 57949

Angela Palomino U.  
F. 1-5070

Y por último nos da conocer el valor de la amplificación sísmica (C) a través de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} T < T_p & , & C &= 2.50 \\ T_p < T < T_L & , & C &= 2.50 \cdot (T_p/T) \\ T > T_1 & , & C &= 2.50 \cdot (T_p \cdot T_1/T^2), \end{aligned} \quad \text{Donde: T es el período}$$

Se muestra los valores de los coeficientes básicos de reducción de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla N° 05: Sistemas Estructurales**

SISTEMAS ESTRUCTURALES	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN $R_0$
Concreto Armado:	
Pórticos	8.00
Dual	7.00
De muros estructurales	6.00
Muros de albañilería	4.00

**Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"**

## 1.7 COMBINACIONES DE CARGAS

Para determinar la resistencia nominal requerida se emplearán las siguientes combinaciones de cargas establecidas en la Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- ✓ 1.4 CM + 1.7 CV
- ✓ 1.25 (CM+CV) +  $CS_x$
- ✓ 1.25 (CM+CV) +  $CS_y$
- ✓ 0.90 CM ±  $CS_y$
- ✓ 0.90 CM ±  $CS_x$

Donde:

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

$CS_x$  = Carga de sismo en la dirección: "X"

$CS_y$  = Carga de sismo en la dirección: "Y"

En la tabla N° 01 se muestran los valores de reducción de resistencia por flexión y corte

**Tabla N° 06**

SOLICITACIÓN PRINCIPAL	FACTOR $\phi$ DE REDUCCIÓN
FLEXIÓN	0.90
CORTANTE	0.75

En conclusión, para evaluar la resistencia de los elementos estructurales debe cumplirse:

- ✓ Resistencia de Diseño  $\geq$  Resistencia Última (U)
- ✓ Resistencia de Diseño  $\geq \phi$  Resistencia Nominal



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
Ing. Ricardo Manuel...  
JEFE DE...  
ante

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leir Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949...



Angela Palomino U.  
R 1-2070

## 1.8 RESERVORIO EXISTENTE: R-256

El Reservorio Existente: R-256, consta de una infraestructura de concreto armado, de forma rectangular y simétrica en la dirección: "X" y la dirección: "Y", y está conformado por los componentes estructurales siguientes:

### 1.8.1 Estructura de Soporte o Fuste

Conformada por muros planos de 0.25 m de espesor y 35.39 m de altura, es la encargada de soportar las solicitaciones de cargas provenientes del depósito de almacenamiento y de transmitir dichas cargas incluido su peso propio hacia la cimentación, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetrales del fuste, a lo largo y ancho del fuste existe una escalera de acceso empotrada en el fuste hasta llegar a una pasarela de concreto armado, el cual también se encuentra empotrado en el fuste en sus extremos, cuenta con un espesor de 0.30 m y una altura de 1.50 m.

### 1.8.2 Depósito de Almacenamiento

Es de forma rectangular cuenta con una capacidad de 1,000.00 m<sup>3</sup>, conformado por tres elementos estructurales bien definidos:

- ✓ Linterna de acceso: Conformada por 04 ductos de ingreso para acceder a la losa de techo del reservorio, está conformada por una losa maciza de concreto armado con un espesor,  $e = 0.11$  m, el lado mayor mide 3.23 m y el lado menor mide 3.13 m de largo y se apoya en sus extremos en 04 columnas de 0.53 m de altura y de sección transversal en forma de "L" variable, dichas columnas se apoyan sobre una viga perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m.
- ✓ Losa de techo plana: Conformada por una losa maciza de 0.20 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos con los muros perimetrales de la cuba, cuenta también con apoyos interiores conformado por muros armados disminuyendo la luz libre entre apoyos y con la viga de perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m, también cuenta con ductos de ingreso hacia el interior del reservorio.
- ✓ Cuba o cuerpo rectangular constituida por muros de concreto armado en todo el perímetro y en el interior de la cuba se encuentra dividida con muros de concreto armado ubicados longitudinalmente a lo largo de los bordes del ducto de acceso en la chimenea y se prolongan hacia los muros perimétricos transversales de la cuba, es la encargada de recibir la presión del líquido, conformada por muros de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, ubicados en los extremos del perímetro del reservorio y en los bordes de la chimenea de acceso, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetrales de la cuba, en el interior se encuentra conformada por 08 cámaras rectangulares divididas con muros interiores de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, también se cuenta con ductos de ingreso al interior de la cuba de 0.63 m de altura y un ancho de 0.50 m.



- ✓ Losa de fondo plana: Conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, es la encargada de recibir las cargas provenientes de la cuba y el peso del líquido de almacenamiento, está conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos por el fuste y con una viga perimetral en el centro del ducto de la chimenea de acceso y es la encargada de soportar el peso de los muros interiores de la cuba.

## 1.9 RESERVORIO EXISTENTE: R-257

El Reservorio Existente: R-257, consta de una infraestructura de concreto armado, de forma rectangular y simétrica en la dirección: "X" y la dirección: "Y", y está conformado por los componentes estructurales siguientes:

### 1.9.1 Estructura de Soporte o Fuste

Conformada por muros planos de 0.25 m de espesor y 35.39 m de altura, es la encargada de soportar las solicitaciones de cargas provenientes del depósito de almacenamiento y de transmitir dichas cargas incluido su peso propio hacia la cimentación, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetrales del fuste, a lo largo y ancho del fuste existe una escalera de acceso empotrada en el fuste hasta llegar a una pasarela de concreto armado, el cual también se encuentra empotrado en el fuste en sus extremos, cuenta con un espesor de 0.30 m y una altura de 1.50 m.

### 1.9.2 Depósito de Almacenamiento

Es de forma rectangular cuenta con una capacidad de 1,000.00 m<sup>3</sup>, conformado por tres elementos estructurales bien definidos:

- ✓ Linterna de acceso: Conformada por 04 ductos de ingreso para acceder a la losa de techo del reservorio, está conformada por una losa maciza de concreto armado con un espesor,  $e = 0.11$  m, el lado mayor mide 3.23 m y el lado menor mide 3.13 m de largo y se apoya en sus extremos en 04 columnas de 0.53 m de altura y de sección transversal en forma de "L" variable, dichas columnas se apoyan sobre una viga perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m.
- ✓ Losa de techo plana: Conformada por una losa maciza de 0.20 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos con los muros perimetrales de la cuba, cuenta también con apoyos interiores conformado por muros armados disminuyendo la luz libre entre apoyos y con la viga de perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m, también cuenta con ductos de ingreso hacia el interior del reservorio.
- ✓ Cuba o cuerpo rectangular constituida por muros de concreto armado en todo el perímetro y en el interior de la cuba se encuentra dividida con muros de concreto armado ubicados longitudinalmente a lo largo de los bordes del ducto de acceso en la chimenea y



se prolongan hacia los muros perimétricos transversales de la cuba, es la encargada de recibir la presión del líquido, conformada por muros de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, ubicados en los extremos del perímetro del reservorio y en los bordes de la chimenea de acceso, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetral de la cuba, en el interior se encuentra conformada por 08 cámaras rectangulares divididas con muros interiores de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, también se cuenta con ductos de ingreso al interior de la cuba de 0.63 m de altura y un ancho de 0.50 m.

- ✓ Losa de fondo plana: Conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, es la encargada de recibir las cargas provenientes de la cuba y el peso del líquido de almacenamiento, está conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos por el fuste y con una viga perimetral en el centro del ducto de la chimenea de acceso y es la encargada de soportar el peso de los muros interiores de la cuba.



  
Angela Palomino U.  
F. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176303

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

## CAPÍTULO II: REPARACIONES Y REFORZAMIENTOS EN LOS RESERVORIOS EXISTENTES: R-256 Y R-257

### 2.1 REPARACIONES EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

#### 2.1.1 Método de Reparación N.º 01: Encamicetado de Muros en la Cuba

- ✓ Apuntalamiento del techo del reservorio con pies derechos.
- ✓ Demoler muros interiores ( $E = 0.04 \text{ m}$ ), utilizando martillo eléctrico.
- ✓ Limpieza del acero con removedor de óxido.
- ✓ Perforación de orificios de  $\frac{1}{2}$ " utilizando martillo eléctrico.
- ✓ Fijación de acero vertical en el fondo del reservorio utilizando resina epóxica.
- ✓ Habilitación y colocación de acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ .
- ✓ Aplicación de puente de adherencia para unir concreto nuevo y concreto antiguo.
- ✓ Encofrado de muros.
- ✓ Dosificación y vaciado de concreto  $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  ( $E = 0.10 \text{ m}$ ).
- ✓ Curado químico del concreto por 07 días.
- ✓ Desarmado de puntales.
- ✓ Tarrajeo impermeabilizante en el interior de los muros en la cuba, cemento: arena = 1:3.

**Nota N. 01:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar el encamicetado de Muros en la Cuba se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

#### 2.1.2 Método de Reparación N.º 02: Sellado de Orificios de Ventilación

- ✓ Encofrado en fondo de losa maciza (techo del reservorio).
- ✓ Limpieza del acero con removedor de óxido.
- ✓ Dosificar y vertir mortero autonivelante de alta resistencia expansivo hasta el nivel del piso terminado de la losa maciza en el techo del reservorio.
- ✓ Curado químico por 07 días.
- ✓ Desencofrado.

**Nota N. 02:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar el Sellado de Orificios de Ventilación se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.



  
**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
  
**Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante**  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

  
**Angela Palomino U.**  
E. 1-5070

**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
  
**Ing. Robby Leif Diaz Reategui**  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



002793

### 2.1.3 Método de Reparación N.º 03: Encamicetado de Losa maciza

- ✓ Apuntalamiento del techo de la linterna con pies derechos.
- ✓ Demoler losa maciza del techo de la linterna ( $E = 0.04 \text{ m}$ ), utilizando martillo eléctrico.
- ✓ Limpieza del acero con removedor de óxido.
- ✓ Encofrado de frisos.
- ✓ Habilidad y colocación de acero de refuerzo ( $1/4" @ 0.15 \text{ m}$ ).
- ✓ Aplicación de puente de adherencia para unir concreto nuevo y concreto antiguo.
- ✓ Dosificación y vaciado de concreto  $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$  ( $E = 0.04 \text{ m}$ ).
- ✓ Curado químico del concreto por 07 días.
- ✓ Desarmado de puntales.
- ✓ Sellado de fisuras, grietas y cangrejeras en el fondo de la losa de la linterna.
- ✓ Tarrajeo estructural en fondo de losa maciza, cemento: arena = 1:3

**Nota N. 03:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar el Encamicetado de Losa Maciza se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

### 2.1.4 Método de Reparación N.º 04: Tarrajeo estructural en los muros exteriores de la chimenea de acceso

- ✓ Armado de andamios metálicos.
- ✓ Limpieza del acero existente con removedor de óxido.
- ✓ Encofrado localizado en zonas de reparaciones.
- ✓ Sellado de fisuras, grietas y cangrejeras con mortero autonivelante de alta resistencia.
- ✓ Desencofrado de áreas reparadas.
- ✓ Tarrajeo estructural con mortero de alta resistencia en la chimenea de acceso.
- ✓ Desarmado de andamios metálicos.

**Nota N. 04:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar el Tarrajeo estructural en los muros exteriores de la chimenea de acceso se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

### 2.1.5 Método de Reparación N.º 05: Reparación estructural interior en el techo del reservorio

- ✓ Limpieza del acero existente con removedor de óxido.
- ✓ Encofrado localizado en zonas de reparaciones.
- ✓ Sellado de fisuras, grietas y cangrejeras con mortero autonivelante de alta resistencia.
- ✓ Desencofrado de áreas reparadas.
- ✓ Tarrajeo estructural con mortero de alta resistencia en la chimenea de acceso.



**Nota N. 05:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar la Reparación estructural interior en el techo del reservorio se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

### 2.1.5 Método de Reparación N.º 06: Reforzamiento superior de la losa de fondo de cuba

- ✓ Resane de fisuras con aditivos.
- ✓ Resane de grietas con aditivos.
- ✓ Resane con cangrejeras con mortero de alta resistencia.
- ✓ Tarrajeo impermeabilizante.

**Nota N. 06:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar el Reforzamiento superior de la losa de fondo de cuba se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

### 2.1.5 Método de Reparación N.º 07: Reparación estructural interior de la losa de fondo de cuba

- ✓ Armado de plataforma de trabajo
- ✓ Limpieza del acero existente con removedor de óxido
- ✓ Encofrado localizado en zonas de reparaciones.
- ✓ Sellado de fisuras, grietas y cangrejeras con mortero autonivelante de alta resistencia.
- ✓ Desencofrado de áreas reparadas.
- ✓ Puente de adherencia con resina epoxica para fijación de fibra de carbono en viga de borde y debajo de la cuneta de drenaje.
- ✓ Colocado de fibra de carbono en viga de borde y debajo de la cuneta de drenaje.

**Nota N. 07:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar la reparación estructural interior de la losa de fondo de cuba que se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

### 2.1.2 Método de Reparación N.º 08: Encimado de Muros de Ladrillo

- ✓ Perforación utilizando taladro con broca de 1/4", en los ductos de iluminación en el fuste del reservorio.
- ✓ Habilitación y colocación de alambre N.º 08 cada 03 hiladas, utilizando resina epóxica para fijar alambre en el concreto existente.
- ✓ Asentado de ladrillo King Kong de 18 huecos hecho a máquina y utilizando una mezcla de mortero para asentado de ladrillo, cemento: arena = 1:5 con un espesor de junta de 1.50 cm.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176103

Angela Palomino U.  
F. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Lelf Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

002795

**Nota N. 08:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar el Encimado de Muros de Ladrillo se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

#### 2.1.4 Método de Reparación N.º 09: Ampliación de descanso de pasarelas

- ✓ Perforación de orificios con taladro:  $H=0.20m$ ,  $\phi=1/2"$ .
- ✓ Colocado de acero con epoxico para adherencia de acero y concreto en orificios.
- ✓ Colocado de acero transversal.
- ✓ Aplicar puente de adherencia para concreto nuevo y antiguo.
- ✓ Encofrado de zona a reparar.
- ✓ Vaciado de concreto:  $E=25.00\text{ cm}$ ,  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$
- ✓ Desencofrado
- ✓ Curado químico de concreto por 7 días

**Nota N. 09:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar la ampliación de descanso de pasarelas que se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

#### 2.1.4 Método de Reparación N.º 10: Detalle de contrapiso proyectado

- ✓ Encofrado de frisos.
- ✓ Colocado de armadura superior:  $1/4"$  @  $0.15m$  ambos sentidos.
- ✓ Aplicar puente de adherencia para concreto nuevo y antiguo.
- ✓ Vaciado de concreto:  $E=5.00\text{ cm}$ ,  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$
- ✓ Desencofrado de frisos
- ✓ Curado químico de concreto por 7 días

**Nota N. 10:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar el detalle de contrapiso proyectado que se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



## ✓ 2.2 REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

### 2.2.1 Método de Reforzamiento N.º 01: Fibra de Carbono en la Viga de Fondo

- ✓ Aplicación de adhesivo epóxico para fijación de fibra de carbono en lugar a reforzar.
- ✓ Colocación de lámina de fibra de carbono por debajo de la viga en el ducto de la chimenea.

**Nota N. 01:** El detalle de los trabajos que conforman a las actividades y las etapas necesarias para ejecutar la Instalación de Fibra de Carbono en la Viga de Fondo se indican en el Proceso Constructivo de la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.



  
Angel Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

  
Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE LIMA

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO Y  
EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO:  
“REPARACIÓN DE RESERVORIO; EN EL (LA) R-256 Y  
R-257 UBICADOS EN LAS TORRES DE LIMATAMBO  
EN EL DISTRITO DE SAN BORJA, PROVINCIA LIMA,  
DEPARTAMENTO LIMA”.**

CALCULO ESTRUCTURAL

REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS RESERVORIOS  
EXISTENTES: R-256 Y R-257



**CONSORCIO  
CONSULTOR LAS TORRES**

**SEDAPAL**

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO Y EXPEDIENTE TÉCNICO DEL  
PROYECTO: "REPARACIÓN DE RESERVORIO; EN EL (LA) R-256 Y R-257  
UBICADOS EN LAS TORRES DE LIMATAMBO EN EL DISTRITO DE SAN  
BORJA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA".**

**Presentación**

**INFORME N.º 03**

**REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS RESERVORIOS EXISTENTES: R-256 y  
R-257**

**Revisión 2**

Prof. Responsable

Ing. Robby Leiff Díaz Reátegui

Representante  
Legal:

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante

Cliente:

SEDAPAL

Revisión	Ejecutado	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
2		Informe N° 3			IGSS

--	--	--	--	--	--

Comentarios del cliente:

Angela Palomino U.  
R-1-2070



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leiff Díaz Reátegui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



## Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA .....	6
1.1 UBICACIÓN Y LÍMITE DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.4 MARCO NORMATIVO.....	8
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES .....	8
1.6 ESTADOS DE CARGAS.....	9
1.6.1 Cargas Muertas (CM).....	9
1.6.2 Cargas Vivas (CV).....	9
1.6.3 Cargas por Sismo (H).....	9
1.7 COMBINACIONES DE CARGAS.....	12
1.8 RESERVORIO EXISTENTE: R-256.....	13
1.8.1 Estructura de Soporte o Fuste.....	13
1.8.2 Depósito de Almacenamiento.....	13
1.9 RESERVORIO EXISTENTE: R-257.....	14
1.9.1 Estructura de Soporte o Fuste.....	14
1.9.2 Depósito de Almacenamiento.....	14
CAPITULO 2: MEMORIA DE CALCULO .....	16
2.1 RESERVORIO EXISTENTE: R-256 .....	16
2.1.1 Metrado de Cargas .....	16
A) Cargas Muertas (CM).....	16
B) Cargas Vivas (CV).....	23
C) Cargas por Sismo (H).....	23
2.1.2 Evaluación de la Resistencia de las Estructuras Existentes.....	24
A) Losa Maciza en Linterna ( $E = 0.11 \text{ m}$ ).....	24
B) Losa Maciza en Techo del Reservoirio ( $E = 0.20 \text{ m}$ ).....	25
C) Viga de Borde en Losa de Fondo ( $1.00 \times 0.35 \text{ m}$ ).....	30
D) Losa Maciza en el Fondo del Reservoirio ( $E = 0.35 \text{ m}$ ).....	37
2.1.2 Diseño Estructural de Componentes Proyectados.....	42
A) Losa Colaborante.....	42
B) Estructuras Metálicas.....	43
2.2 RESERVORIO EXISTENTE: R-257 .....	47



2.2.1	Metrado de Cargas .....	47
A)	Cargas Muertas (CM).....	47
B)	Cargas Vivas (CV) .....	54
C)	Cargas por Sismo (H) .....	54
2.2.2	Evaluación de la Resistencia de las Estructuras Existentes.....	55
A)	Losa Maciza en Linterna (E = 0.11 m).....	55
B)	Losa Maciza en Techo del Reservoirio (E = 0.20 m).....	56
C)	Viga de Borde en Losa de Fondo (1.00 x 0.35) m .....	61
D)	Losa Maciza en el Fondo del Reservoirio (E = 0.35 m) .....	68
2.2.3	Diseño Estructural de Componentes Projectados .....	73
A)	Losa Colaborante .....	73
B)	Estructuras Metálicas .....	74
CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		78
3.1	CONCLUSIONES.....	78
3.2	RECOMENDACIONES .....	79
CAPÍTULO IV: ANEXOS .....		80
ANEXO 1 PLACA COLABORANTE PRE PINTADA .....		81
ANEXO 2 CONECTORES DE CORTE .....		83
ANEXO 3 PLATINAS A BASE DE POLIMEROS REFORZADOS CON FIBRAS DE CARBONO .....		85

## INTRODUCCIÓN

Es muy frecuente la necesidad que se tiene de remodelar, reparar o reforzar estructuras ya sea por razones de cambio de uso de edificación, por daños debidos a sismos, por solicitaciones externas no consideradas en los análisis, por envejecimientos o deterioros de las estructuras. Muchas veces no es posible evaluar la importancia de las reparaciones a efectuar ni escoger los procedimientos si la causa de los daños no es conocida, un daño es la corrosión del acero, sin embargo, casi siempre es difícil de advertirlo por lo inaccesible de su ubicación.

No hay reglas, ni métodos elaborados para determinar las causas de los deterioros, cada caso plantea un problema en particular y por lo tanto tiene una solución particular, no obstante, la experiencia nos permite identificar determinados daños en las edificaciones, como por ejemplo las fisuras en los muros de forma diagonal, debido a asentamientos diferenciales en las cimentaciones o las fisuras en forma recta y paralela debido a la corrosión del acero. La evaluación de la resistencia de una obra dañada, es un problema importante, si esta está seriamente afectada, se corre el peligro incluso de recomendar su desocupación, apuntalamientos y en otros casos extremos su demolición, por consiguiente debe realizarse una evaluación minuciosa de los esfuerzos, en el que se tengan en cuenta todos los parámetros que intervienen en la resistencia estructural, como las dimensiones de

los elementos, las cargas máximas probables, los factores de carga, la calidad de los materiales, la redistribución de momentos, etc.

Nuestro país se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico y es una zona de alta actividad sísmica debido a que debajo del Perú se la subducción de la Placa de Nazca en la Placa Sudamericana, la energía acumulada debido al traslape y fricción de estas se libera y da origen a las ondas sísmicas, siendo la costa peruana la que presenta el mayor potencial sísmico, esto conlleva a un aumento en el riesgo de las edificaciones que no han sido diseñadas bajo la Normativa Sismorresistente.

La informalidad presente en nuestra sociedad y la no consulta a personal calificado hace que muchas de las edificaciones en el Perú no terminen siendo utilizadas con el fin para el cual fueron diseñadas, originando un aumento de la vulnerabilidad de las edificaciones.

En la mayoría de los procedimientos de reparación implican mucho cuidado y numerosas operaciones manuales, por lo que es recomendable la utilización de personal calificado, un estrecho control de calidad de los materiales y aditivos a utilizar y una buena dirección técnica que garantice el éxito de las labores a ejecutar.

La solución para evitar daños estructurales en las edificaciones es el reforzamiento estructural. Existen varias formas de realizar el reforzamiento estructural, una de estas es el reforzamiento con fibras de carbono, la cual presenta grandes ventajas frente a otros métodos por ejemplo, la inosuidad ante la intemperie, la fácil intervención de los proyectos, el no utilizar de equipos de grandes dimensiones y la ventaja más importante la rápida puesta en marcha de los ambientes intervenidos.



*UP*  
Angela Palomino U.  
E. 1-5070

**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
*[Signature]*  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
*[Signature]*  
Ing. Robby Lail Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



## CAPÍTULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

En las estructuras de Reservorios Elevados podemos distinguir dos componentes fundamentales:

- ✓ La estructura de soporte que se encuentra directamente relacionada con la altura del nivel del agua para mantener la presión requerida.
- ✓ El depósito de almacenamiento relacionado con el volumen de agua requerido para abastecer la demanda.

Estos componentes son el punto de partida para realizar nuestro análisis de evaluación estructural de la resistencia por cargas de gravedad y sismorresistente.

Los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, cuentan con una capacidad de almacenamiento de 1,000.00 m<sup>3</sup> cada uno y fueron construidos para abastecer de agua potable a los habitantes de las Torres de Limatambo en el distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima.

En la actualidad el Reservorio Existente: R-256 se encuentra operativo y el Reservorio Existente: R-257 se encuentra inhabilitado por presentar instalaciones mal estado y presencia de filtraciones en la cuba.

### 1.1 UBICACIÓN Y LÍMITE DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los reservorios R-256 y R-257, se encuentran ubicado dentro de las Torres de Limatambo en el distrito de San Borja, siendo su ubicación las siguientes:

#### Reservorio R-256:

- ✓ Departamento : Lima
- ✓ Provincia : Lima
- ✓ Distrito : San Borja
- ✓ Dirección : Av. Eduardo Ordoñez – CR Torres de Limatambo
- ✓ Coordenadas : Este: 282110.4977 m; Norte 8660935.6573 m

#### Reservorio R-257

- ✓ Departamento : Lima
- ✓ Provincia : Lima
- ✓ Dirección : Jirón Claudio Galeno – CR Torres de Limatambo
- ✓ Coordenadas : Este: 281646.5555 m; Norte: 8660847.722 m

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

  
Angela Palemino U.  
E. 1-5070

Tabla 1. Ubicación de reservorios

Ubicación Reservoirio R-256	Ubicación del Reservoirio R-257
	

Fuente: Elaboración propia

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es rehabilitar los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, analizando los resultados obtenidos del Diagnóstico y Evaluación Estructural.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos para la Rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257 son los siguientes:

- ✓ Evaluar las solicitudes de las cargas actuantes a las que se encuentran sometidas cada uno de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, para determinar el método de reparación y reforzamiento en los componentes estructurales que conforman a cada uno de los Reservorios mencionados.
- ✓ Diseñar los elementos estructurales proyectados para mejorar el desempeño estructural en los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.
- ✓ Elaborar los planos de rehabilitación de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Roberly Leif Díaz Roategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Ing. Angélica Palomino U.  
E. 1-0070



## 1.4 MARCO NORMATIVO

El Marco Normativo utilizado para la Reparación y Reforzamiento Estructural de los Reservorios Existentes: R-256, R-257, es el siguiente:

- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-020 (Cargas)
- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-030 (Sismorresistente)
- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-060 (Concreto Armado)
- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E-090 (Estructuras Metálicas)
- ✓ ACI 440 – 2R17 (Fibras de Carbono)

## 1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES

Los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, cuenta con las características de los materiales siguientes:

- ✓ Pesos unitarios del Líquido de Almacenamiento y del Concreto

ITEM	DESCRIPCIÓN	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )
1.00	AGUA POTABLE	1,000.00
2.00	CONCRETO ARMADO	2,400.00
3.00	ACERO ESTRUCTURAL	7,850.00

- ✓ Concreto Armado de Estructuras Existentes

ITEM	DESCRIPCIÓN	(Kg/cm <sup>2</sup> )
1.00	COBERTURA DE TECHO (f'c)	135.00
2.00	CUBA (f'c)	210.00
3.00	LOSA DE FONDO (f'c)	210.00
4.00	FUSTE (f'c)	210.00
5.00	MODULO DE ELASTICIDAD (E)	$E = 15,000 * (f'c)^{1/2}$

- ✓ Acero de Refuerzo de Estructuras Existentes

ITEM	DESCRIPCIÓN	(Kg/m <sup>3</sup> )
1.00	ESFUERZO DE FLUENCIA (fy)	4,200.00 (GRADO 60)
2.00	MODULO DE ELASTICIDAD (E)	2'100,000.00



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angel Paredino U.  
E. 1-5070



## 1.6 ESTADOS DE CARGAS

La Norma Técnica E-020, da a conocer los diferentes tipos de cargas a las cuales pueden estar sometidos los Reservorios Existentes: R-256 y R-257.

La norma recomienda valores mínimos para las cargas a considerar en la evaluación estructural de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, dependiendo del uso al cual fueron diseñados.

Las cargas a considerar son las siguientes:

### 1.6.1 Cargas Muertas (CM)

Se ha considerado como Cargas Muertas (CM) al peso de los elementos estructurales y elementos no estructurales soportados por la estructura incluyendo el peso propio que son permanentes.

### 1.6.2 Cargas Vivas (CV)

Se ha considerado como Cargas Vivas (CV) al peso de los ocupantes, equipos, muebles y otros elementos móviles.

### 1.6.3 Cargas por Sismo (H)

Se ha indicando ciertos parámetros de la Norma E-030 para poder llevar a cabo una evaluación sismorresistente de los Reservorios Existentes: R-256 y R-257 ubicados la Costa del Perú, según estudios anteriores sobre las características del suelo en cada zona.

A cada zona se le asigna un factor Z, según se indica en la Tabla N° 01. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla N° 01: Factor de Zona

FACTORES DE ZONA Z	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

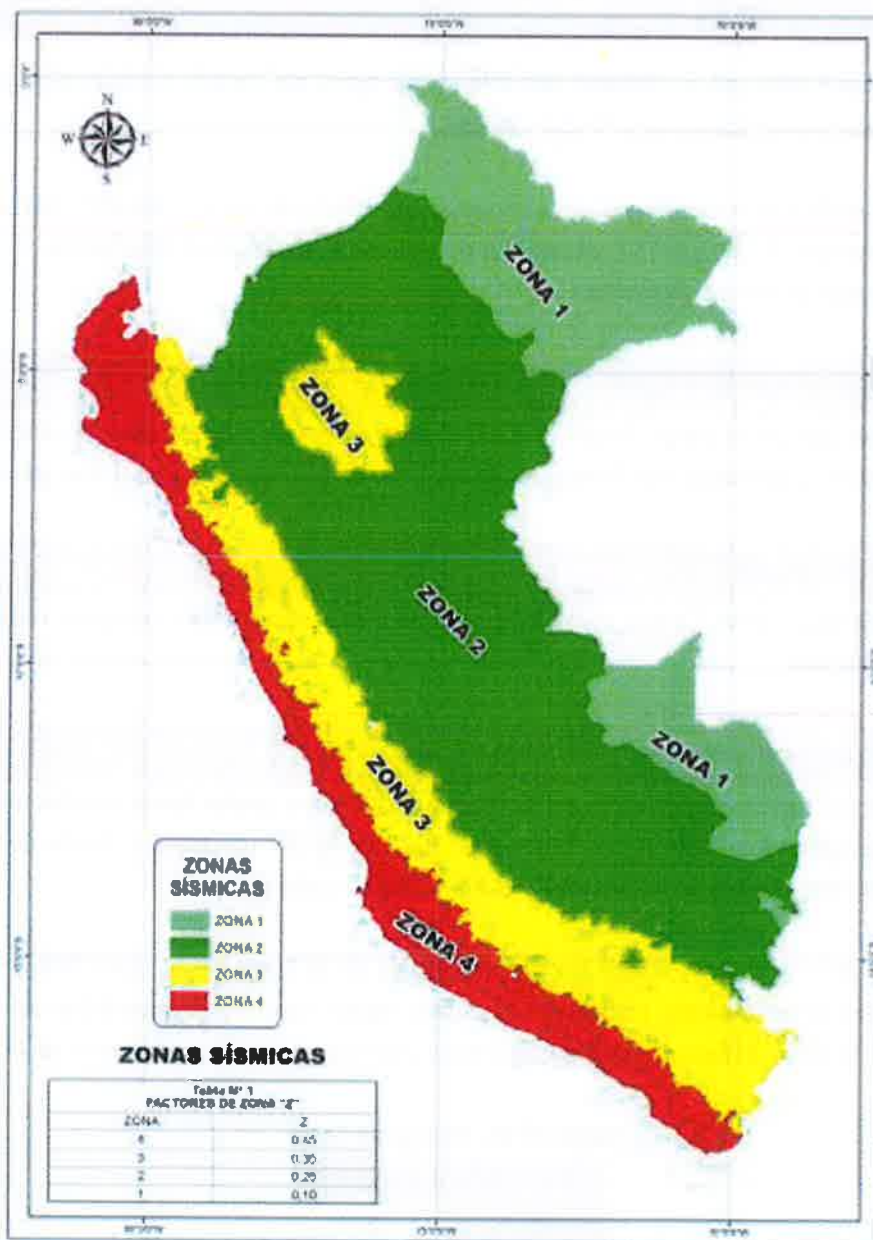


Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



Otro parámetro muy importante para el análisis sismorresistente es el perfil de tipo de suelo. Según la Norma se dividen en 5 tipos de suelos los cuales son los siguientes:

- ✓ Perfil tipo  $S_0$  = Roca Dura
- ✓ Perfil tipo  $S_1$  = Roca o Suelo muy Rígidos
- ✓ Perfil tipo  $S_2$  = Suelos intermedios
- ✓ Perfil tipo  $S_3$  = Suelos Blandos
- ✓ Perfil tipo  $S_4$  = Condiciones Excepcionales

En la siguiente tabla se muestran las condiciones para poder elegir el apropiado perfil de suelo, de acuerdo a la tabla siguiente:



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Díaz Restegui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP 1787949

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

Tabla N° 02: Clasificación de los perfiles de suelo

PERFIL	V <sub>s</sub>	N <sub>60</sub>	S <sub>u</sub>
S <sub>0</sub>	> 1,500.00 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500.00 m/s a 1,500.00 m/s	> 50	> 100.00 KPa
S <sub>2</sub>	180.00 m/s a 500.00 m/s	15 a 50	50.00 KPa a 100.00 KPa
S <sub>3</sub>	< 180.00 m/s	< 15	25.00 KPa a 50.00 KPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"

También se obtienen los valores de Períodos y las Categorías de las edificaciones según el uso que se le está dando. Utilizando la siguiente tabla:

Tabla N° 03: Períodos "TP" y "TL"

	Perfil de Suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"

Tabla N° 04: Categoría de la Edificación y factor "U"

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el ministerio de salud	1.50
Edificaciones Esenciales	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluye las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>✓ Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>✓ Estaciones de bomberos, cuarteles de fuerzas armadas y policía.</li> <li>✓ Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>✓ Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>✓ Edificaciones cuyo colapso puede presentar</li> </ul>	

Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87940

Ing. Palomino U.  
E. 1-5070



Y por último nos da conocer el valor de la amplificación sísmica (C) a través de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} T < T_p & , & C &= 2.50 \\ T_p < T < T_L & , & C &= 2.50 \cdot (T_p/T) \\ T > T_L & , & C &= 2.50 \cdot (T_p \cdot T_L / T^2), \quad \text{Donde: } T \text{ es el período} \end{aligned}$$

002808

Se muestra los valores de los coeficientes básicos de reducción de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla N° 05: Sistemas Estructurales**

SISTEMAS ESTRUCTURALES	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN $R_0$
Concreto Armado:	
Pórticos	8.00
Dual	7.00
De muros estructurales	6.00
Muros de albañilería	4.00

**Fuente Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"**

## 1.7 COMBINACIONES DE CARGAS

Para determinar la resistencia nominal requerida se emplearán las siguientes combinaciones de cargas establecidas en la Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- ✓ 1.4 CM + 1.7 CV
- ✓ 1.25 (CM+CV) +  $CS_x$
- ✓ 1.25 (CM+CV) +  $CS_y$
- ✓ 0.90 CM ±  $CS_y$
- ✓ 0.90 CM ±  $CS_x$

Donde:

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

$CS_x$  = Carga de sismo en la dirección: "X"

$CS_y$  = Carga de sismo en la dirección: "Y"

En la tabla N° 01 se muestran los valores de reducción de resistencia por flexión y corte

**Tabla N° 06**

SOLICITACIÓN PRINCIPAL	FACTOR $\phi$ DE REDUCCIÓN
FLEXIÓN	0.90
CORTANTE	0.75

En conclusión, para evaluar la resistencia de los elementos estructurales debe cumplirse:

- ✓ Resistencia de Diseño  $\geq$  Resistencia Última (U)
- ✓ Resistencia de Diseño  $\geq \phi$  Resistencia Nominal

## 1.8 RESERVORIO EXISTENTE: R-256

El Reservoirio Existente: R-256, consta de una infraestructura de concreto armado, de forma rectangular y simétrica en la dirección: "X" y la dirección: "Y", y está conformado por los componentes estructurales siguientes:

### 1.8.1 Estructura de Soporte o Fuste

Conformada por muros planos de 0.25 m de espesor y 35.39 m de altura, es la encargada de soportar las solicitaciones de cargas provenientes del depósito de almacenamiento y de transmitir dichas cargas incluido su peso propio hacia la cimentación, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetrales del fuste, a lo largo y ancho del fuste existe una escalera de acceso empotrada en el fuste hasta llegar a una pasarela de concreto armado, el cual también se encuentra empotrado en el fuste en sus extremos, cuenta con un espesor de 0.30 m y una altura de 1.50 m.

### 1.8.2 Depósito de Almacenamiento

Es de forma rectangular cuenta con una capacidad de 1,000.00 m<sup>3</sup>, conformado por tres elementos estructurales bien definidos:

- ✓ Linterna de acceso: Conformada por 04 ductos de ingreso para acceder a la losa de techo del reservorio, está conformada por una losa maciza de concreto armado con un espesor,  $e = 0.11$  m, el lado mayor mide 3.23 m y el lado menor mide 3.13 m de largo y se apoya en sus extremos en 04 columnas de 0.53 m de altura y de sección transversal en forma de "L" variable, dichas columnas se apoyan sobre una viga perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m.
- ✓ Losa de techo plana: Conformada por una losa maciza de 0.20 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos con los muros perimetrales de la cuba, cuenta también con apoyos interiores conformado por muros armados disminuyendo la luz libre entre apoyos y con la viga de perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m, también cuenta con ductos de ingreso hacia el interior del reservorio.
- ✓ Cuba o cuerpo rectangular constituida por muros de concreto armado en todo el perímetro y en el interior de la cuba se encuentra dividida con muros de concreto armado ubicados longitudinalmente a lo largo de los bordes del ducto de acceso en la chimenea y se prolongan hacia los muros perimétricos transversales de la cuba, es la encargada de recibir la presión del líquido, conformada por muros de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, ubicados en los extremos del perímetro del reservorio y en los bordes de la chimenea de acceso, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetrales de la cuba, en el interior se encuentra conformada por 08 cámaras rectangulares divididas con muros interiores de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, también se cuenta con ductos de ingreso al interior de la cuba de 0.63 m de altura y un ancho de 0.50 m.



- ✓ Losa de fondo plana: Conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, es la encargada de recibir las cargas provenientes de la cuba y el peso del líquido de almacenamiento, está conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos por el fuste y con una viga perimetral en el centro del ducto de la chimenea de acceso y es la encargada de soportar el peso de los muros interiores de la cuba.

## 1.9 RESERVORIO EXISTENTE: R-257

El Reservorio Existente: R-257, consta de una infraestructura de concreto armado, de forma rectangular y simétrica en la dirección: "X" y la dirección: "Y", y está conformado por los componentes estructurales siguientes:

### 1.9.1 Estructura de Soporte o Fuste

Conformada por muros planos de 0.25 m de espesor y 35.39 m de altura, es la encargada de soportar las solicitaciones de cargas provenientes del depósito de almacenamiento y de transmitir dichas cargas incluido su peso propio hacia la cimentación, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetrales del fuste, a lo largo y ancho del fuste existe una escalera de acceso empotrada en el fuste hasta llegar a una pasarela de concreto armado, el cual también se encuentra empotrado en el fuste en sus extremos, cuenta con un espesor de 0.30 m y una altura de 1.50 m.

### 1.9.2 Depósito de Almacenamiento

Es de forma rectangular cuenta con una capacidad de 1,000.00 m<sup>3</sup>, conformado por tres elementos estructurales bien definidos:

- ✓ Linterna de acceso: Conformada por 04 ductos de ingreso para acceder a la losa de techo del reservorio, está conformada por una losa maciza de concreto armado con un espesor,  $e = 0.11$  m, el lado mayor mide 3.23 m y el lado menor mide 3.13 m de largo y se apoya en sus extremos en 04 columnas de 0.53 m de altura y de sección transversal en forma de "L" variable, dichas columnas se apoyan sobre una viga perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m.
- ✓ Losa de techo plana: Conformada por una losa maciza de 0.20 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos con los muros perimetrales de la cuba, cuenta también con apoyos interiores conformado por muros armados disminuyendo la luz libre entre apoyos y con la viga de perimetral rectangular: VE-01(0.30x0.25) m, también cuenta con ductos de ingreso hacia el interior del reservorio.
- ✓ Cuba o cuerpo rectangular constituida por muros de concreto armado en todo el perímetro y en el interior de la cuba se encuentra dividida con muros de concreto armado ubicados longitudinalmente a lo largo de los bordes del ducto de acceso en la chimenea y



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Lefi Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angel Palomino U.  
T. 1-5070



se prolongan hacia los muros perimétricos transversales de la cuba, es la encargada de recibir la presión del líquido, conformada por muros de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, ubicados en los extremos del perímetro del reservorio y en los bordes de la chimenea de acceso, en el exterior se cuenta con elementos verticales denominados parasoles que cumplen la función de dar mayor soporte y rigidez al muro perimetral de la cuba, en el interior se encuentra conformada por 08 cámaras rectangulares divididas con muros interiores de concreto armado con un espesor,  $e = 0.25$  m, también se cuenta con ductos de ingreso al interior de la cuba de 0.63 m de altura y un ancho de 0.50 m.

- ✓ Losa de fondo plana: Conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, es la encargada de recibir las cargas provenientes de la cuba y el peso del líquido de almacenamiento, está conformada por una losa maciza de 0.35 m de espesor, cuenta con un ducto en el centro de 2.73 m y 2.63 m respectivamente, dicha losa se apoya en sus extremos por el fuste y con una viga perimetral en el centro del ducto de la chimenea de acceso y es la carga de soportar el peso de los muros interiores de la cuba.



*Angela Palomino U.*  
E. 1-3070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
*Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante*  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
*Ing. Robby Len Diaz Reategui*  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

## CAPITULO 2: MEMORIA DE CALCULO

### 2.1 RESERVORIO EXISTENTE: R-256

#### 2.1.1 Metrado de Cargas

##### A) Cargas Muertas (CM)

✓ Peso de la linterna =  $P_1$



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA MACIZA EN TECHO DE LINTERNA	2,400.00	3.13	3.23	0.11	2.67
<b>PESO TOTAL = <math>P_1</math> =</b>						<b>2.67</b>



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



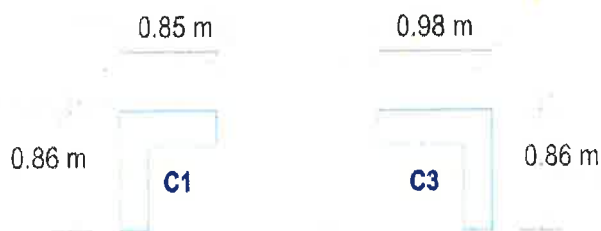
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Angela Palomino U.  
E. 1-8070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Rolando Díaz Reategui  
E. 1-8070

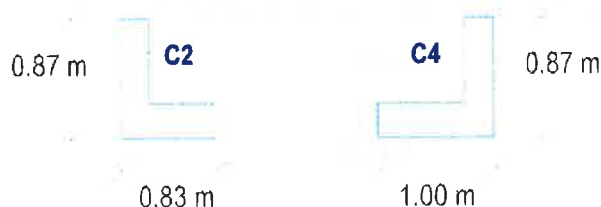
✓ Peso de Columnas Cortas =  $P_2$

002813



**COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO**

$e = 0.25 \text{ m}$



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	COLUMNA (C1)	2,400.00	1.46	0.25	0.53	0.46
02.00	COLUMNA (C2)	2,400.00	1.45	0.25	0.53	0.46
03.00	COLUMNA (C3)	2,400.00	1.59	0.25	0.53	0.51
04.00	COLUMNA (C4)	2,400.00	1.62	0.25	0.53	0.52
PESO TOTAL = $P_2 =$						1.95

✓ Peso de la Viga de Borde: VE-01 =  $P_3$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

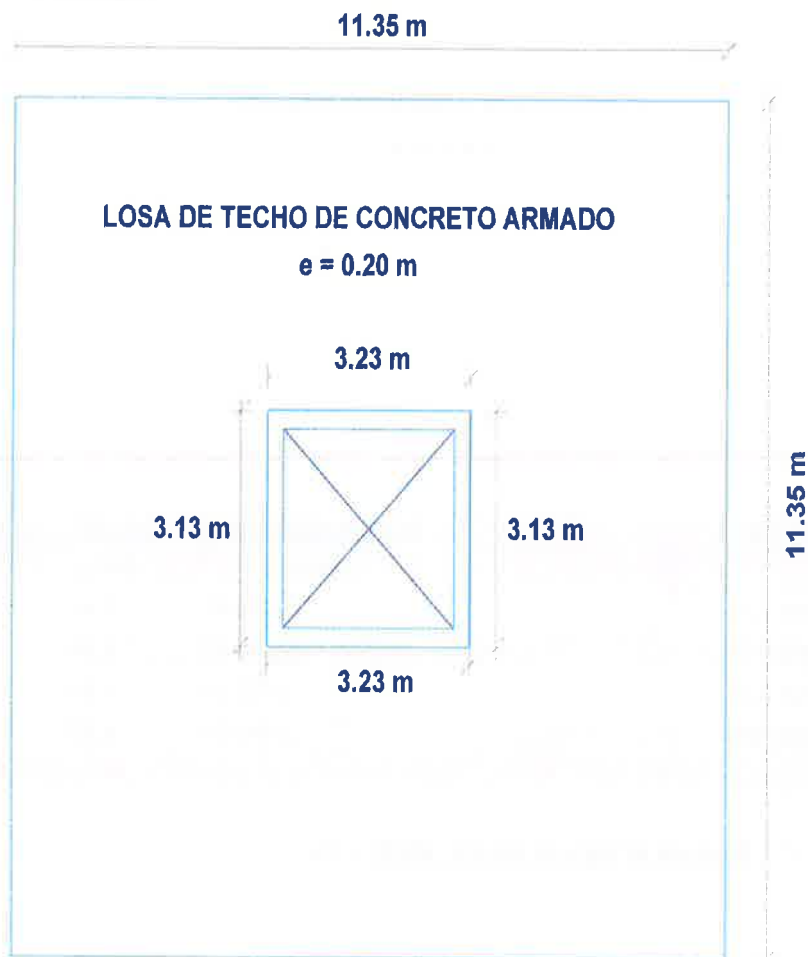
Angela Palomino U.  
F. 1-000

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Roberto Leizaola Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	VIGA DE BORDE (VE-01)	2,400.00	11.72	0.25	0.30	2.11
PESO TOTAL = P <sub>3</sub> =						2.11

✓ Peso de losa de techo = P<sub>4</sub>



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA DE TECHO (RESERVORIO)	2,400.00	11.35	11.35	0.20	61.83
02.00	VOLUMEN DE VANO (DESCUENTAR)	2,400.00	3.23	3.13	0.20	- 4.85
PESO TOTAL = P <sub>4</sub> =						56.98

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Angela Palomino U.  
E. 1-5570

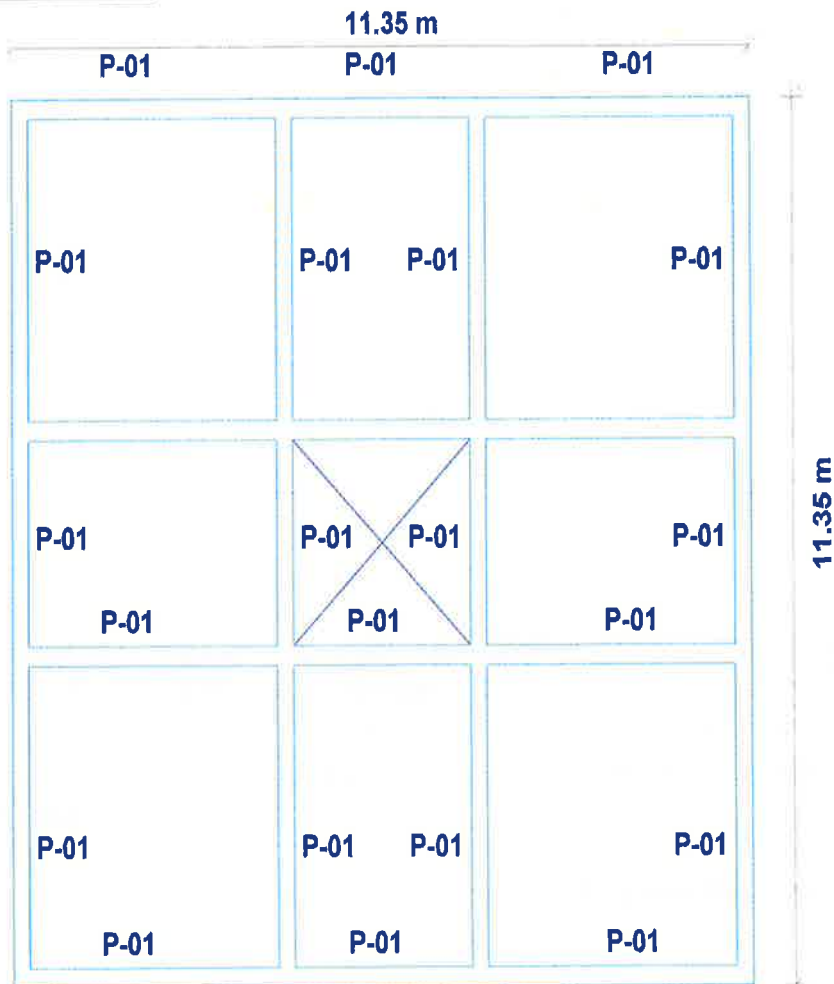


CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Lail Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

002815

✓ Peso de la cuba =  $P_s$



$e = 0.25 \text{ m}$   
 $h = 11.67 \text{ m}$

ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	CUBA DEL RESERVORIO (P-01)	2,400.00	86.80	0.25	11.67	607.77
02.00	VOLUMEN DE VANOS (DESCONTAR)	2,400.00	5.60	0.25	0.64	- 2.15
03.00	VOLUMEN DE VANOS (DESCONTAR)	2,400.00	5.60	0.25	0.64	- 2.15
04.00	VOLUMEN DE VANOS (DESCONTAR)	2,400.00	5.60	0.25	1.00	- 3.36
PESO TOTAL = $P_s$ =						600.11

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

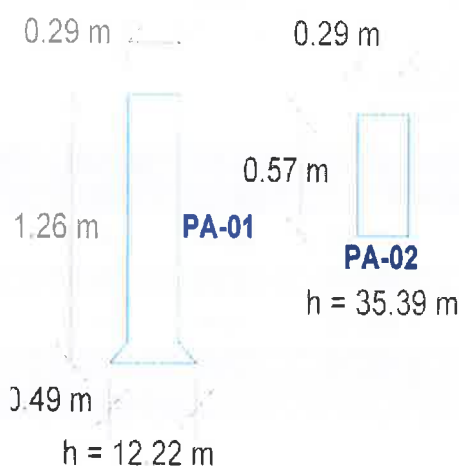
✓ Peso de la losa de fondo =  $P_6$

002816



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA MACIZA DE FONDO	2,400.00	11.35	11.35	0.35	108.21
02.00	VOLUMEN DE VANO (DESCONTAR)	2,400.00	2.73	2.63	0.35	- 6.03
PESO TOTAL = $P_6$ =						102.18

✓ Peso de parasoles =  $P_7$



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	PARASOL (PA-01)	2,400.00	11.92	1.26	12.22	440.48
02.00	PARASOL (PA-02)	2,400.00	22.80	0.29	35.39	561.60
PESO TOTAL = $P_7$ =						1,002.08



✓ Peso de pasarela =  $P_8$

002817



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA DE PASARELA	2,400.00	10.85	3.20	0.30	25.00
02.00	VIGA DE BORDE	2,400.00	10.85	0.60	1.20	18.75
03.00	LOSA DE PASARELA	2,400.00	0.88	0.85	0.30	0.54
PESO TOTAL = $P_8$ =						44.29



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

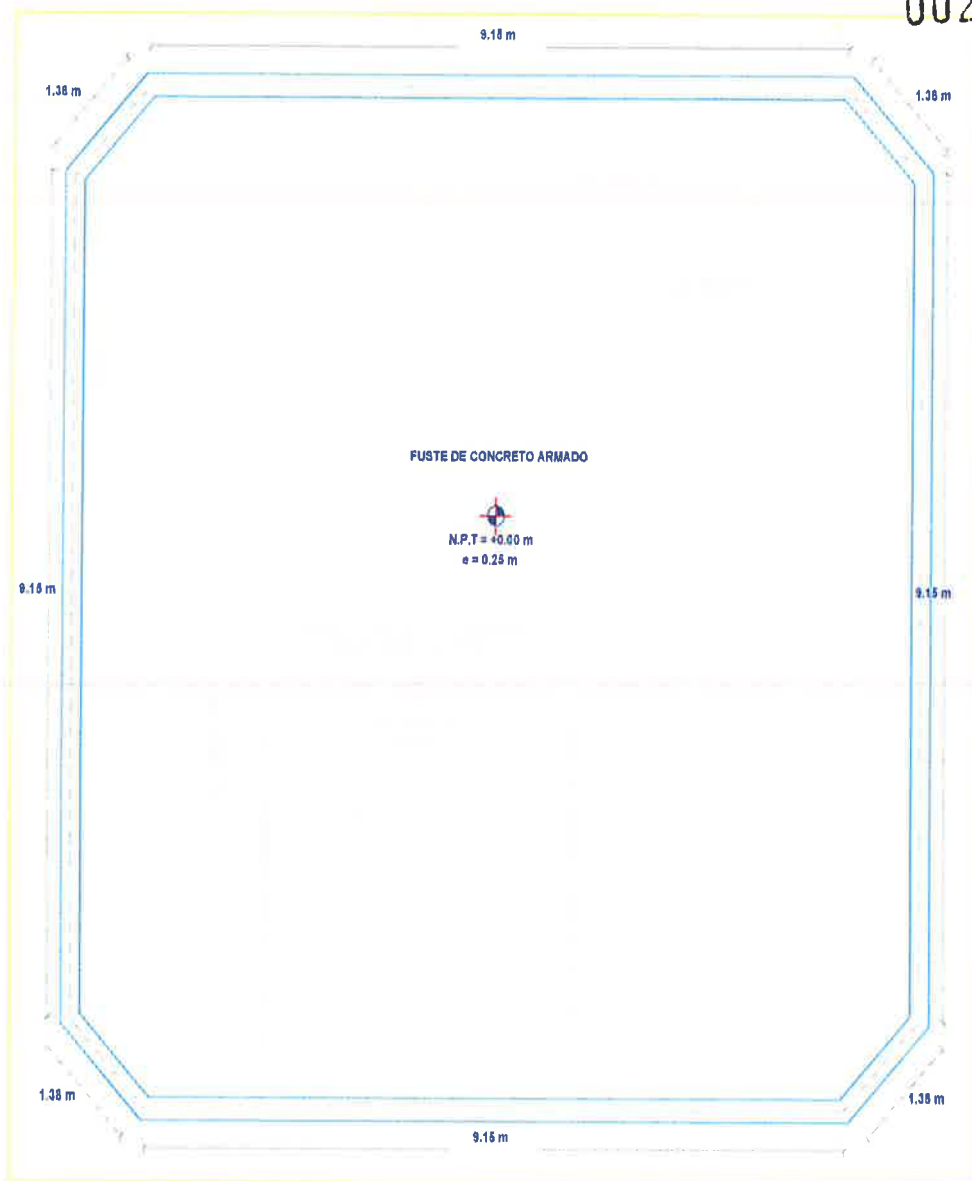
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leir Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

✓ **Peso del fuste =  $P_9$**

002818



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	FUSTE	2,400.00	42.12	0.25	35.39	849.38
02.00	DESCUENTO (VANOS DE VENTANA)	2,400.00	13.00	0.25	3.00	-23.40
<b>PESO TOTAL = <math>P_9</math> =</b>						<b>825.98</b>

✓ **Peso del agua =  $P_{10}$  = 1,000.00 Tn**

✓ **Peso escalera =  $P_{11}$  = 37.00 Tn**



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176303

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

## B) Cargas Vivas (CV)

002819

✓ Peso de sobrecargas =  $P_{12}$  (Cargas Vivas)

ITEM	DESCRIPCION	S/C (Kg/m <sup>2</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA DE LINTERNA	280.00	3.13	3.23	-	2.83
02.00	LOSA DE TECHO	280.00	8.22	8.12	-	18.69
03.00	PASARELA	280.00	3.20	10.85	-	9.72
PESO TOTAL = $P_{12}$ =						31.24

## C) Cargas por Sismo (H)

✓ Peso Total =  $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12}$

ITEM	DESCRIPCION	PESO (Ton)
01.00	$P_1$	2.67
02.00	$P_2$	1.95
03.00	$P_3$	2.11
04.00	$P_4$	56.98
05.00	$P_5$	600.11
06.00	$P_6$	102.18
07.00	$P_7$	1,002.08
08.00	$P_8$	44.29
09.00	$P_9$	825.98
10.00	$P_{10}$	1,000.00
11.00	$P_{11}$	37.00
12.00	$P_{12}$ (100.00%)	31.24
PESO TOTAL (Ton) =		3,706.59

✓ Carga Lateral  $H = (ZUCS/R) * P = 0.142 * P$

$Z = 0.45$

$U = 1.50$

$C = 1.26$

$S = 1.00$

$R = 6.00$

$H = 526.33$  Ton (Cortante Basal)

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

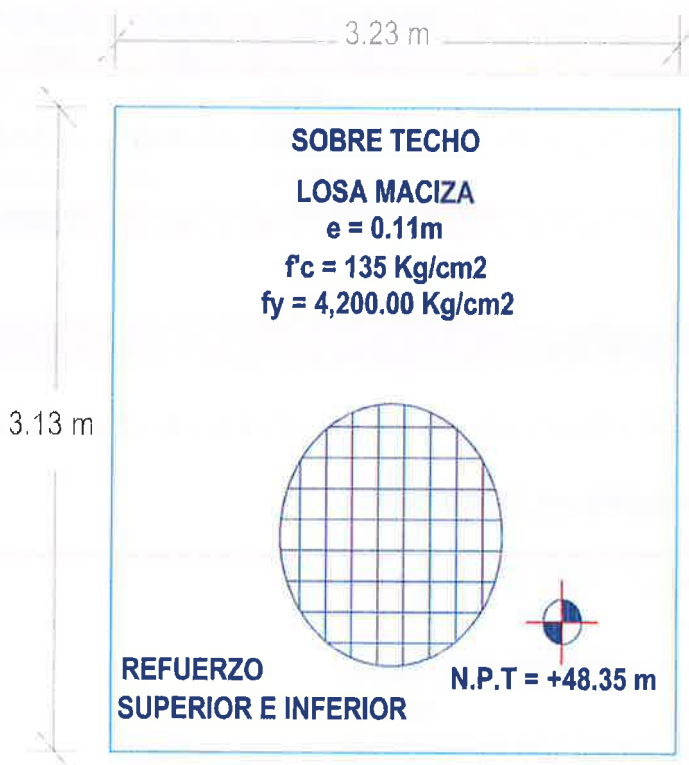
Ing. Robby Luis Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angela Palemino U.  
F. 1-8070



## 2.1.2 Evaluación de la Resistencia de las Estructuras Existentes

### A) Losa Maciza en Linterna (E = 0.11 m)



✓ Verificación del dimensionamiento de espesor:  $e = L/25 = 0.06 \text{ m} < 0.11 \text{ m}$  (Conforme)

✓ Verificación por flexión:

Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.264 Tn/m
Acabados	=	0.150 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>0.414 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.280 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.280 Tn/m</b>

**Carga Última:**  $W_U = 1.40 \text{ PD} + 1.70 \text{ PL} = 1.06 \text{ Tn/m}$

L = 1.40 m (Luz libre vano de ventana)

Losa maciza en dos direcciones

**M<sub>U</sub> = 0.26 Tn.m**

**A<sub>S</sub> = 0.88 cm² < A<sub>Smin</sub> = 1.98 cm² (NO REQUIERE REFORZAMIENTO)**

**SI REQUIERE REPARACIÓN ESTRUCTURAL POR ESTAR EL CONCRETO EN MAL ESTADO Y EL ACERO CON PRESENCIA DE CORRSIÓN**



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

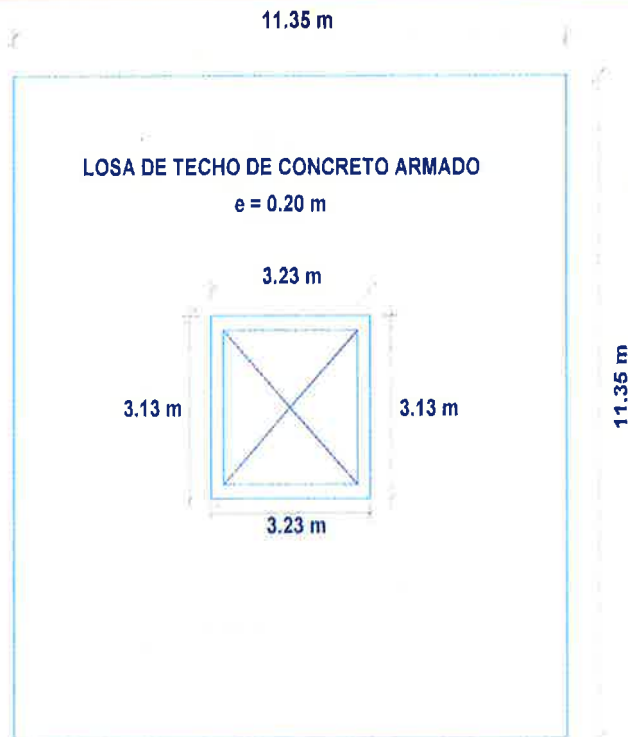
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Ing. Palomino U.  
5070

**B) Losa Maciza en Techo del Reservoirio (E = 0.20 m)**

002821



- ✓ Verificación del dimensionamiento de espesor:  $e = L/25 = 3.86 / 25 = 0.15$  m  
 $0.15$  m <  $0.20$  m (Conforme)

Ancho Tributario = B = 1.00 m

- ✓ Verificación por flexión:  
Metrado de Cargas:  
Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.480 Tn/m
Contrapiso	=	0.120 Tn/m
Acabados	=	0.150 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>0.750 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.280 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.280 Tn/m</b>

Carga Última:  $W_U = 1.40 PD + 1.70 PL = 1.526$  Tn/m

Losa maciza en dos direcciones:

ESTADOS DE CARGA

A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

A.2: EXTREMOS ROTULADOS



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

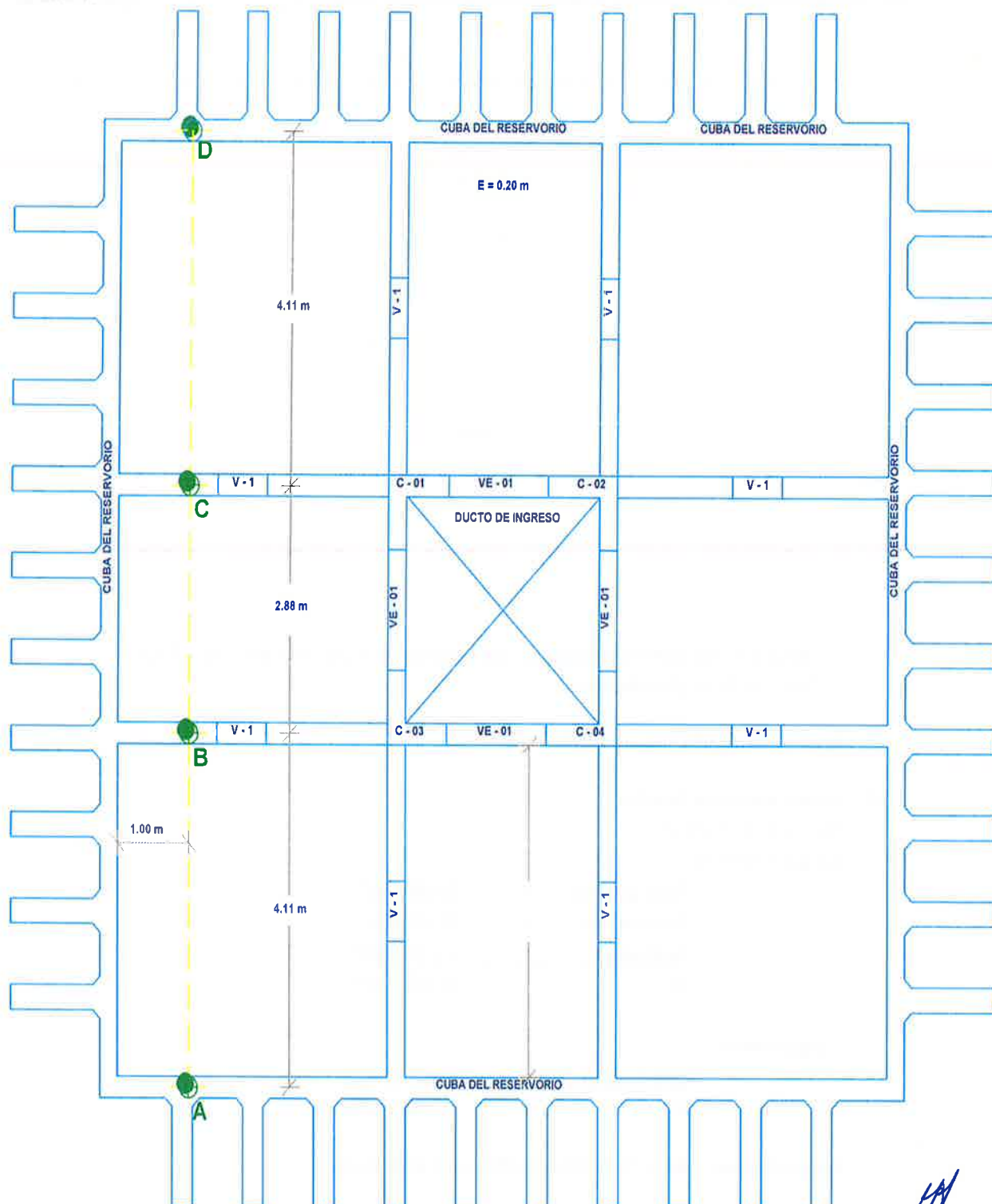
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



Ing. Palomino U.  
F. 1-5070



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante

JEFE DE PROYECTO

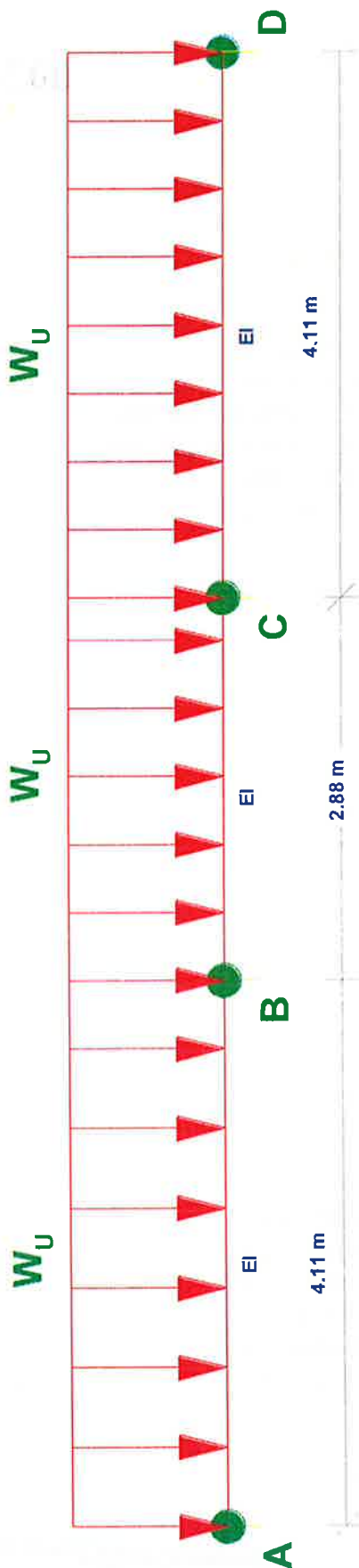
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949





#### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$\begin{aligned} M_{AB}^o &= -2.15 \text{ Tn.m} \\ M_{BA}^o &= +2.15 \text{ Tn.m} \\ M_{BC}^o &= -1.05 \text{ Tn.m} \\ M_{CB}^o &= +1.05 \text{ Tn.m} \\ M_{CD}^o &= -2.15 \text{ Tn.m} \\ M_{DC}^o &= +2.15 \text{ Tn.m} \end{aligned}$$

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$\begin{aligned} \phi_A &= \phi_D = 0.00 \\ M_{BA} + M_{BC} &= M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \end{aligned}$$

#### A.2: EXTREMOS ROTULADOS

$$\begin{aligned} M_A &= M_D = 0.00 \\ M_{BA} + M_{BC} &= M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \end{aligned}$$

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



002823

002824

### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B)$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A)$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C)$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B)$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D)$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C)$$

### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (\phi_B) = -2.15 + 0.4866 EI\phi_B$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B) = +2.15 + 0.9732 EI\phi_B$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) = -1.05 + EI (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C)$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) = +1.05 + EI (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C)$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C) = -2.15 + 0.9732 EI\phi_C$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (\phi_C) = +2.15 + 0.4866 EI\phi_C$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$0.00 = 1.10 + EI \cdot (2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C)$$

$$-1.10/EI = 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.00 = -1.10 + EI \cdot (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C)$$

$$1.10/EI = 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi_B = -0.6596/EI$$

$$\phi_C = +0.6596/EI$$

$$M_{AB} = -2.15 + 0.4866 EI\phi_B = -2.47 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = +2.15 + 0.9732 EI\phi_B = +1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -1.05 + EI (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) = -1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = +1.05 + EI (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) = +1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -2.15 + 0.9732 EI\phi_C = -1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = +2.15 + 0.4866 EI\phi_C = +2.47 \text{ Tn.m}$$

### A:2 EXTREMOS ROTULADOS

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B) = -2.15 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A) = 2.15 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) = -1.05 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) = 1.05 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D) = -2.15 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C) = 2.15 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{AB} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$4.41825/EI = 2\phi_A + \phi_B \quad \dots\dots\dots (1)$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

  
Angeli Palomino U.  
E.1-5079

**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

002825

$$M_{DC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$- 4.41825/EI = 2\phi_D + \phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$M_{AB} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$0.00 = 1.10 + (0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C) EI$$

$$-1.10/EI = 0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$0.00 = -1.10 + (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D) EI$$

$$1.10/EI = 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi_A = + 2.9726/EI$$

$$\phi_B = - 1.5269/EI$$

$$\phi_C = + 1.5269/EI$$

$$\phi_D = - 2.9726/EI$$

$$M_{AB} = -2.15 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI = 0.00 \text{ Tn.m}$$

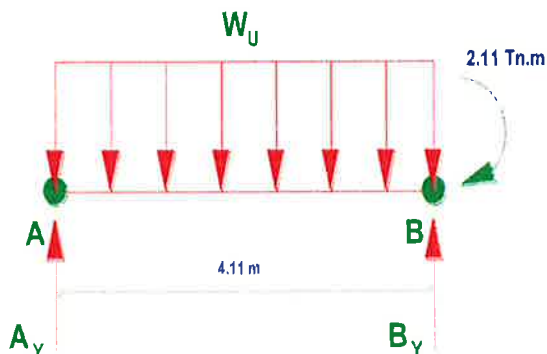
$$M_{BA} = 2.15 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI = + 2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -1.05 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI = - 2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = 1.05 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI = + 2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -2.15 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI = - 2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = 2.15 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI = 0.00 \text{ Tn.m}$$



$$\sum M_B = 0$$

$$4.11 A_y + 2.11 = 1.526 \times (4.11)^2 / 2$$

$$A_y = 2.63 \text{ Tn}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B_y = 3.64 \text{ Tn}$$

#### MOMENTOS MÁXIMOS:

$$X = 1.72 \text{ m}$$

$$M_{\max (+)} = 2.27 \text{ Tn.m} = M_u (+)$$

$$M_{\max (-)} = 2.47 \text{ Tn.m} = M_u (-)$$

#### VERIFICACION DEL ACERO DE REFUERZO

$$A_{s\min} = 0.0018.b.h = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$A_s (+) = 3.68 \text{ cm}^2 < A_s \text{ EXISTENTE (NO REQUIERE REFORZAMIENTO)}$$

SI REQUIERE REPARACIÓN ESTRUCTURAL POR ESTAR EL CONCRETO EN MAL ESTADO Y EL  
ACERO CON PRESENCIA DE CORRSIÓN



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

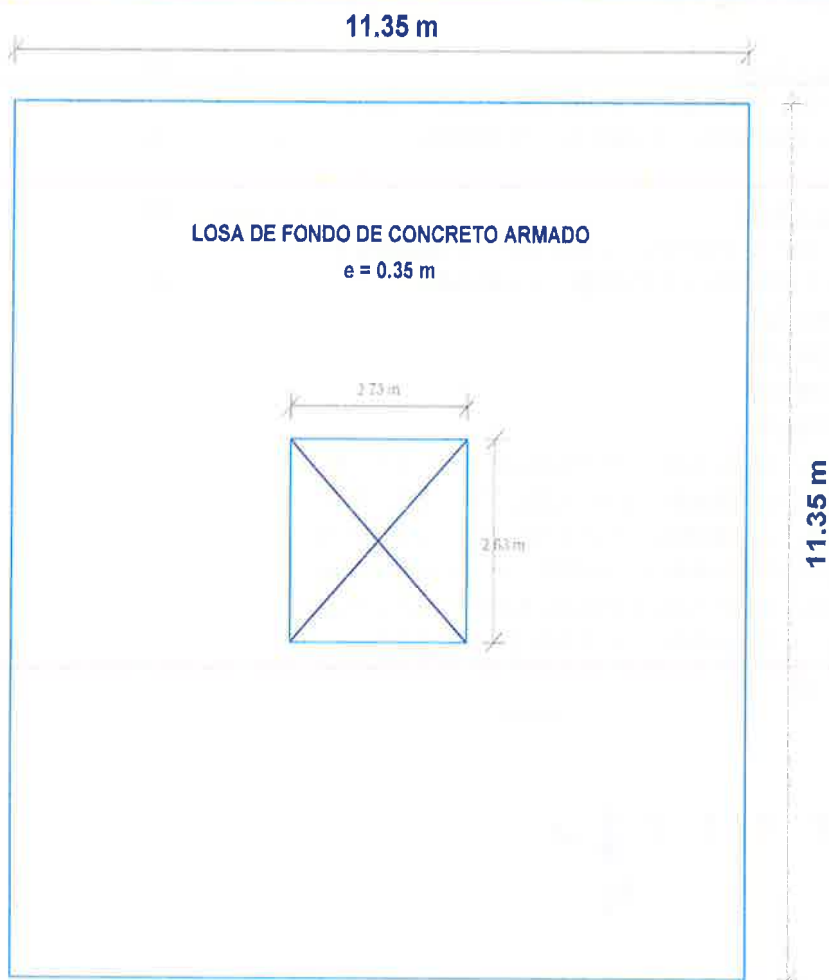
Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Andrés Celomino U.  
1-3070



C) Viga de Borde en Losa de Fondo (1.00 x 0.35) m

002826



SECCIÓN TRANSVERSAL DE VIGA DE BORDE: TRAMO: AB

b = 100.00 cm

h = 35.00 cm

$I_1$  = momento de inercia AB

SECCIÓN TRANSVERSAL DE VIGA DE BORDE: TRAMO: BC

b = 68.50 cm

h = 35.00 cm

$I_2$  = momento de inercia BC

- ✓ Verificación del dimensionamiento de espesor:  $e = L/10.00 = 3.86 / 10 = 0.386$  m  
0.35 m < 0.386 m (No Conforme)  
Ancho Tributario = B = 1.00 m

*Angela Palomino U.*  
F. 7-5070



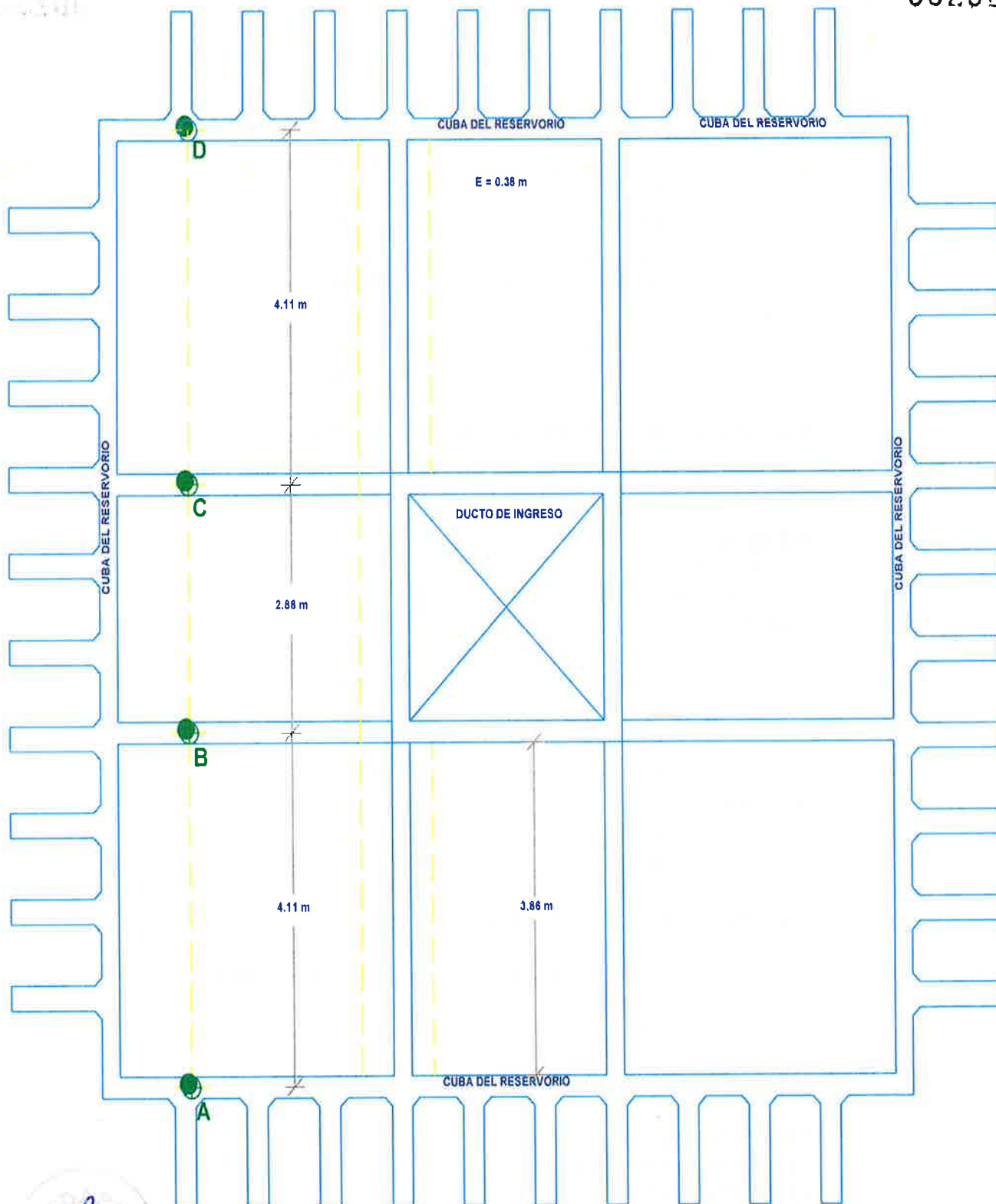
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
*Ing. Robby Leif Díaz Reategui*  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N°87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

*Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante*  
JEFE DE PROYECTO



Angela *[Signature]*  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

### METRADO DE CARGAS

002828

✓ **TRAMO: AB**

$$l_1 = 100 \times 35^3 / 12$$

Ancho Tributario = 1.00 m

Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.840 Tn/m
Muros	=	7.002 Tn/m
Agua	=	7.005 Tn/m
Acabados	=	0.100 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>14.947 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.000 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.000 Tn/m</b>

**Carga Última: W<sub>U</sub> = 1.40 PD + 1.70 PL = 20.926 Tn/m**

**Viga de borde en dos direcciones en dos direcciones:**

✓ **TRAMO: BC**

$$l_2 = 685 \times 35^3 / 12$$

Ancho Tributario = 0.685 m

Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.575 Tn/m
Muros	=	7.002 Tn/m
Agua	=	4.063 Tn/m
Acabados	=	0.069 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>11.709 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.000 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.000 Tn/m</b>

**Carga Última: W<sub>U</sub> = 1.40 PD + 1.70 PL = 16.393 Tn/m**

**Viga de borde en dos direcciones en dos direcciones**

$$l_2 / l_1 = 685 / 100 = 0.685$$

$$l_2 = 0.685 l_1 = 0.685 l$$

### **ESTADOS DE CARGA**

**A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS**

**A.2: EXTREMOS ROTULADOS**



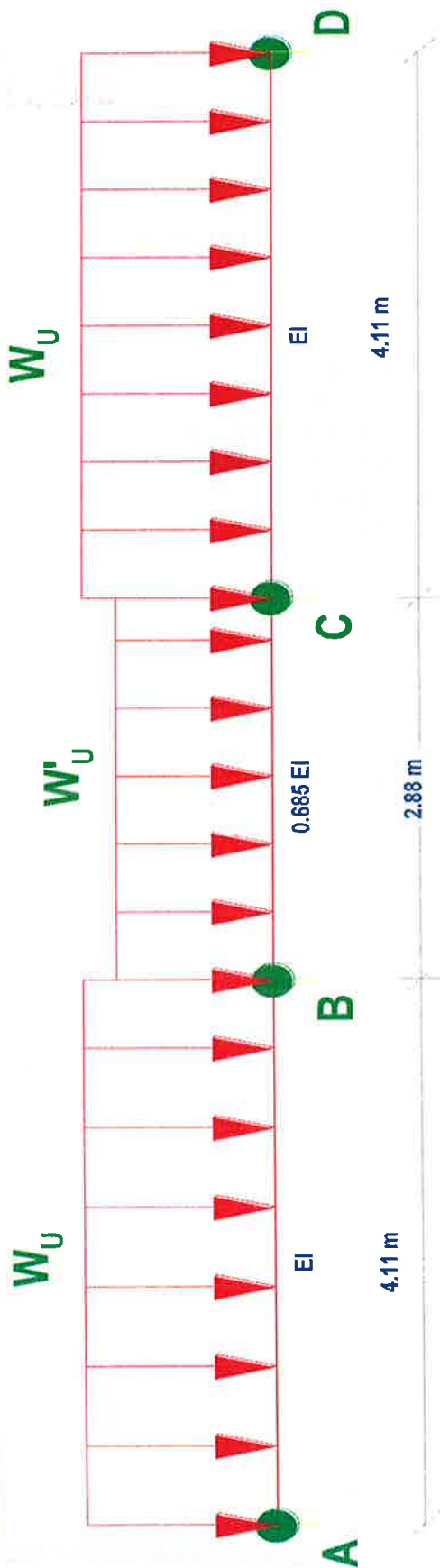
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176193

Angela Palomino U.  
E. 1-5070



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Lelf Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949





CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

#### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$M_{AB}^o = - 29.46 \text{ Tn.m}$   
 $M_{BA}^o = + 29.46 \text{ Tn.m}$   
 $M_{BC}^o = - 11.33 \text{ Tn.m}$   
 $M_{CB}^o = + 11.33 \text{ Tn.m}$   
 $M_{CD}^o = - 29.46 \text{ Tn.m}$   
 $M_{DC}^o = + 29.46 \text{ Tn.m}$

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$\phi_A = \phi_D = 0.00$   
 $M_{BA} + M_{BC} = M_{CB} + M_{CD} = 0.00$

#### A.2: EXTREMOS ROTULADOS

$M_A = M_D = 0.00$   
 $M_{BA} + M_{BC} = M_{CB} + M_{CD} = 0.00$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



002829

### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$M_{AB} = M_{AB}^o + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B)$$

$$M_{BA} = M_{BA}^o + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A)$$

$$M_{BC} = M_{BC}^o + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C)$$

$$M_{CB} = M_{CB}^o + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B)$$

$$M_{CD} = M_{CD}^o + (2.00EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D)$$

$$M_{DC} = M_{DC}^o + (2.00EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C)$$

002830

### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$M_{AB} = M_{AB}^o + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (\phi_B) = -29.46 + 0.4866 EI\phi_B$$

$$M_{BA} = M_{BA}^o + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B) = +29.46 + 0.9732 EI\phi_B$$

$$M_{BC} = M_{BC}^o + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) = -11.33 + EI (0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C)$$

$$M_{CB} = M_{CB}^o + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) = +11.33 + EI (0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C)$$

$$M_{CD} = M_{CD}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C) = -29.46 + 0.9732 EI\phi_C$$

$$M_{DC} = M_{DC}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (\phi_C) = +29.46 + 0.4866 EI\phi_C$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$0.00 = 18.13 + EI \cdot (1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C)$$

$$-18.13/EI = 1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.00 = -18.13 + EI \cdot (0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C)$$

$$18.13/EI = 0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi_B = -12.5129/EI$$

$$\phi_C = +12.5129/EI$$

$$M_{AB} = -29.46 + 0.4866 EI\phi_B = -35.55 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = +29.46 + 0.9732 EI\phi_B = +17.28 \text{ Tn.m}$$

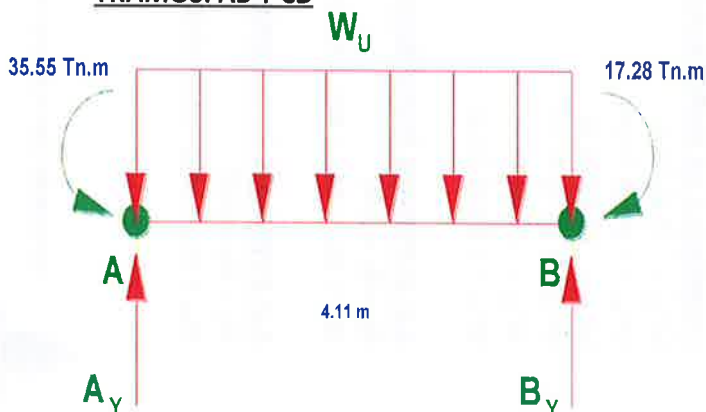
$$M_{BC} = -11.33 + EI (0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C) = -17.28 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = +11.33 + EI (0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C) = +17.28 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -29.46 + 0.9732 EI\phi_C = -17.28 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = +29.46 + 0.4866 EI\phi_C = +35.55 \text{ Tn.m}$$

### TRAMOS: AB Y CD



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Laif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

$$\sum M_B = 0$$

$$4.11 A_y + 17.28 = 20.926x(4.11)^2/2 + 35.55$$

$$A_y = 47.45 \text{ Tn}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B_y = 38.56 \text{ Tn}$$

002831

### MOMENTOS MÁXIMOS:

$$X = 2.27 \text{ m}$$

$$M_{\max (+)} = 18.25 \text{ Tn.m} = M_{u (+)}$$

$$M_{\max (-)} = 35.55 \text{ Tn.m} = M_{u (-)}$$

### TRAMO: BC

$$M_{\max (+)} = 0.00 \text{ Tn.m} = M_{u (+)}$$

$$M_{\max (-)} = 17.28 \text{ Tn.m} = M_{u (-)}$$

### A:2 EXTREMOS ROTULADOS

$$\begin{aligned} M_{AB} &= M_{AB}^0 + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B) &= -29.46 + (2\phi_A + \phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} \\ M_{BA} &= M_{AB}^0 + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A) &= 29.46 + (\phi_A + 2\phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} \\ M_{BC} &= M_{BC}^0 + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) &= -11.33 + (0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C) EI \\ M_{CB} &= M_{BC}^0 + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) &= 11.33 + (0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C) EI \\ M_{CD} &= M_{CD}^0 + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D) &= -29.46 + (2\phi_C + \phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} \\ M_{DC} &= M_{CD}^0 + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C) &= 29.46 + (\phi_C + 2\phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} \end{aligned}$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{AB} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$60.54/EI = 2\phi_A + \phi_B \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{DC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$-60.54/EI = 2\phi_D + \phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$0.00 = 18.13 + (0.4866\phi_A + 1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C) EI$$

$$-18.13/EI = 0.4866\phi_A + 1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$0.00 = -18.13 + (0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C + 0.4866\phi_D) EI$$

$$18.13/EI = 0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C + 0.4866\phi_D \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi_A = +43.8978/EI$$

$$\phi_B = -27.2556/EI$$

$$\phi_C = +27.2556/EI$$

$$\phi_D = -43.8978/EI$$

$$\begin{aligned} M_{AB} &= -29.46 + (2\phi_A + \phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} = -29.46 + 29.46 &= 0.00 \text{ Tn.m} \\ M_{BA} &= 29.46 + (\phi_A + 2\phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} = 29.46 - 5.16 &= 24.30 \text{ Tn.m} \\ M_{BC} &= -11.33 + (0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C) EI = -11.33 - 12.97 &= -24.30 \text{ Tn.m} \\ M_{CB} &= 11.33 + (0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C) EI = 11.33 + 12.97 &= 24.30 \text{ Tn.m} \\ M_{CD} &= -29.46 + (2\phi_C + \phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} = -29.46 + 5.16 &= -24.30 \text{ Tn.m} \end{aligned}$$



Angela Palomino U.  
E. 1-5-19



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

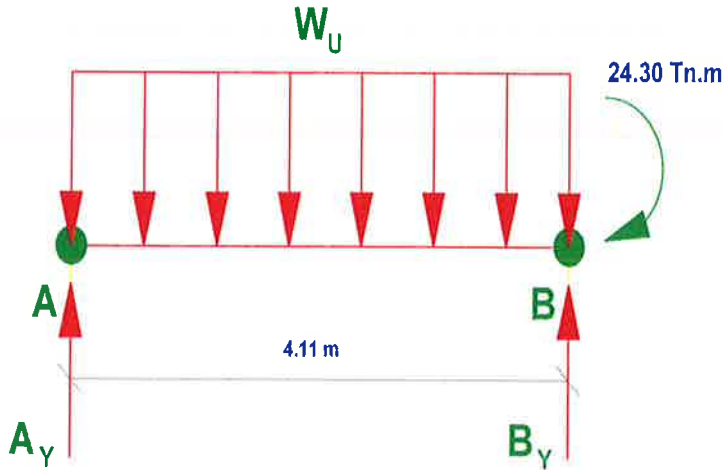
Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



$$M_{DC} = 29.46 + (\phi_c + 2\phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} = -29.46 + 29.46 = 0.00 \text{ Tn.m}$$

**TRAMOS: AB Y CD**

002832



$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \\ 4.11 A_y + 24.30 &= 20.926 \times (4.11)^2 / 2 \\ A_y &= 37.09 \text{ Tn} \\ \sum F_y &= 0 \\ B_y &= 48.92 \text{ Tn}\end{aligned}$$

**MOMENTOS MÁXIMOS:**

$$\begin{aligned}X &= 1.77 \text{ m} \\ M_{\max(+)} &= 24.30 \text{ Tn.m} = M_{U(+)} \\ M_{\max(-)} &= 32.83 \text{ Tn.m} = M_{U(-)}\end{aligned}$$

**TRAMO: BC**

$$\begin{aligned}M_{\max(+)} &= 0.00 \text{ Tn.m} = M_{U(+)} \\ M_{\max(-)} &= 24.30 \text{ Tn.m} = M_{U(-)}\end{aligned}$$

**ACERO DE REFUERZO NECESARIO PARA SOPORTAR SOLICITACIONES DE CARGAS**

$$\begin{aligned}f'_c &= 210.00 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2 \\ M_{U(+)} &= 3'283,000.00 \text{ Kg.cm} \\ b &= 100.00 \text{ cm} \\ d &= 30.00 \text{ cm} \\ \rho &= 0.011 > \rho_{\min} \text{ (CUANTIA MÁXIMA)} \\ A_{S(+)} &= 33.64 \text{ cm}^2 \\ \text{REFUERZO CON VARILLAS: } \phi &= 5/8'' \\ A_{S(+)} &= 17 \phi 5/8'' < \text{REFUERZO EXISTENTE: } \phi 5/8'' @ 0.10 \text{ m (NO CONFORME)}\end{aligned}$$

**REQUIERE REFORZAMIENTO: INCREMENTAR 13.84 cm<sup>2</sup> EN LOS TRAMOS: AB Y CD**

Utilizar fibra de Carbono FRP con dos capas de 1.40 mm de espesor y un ancho de 90 mm, por debajo de la viga de borde.

**TRAMO: BC NO REQUIERE REFORZAMIENTO POR FLEXIÓN**

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



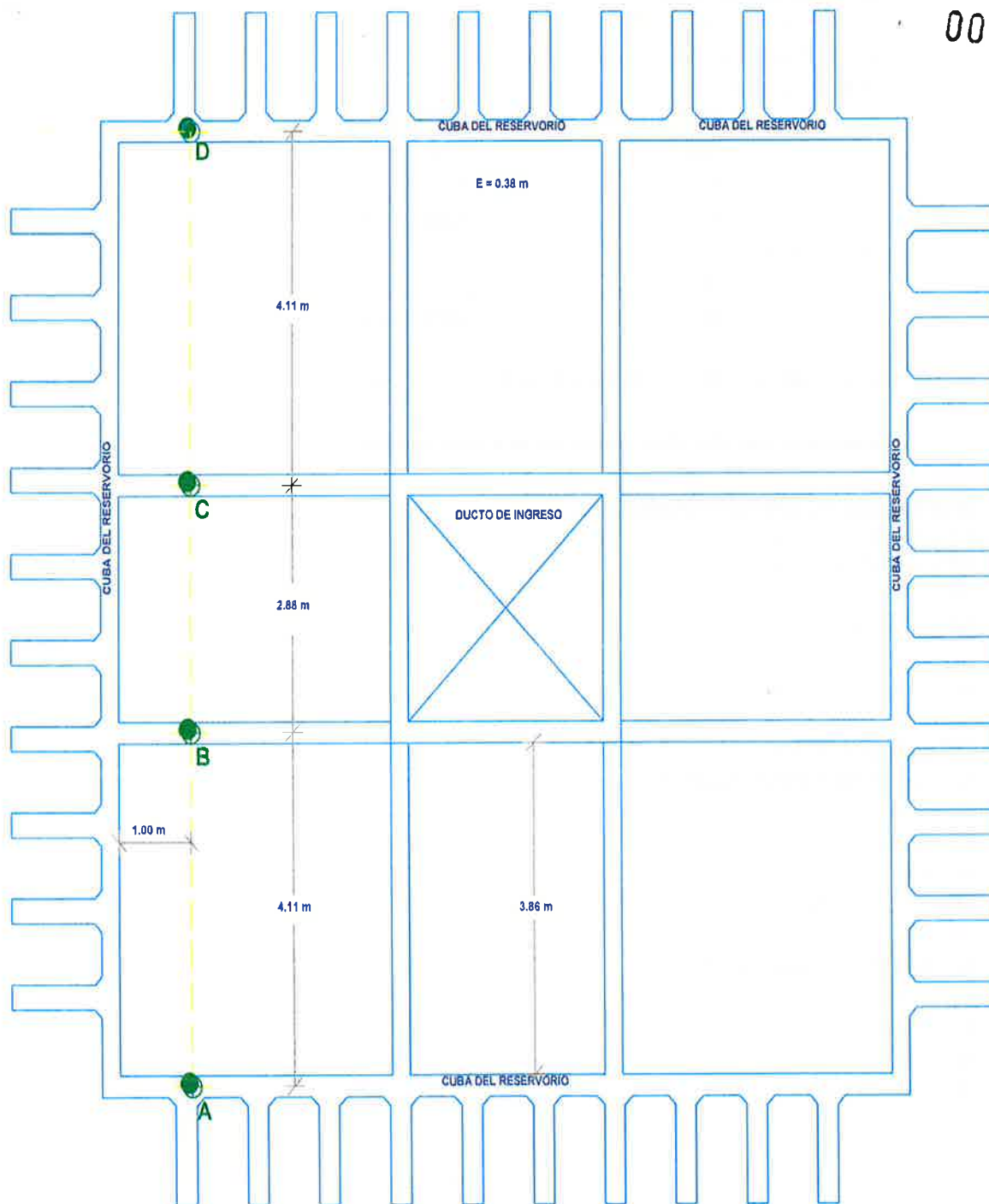
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

**D) Losa Maciza en el Fondo del Reservoirio (E = 0.35 m)**

002833



Ing. Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Diaz Roategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

### METRADO DE CARGAS

002834

✓ TRAMOS: AB, BC Y CD

$$I = 100 \cdot 35^3 / 12 = \text{CONSTANTE}$$

Ancho Tributario = 1.00 m

Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.840 Tn/m
Agua	=	9.340 Tn/m
Acabados	=	0.100 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>10.280 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.000 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.000 Tn/m</b>

**Carga Última: W<sub>U</sub> = 1.40 PD + 1.70 PL = 14.392 Tn/m**

**Losas macizas en dos direcciones en dos direcciones:**

### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$M^{\circ}_{AB} = - 20.26 \text{ Tn.m}$$

$$M^{\circ}_{BA} = + 20.26 \text{ Tn.m}$$

$$M^{\circ}_{BC} = - 9.95 \text{ Tn.m}$$

$$M^{\circ}_{CB} = + 9.95 \text{ Tn.m}$$

$$M^{\circ}_{CD} = - 20.26 \text{ Tn.m}$$

$$M^{\circ}_{DC} = + 20.26 \text{ Tn.m}$$

### ESTADO DE CARGAS

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$\emptyset_A = 0.00$$

$$\emptyset_D = 0.00$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00$$

#### A.2: EXTREMOS ROTULADOS

$$M_A = 0.00$$

$$M_D = 0.00$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

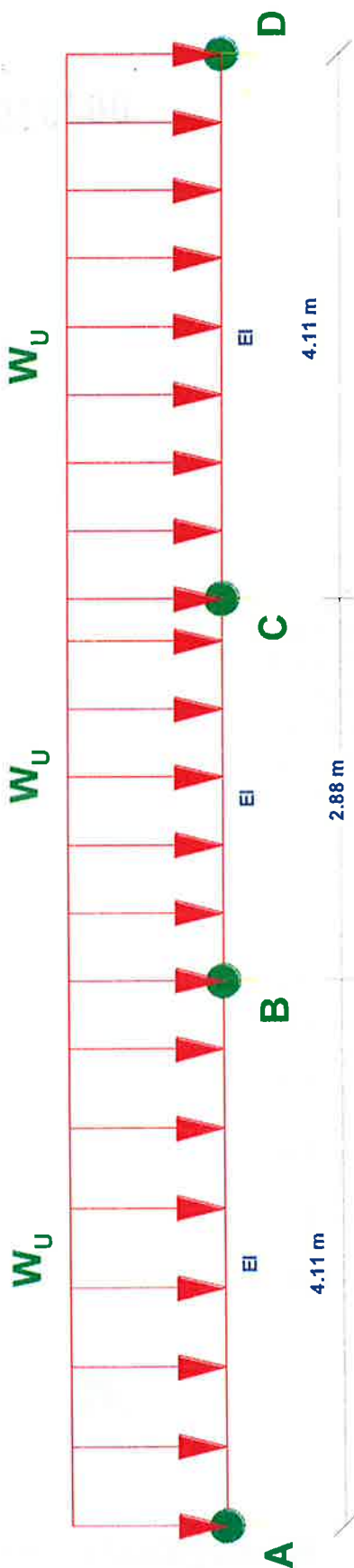
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES





**COSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
 Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
 JEFE DE PROYECTO  
 CIP N° 176393

#### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$\begin{aligned} M_{AB} &= M_{AB}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B) \\ M_{BA} &= M_{AB}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A) \\ M_{BC} &= M_{BC}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) \\ M_{CB} &= M_{CB}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) \\ M_{CD} &= M_{CD}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D) \\ M_{DC} &= M_{DC}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C) \end{aligned}$$

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$\begin{aligned} M_{AB} &= M_{AB}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (\phi_B) \\ M_{BA} &= M_{AB}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B) \\ M_{BC} &= M_{BC}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) \\ M_{CB} &= M_{CB}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) \\ M_{CD} &= M_{CD}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C) \\ M_{DC} &= M_{DC}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (\phi_C) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= -20.26 + 0.4866 EI\phi_B \\ &= +20.26 + 0.9732 EI\phi_B \\ &= -9.95 + EI (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) \\ &= +9.95 + EI (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) \\ &= -20.26 + 0.9732 EI\phi_C \\ &= +20.26 + 0.4866 EI\phi_C \end{aligned}$$

#### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad (1)$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
 Ing. Robby Leir Diaz Reategui  
 ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
 CIP N° 87949

Angela Valentin U.  
 E. 14000

002835

$$0.00 = 10.31 + EI. (2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C) \\ -10.31/EI = 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.00 = -10.31 + EI. (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C) \\ 10.31/EI = 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi_B = -6.1822/EI \\ \phi_C = +6.1822/EI$$

$$M_{AB} = -20.26 + 0.4866 EI\phi_B = -23.27 \text{ Tn.m} \\ M_{BA} = +20.26 + 0.9732 EI\phi_B = +14.24 \text{ Tn.m} \\ M_{BC} = -9.95 + EI (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) = -14.24 \text{ Tn.m} \\ M_{CB} = +9.95 + EI (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) = +14.24 \text{ Tn.m} \\ M_{CD} = -20.26 + 0.9732 EI\phi_C = -14.24 \text{ Tn.m} \\ M_{DC} = +20.26 + 0.4866 EI\phi_C = +23.27 \text{ Tn.m}$$

#### A:2 EXTREMOS ROTULADOS

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}). (2\phi_A + \phi_B) = -20.26 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI \\ M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}). (2\phi_B + \phi_A) = 20.26 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI \\ M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}). (2\phi_B + \phi_C) = -9.95 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI \\ M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}). (2\phi_C + \phi_B) = 9.95 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI \\ M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}). (2\phi_C + \phi_D) = -20.26 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI \\ M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}). (2\phi_D + \phi_C) = +20.26 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI$$

#### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{AB} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1) \\ 41.63/EI = 2\phi_A + \phi_B \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{DC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2) \\ -41.63/EI = 2\phi_D + \phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (3) \\ 0.00 = 10.31 + (0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C) EI \\ -10.31/EI = 0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (4) \\ 0.00 = -10.31 + (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D) EI \\ 10.31/EI = 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D \quad \dots\dots\dots (4) \\ \phi_A = +27.9895/EI \\ \phi_B = -14.3489/EI \\ \phi_C = +14.3489/EI \\ \phi_D = -27.9895/EI$$

$$M_{AB} = -20.26 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI = 0.00 \text{ Tn.m} \\ M_{BA} = 20.26 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI = +19.91 \text{ Tn.m} \\ M_{BC} = -9.95 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI = -19.91 \text{ Tn.m} \\ M_{CB} = 9.95 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI = +19.91 \text{ Tn.m}$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



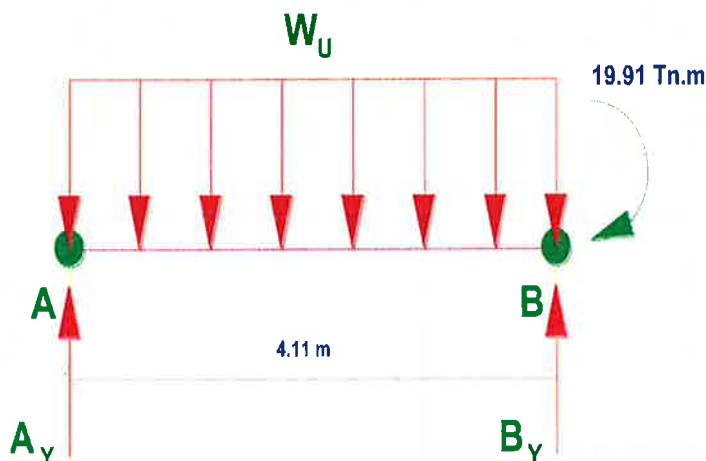
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

$$M_{CD} = -20.26 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI = -19.91 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = 20.26 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI = 0.00 \text{ Tn.m}$$

002837



$$\sum M_B = 0$$

$$4.11 A_y + 19.91 = 14.392 \times (4.11)^2 / 2$$

$$A_y = 24.73 \text{ Tn}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B_y = 34.42 \text{ Tn}$$

#### MOMENTOS MÁXIMOS:

$$X = 1.72 \text{ m}$$

$$M_{\max (+)} = 21.25 \text{ Tn.m} = M_{U (+)}$$

$$M_{\max (-)} = 23.27 \text{ Tn.m} = M_{U (-)}$$

#### ACERO DE REFUERZO NECESARIO PARA SOPORTAR SOLICITACIONES DE CARGAS

$$f'_c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{U(+)} = 2'125,000.00 \text{ Kg.cm}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$d = 30.00 \text{ cm}$$

$$\rho = 0.007 > \rho_{\min} \text{ (CUANTIA MÍNIMA)}$$

$$A_{S(+)} = 20.37 \text{ cm}^2$$

REFUERZO CON VARILLAS:  $\phi = 5/8"$

$A_{S(+)} = \phi 5/8" @ 0.10 \text{ m} = \text{REFUERZO EXISTENTE: } \phi 5/8" @ 0.10 \text{ m (CONFORME)}$

NO REQUIERE REFORZAMIENTO

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5370

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Loif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87049

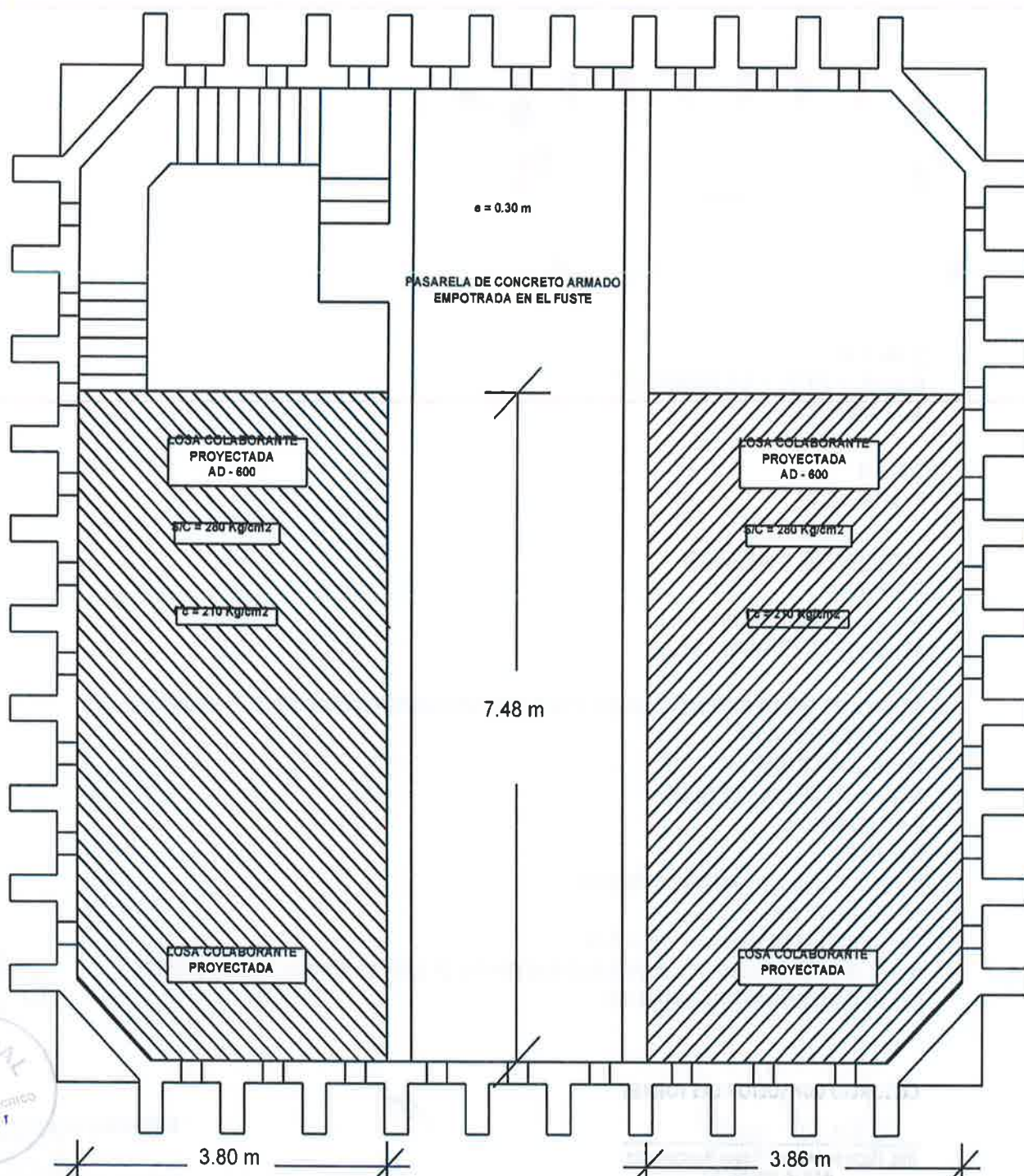


CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



## 2.1.2 Diseño Estructural de Componentes Proyectoados

### A) Losa Colaborante



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Valdivia U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Página: 42 de 87

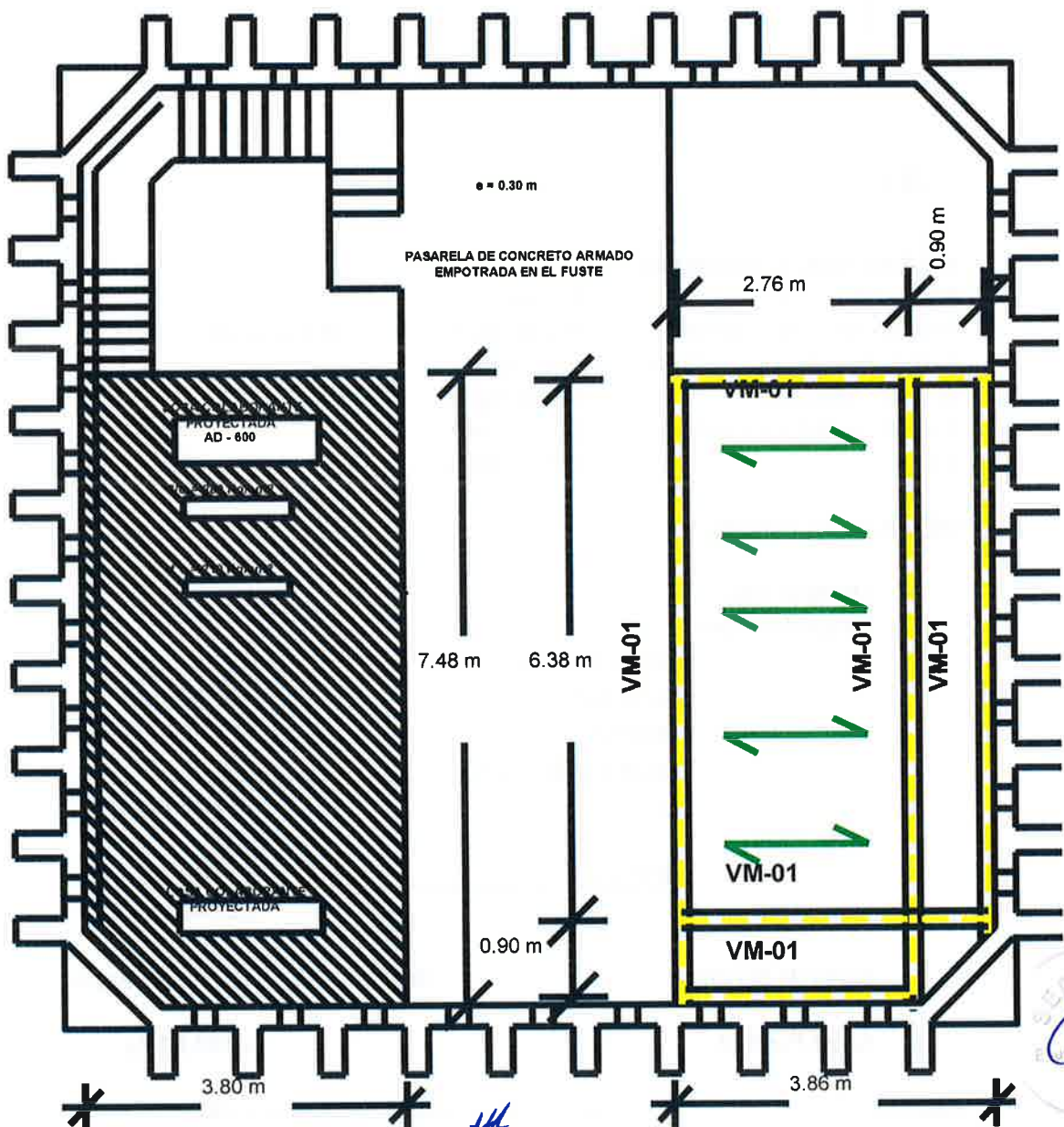
- ✓  $L_{losa} = 3.86 \text{ m}$  (Luz Libre)
- ✓  $f'c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$
- ✓  $S/C = 280.00 \text{ Kg/m}^2$

002839

De acuerdo a la luz libre, sobrecarga de diseño y luz libre se seleccionará una losa colaborante de Perfil Tipo AD-600, el cual cuenta con un espesor de losa  $E = 0.14 \text{ m}$  y calibre 22.

Ver Tabla de Especificaciones y Características de los Componentes que conforman a la losa colaborante.

## B) Estructuras Metálicas



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
C. 1-5070

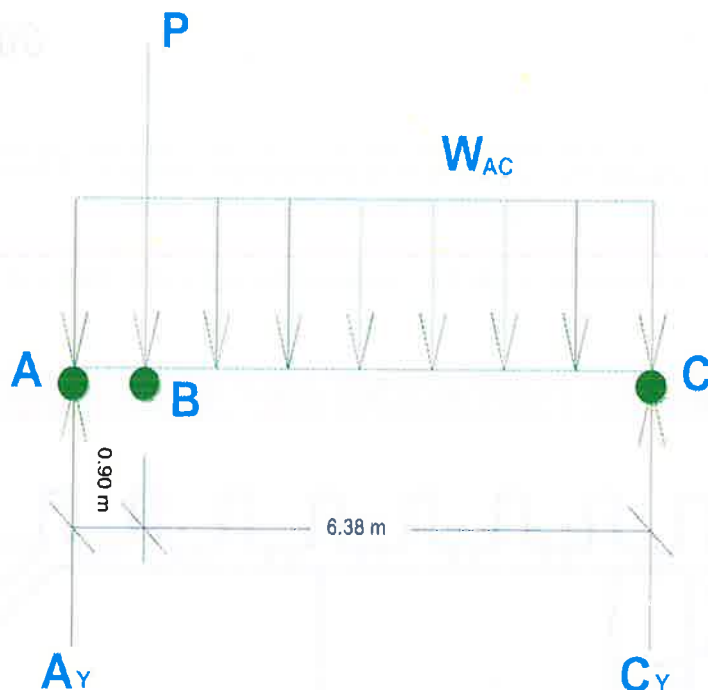
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Página: 43 de 87



002840



#### VIGA METALICA: TRAMO AC

Ancho tributario	= 1.83 m	
Peso de losa colaborante	= 252.80 Kg/m <sup>2</sup>	(E = 0.14 m)
Peso propio de viga metálica	= 60.00 Kg/m	
Peso de acabados	= 150.00 Kg/m <sup>2</sup>	
Peso de la pintura y soldadura	= 80.00 Kg/m	
S/C	= 280.00 Kg/m <sup>2</sup>	

#### METRADO DE CARGAS

##### ✓ TRAMO: ABC

Cargas Muertas:

Peso de losa colaborante	=	462.62 Kg/m
Peso propio	=	60.00 Kg/m
Acabados	=	274.50 Kg/m
<u>Pintura y Soldadura</u>	=	<u>80.00 Kg/m</u>
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>877.12 Kg/m</b>

Carga Viva:

<u>Sobrecarga</u>	=	<u>512.40 Kg/m</u>
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>512.40 Kg/m</b>

Carga de Servicio :  $W_s = W_D + W_L = 1,389.52 \text{ Kg/m}$

Carga Puntual : = 109.80 Kg

$\Sigma M_C = 0$  .....(1)



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Lait Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



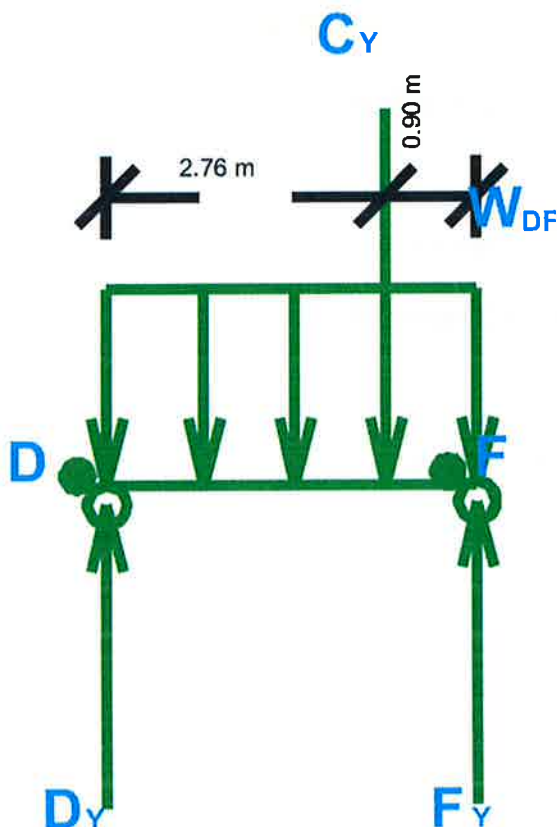
$$109.80(6.38) + 1,389.52(9.28)^2/2 = 7.28 A_v$$

$$A_v = 5,154.08 \text{ Kg}$$

$$C_v = 5,071.43 \text{ Kg}$$

002841

$$M_{\max(+)} = 9,254.78 \text{ Kg.m}$$



✓ **TRAMO: DF**

Cargas Muertas:

Peso de losa colaborante	=	0.00 Kg/m
Peso propio	=	60.00 Kg/m
Acabados	=	0.00 Kg/m
Pintura y Soldadura	=	80.00 Kg/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>140.00 Kg/m</b>

Carga Viva:

Sobrecarga	=	0.00 Kg/m
<b>L</b>	=	<b>0.00 Kg/m</b>

Carga de Servicio :  $W_s = W_D + W_L = 140.00 \text{ Kg/m}$

Carga Puntual :  $= 5,071.43 \text{ Kg}$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



Angela Palomino U.  
E. 3-0079

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

$$D_y = 5,154.08 \text{ Kg}$$

$$F_y = 5,071.43 \text{ Kg}$$

$$M_{\max(+)} = 3,615.80 \text{ Kg.m}$$

002842

## CONCLUSIONES

### DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGA METALICA: TRAMO AC

$$F_y = 1,200.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_s = 9,254.78 \text{ Kg.m}$$

$$S = 771.23 \text{ cm}^3$$

Utilizar un Perfil Metálico: W410x46 o equivalente

### DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGA METALICA: TRAMO DF

$$F_y = 1,200.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_s = 3,615.80 \text{ Kg.m}$$

$$S = 301.32 \text{ cm}^3$$

Utilizar un Perfil Metálico: W410x46 o equivalente



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E: 4-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87849



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

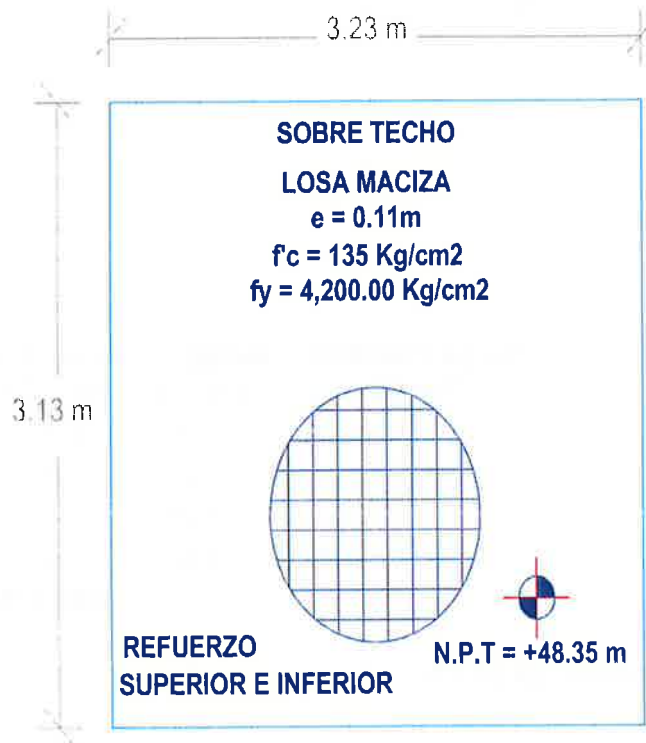
## 2.2 RESERVORIO EXISTENTE: R-257

### 2.2.1 Metrado de Cargas

002843

#### A) Cargas Muertas (CM)

✓ Peso de la linterna =  $P_1$



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA MACIZA EN TECHO DE LINTERNA	2,400.00	3.13	3.23	0.11	2.67
PESO TOTAL = $P_1$ =						2.67

✓ Peso de Columnas Cortas =  $P_2$

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

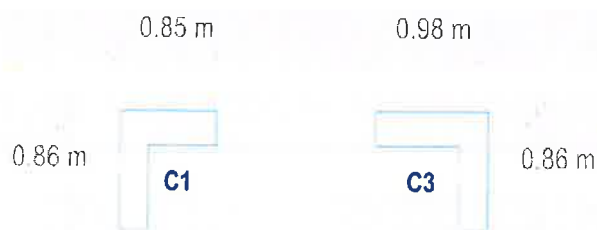
Angela Palomino U.  
E-1-5570

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leon Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES





002844

### COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO

$e = 0.25 \text{ m}$



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	COLUMNA (C1)	2,400.00	1.46	0.25	0.53	0.46
02.00	COLUMNA (C2)	2,400.00	1.45	0.25	0.53	0.46
03.00	COLUMNA (C3)	2,400.00	1.59	0.25	0.53	0.51
04.00	COLUMNA (C4)	2,400.00	1.62	0.25	0.53	0.52
PESO TOTAL = $P_2 =$						1.95

✓ Peso de la Viga de Borde: VE-01 =  $P_3$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

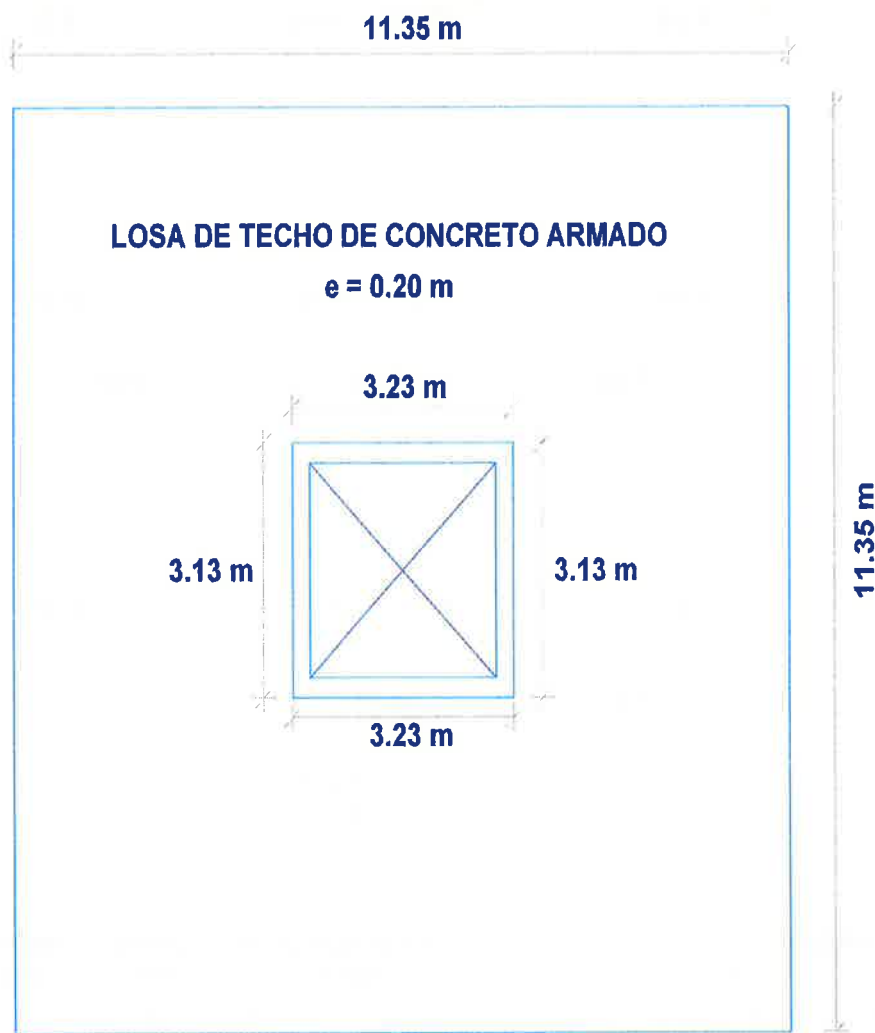
Angela Palomino U.  
P. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leir Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	VIGA DE BORDE (VE-01)	2,400.00	11.72	0.25	0.30	2.11
PESO TOTAL = P <sub>3</sub> =						2.11

✓ Peso de losa de techo = P<sub>4</sub>



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA DE TECHO (RESERVORIO)	2,400.00	11.35	11.35	0.20	61.83
02.00	VOLUMEN DE VANO (DESCUENTAR)	2,400.00	3.23	3.13	0.20	- 4.85
PESO TOTAL = P <sub>4</sub> =						56.98

✓ Peso de la cuba = P<sub>5</sub>

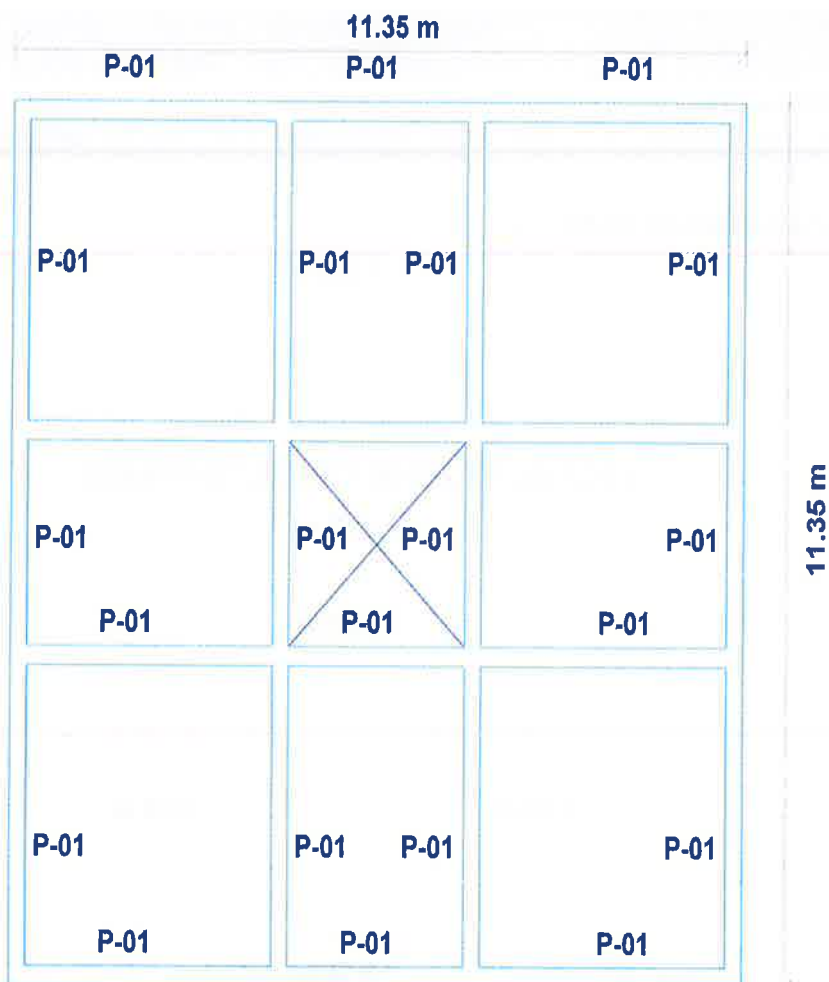


CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



Angela Palomino U.  
E. 1-3179

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Lari Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



002846

ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	CUBA DEL RESERVORIO (P-01)	2,400.00	86.80	0.25	11.67	607.77
02.00	VOLUMEN DE VANOS (DESCONTAR)	2,400.00	5.60	0.25	0.64	- 2.15
03.00	VOLUMEN DE VANOS (DESCONTAR)	2,400.00	5.60	0.25	0.64	- 2.15
04.00	VOLUMEN DE VANOS (DESCONTAR)	2,400.00	5.60	0.25	1.00	- 3.36
PESO TOTAL = P <sub>5</sub> =						600.11



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Angel Almirino U.  
E. 1-5070

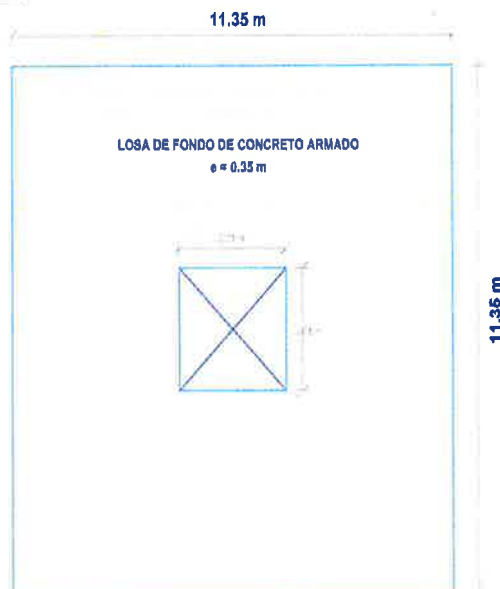
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



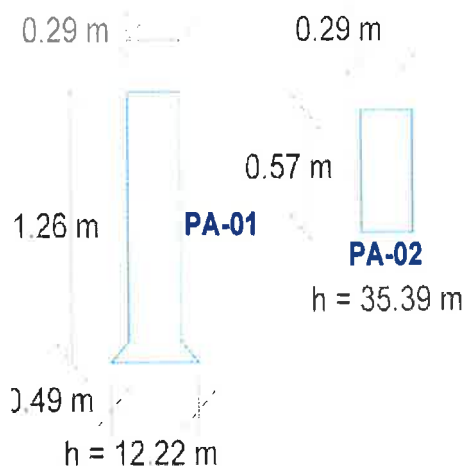
✓ Peso de la losa de fondo =  $P_6$

002847



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA MACIZA DE FONDO	2,400.00	11.35	11.35	0.35	108.21
02.00	VOLUMEN DE VANO (DESCONTAR)	2,400.00	2.73	2.63	0.35	- 6.03
PESO TOTAL = $P_6$ =						102.18

✓ Peso de parasoles =  $P_7$



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	PARASOL (PA-01)	2,400.00	11.92	1.26	12.22	440.48
02.00	PARASOL (PA-02)	2,400.00	22.80	0.29	35.39	561.60
PESO TOTAL = $P_7$ =						1,002.08



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leir Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N°87949

Página: 51 de 87



✓ Peso de pasarela =  $P_8$



002848

ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA DE PASARELA	2,400.00	10.85	3.20	0.30	25.00
02.00	VIGA DE BORDE	2,400.00	10.85	0.60	1.30	20.31
PESO TOTAL = $P_8$ =						45.31



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

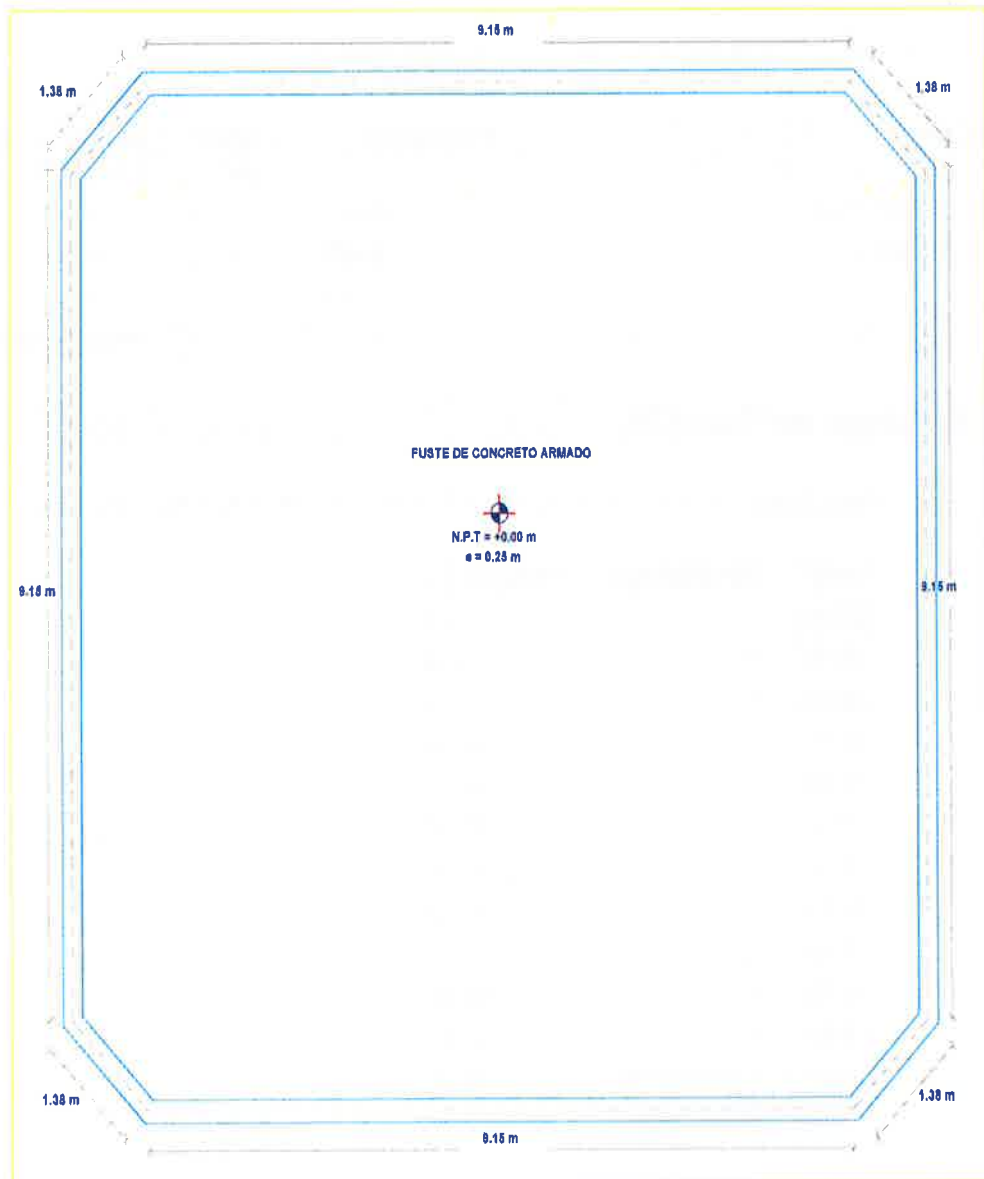
Angela Palomino U.  
F. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

✓ **Peso del fuste =  $P_9$**

002849



ITEM	DESCRIPCION	P.U DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	FUSTE	2,400.00	42.12	0.25	41.50	1,048.79
02.00	DESCUENTO (VANOS DE VENTANA)	2,400.00	13.00	0.25	3.00	-23.40
<b>PESO TOTAL = <math>P_9</math> =</b>						<b>1,025.39</b>



✓ **Peso del agua =  $P_{10}$  = 1,000.00 Tn**

✓ **Peso escalera =  $P_{11}$  = 37.00 Tn**

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Calderino U.  
E. 1-3070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Leir Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 67949



## B) Cargas Vivas (CV)

✓ Peso de sobrecargas =  $P_{12}$  (Cargas Vivas)

ITEM	DESCRIPCION	S/C (Kg/m <sup>2</sup> )	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (Ton)
01.00	LOSA DE LINTERNA	280.00	3.13	3.23	-	2.83
02.00	LOSA DE TECHO	280.00	8.22	8.12	-	18.69
03.00	PASARELA	280.00	3.20	10.85	-	9.72
PESO TOTAL = $P_{12}$ =						31.24

## C) Cargas por Sismo (H)

✓ Peso Total =  $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12}$

ITEM	DESCRIPCION	PESO (Ton)
01.00	$P_1$	2.67
02.00	$P_2$	1.95
03.00	$P_3$	2.11
04.00	$P_4$	56.98
05.00	$P_5$	600.11
06.00	$P_6$	102.18
07.00	$P_7$	1,002.08
08.00	$P_8$	45.31
09.00	$P_9$	1,025.39
10.00	$P_{10}$	1,000.00
11.00	$P_{11}$	37.00
12.00	$P_{12}$ (100.00%)	31.24
PESO TOTAL (Ton) =		3,907.02

✓ Carga Lateral  $H = (ZUCS/R) * P = 0.142 * P$

$Z = 0.45$

$U = 1.50$

$C = 1.26$

$S = 1.00$

$R = 6.00$

$H = 553.82$  Ton (Cortante Basal)

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Ing. Palomino U.  
E. 1-5570

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

## 2.2.2 Evaluación de la Resistencia de las Estructuras Existentes

### A) Losa Maciza en Linterna (E = 0.11 m)



✓ Verificación del dimensionamiento de espesor:  $e = L/25 = 0.06 \text{ m} < 0.11 \text{ m}$  (Conforme)

✓ Verificación por flexión:

Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.264 Tn/m
Acabados	=	0.150 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>0.414 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.280 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.280 Tn/m</b>

**Carga Última:**  $W_u = 1.40 \text{ PD} + 1.70 \text{ PL} = 1.06 \text{ Tn/m}$   
L = 1.40 m (Luz libre vano de ventana)  
Losa maciza en dos direcciones

**M<sub>u</sub> = 0.26 Tn.m**

**A<sub>s</sub> = 0.88 cm² < A<sub>smin</sub> = 1.98 cm² (NO REQUIERE REFORZAMIENTO)**

**SI REQUIERE REPARACIÓN ESTRUCTURAL POR ESTAR EL CONCRETO EN MAL ESTADO Y EL  
ACERO CON PRESENCIA DE CORRSIÓN**



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

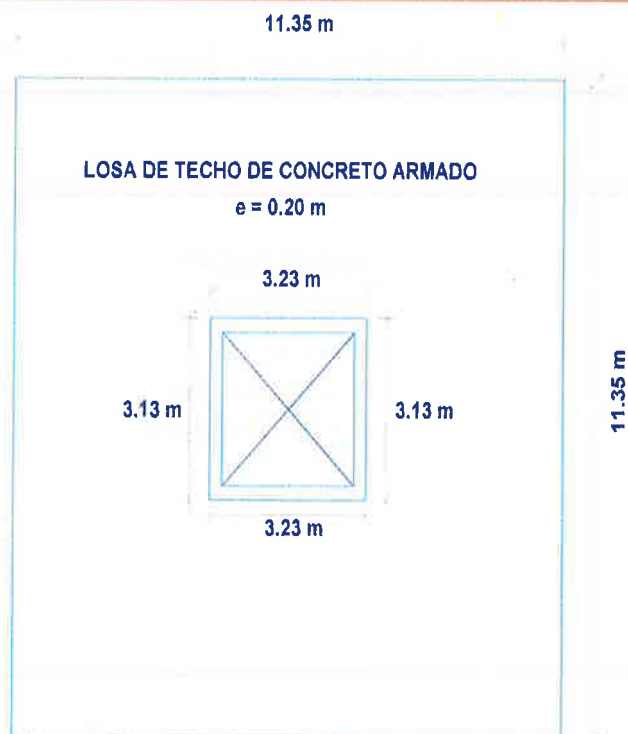
Ing. Angel Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87346

B) Losa Maciza en Techo del Reservoirio (E = 0.20 m)

002852



- ✓ Verificación del dimensionamiento de espesor:  $e = L/25 = 3.86 / 25 = 0.15 \text{ m}$   
 $0.15 \text{ m} < 0.20 \text{ m}$  (Conforme)

Ancho Tributario = B = 1.00 m

- ✓ Verificación por flexión:  
Metrado de Cargas:  
Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.480 Tn/m
Contrapiso	=	0.120 Tn/m
Acabados	=	0.150 Tn/m
<b>W<sub>0</sub></b>	=	<b>0.750 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.280 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.280 Tn/m</b>

Carga Última:  $W_U = 1.40 \text{ PD} + 1.70 \text{ PL} = 1.526 \text{ Tn/m}$

Losa maciza en dos direcciones:

ESTADOS DE CARGA

A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

A.2: EXTREMOS ROTULADOS



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

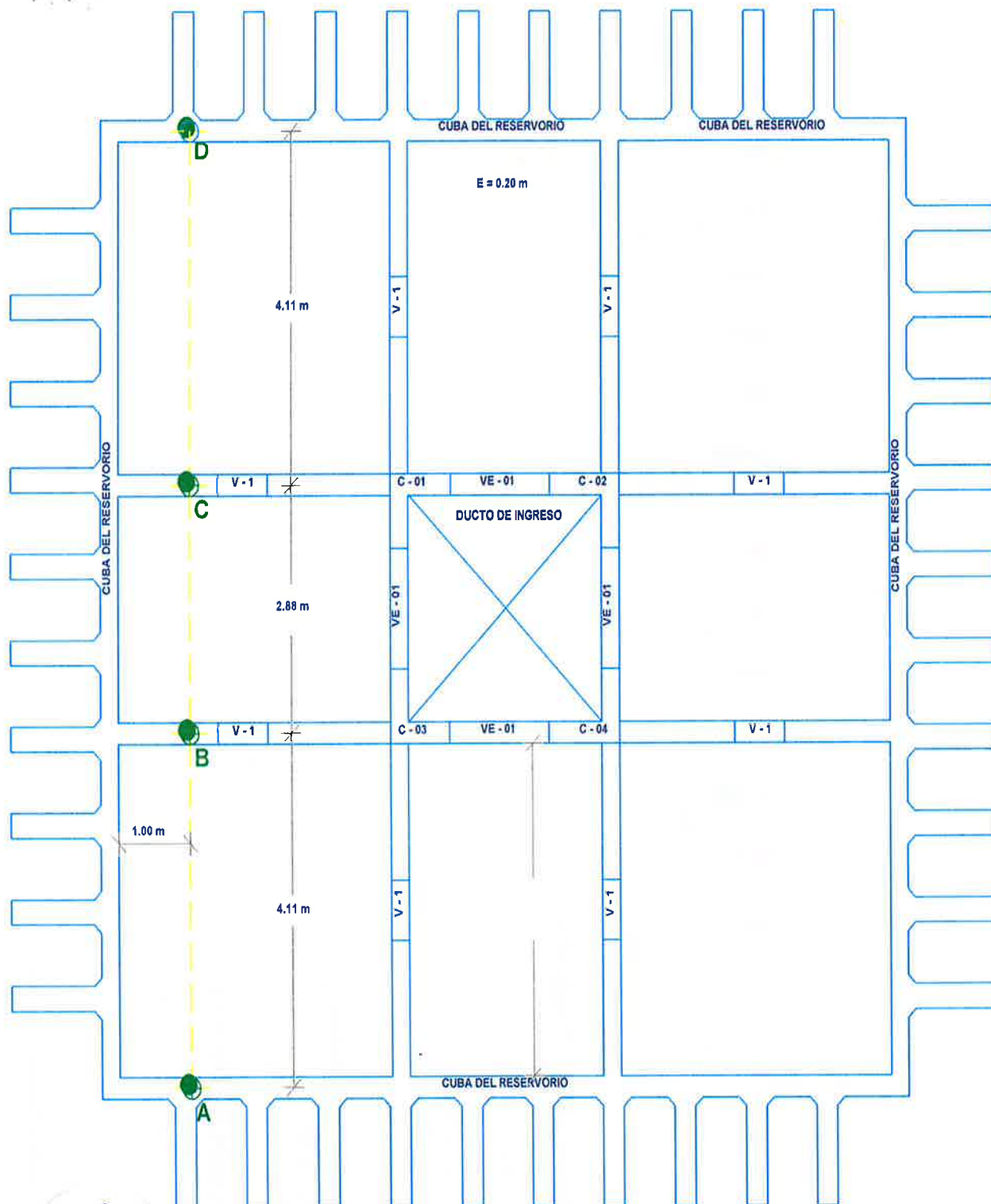
Angela Palomino U.  
E. 1-5010

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Lelf Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



002853



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 479203

Ing. Angel Palomino U.  
E-1-3-70

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Roberto Díaz Roategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

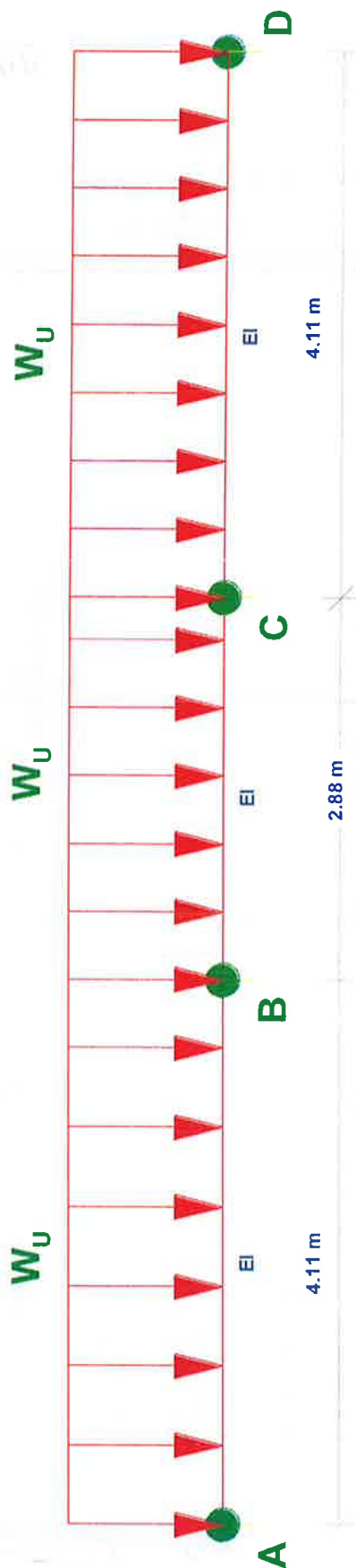
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 15070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Laff Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



#### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$\begin{aligned} M_{AB}^o &= -2.15 \text{ Tn.m} \\ M_{BA}^o &= +2.15 \text{ Tn.m} \\ M_{BC}^o &= -1.05 \text{ Tn.m} \\ M_{CB}^o &= +1.05 \text{ Tn.m} \\ M_{CD}^o &= -2.15 \text{ Tn.m} \\ M_{DC}^o &= +2.15 \text{ Tn.m} \end{aligned}$$

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$\begin{aligned} \phi_A &= \phi_D = 0.00 \\ M_{BA} + M_{BC} &= M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \end{aligned}$$

#### A.2: EXTREMOS ROTULADOS

$$\begin{aligned} M_A &= M_D = 0.00 \\ M_{BA} + M_{BC} &= M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \end{aligned}$$

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



002854

002855

### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B)$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A)$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C)$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B)$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D)$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C)$$

### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (\phi_B) = -2.15 + 0.4866 EI\phi_B$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B) = +2.15 + 0.9732 EI\phi_B$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) = -1.05 + EI (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C)$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) = +1.05 + EI (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C)$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C) = -2.15 + 0.9732 EI\phi_C$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (\phi_C) = +2.15 + 0.4866 EI\phi_C$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \dots\dots\dots (1)$$

$$0.00 = 1.10 + EI \cdot (2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C)$$

$$-1.10/EI = 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \dots\dots\dots (2)$$

$$0.00 = -1.10 + EI \cdot (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C)$$

$$1.10/EI = 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi_B = -0.6596/EI$$

$$\phi_C = +0.6596/EI$$

$$M_{AB} = -2.15 + 0.4866 EI\phi_B = -2.47 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = +2.15 + 0.9732 EI\phi_B = +1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -1.05 + EI (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) = -1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = +1.05 + EI (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) = +1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -2.15 + 0.9732 EI\phi_C = -1.51 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = +2.15 + 0.4866 EI\phi_C = +2.47 \text{ Tn.m}$$

### A.2 EXTREMOS ROTULADOS

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B) = -2.15 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A) = 2.15 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) = -1.05 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) = 1.05 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D) = -2.15 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C) = 2.15 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{AB} = 0.00 \dots\dots\dots (1)$$

$$4.41825/EI = 2\phi_A + \phi_B \dots\dots\dots (1)$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leir Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



$$\begin{aligned} M_{DC} &= 0.00 & \dots\dots\dots (2) \\ -4.41825/EI &= 2\phi_D + \phi_C & \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

002856

$$\begin{aligned} M_{AB} + M_{BC} &= 0.00 & \dots\dots\dots (3) \\ 0.00 &= 1.10 + (0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C) EI \\ -1.10/EI &= 0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C & \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{CB} + M_{CD} &= 0.00 & \dots\dots\dots (4) \\ 0.00 &= -1.10 + (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D) EI \\ 1.10/EI &= 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D & \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

$$\phi_A = +2.9726/EI$$

$$\phi_B = -1.5269/EI$$

$$\phi_C = +1.5269/EI$$

$$\phi_D = -2.9726/EI$$

$$M_{AB} = -2.15 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI = 0.00 \text{ Tn.m}$$

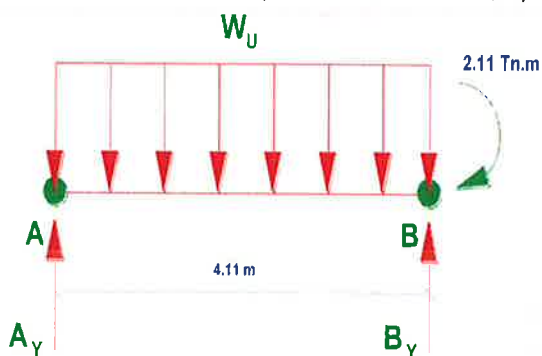
$$M_{BA} = 2.15 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI = +2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -1.05 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI = -2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = 1.05 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI = +2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -2.15 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI = -2.11 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = 2.15 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI = 0.00 \text{ Tn.m}$$



$$\sum M_B = 0$$

$$4.11 A_y + 2.11 = 1.526 \times (4.11)^2 / 2$$

$$A_y = 2.63 \text{ Tn}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B_y = 3.64 \text{ Tn}$$

#### MOMENTOS MÁXIMOS:

$$X = 1.72 \text{ m}$$

$$M_{\max (+)} = 2.27 \text{ Tn.m} = M_u (+)$$

$$M_{\max (-)} = 2.47 \text{ Tn.m} = M_u (-)$$

#### VERIFICACION DEL ACERO DE REFUERZO

$$A_{s\min} = 0.0018.b.h = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$A_s (+) = 3.68 \text{ cm}^2 < A_s \text{ EXISTENTE (NO REQUIERE REFORZAMIENTO)}$$

SI REQUIERE REPARACIÓN ESTRUCTURAL POR ESTAR EL CONCRETO EN MAL ESTADO Y EL ACERO CON PRESENCIA DE CORRSIÓN

*AA*  
Angela Palomino U.  
E. 1-3070



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

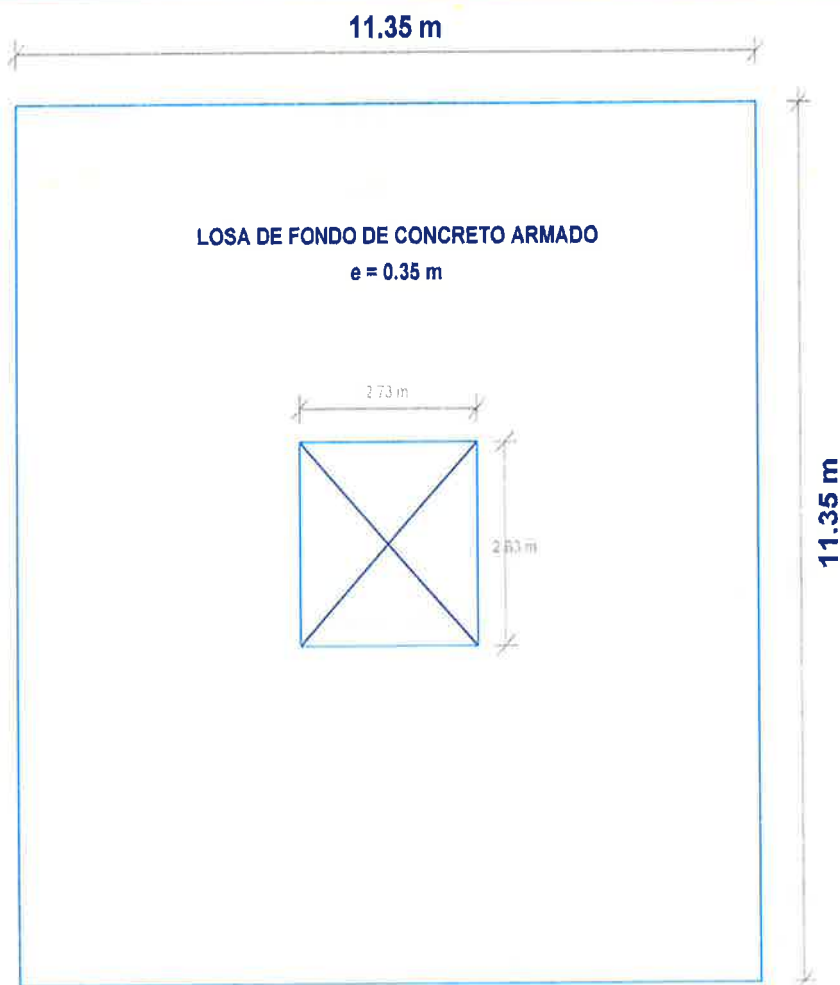
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 178903

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robly Leir Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949...

C) Viga de Borde en Losa de Fondo (1.00 x 0.35) m

002857



SECCION TRANSVERSAL DE VIGA DE BORDE: TRAMO: AB

$b = 100.00 \text{ cm}$

$h = 35.00 \text{ cm}$

$I_1 = \text{momento de inercia AB}$

SECCIÓN TRANSVERSAL DE VIGA DE BORDE: TRAMO: BC

$b = 68.50 \text{ cm}$

$h = 35.00 \text{ cm}$

$I_2 = \text{momento de inercia BC}$

- ✓ Verificación del dimensionamiento de espesor:  $e = L/10.00 = 3.86 / 10 = 0.386 \text{ m}$   
 $0.35 \text{ m} < 0.386 \text{ m}$  (No Conforme)  
 Ancho Tributario =  $B = 1.00 \text{ m}$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

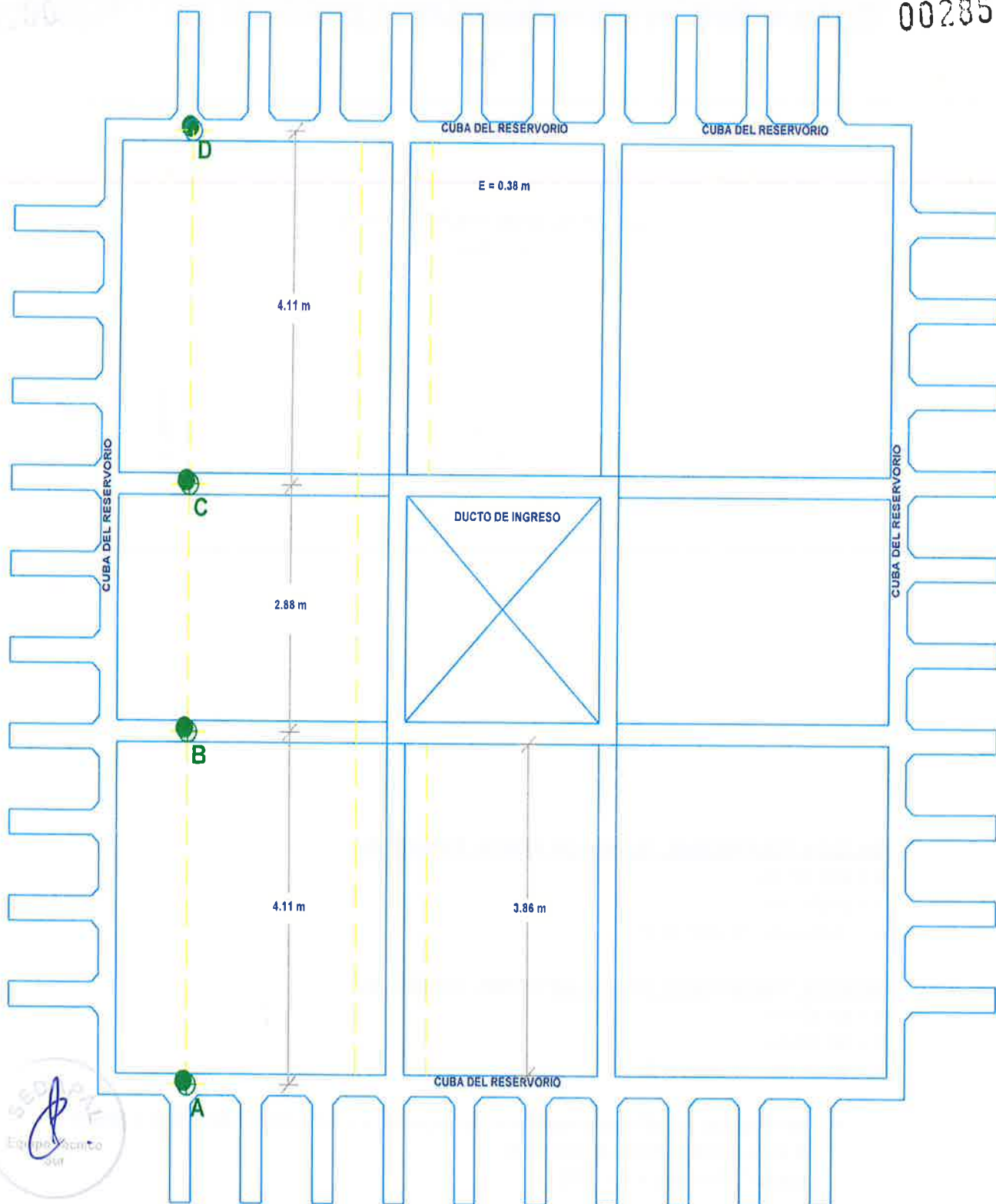
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 178393

Angela Palomino U.  
E. 1-0370

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

002858



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Mandel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



002859

### METRADO DE CARGAS

✓ **TRAMO: AB**

$$l_1 = 100 \times 35^3 / 12$$

Ancho Tributario = 1.00 m

Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.840 Tn/m
Muros	=	7.002 Tn/m
Agua	=	7.005 Tn/m
Acabados	=	0.100 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>14.947 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.000 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.000 Tn/m</b>

**Carga Última: W<sub>U</sub> = 1.40 PD + 1.70 PL = 20.926 Tn/m**

**Viga de borde en dos direcciones en dos direcciones:**

✓ **TRAMO: BC**

$$l_2 = 685 \times 35^3 / 12$$

Ancho Tributario = 0.685 m

Cargas Muertas:

Peso propio	=	0.575 Tn/m
Muros	=	7.002 Tn/m
Agua	=	4.063 Tn/m
Acabados	=	0.069 Tn/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>11.709 Tn/m</b>

Cargas Vivas:

Sobrecarga	=	0.000 Tn/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>0.000 Tn/m</b>

**Carga Última: W<sub>U</sub> = 1.40 PD + 1.70 PL = 16.393 Tn/m**

**Viga de borde en dos direcciones en dos direcciones**

$$l_2 / l_1 = 685 / 100 = 0.685$$

$$l_2 = 0.685 l_1 = 0.685 l$$

### **ESTADOS DE CARGA**

**A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS**

**A.2: EXTREMOS ROTULADOS**



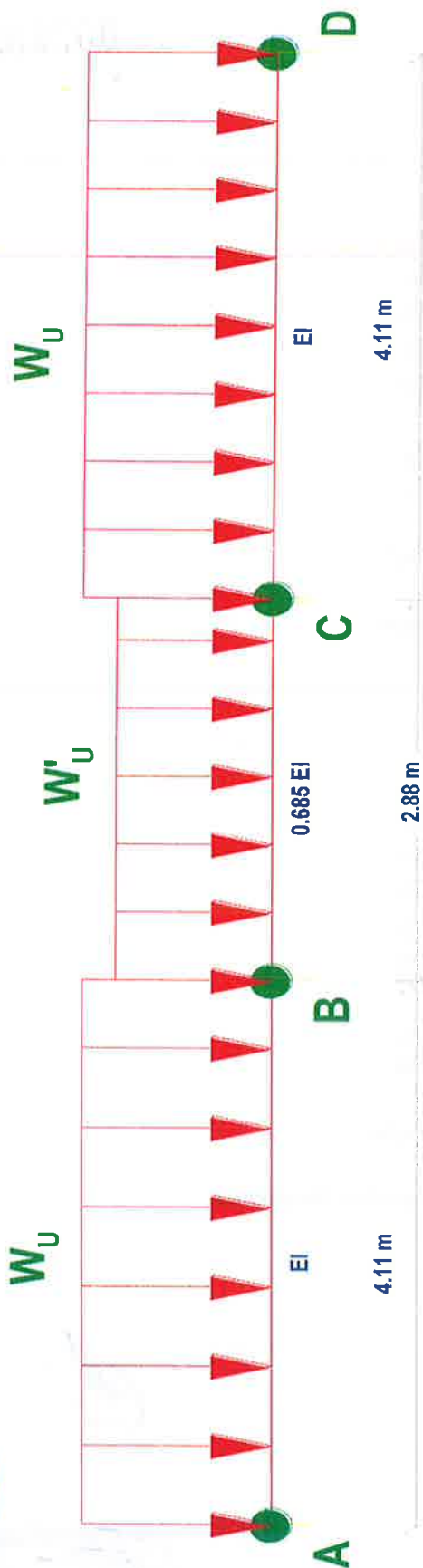
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176193

Angela Patricia U.  
F. 1-5570

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leir Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

#### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$M_{AB}^o = - 29.46 \text{ Tn.m}$   
 $M_{BA}^o = + 29.46 \text{ Tn.m}$   
 $M_{BC}^o = - 11.33 \text{ Tn.m}$   
 $M_{CB}^o = + 11.33 \text{ Tn.m}$   
 $M_{CD}^o = - 29.46 \text{ Tn.m}$   
 $M_{DC}^o = + 29.46 \text{ Tn.m}$

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$\phi_A = \phi_D = 0.00$   
 $M_{BA} + M_{BC} = M_{CB} + M_{CD} = 0.00$

#### A.2: EXTREMOS ROTULADOS

$M_A = M_D = 0.00$   
 $M_{BA} + M_{BC} = M_{CB} + M_{CD} = 0.00$

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Roberto Llanos Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Ing. Palomino U.  
F. 1-5070

002860

### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B)$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A)$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C)$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B)$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2.00EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D)$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2.00EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C)$$

002861

### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (\phi_B) = -29.46 + 0.4866 EI\phi_B$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2.00EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B) = +29.46 + 0.9732 EI\phi_B$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) = -11.33 + EI(0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C)$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) = +11.33 + EI(0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C)$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C) = -29.46 + 0.9732 EI\phi_C$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (\phi_C) = +29.46 + 0.4866 EI\phi_C$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$0.00 = 18.13 + EI \cdot (1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C)$$

$$-18.13/EI = 1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.00 = -18.13 + EI \cdot (0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C)$$

$$18.13/EI = 0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi_B = -12.5129/EI$$

$$\phi_C = +12.5129/EI$$

$$M_{AB} = -29.46 + 0.4866 EI\phi_B = -35.55 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = +29.46 + 0.9732 EI\phi_B = +17.28 \text{ Tn.m}$$

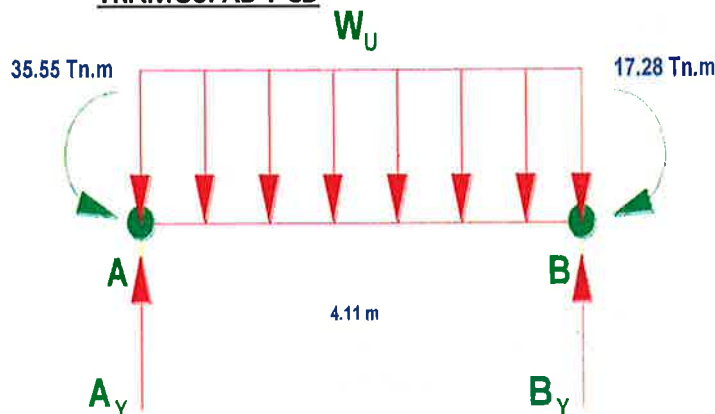
$$M_{BC} = -11.33 + EI(0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C) = -17.28 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = +11.33 + EI(0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C) = +17.28 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -29.46 + 0.9732 EI\phi_C = -17.28 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = +29.46 + 0.4866 EI\phi_C = +35.55 \text{ Tn.m}$$

### TRAMOS: AB Y CD



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela P. Lemino U.  
E. 1-3070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Robby Lora Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



$$\sum M_B = 0$$

$$4.11 A_y + 17.28 = 20.926x(4.11)^2/2 + 35.55$$

$$A_y = 47.45 \text{ Tn}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B_y = 38.56 \text{ Tn}$$

002862

### MOMENTOS MÁXIMOS:

$$X = 2.27 \text{ m}$$

$$M_{\max (+)} = 18.25 \text{ Tn.m} = M_{U (+)}$$

$$M_{\max (-)} = 35.55 \text{ Tn.m} = M_{U (-)}$$

### TRAMO: BC

$$M_{\max (+)} = 0.00 \text{ Tn.m} = M_{U (+)}$$

$$M_{\max (-)} = 17.28 \text{ Tn.m} = M_{U (-)}$$

### A:2 EXTREMOS ROTULADOS

$$\begin{aligned} M_{AB} &= M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B) &= -29.46 + (2\phi_A + \phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} \\ M_{BA} &= M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A) &= 29.46 + (\phi_A + 2\phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} \\ M_{BC} &= M^{\circ}_{BC} + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) &= -11.33 + (0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C) EI \\ M_{CB} &= M^{\circ}_{CB} + (1.37EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) &= 11.33 + (0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C) EI \\ M_{CD} &= M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D) &= -29.46 + (2\phi_C + \phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} \\ M_{DC} &= M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C) &= 29.46 + (\phi_C + 2\phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} \end{aligned}$$

### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{AB} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$60.54/EI = 2\phi_A + \phi_B \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{DC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$-60.54/EI = 2\phi_D + \phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$0.00 = 18.13 + (0.4866\phi_A + 1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C) EI$$

$$-18.13/EI = 0.4866\phi_A + 1.9246\phi_B + 0.4757\phi_C \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$0.00 = -18.13 + (0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C + 0.4866\phi_D) EI$$

$$18.13/EI = 0.4757\phi_B + 1.9246\phi_C + 0.4866\phi_D \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi_A = +43.8978/EI$$

$$\phi_B = -27.2556/EI$$

$$\phi_C = +27.2556/EI$$

$$\phi_D = -43.8978/EI$$

$$M_{AB} = -29.46 + (2\phi_A + \phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} = -29.46 + 29.46 = 0.00 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = 29.46 + (\phi_A + 2\phi_B) \cdot 2EI/L_{AB} = 29.46 - 5.16 = 24.30 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -11.33 + (0.9514\phi_B + 0.4757\phi_C) EI = -11.33 - 12.97 = -24.30 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = 11.33 + (0.4757\phi_B + 0.9514\phi_C) EI = 11.33 + 12.97 = +24.30 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -29.46 + (2\phi_C + \phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} = -29.46 + 5.16 = -24.30 \text{ Tn.m}$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante

JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5078

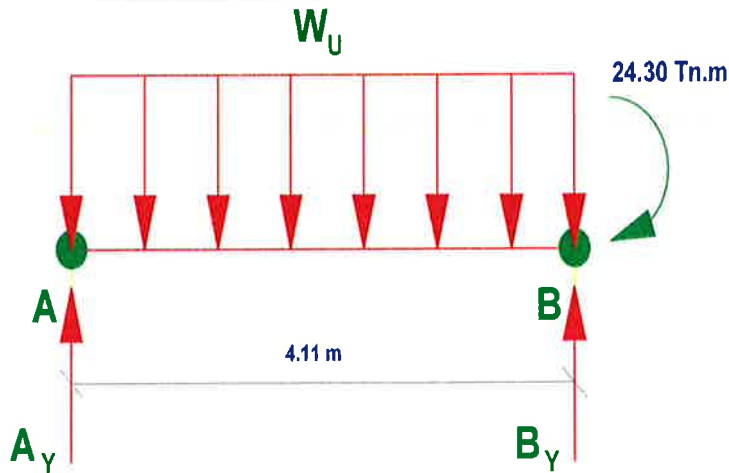
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby E. Díaz Restrepo  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

$$M_{DC} = 29.46 + (\phi_C + 2\phi_D) \cdot 2EI/L_{CD} = -29.46 + 29.46 = 0.00 \text{ Tn.m}$$

**TRAMOS: AB Y CD**

002863



$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \\ 4.11 A_y + 24.30 &= 20.926 \times (4.11)^2 / 2 \\ A_y &= 37.09 \text{ Tn} \\ \sum F_y &= 0 \\ B_y &= 48.92 \text{ Tn}\end{aligned}$$

**MOMENTOS MÁXIMOS:**

$$\begin{aligned}X &= 1.77 \text{ m} \\ M_{\max (+)} &= 24.30 \text{ Tn.m} = M_{u (+)} \\ M_{\max (-)} &= 32.83 \text{ Tn.m} = M_{u (-)}\end{aligned}$$

**TRAMO: BC**

$$\begin{aligned}M_{\max (+)} &= 0.00 \text{ Tn.m} = M_{u (+)} \\ M_{\max (-)} &= 24.30 \text{ Tn.m} = M_{u (-)}\end{aligned}$$

**ACERO DE REFUERZO NECESARIO PARA SOPORTAR SOLICITACIONES DE CARGAS**

$$\begin{aligned}f'_c &= 210.00 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2 \\ M_{u(+)} &= 3'283,000.00 \text{ Kg.cm} \\ b &= 100.00 \text{ cm} \\ d &= 30.00 \text{ cm} \\ \rho &= 0.011 > \rho_{\min} \text{ (CUANTIA MÁXIMA)} \\ A_{s(+)} &= 33.64 \text{ cm}^2 \\ \text{REFUERZO CON VARILLAS: } \phi &= 5/8'' \\ A_{s(+)} &= 17 \phi 5/8'' < \text{REFUERZO EXISTENTE: } \phi 5/8'' @ 0.10 \text{ m (NO CONFORME)}\end{aligned}$$

**REQUIERE REFORZAMIENTO: INCREMENTAR 13.84 cm<sup>2</sup> EN LOS TRAMOS: AB Y CD**

Utilizar fibra de Carbono FRP con dos capas de 1.40 mm de espesor y un ancho de 90 mm, por debajo de la viga de borde.

**TRAMO: BC NO REQUIERE REFORZAMIENTO POR FLEXIÓN**



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamanto  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

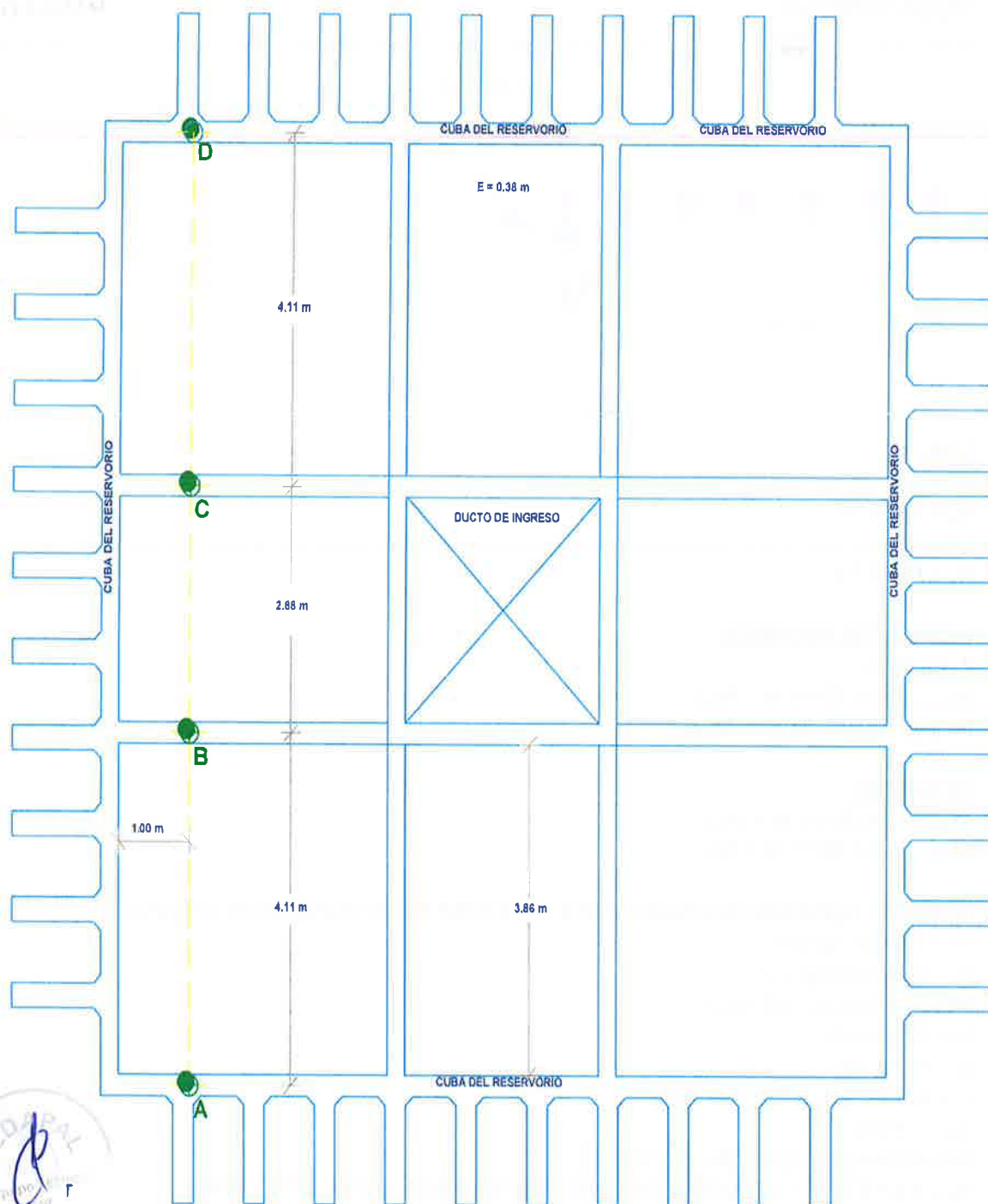
Angela Palomino U.  
E. 1-5470

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Roberto Díaz Roategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

002864

D) Losa Maciza en el Fondo del Reservoirio (E = 0.35 m)



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



002865

### METRADO DE CARGAS

✓ TRAMOS: AB, BC Y CD

$$I = 100 \cdot 35^3 / 12 = \text{CONSTANTE}$$

Ancho Tributario = 1.00 m

Cargas Muertas:

$$\text{Peso propio} = 0.840 \text{ Tn/m}$$

$$\text{Agua} = 9.340 \text{ Tn/m}$$

$$\text{Acabados} = 0.100 \text{ Tn/m}$$

$$W_D = 10.280 \text{ Tn/m}$$

Cargas Vivas:

$$\text{Sobrecarga} = 0.000 \text{ Tn/m}$$

$$W_L = 0.000 \text{ Tn/m}$$

$$\text{Carga Última: } W_U = 1.40 \text{ PD} + 1.70 \text{ PL} = 14.392 \text{ Tn/m}$$

Losa maciza en dos direcciones en dos direcciones:

### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$M_{AB} = -20.26 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = +20.26 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -9.95 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = +9.95 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -20.26 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = +20.26 \text{ Tn.m}$$

### ESTADO DE CARGAS

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$\phi_A = 0.00$$

$$\phi_D = 0.00$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00$$

#### A.2: EXTREMOS ROTULADOS

$$M_A = 0.00$$

$$M_D = 0.00$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00$$

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamanto  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5970

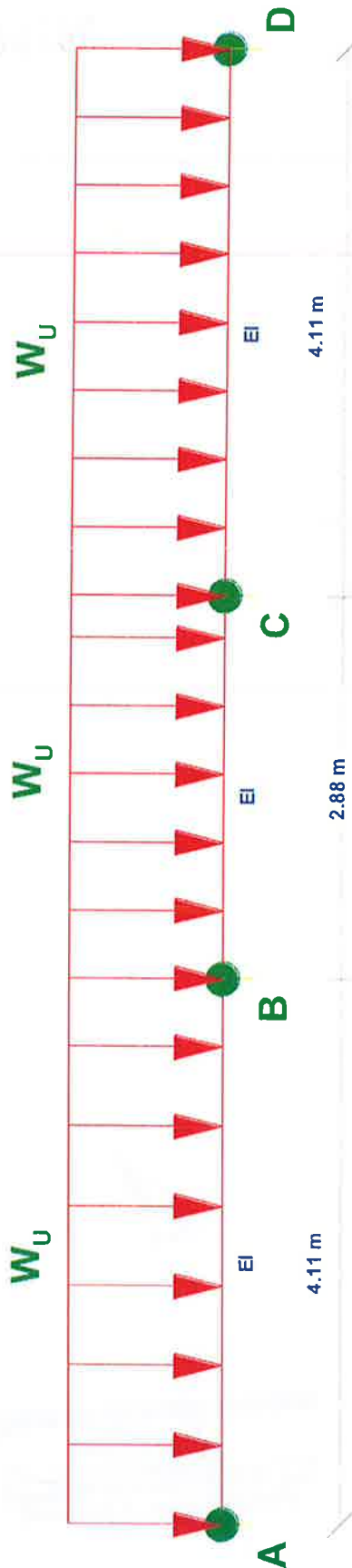
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Loiz Díaz Roategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



#### MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$\begin{aligned} M_{AB} &= M_{AB}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_A + \phi_B) \\ M_{BA} &= M_{BA}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B + \phi_A) \\ M_{BC} &= M_{BC}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) \\ M_{CB} &= M_{CB}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) \\ M_{CD} &= M_{CD}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C + \phi_D) \\ M_{DC} &= M_{DC}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_D + \phi_C) \end{aligned}$$

#### A.1: EXTREMOS EMPOTRADOS

$$\begin{aligned} M_{AB} &= M_{AB}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (\phi_B) \\ M_{BA} &= M_{AB}^o + (2EI/L_{AB}) \cdot (2\phi_B) \\ M_{BC} &= M_{BC}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_B + \phi_C) \\ M_{CB} &= M_{CB}^o + (2EI/L_{BC}) \cdot (2\phi_C + \phi_B) \\ M_{CD} &= M_{CD}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (2\phi_C) \\ M_{DC} &= M_{DC}^o + (2EI/L_{CD}) \cdot (\phi_C) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= -20.26 + 0.4866 EI\phi_B \\ &= +20.26 + 0.9732 EI\phi_B \\ &= -9.95 + EI(1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) \\ &= +9.95 + EI(0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) \\ &= -20.26 + 0.9732 EI\phi_C \\ &= +20.26 + 0.4866 EI\phi_C \end{aligned}$$

#### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \dots\dots\dots (1)$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Roberto Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angela Palomino U.  
E: 1-8070

002866

$$0.00 = 10.31 + EI. (2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C)$$

$$-10.31/EI = 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C \quad \dots\dots\dots (1)$$

002867

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.00 = -10.31 + EI. (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C)$$

$$10.31/EI = 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi_B = -6.1822/EI$$

$$\phi_C = +6.1822/EI$$

$$M_{AB} = -20.26 + 0.4866 EI\phi_B = -23.27 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = +20.26 + 0.9732 EI\phi_B = +14.24 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -9.95 + EI (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) = -14.24 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = +9.95 + EI (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) = +14.24 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CD} = -20.26 + 0.9732 EI\phi_C = -14.24 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = +20.26 + 0.4866 EI\phi_C = +23.27 \text{ Tn.m}$$

#### A:2 EXTREMOS ROTULADOS

$$M_{AB} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}). (2\phi_A + \phi_B) = -20.26 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI$$

$$M_{BA} = M^{\circ}_{AB} + (2EI/L_{AB}). (2\phi_B + \phi_A) = 20.26 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI$$

$$M_{BC} = M^{\circ}_{BC} + (2EI/L_{BC}). (2\phi_B + \phi_C) = -9.95 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI$$

$$M_{CB} = M^{\circ}_{CB} + (2EI/L_{BC}). (2\phi_C + \phi_B) = 9.95 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI$$

$$M_{CD} = M^{\circ}_{CD} + (2EI/L_{CD}). (2\phi_C + \phi_D) = -20.26 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI$$

$$M_{DC} = M^{\circ}_{DC} + (2EI/L_{CD}). (2\phi_D + \phi_C) = +20.26 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI$$

#### CONDICION DE EQUILIBRIO

$$M_{AB} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$41.63/EI = 2\phi_A + \phi_B \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{DC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$-41.63/EI = 2\phi_D + \phi_C \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$0.00 = 10.31 + (0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C) EI$$

$$-10.31/EI = 0.4866\phi_A + 2.3621\phi_B + 0.6944\phi_C \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0.00 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$0.00 = -10.31 + (0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D) EI$$

$$10.31/EI = 0.6944\phi_B + 2.3621\phi_C + 0.4866\phi_D \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi_A = +27.9895/EI$$

$$\phi_B = -14.3489/EI$$

$$\phi_C = +14.3489/EI$$

$$\phi_D = -27.9895/EI$$

$$M_{AB} = -20.26 + (0.9732\phi_A + 0.4866\phi_B) EI = 0.00 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BA} = 20.26 + (0.4866\phi_A + 0.9732\phi_B) EI = +19.91 \text{ Tn.m}$$

$$M_{BC} = -9.95 + (1.3889\phi_B + 0.6944\phi_C) EI = -19.91 \text{ Tn.m}$$

$$M_{CB} = 9.95 + (0.6944\phi_B + 1.3889\phi_C) EI = +19.91 \text{ Tn.m}$$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustos  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 178767

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

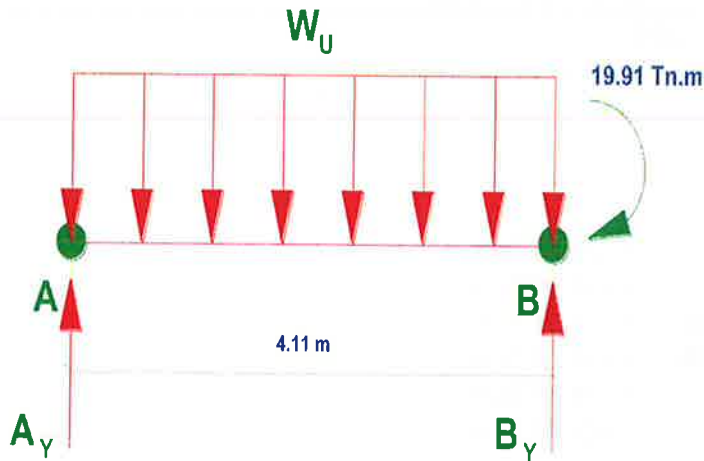
Ing. Robby Loif Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



$$M_{CD} = -20.26 + (0.9732\phi_C + 0.4866\phi_D) EI = -19.91 \text{ Tn.m}$$

$$M_{DC} = 20.26 + (0.4866\phi_C + 0.9732\phi_D) EI = 0.00 \text{ Tn.m}$$

002868



$$\sum M_B = 0$$

$$4.11 A_y + 19.91 = 14.392 \times (4.11)^2 / 2$$

$$A_y = 24.73 \text{ Tn}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B_y = 34.42 \text{ Tn}$$

#### MOMENTOS MÁXIMOS:

$$X = 1.72 \text{ m}$$

$$M_{\max (+)} = 21.25 \text{ Tn.m} = M_{u (+)}$$

$$M_{\max (-)} = 23.27 \text{ Tn.m} = M_{u (-)}$$

#### ACERO DE REFUERZO NECESARIO PARA SOPORTAR SOLICITACIONES DE CARGAS

$$f'_c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{u(+)} = 2'125,000.00 \text{ Kg.cm}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$d = 30.00 \text{ cm}$$

$$\rho = 0.007 > \rho_{\min} \text{ (CUANTIA MÍNIMA)}$$

$$A_{s(+)} = 20.37 \text{ cm}^2$$

REFUERZO CON VARILLAS:  $\phi = 5/8"$

$$A_{s(+)} = \phi 5/8" @ 0.10 \text{ m} = \text{REFUERZO EXISTENTE: } \phi 5/8" @ 0.10 \text{ m (CONFORME)}$$

NO REQUIERE REFORZAMIENTO



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Mandel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Angela Palemino U.  
E.1-5975

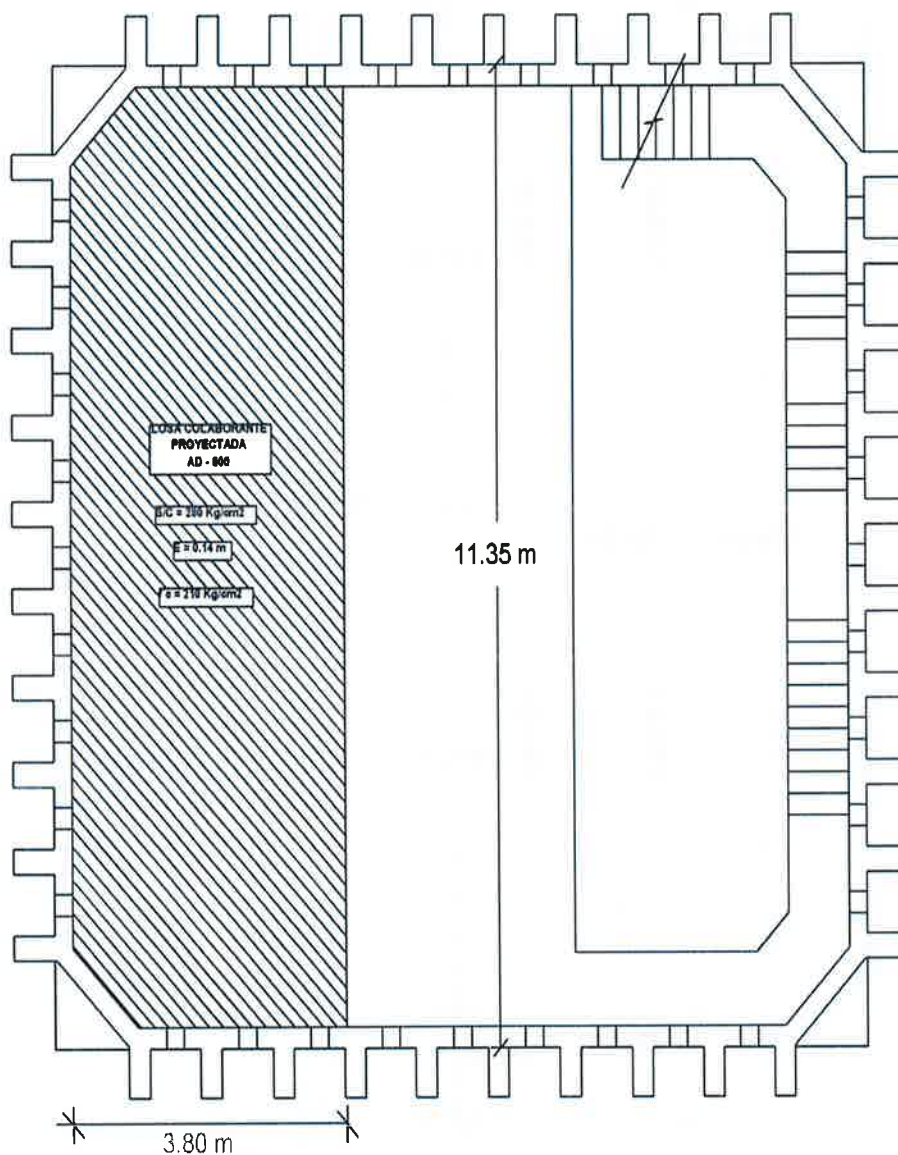
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Lefi Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 67949

## 2.2.3 Diseño Estructural de Componentes Proyectados

### A) Losa Colaborante

- ✓  $L_{losa} = 3.80 \text{ m}$  (Luz Libre)
- ✓  $f'c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$
- ✓  $S/C = 280.00 \text{ Kg/m}^2$



De acuerdo a la luz libre, sobrecarga de diseño y luz libre se seleccionará una losa colaborante de Perfil Tipo AD-600, el cual cuenta con un espesor de losa  $E = 0.14 \text{ m}$  y calibre 22.

Ver Tabla de Especificaciones y Características de los Componentes que conforman a la losa colaborante.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricard

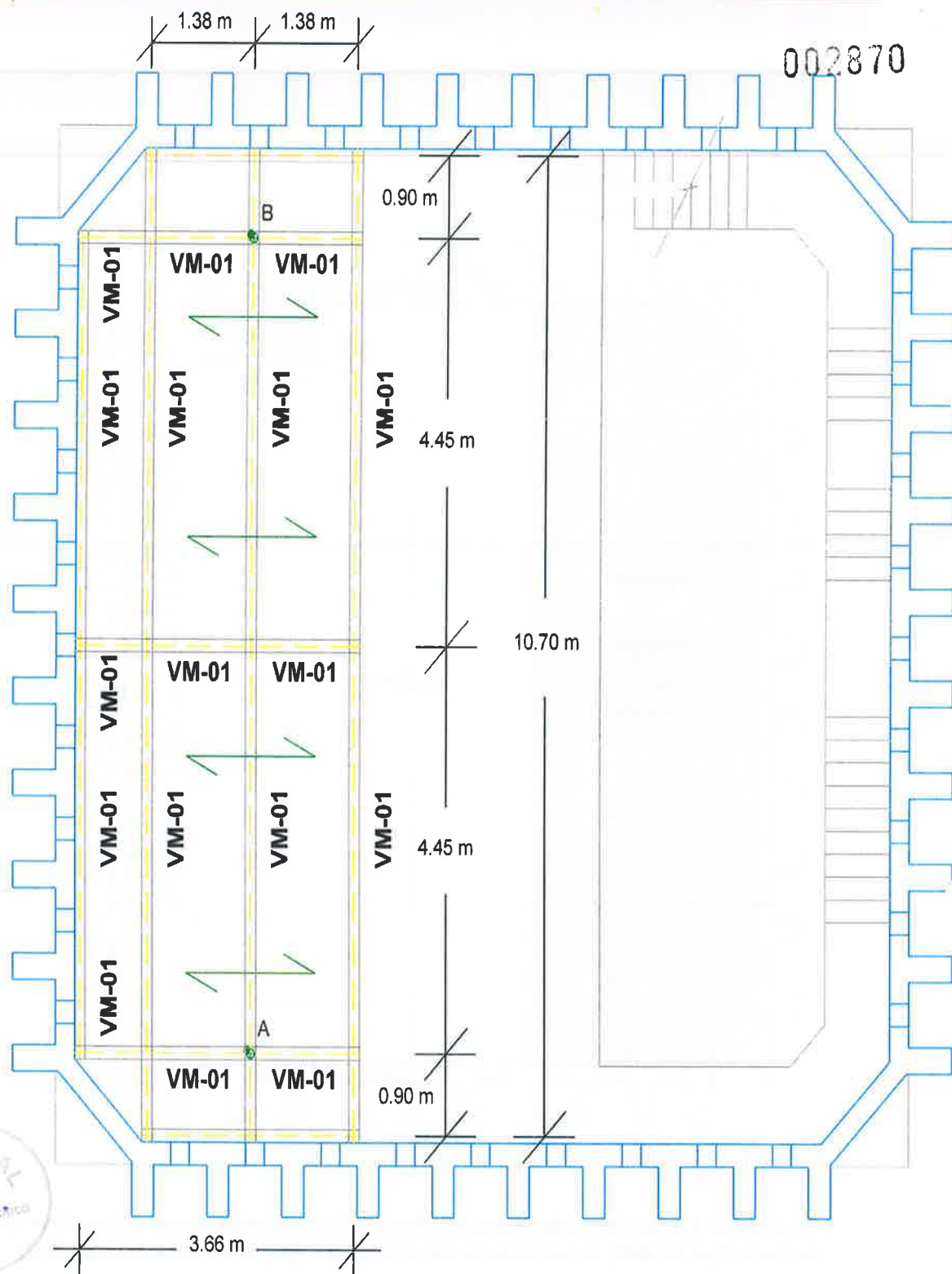
Ing. P.A.C.

Angela Palomino U.

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N°87949

## B) Estructuras Metálicas



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

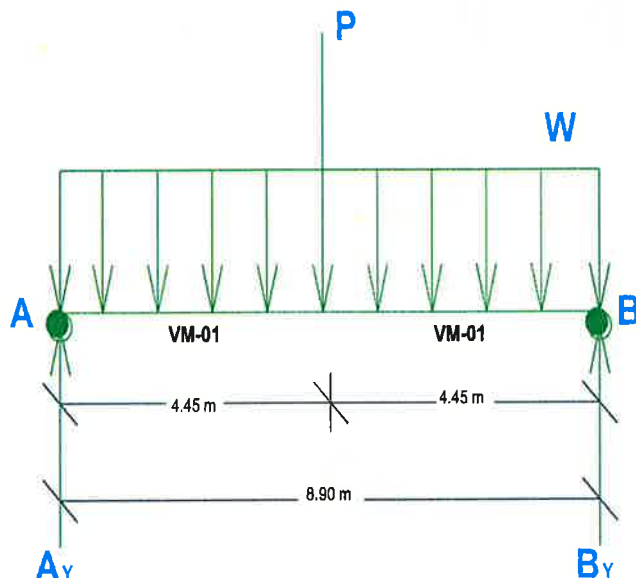
Angela Palomino U.  
F. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



002871



#### VIGA METALICA: TRAMO AB

Ancho tributario	= 1.38 m	
Peso de losa colaborante	= 252.80 Kg/m <sup>2</sup>	(E = 0.14 m)
Peso propio de viga metálica	= 60.00 Kg/m	
Peso de acabados	= 150.00 Kg/m <sup>2</sup>	
Peso de la pintura y soldadura	= 80.00 Kg/m	
S/C	= 280.00 Kg/m <sup>2</sup>	

#### METRADO DE CARGAS

##### ✓ TRAMO: AB

Cargas Muertas:

Peso de losa colaborante	=	348.86 Kg/m
Peso propio	=	60.00 Kg/m
Acabados	=	207.00 Kg/m
Pintura y Soldadura	=	80.00 Kg/m
<b>W<sub>D</sub></b>	=	<b>695.86 Kg/m</b>

Carga Viva:

Sobrecarga	=	386.40 Kg/m
<b>W<sub>L</sub></b>	=	<b>386.40 Kg/m</b>

Carga de Servicio : **W<sub>s</sub> = W<sub>D</sub> + W<sub>L</sub> = 1,082.26 Kg/m**

Carga Puntual : **= 82.80 Kg**

A<sub>y</sub> = 4,857.457 Kg

B<sub>y</sub> = 4,857.457 Kg

**M<sub>max(+)</sub> = 10,900.00 Kg.m**

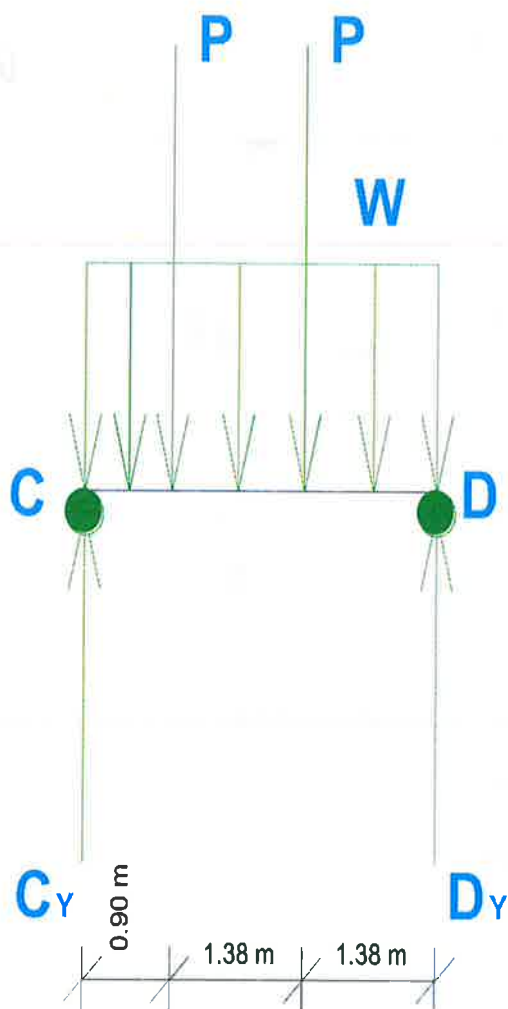


CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
**Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante**  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
**Ing. Robby Lelf Diaz Reategui**  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Angela Palomino U.  
E. Estructuras

002872



✓ **TRAMO: CD**

Cargas Muertas:

Peso de losa colaborante	=	0.00 Kg/m
Peso propio	=	60.00 Kg/m
Acabados	=	0.00 Kg/m
Pintura y Soldadura	=	80.00 Kg/m
<b>W<sub>0</sub></b>	<b>=</b>	<b>140.00 Kg/m</b>

Carga Viva:

Sobrecarga	=	0.00 Kg/m
<b>L</b>	<b>=</b>	<b>0.00 Kg/m</b>

Carga de Servicio :  $W_s = W_D + W_L = 140.00 \text{ Kg/m}$

Carga Puntual :  $= 4,857.457 \text{ Kg}$



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-5770

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Lozano Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

$C_v = 5,750.71 \text{ Kg}$

$D_v = 4,476.60 \text{ Kg}$

$M_{\max(+)} = 6,044.40 \text{ Kg.m}$

002873

## **CONCLUSIONES**

### **DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGA METALICA: TRAMO AB**

$F_y = 1,200.00 \text{ Kg/cm}^2$

$M_s = 10,900.00 \text{ Kg.m}$

$S = 908.33 \text{ cm}^3$

Utilizar un Perfil Metálico: W410x60 o equivalente

### **DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGA METALICA: TRAMO CD**

$F_y = 1,200.00 \text{ Kg/cm}^2$

$M_s = 6,044.40 \text{ Kg.m}$

$S = 503.70 \text{ cm}^3$

Utilizar un Perfil Metálico: W410x46 o equivalente

### **Nota 1**

Utilizar Perfil Metálico: W410x60 en toda la estructura.

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Ing. Colomina U.  
E. 4-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby León Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



### CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a que los Reservorios Existentes: R-256 y R-257, cuentan con características similares en su configuración estructuras y los daños existentes son similares, las presentes conclusiones y recomendaciones son de aplicación para ambas infraestructuras.

002374

#### 3.1 CONCLUSIONES

- No hay evidencia de daños en la cimentación.
- Las infraestructuras no requieren ser demolidas.
- Las infraestructuras podrán ser reforzadas para su rehabilitación.
- La vereda y el sardinel deberán ser demolidos debido a la presencia de grietas y fisuras en toda su longitud.
- Las escaleras de accesos a los niveles superiores empotrada en el fuste no presentan daños estructurales.
- Se deberá incrementar el ancho en los descansos donde se reduce el ancho por la instalación de tuberías.
- La losa de la linterna y la losa del techo de los reservorios deberán ser reparadas y deberá ser protegida contra la humedad con ladrillo pastelero.
- La chimenea de acceso deberá ser protegida con un tarrajeo impermeabilizante.
- La losa de fondo deberá reforzarse con fibras de carbono en los bordes del ducto debido a que en dicha ubicación hay gran concentración de esfuerzos por el peso de los muros interiores de la cuba.
- Se deberá incrementar el área en el nivel de la pasarela utilizando una losa colaborante apoyada en sus extremos por vigas metálicas conectadas en el fuste.
- La losa de fondo y el techo de los reservorios son las estructuras que presentan mayores daños estructurales.
- Se deberá encamicetar los muros de la cuba utilizando un concreto  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Hasta ahora el nivel de corrosión del acero y carbonatación del concreto no representa un alto riesgo, pero de no reforzar cuanto antes se incrementará llegando a altos niveles de riesgo que podrían poner en peligro y recomendar su demolición a futuro.
- Las infraestructuras son simétricas y no se evidencia fallas por torsión.
- Los trabajos de reparación y reforzamiento requieren de una supervisión permanente y mano de obra calificada para llevar un adecuado control de calidad.

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
F. 1-5970

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Roberto Luis Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

002875

### 3.2 RECOMENDACIONES

- a) Iniciar la ejecución de partidas de reparación y reforzamiento estructural en el Reservoirio Existente: R-257, ya que no se encuentra operativo.
- b) Ejecutar las partidas de correspondientes a seguridad previamente al reforzamiento para prevenir accidentes y lesiones al personal, teniendo en cuenta que son trabajos de alto riesgo.
- c) Llevar un control de calidad de los materiales e insumos necesarios para la ejecución de las partidas de reparación y reforzamiento de las estructuras existentes.
- d) Realizar reparaciones temporales tales como: impermeabilizaciones y protección del acero expuesto a la intemperie con la finalidad de evitar el avance de la corrosión en el refuerzo y la carbonatación del concreto debido a que ira progresando con el paso del tiempo.
- e) Tomar en cuenta las conclusiones indicadas en el inciso 12.1 del presente informe.

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

  
Ing. Roberto Díaz Reategui  
E. 1-2070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Roberto Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

002876

## CAPÍTULO IV: ANEXOS



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

  
Angela Palomino U.  
E. 1-5010

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
  
Ing. Roberto Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 37949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES



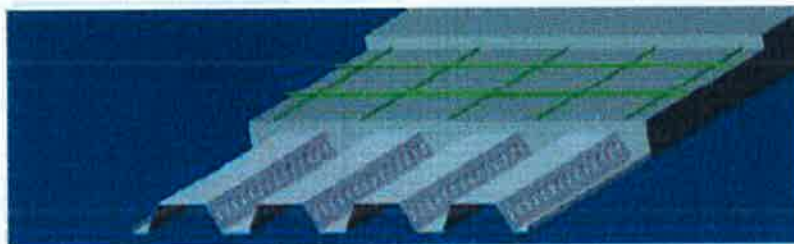
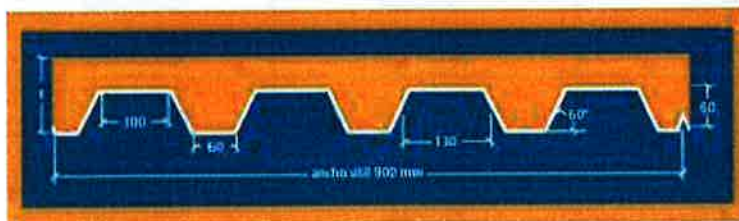
**ANEXO 1 PLACA COLABORANTE PRE PINTADA**

002877

**Descripción**

**Placa colaborante pre pintada – Perfil tipo AD-600**

Tipo:	AD-600
Peralte:	60 mm
Ancho total:	920 mm
Ancho útil:	900 mm
Calibre:	Gage 20.22
Acabado:	Galvanizada
Longitud:	A medida



Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
CIP N° 178193

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Leli Diaz Roategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 178193

002878

**PROPIEDADES DE LA SECCIÓN ACERO**

Calibre goge	Peso/Área kg/m <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup> /m	Ssup cm <sup>3</sup> /m	Sinf cm <sup>3</sup> /m
22	9.12	59.04	22.73	17.36
20	10.88	71.66	27.58	21.06

**PROPIEDADES DEL CONCRETO ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )**

Altura de losa (cm)	Volumen concreto m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Carga muerta Kg/m <sup>2</sup>
11.00	0.075	180.80
12.00	0.085	204.80
13.00	0.095	228.80
14.00	0.105	252.80
15.00	0.115	276.80
16.00	0.125	300.80

SOBRE CARGA ADMISIBLE (kg/cm<sup>2</sup>)

CON CONCRETO ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )

Calibre Gage	L metros	Espesor de Losa (cm)					
		$t = 11$	$t = 12$	$t = 13$	$t = 14$	$t = 15$	$t = 16$
22	1.50	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	1.75	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2.00	1650	1911	2000	2000	2000	2000
	2.25	1243	1445	1647	1849	2000	2000
	2.50	952	1112	1272	1432	1592	1753
	2.75	689	865	995	1124	1253	1382
	3.00	487	641	784	889	995	1101
	3.25	344	475	619	707	794	882
	3.50	254	328	465	552	633	708
	3.75	177	236	324	445	506	568
20	4.00	-	157	224	329	401	452
	4.25	-	-	154	221	314	358
	4.50	-	-	-	154	224	278
	1.50	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	1.75	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2.00	1962	2000	2000	2000	2000	2000
	2.25	1489	1731	1974	2000	2000	2000
	2.50	1035	1344	1537	1738	1923	2000
	2.75	731	1025	1213	1369	1526	1682
	3.00	520	741	967	1095	1224	1353
	3.25	368	537	718	882	989	1096
	3.50	277	388	526	694	803	892
	3.75	190	276	384	516	652	728
	4.00	-	190	274	379	505	594
	4.25	-	-	189	375	474	482
	4.50	-	-	-	189	370	367

**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

**CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES**

Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 07949

## ANEXO 2 CONECTORES DE CORTE

### Descripción

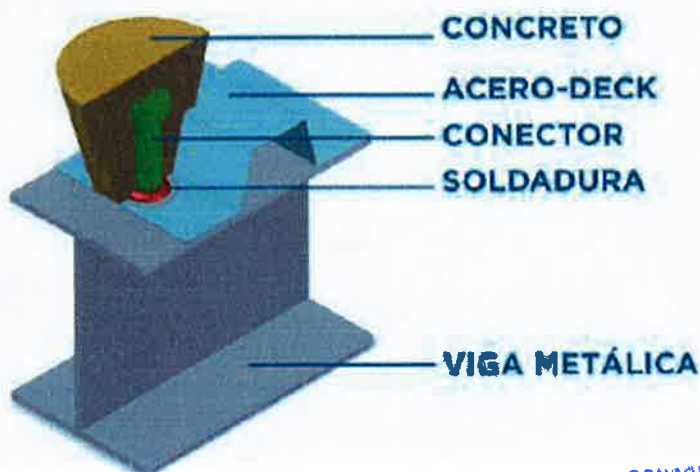
Los conectores de corte son del tipo Nelson Stud fabricados en una sola pieza de acero grado 2 (SAE 1020), con una protección galvánica electroquímica de zinc.



### Funciones

- Realizar una unión permanente entre la losa y la viga metálica de apoyo, permitiendo que estos dos elementos trabajen en forma conjunta.
- Contrarrestar los esfuerzos de corte.
- Impedir una separación entre la losa y la viga.

Los conectores de corte al formar una sección compuesta dan como resultado una mayor área resistente a la compresión, permitiendo que se puede disminuir el peralte de la viga metálica y por lo tanto reducir el costo del sistema.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 175393

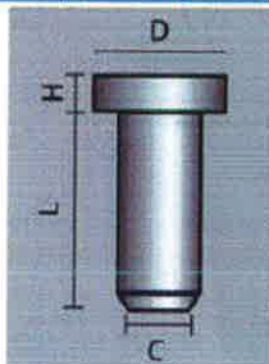
Angela Palomino U.  
E. 1-8070 234101-234102-234103-234104-234105-234106-234107-234108-234109-234110-234111-234112-234113-234114-234115-234116-234117-234118-234119-234120-234121-234122-234123-234124-234125-234126-234127-234128-234129-234130-234131-234132-234133-234134-234135-234136-234137-234138-234139-234140-234141-234142-234143-234144-234145-234146-234147-234148-234149-234150-234151-234152-234153-234154-234155-234156-234157-234158-234159-234160-234161-234162-234163-234164-234165-234166-234167-234168-234169-234170-234171-234172-234173-234174-234175-234176-234177-234178-234179-234180-234181-234182-234183-234184-234185-234186-234187-234188-234189-234190-234191-234192-234193-234194-234195-234196-234197-234198-234199-234200-234201-234202-234203-234204-234205-234206-234207-234208-234209-234210-234211-234212-234213-234214-234215-234216-234217-234218-234219-234220-234221-234222-234223-234224-234225-234226-234227-234228-234229-234230-234231-234232-234233-234234-234235-234236-234237-234238-234239-234240-234241-234242-234243-234244-234245-234246-234247-234248-234249-234250-234251-234252-234253-234254-234255-234256-234257-234258-234259-234260-234261-234262-234263-234264-234265-234266-234267-234268-234269-234270-234271-234272-234273-234274-234275-234276-234277-234278-234279-234280-234281-234282-234283-234284-234285-234286-234287-234288-234289-234290-234291-234292-234293-234294-234295-234296-234297-234298-234299-234300-234301-234302-234303-234304-234305-234306-234307-234308-234309-234310-234311-234312-234313-234314-234315-234316-234317-234318-234319-234320-234321-234322-234323-234324-234325-234326-234327-234328-234329-234330-234331-234332-234333-234334-234335-234336-234337-234338-234339-234340-234341-234342-234343-234344-234345-234346-234347-234348-234349-234350-234351-234352-234353-234354-234355-234356-234357-234358-234359-234360-234361-234362-234363-234364-234365-234366-234367-234368-234369-234370-234371-234372-234373-234374-234375-234376-234377-234378-234379-234380-234381-234382-234383-234384-234385-234386-234387-234388-234389-234390-234391-234392-234393-234394-234395-234396-234397-234398-234399-234400-234401-234402-234403-234404-234405-234406-234407-234408-234409-234410-234411-234412-234413-234414-234415-234416-234417-234418-234419-234420-234421-234422-234423-234424-234425-234426-234427-234428-234429-234430-234431-234432-234433-234434-234435-234436-234437-234438-234439-234440-234441-234442-234443-234444-234445-234446-234447-234448-234449-234450-234451-234452-234453-234454-234455-234456-234457-234458-234459-234460-234461-234462-234463-234464-234465-234466-234467-234468-234469-234470-234471-234472-234473-234474-234475-234476-234477-234478-234479-234480-234481-234482-234483-234484-234485-234486-234487-234488-234489-234490-234491-234492-234493-234494-234495-234496-234497-234498-234499-234500-234501-234502-234503-234504-234505-234506-234507-234508-234509-234510-234511-234512-234513-234514-234515-234516-234517-234518-234519-234520-234521-234522-234523-234524-234525-234526-234527-234528-234529-234530-234531-234532-234533-234534-234535-234536-234537-234538-234539-234540-234541-234542-234543-234544-234545-234546-234547-234548-234549-234550-234551-234552-234553-234554-234555-234556-234557-234558-234559-234560-234561-234562-234563-234564-234565-234566-234567-234568-234569-234570-234571-234572-234573-234574-234575-234576-234577-234578-234579-234580-234581-234582-234583-234584-234585-234586-234587-234588-234589-234590-234591-234592-234593-234594-234595-234596-234597-234598-234599-234600-234601-234602-234603-234604-234605-234606-234607-234608-234609-234610-234611-234612-234613-234614-234615-234616-234617-234618-234619-234620-234621-234622-234623-234624-234625-234626-234627-234628-234629-234630-234631-234632-234633-234634-234635-234636-234637-234638-234639-234640-234641-234642-234643-234644-234645-234646-234647-234648-234649-234650-234651-234652-234653-234654-234655-234656-234657-234658-234659-234660-234661-234662-234663-234664-234665-234666-234667-234668-234669-234670-234671-234672-234673-234674-234675-234676-234677-234678-234679-234680-234681-234682-234683-234684-234685-234686-234687-234688-234689-234690-234691-234692-234693-234694-234695-234696-234697-234698-234699-234700-234701-234702-234703-234704-234705-234706-234707-234708-234709-234710-234711-234712-234713-234714-234715-234716-234717-234718-234719-234720-234721-234722-234723-234724-234725-234726-234727-234728-234729-234730-234731-234732-234733-234734-234735-234736-234737-234738-234739-234740-234741-234742-234743-234744-234745-234746-234747-234748-234749-234750-234751-234752-234753-234754-234755-234756-234757-234758-234759-234760-234761-234762-234763-234764-234765-234766-234767-234768-234769-234770-234771-234772-234773-234774-234775-234776-234777-234778-234779-234780-234781-234782-234783-234784-234785-234786-234787-234788-234789-234790-234791-234792-234793-234794-234795-234796-234797-234798-234799-234800-234801-234802-234803-234804-234805-234806-234807-234808-234809-234810-234811-234812-234813-234814-234815-234816-234817-234818-234819-234820-234821-234822-234823-234824-234825-234826-234827-234828-234829-234830-234831-234832-234833-234834-234835-234836-234837-234838-234839-234840-234841-234842-234843-234844-234845-234846-234847-234848-234849-234850-234851-234852-234853-234854-234855-234856-234857-234858-234859-234860-234861-234862-234863-234864-234865-234866-234867-234868-234869-234870-234871-234872-234873-234874-234875-234876-234877-234878-234879-234880-234881-234882-234883-234884-234885-234886-234887-234888-234889-234890-234891-234892-234893-234894-234895-234896-234897-234898-234899-234900-234901-234902-234903-234904-234905-234906-234907-234908-234909-234910-234911-234912-234913-234914-234915-234916-234917-234918-234919-234920-234921-234922-234923-234924-234925-234926-234927-234928-234929-234930-234931-234932-234933-234934-234935-234936-234937-234938-234939-234940-234941-234942-234943-234944-234945-234946-234947-234948-234949-234950-234951-234952-234953-234954-234955-234956-234957-234958-234959-234960-234961-234962-234963-234964-234965-234966-234967-234968-234969-234970-234971-234972-234973-234974-234975-234976-234977-234978-234979-234980-234981-234982-234983-234984-234985-234986-234987-234988-234989-234990-234991-234992-234993-234994-234995-234996-234997-234998-234999-235000-235001-235002-235003-235004-235005-235006-235007-235008-235009-235010-235011-235012-235013-235014-235015-235016-235017-235018-235019-235020-235021-235022-235023-235024-235025-235026-235027-235028-235029-235030-235031-235032-235033-235034-235035-235036-235037-235038-235039-235040-235041-235042-235043-235044-235045-235046-235047-235048-235049-235050-235051-235052-235053-235054-235055-235056-235057-235058-235059-235060-235061-235062-235063-235064-235065-235066-235067-235068-235069-235070-235071-235072-235073-235074-235075-235076-235077-235078-235079-235080-235081-235082-235083-235084-235085-235086-235087-235088-235089-235090-235091-235092-235093-235094-235095-235096-235097-235098-235099-235100-235101-235102-235103-235104-235105-235106-235107-235108-235109-235110-235111-235112-235113-235114-235115-235116-235117-235118-235119-235120-235121-235122-235123-235124-235125-235126-235127-235128-235129-235130-235131-235132-235133-235134-235135-235136-235137-235138-235139-235140-235141-235142-235143-235144-235145-235146-235147-235148-235149-235150-235151-235152-235153-235154-235155-235156-235157-235158-235159-235160-235161-235162-235163-235164-235165-235166-235167-235168-235169-235170-235171-235172-235173-235174-235175-235176-235177-235178-235179-235180-235181-235182-235183-235184-235185-235186-235187-235188-235189-235190-235191-235192-235193-235194-235195-235196-235197-235198-235199-235200-235201-235202-235203-235204-235205-235206-235207-235208-235209-235210-235211-235212-235213-235214-235215-235216-235217-235218-235219-235220-235221-235222-235223-235224-235225-235226-235227-235228-235229-235230-235231-235232-235233-235234-235235-235236-235237-235238-235239-235240-235241-235242-235243-235244-235245-235246-235247-235248-235249-235250-235251-235252-235253-235254-235255-235256-235257-235258-235259-235260-235261-235262-235263-235264-235265-235266-235267-235268-235269-235270-235271-235272-235273-235274-235275-235276-235277-235278-235279-235280-235281-235282-235283-235284-235285-235286-235287-235288-235289-235290-235291-235292-235293-235294-235295-235296-235297-235298-235299-235300-235301-235302-235303-235304-235305-235306-235307-235308-235309-235310-235311-235312-235313-235314-235315-235316-235317-235318-235319-235320-235321-235322-235323-235324-235325-235326-235327-235328-235329-235330-235331-235332-235333-235334-235335-235336-235337-235338-235339-235340-235341-235342-235343-235344-235345-235346-235347-235348-235349-235350-235351-235352-235353-235354-235355-235356-235357-235358-235359-235360-235361-235362-235363-235364-235365-235366-235367-235368-235369-235370-235371-235372-235373-235374-235375-235376-235377-235378-235379-235380-235381-235382-235383-235384-235385-235386-235387-235388-235389-235390-235391-235392-235393-235394-235395-235396-235397-235398-235399-235400-235401-235402-235403-235404-235405-235406-235407-235408-235409-235410-235411-235412-235413-235414-235415-235416-235417-235418-235419-235420-235421-235422-235423-235424-235425-235426-235427-235428-235429-235430-235431-235432-235433-235434-235435-235436-235437-235438-235439-235440-235441-235442-235443-235444-235445-235446-235447-235448-235449-235450-235451-235452-235453-235454-235455-235456-235457-235458-235459-235460-235461-235462-235463-235464-235465-235466-235467-235468-235469-235470-235471-235472-235473-235474-235475-235476-235477-235478-235479-235480-235481-235482-235483-235484-235485-235486-235487-235488-235489-235490-235491-235492-235493-235494-235495-235496-235497-235498-235499-235500-235501-235502-235503-235504-235505-235506-235507-235508-235509-235510-235511-235512-235513-235514-235515-235516-235517-235518-235519-235520-235521-235522-235523-235524-235525-235526-235527-235528-235529-235530-235531-235532-235533-235534-235535-235536-235537-235538-235539-235540-235541-235542-235543-235544-235545-235546-235547-235548-235549-235550-235551-235552-235553-235554-235555-235556-235557-235558-235559-235560-235561-235562-235563-235564-235565-235566-235567-235568-235569-235570-235571-235572-235573-235574-235575-235576-235577-235578-235579-235580-235581-235582-235583-235584-235585-235586-235587-235588-235589-235590-235591-235592-235593-235594-235595-235596-235597-235598-235599-235600-235601-235602-235603-235604-235605-235606-235607-235608-235609-235610-235611-235612-235613-235614-235615-235616-235617-235618-235619-235620-235621-235622-235623-235624-235625-235626-235627-235628-235629-235630-235631-235632-235633-235634-235635-235636-235637-235638-235639-235640-235641-235642-235643-235644-235645-235646-235647-235648-235649-235650-235651-235652-235653-235654-235655-235656-235657-235658-235659-235660-235661-235662-235663-235664-235665-235666-235667-235668-235669-235670-235671-235672-235673-235674-235675-235676-235677-235678-235679-235680-235681-235682-235683-235684-235685-235686-235687-235688-235689-235690-235691-235692-235693-235694-235695-235696-235697-235698-235699-235700-235701-2357



## Propiedades

002880

TIPO DE CONECTORES		NS- 500/250	NS- 625/250	NS- 625/300	NS- 625/400	NS- 750/300	NS- 750/400
DIMENSIONES	Diámetro del vástago (C)	1/2"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	3/4"
	Longitud del vástago (L)	2 1/2"	2 1/2"	3"	4"	3"	4"
	Diámetro de la cabeza (D)	1"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"
	Altura de la cabeza (H)	8,5 mm	8,5 mm	8,5 mm	8,5 mm	10 mm	10 mm



## Instalación

Los conectores de corte deberán ir soldados directamente sobre las vigas metálicas. Si la placa colaborante pasa sobre vigas metálicas se deberá realizar previamente perforación en el valle inferior de la plancha y soldar directamente sobre la viga en todo su perímetro.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Palomino U.  
E. 1-3070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby León Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

Página: 84 de 87



### ANEXO 3 PLATINAS A BASE DE POLIMEROS REFORZADOS CON FIBRAS DE CARBONO

#### Descripción

Las platinas son laminados de polímero de fibra de carbono (CFRP), diseñados para reforzar estructuras de concreto, madera, mampostería y acero. Las platinas se unen a la estructura como refuerzo externo adherido mediante el uso de adhesivo a base de resina epoxi.

#### Funciones

Las platinas se utilizan para mejorar, aumentar o restituir el rendimiento y la resistencia de las estructuras para:

Mayor Capacidad de Carga:

- Aumentar la capacidad de carga de losas, vigas y secciones de puentes.
- Para la instalación de maquinaria más pesada en edificaciones industriales.
- Para estabilizar estructuras con vibración.
- Para cambios en el uso de las edificaciones.
- Incremento de cargas vivas en almacenes

Daños a Elementos Estructurales:

- Deterioro en el tiempo de los materiales de construcción originales.
- Refuerzo de acero con corrosión.
- Accidentes (impacto de vehículos, terremotos, incendios).

Mejora de la Capacidad de Servicio y Durabilidad:

- Reducción de la deformación y el ancho de fisuras.
- Reducción de tensiones en el acero de refuerzo.
- Resistencia a la fatiga mejorada.

Cambio de Sistema Estructural:

- Eliminación de muros y/o columnas.
- Eliminación de secciones en losa y pared para crear accesos / aberturas.

Resistencia a Posibles Eventos:

- Mayor resistencia a terremotos, impactos o explosiones, etc.
- Para Reparar Defectos de Diseño o Construcción tales como:
- Refuerzo insuficiente / inadecuado.
- Profundidad estructural insuficiente / inadecuada (recubrimiento insuficiente).



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Busta  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176.993

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Robby Lelf Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 27949

## Propiedades

002882

Tipo S - Módulo E > 165,000N/mm<sup>2</sup> / Resist.: Tracción > 2,800 N/mm<sup>2</sup> -  
Rotura > 3,050 N/mm<sup>2</sup> / Elongación a la Rotura: > 1.7%

Sika® CarboDur® Tipo S	Ancho	Espesor	Área sección transv.
512	50 mm	1.2 mm	60 mm <sup>2</sup>
514	50 mm	1.4 mm	70 mm <sup>2</sup>
614	60 mm	1.4 mm	84 mm <sup>2</sup>
812	80 mm	1.2 mm	96 mm <sup>2</sup>
814	80 mm	1.4 mm	112 mm <sup>2</sup>
914	90 mm	1.4 mm	126 mm <sup>2</sup>
1012	100 mm	1.2 mm	120 mm <sup>2</sup>
1014	100 mm	1.4 mm	140 mm <sup>2</sup>
1214	120 mm	1.4 mm	168 mm <sup>2</sup>
1512	150 mm	1.2 mm	180 mm <sup>2</sup>
1514	150 mm	1.4 mm	210 mm <sup>2</sup>

Sika® CarboDur®

Tipo M - Módulo E > 210,000N/mm<sup>2</sup> / Resist.: Tracción > 2,400 N/mm<sup>2</sup> -  
Rotura > 2,900 N/mm<sup>2</sup> / Elongación a la Rotura: > 1.2%

Sika® CarboDur® Tipo M	Ancho	Espesor	Área sección transv.
614	60 mm	1.4 mm	84 mm <sup>2</sup>
914	90 mm	1.4 mm	126 mm <sup>2</sup>
1214	120 mm	1.4 mm	168 mm <sup>2</sup>

Sika® CarboDur®

Tipo H - Módulo E > 300,000N/mm<sup>2</sup> / Resist.: Tracción > 1,300 N/mm<sup>2</sup> -  
Rotura > 1,450 N/mm<sup>2</sup> / Elongación a la Rotura: > 0.45%

Sika® CarboDur® Tipo H	Ancho	Espesor	Área sección transv.
514	50 mm	1.4 mm	70 mm <sup>2</sup>

Resistencia a Tracción del Laminado	Valor medio	3,100 N/mm <sup>2</sup>	(EN 2561)
	5% de valor fráctil	2,900 N/mm <sup>2</sup>	(ASTM 3039)
	Valor medio	3,200 N/mm <sup>2</sup>	(EN ISO 527)
	5 % de valor fráctil	2,800 N/mm <sup>2</sup>	
Valores en la dirección longitudinal de las fibras. Seleccione normas relevantes.			
Módulo de Elasticidad a Tracción del Laminado	Valor medio	170 000 N/mm <sup>2</sup>	(EN 2561)
	5 % valor fráctil	165 000 N/mm <sup>2</sup>	
	Valor medio	165 000 N/mm <sup>2</sup>	(ASTM 3039)
	Valor medio	155 000 N/mm <sup>2</sup>	(EN ISO 527)
Valores en la dirección longitudinal de las fibras. Seleccione normas relevantes.			
Elongación de Rotura del Laminado	Valor medio	1.80 %	(EN 2561)
Valores en la dirección longitudinal de las fibras.			

## Instalación

### PREPARACIÓN DEL SUSTRATO



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393

Angela Domínguez U.  
E. 1-5070

CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES

Ing. Roberto Lloay Díaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949

El concreto debe limpiarse y prepararse para lograr una superficie con textura abierta y libre de contaminantes.

Verificar las tensiones para el concreto y acero.

002883

- Concreto El concreto debe estar limpio, libre de grasa y aceite, seco, sin partículas libres. La edad del concreto dependiendo de las condiciones de clima debe ser por lo menos de 4 a 6 semanas (% de humedad). Preparación: Arenado, escobillado o escarificado.

#### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

Con una espátula, aplique con cuidado el adhesivo bien mezclado al substrato correctamente preparado. Cubra la superficie con una capa de aproximadamente 1.0 mm. Coloque la lámina en una mesa y límpiela con Solvente. Aplique a la lámina una capa de 1 a 2 mm del adhesivo empleando una espátula.

Mientras el adhesivo está al aire, y dependiendo de la temperatura, coloque la lámina en la superficie de concreto. Use un rodillo para presionar la lámina contra el material epóxico hasta que el adhesivo se salga por ambos lados del laminado. Elimine el exceso de adhesivo epóxico. Cuando se haya secado el adhesivo se puede retirar la película que recubre la lámina. Como última comprobación, verifique que la lámina no presente burbujas golpeando suavemente. La parte superior de la lámina se puede pintar con un material de recubrimiento para protección.



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES  
Ing. Ricardo Manuel Rosas Bustamante  
JEFE DE PROYECTO  
CIP N° 176393



Ing. Robby Leif Diaz Reategui  
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
CIP N° 87949



CONSORCIO CONSULTOR LAS TORRES