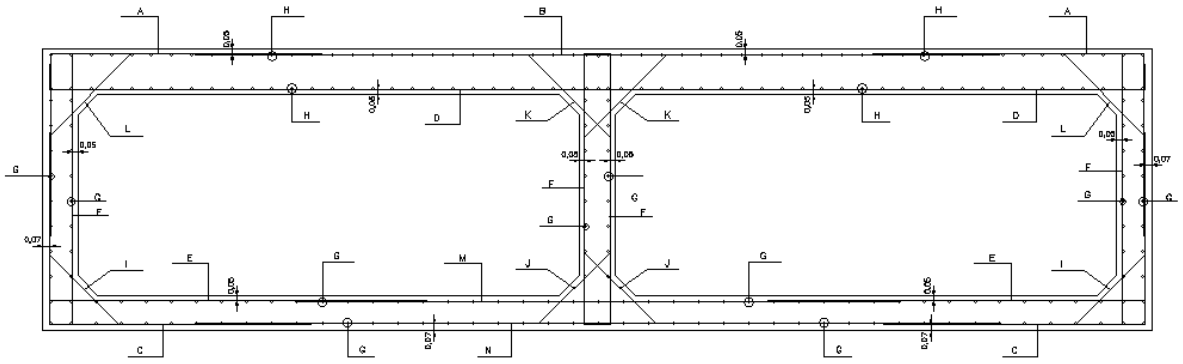
# MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

CCP-14 Y NSR-2010

BOX COULVERT DOBLE CELDA
MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA
TIERRA GRATA
**MUNICIPIO DE MANAURE**

DEPARTAMENTO DEL CESAR



**CALCULO**


**NG. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
**ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE**
**MP. 682020-92070 STD**


VALLEDUPAR, JULIO 2025

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

# MEMORIAS DE CÁLCULOS ESTRUCTURALES.

| | |
|---|---|
| **OBRA:** | BOX COULVERT |
| **PROPIETARIO:** | ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE MANAURE |
| **CIUDAD:** | MANAURE- CESAR |
| **FECHA:** | JULIO 2025 |
| **USO:** | INSTITUCIONAL |
| **CALCULISTA:** | ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO<br>MP. 68202092070 STD. |

## DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA:

A continuación, se muestra el diseño estructural realizado para la construcción de un box coulvert, localizado en la vía de acceso a la vereda tierra grata – de Manaure Cesar; la vía proyectada es una calzada de 7.0 m de ancho, el box coulvert solicitado tiene un largo de 11.05m y un ancho total de 8.00m y una altura total de 2.80 m, con dos celdas de 5.00x2.00m cada una, para cumplir los requerimientos hidráulicos presentes en la abscisa. La losa inferior tiene un espesor de 0.35m y la losa Superior tiene un espesor de 0.45m. Los muros del box coulvert tienen espesores de 0.35m. De igual manera en cada extremo del Box Coulvert se encentran ubicados los muros aletas de espesor 0.35m y altura variable de entre 2.80m y 1.00, dispuesto en ángulos de 45° con respecto al eje de la vía, con el fin de contener los rellenos de acceso al box Coulvert y también con funciones de contención y encauce de las aguas que corren por debajo del mismo.

Este diseño se hace por solicitud del Municipio de Manaure - Cesar y se realizó siguiendo los lineamientos establecidos por la Norma Sismoresistente Colombiana (NSR-10), el código Colombiano de diseño sísmico de puentes CCP – 14. Siguiendo los parámetros anteriores se ha propuesto un sistema estructural en muros, losa de fondo y superior maciza de concreto reforzado, para el diseño del Box.

El análisis estructural empleado para las paredes, equivale a una viga articulada sujeta a cargas, de igual forma las losas de fondo y superior. Para las aletas de salida, estas se diseñarán bajo las consideraciones de un muro de contención en voladizo. A continuación, encontrará el análisis para cada elemento.

**MATERIALES:**

Concreto Estructural f´c = 210 kg/cm2 = 21 MPa

Refuerzo fy = 4200 kg/cm2 = 420 MPa .

Mortero tipo M – f´cp = 175 kg/cm2 = 17.5 MPa.

**Características de los materiales empleados.**

Las siguientes son las especificaciones mínimas establecidas para los materiales utilizables en la construcción:

**(a) Concreto Estructura-** El concreto debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días, f´c igual o superior a 21 Mpa, el cual será utilizado en, zapatas, viga de cimentación, columnas, escaleras, vigas y Entrepisos.

Los solados de limpieza deben tener una resistencia a la compresión de 14 MPa.

**(b) Acero de refuerzo -** El acero de refuerzo longitudinal debe ser corrugado. En ningún caso, el acero de refuerzo puede tener un límite de fluencia, fy, inferior a 420 MPa.

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

# DISEÑO BOX COULVERT

**PARÁMETROS DE DISEÑO:**

1. Las estructuras se diseñaron de acuerdo con el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, 2014, y para una carga viva CCP-14 de la misma entidad. Es de obligatorio conocimiento tanto para el Contratista como para el Interventor, los apartes de dicha norma que apliquen en este diseño.

2. Los elementos de concreto reforzado están diseñados por el método de factores de carga.

3. Se usará concreto con agregado grueso de origen ígneo asi:

| | |
|---|---|
| Losas: | 21 MPa |
| Muros y Aletas : | 21 MPa |
| Concreto de limpieza : | 14 MPa |
| Modulo de Elasticidad | Ec=57000wÖf'c PSI |

Tamaño máximo nominal sugerido de agregado grueso 1"

4. Se usará acero de refuerzo corrugado de fy 420 MPa. en toda la estructura.

5. Cargas de diseño

| | |
|---|---|
| Peso unitario del concreto | 2.4 t/m³ |
| Espesor Estructura de Pavimento | 0.50 m |

6. Parámetros sísmicos

El puente se encuentra en una Zona Sismica Baja: tiene los siguientes parámetros:

| | |
|---|---|
| Aceleración Horizontal del terreno | PGA = 0.10 (g) |
| Aceleración espectral máxima | Ss = 0.20 (g) |
| Perfil del Suelo | Tipo = D |
| Factor de Sitio Periodo Corto | Fa = 1.60 |
| Factor de Sitio Periodo Largo | Fv = 2.4 |

7. Parámetros geotécnicos:

| | |
|---|---|
| Densidad de relleno | 1.80 ton/m³ |
| Ángulo de fricción | 30° |
| Coeficiente de presión activa | Ka=0.3610 |
| Coeficiente de presión pasivo | Kp=0.30 |

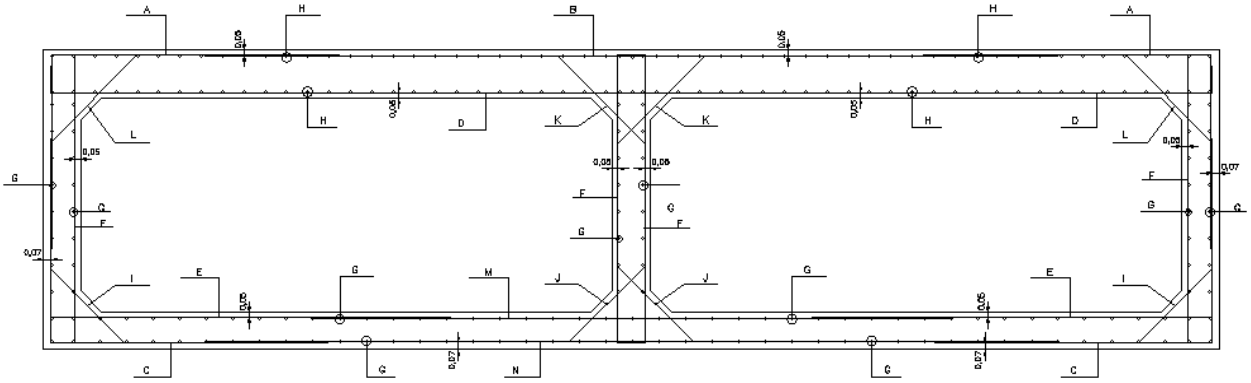
## LOSA CON REFUERZO PRINCIPAL PARALELO AL TRÁFICO

Diseñar la losa maciza con refuerzo principal paralelo al tráfico, con las características indicadas a continuación

- Datos numéricos

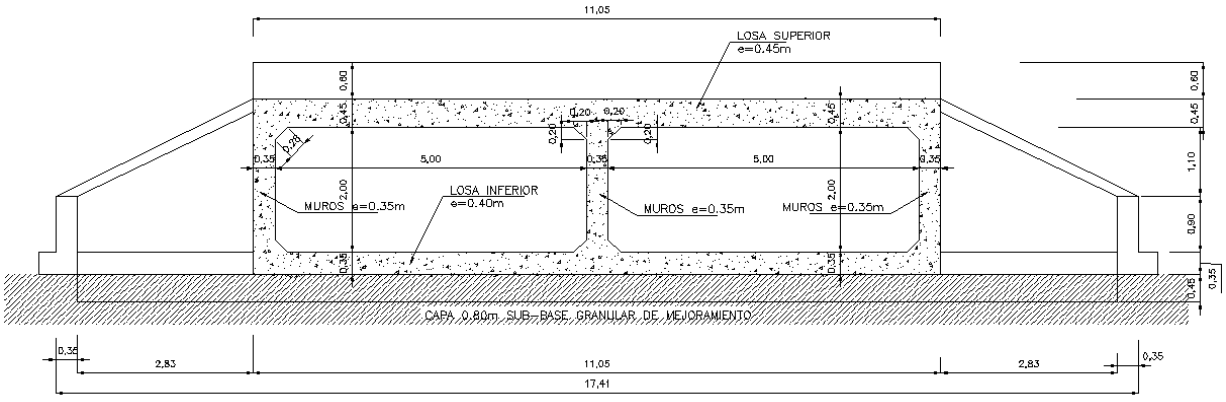
Concreto: f'c = 210 kg/cm²
Acero: fy = 4200 kg/cm²
Camión: CCP-14

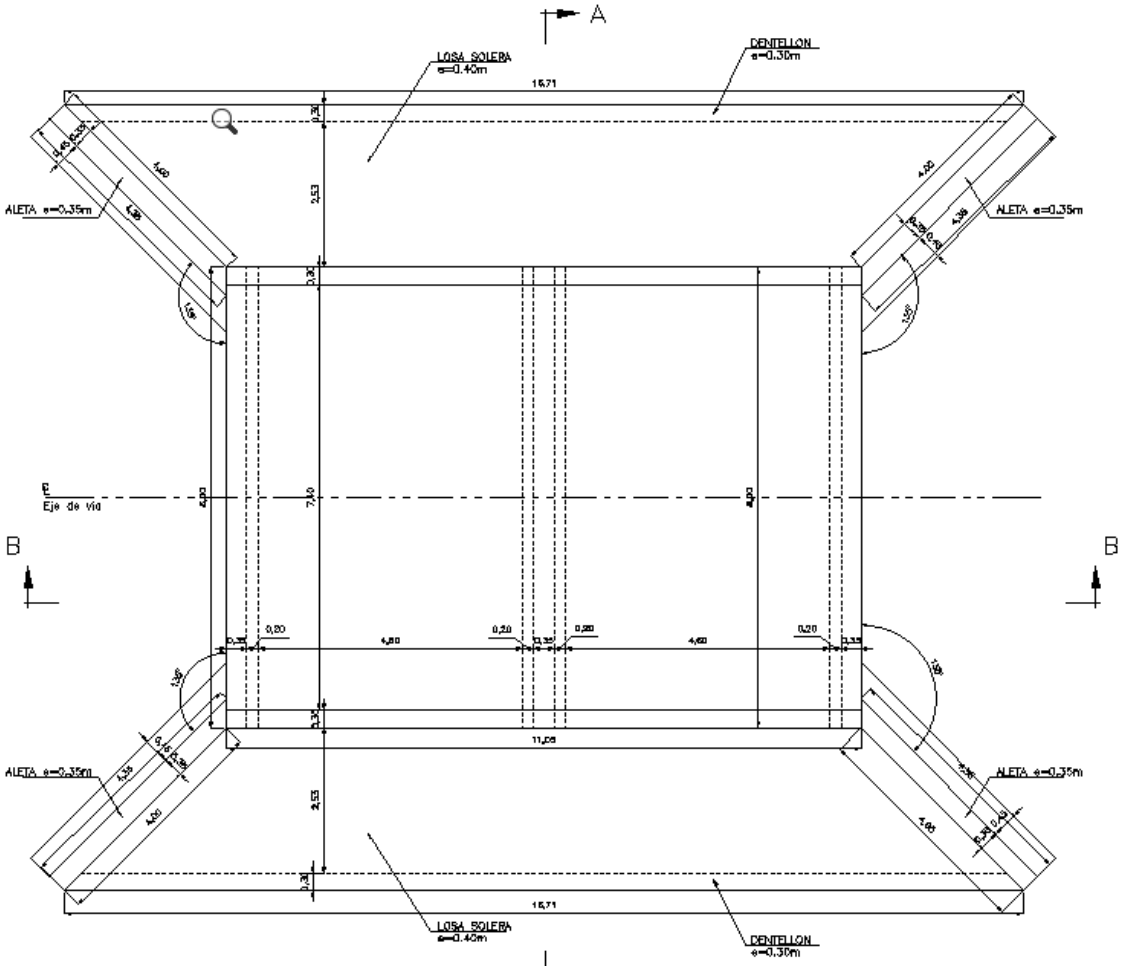
- Alzado del Box



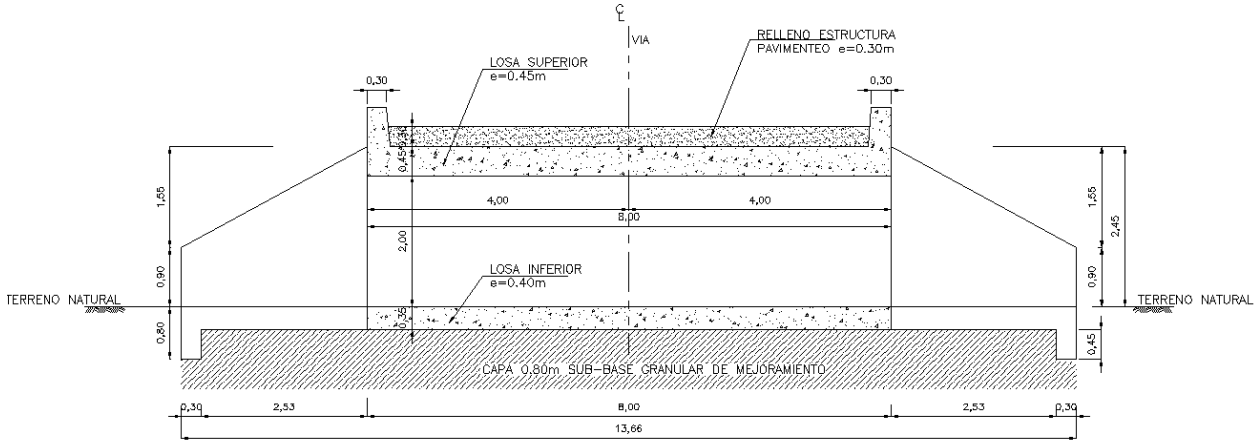
**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

- Sección transversal del Box.

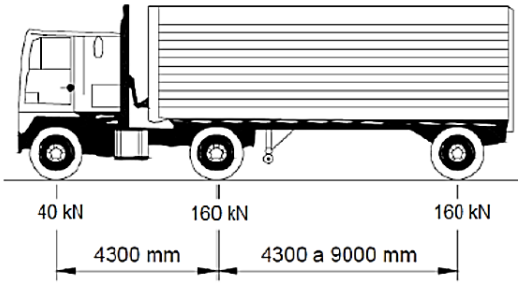


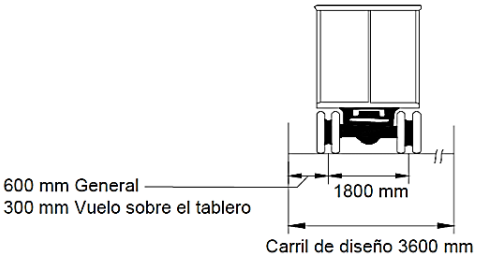



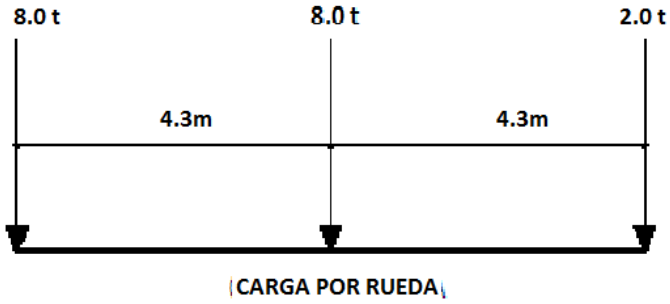

Carrera 11A No. 13-56 Edificio Manaure Of. 305, Tel. 5803736 Cel. 317-6551614
Valledupar - Cesar




2.2) Carga Viva: camión de diseño CCP-14



**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## GEOMETRÍA DEL BOX COULVERT:

| GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA | |
|---|---|
| Ancho Total del Box (a bordes ext.), Lta (m) | 11.05 |
| Longitud Total Box (a bordes exter), Ltb (m) | 10 |
| Altura Total Box (a bordes ext), Ha (m) | 2.8 |
| Número de Celdas | 2 |
| Espesor Losa Superior ts (m) | 0.45 |
| Espesor Losa Inferior ti (m) | 0.35 |
| Espesor Paredes Verticales tp (m) | 0.35 |
| Espesor de Capa o Placa de Rodadura (m) | 0.05 |
| Dimensión de la Cartela (Igual en X e Y) (m) | 0.25 |

## DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO

| DATOS DEL SUELO Y EL RELLENO | |
|---|---|
| Resistencia Suelo E Lím de Resistencia( t/m2) | 20 |
| Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2) | 30 |
| Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2) | 30 |
| Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3) | 1.8 |
| Áng Fricción Interna Suelo Relleno $\phi$ 'f (grads) | 30 |
| Áng Fricción Interna Suelo Cimentac $\phi$ 'f (grados) | 30 |
| Áng Fricc en interfase muro relleno $\delta$ (grados) | 0 |
| Altura Nivel Freático desde fondo zap, Hnf(m) | 0 |
| Tipo Empuje Horiz a considerar por el Relleno | Reposo |

| CONSTANTES SÍSMICAS | |
|---|---|
| Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA | 0.1 |
| Clase de Sitio (Clase de Suelo) | D |

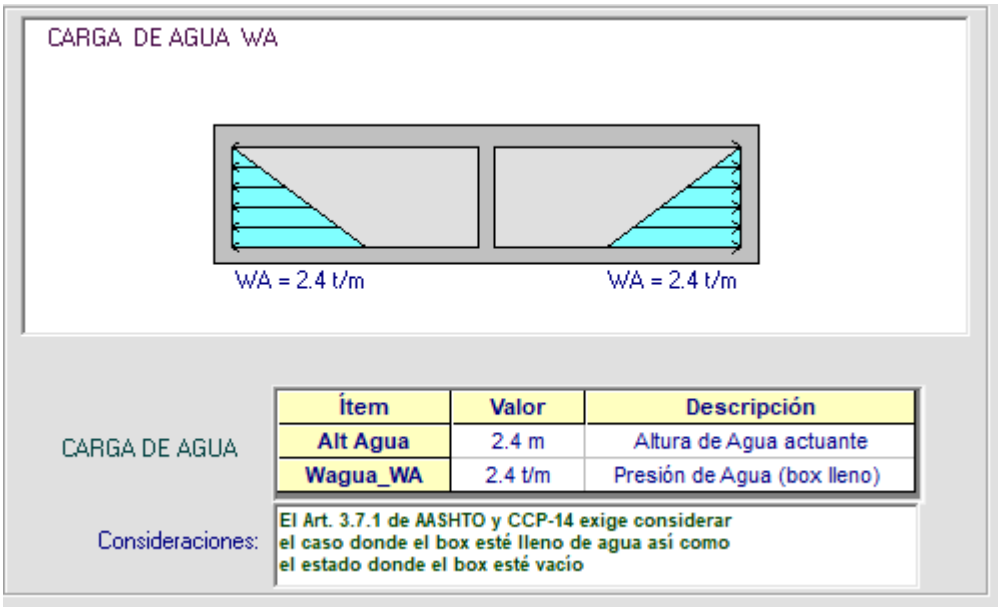
| NORMA DE DISEÑO | |
|---|---|
| Camión de Diseño: Utilizar la Norma | CCP14 |

| Constantes de Diseño para el Box Culvert | |
|---|---|
| Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2) | 280 |
| Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2) | 4200 |
| Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm) | 7 |
| Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas | pulg |
| Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, # | 6 |
| Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, # | 4 |
| Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm) | 20 |

| Constantes de Diseño para las Aletas | |
|---|---|
| Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2) | 280 |
| Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2) | 4200 |
| Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm) | 7 |
| Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas | pulg |
| Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, # | 5 |
| Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, # | 4 |
| Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm) | 20 |

| | |
|---|---|
| Considerar 14/fy como Rho mínimo (sugerido SÍ) | SI |

## EVALUACIÓN DE CARGA DE AGUA




CARGA DE AGUA

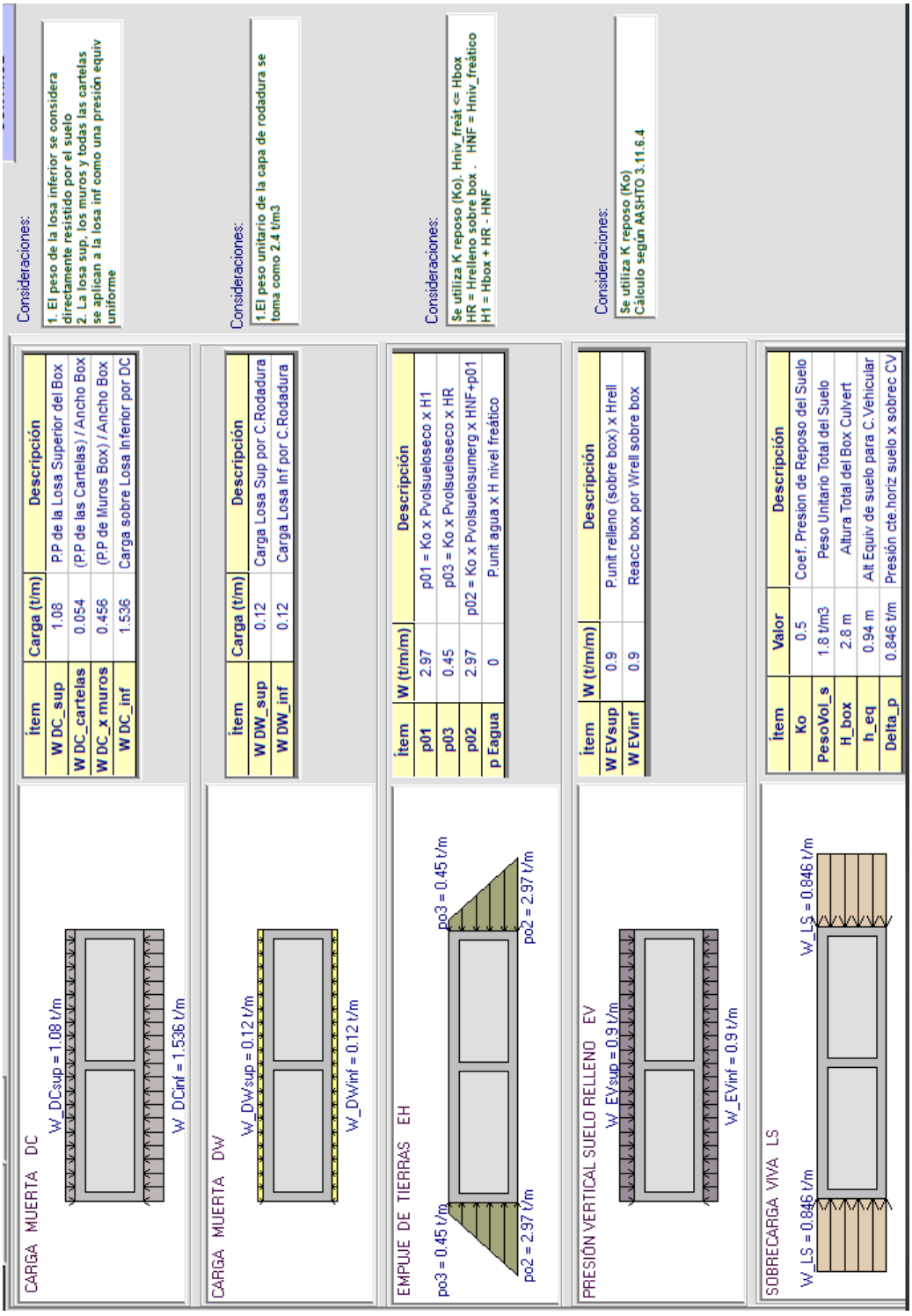
| Ítem | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Alt Agua | 2.4 m | Altura de Agua actuante |
| Wagua_WA | 2.4 t/m | Presión de Agua (box lleno) |

Consideraciones:

El Art. 3.7.1 de AASHTO y CCP-14 exige considerar el caso donde el box esté lleno de agua así como el estado donde el box esté vacío

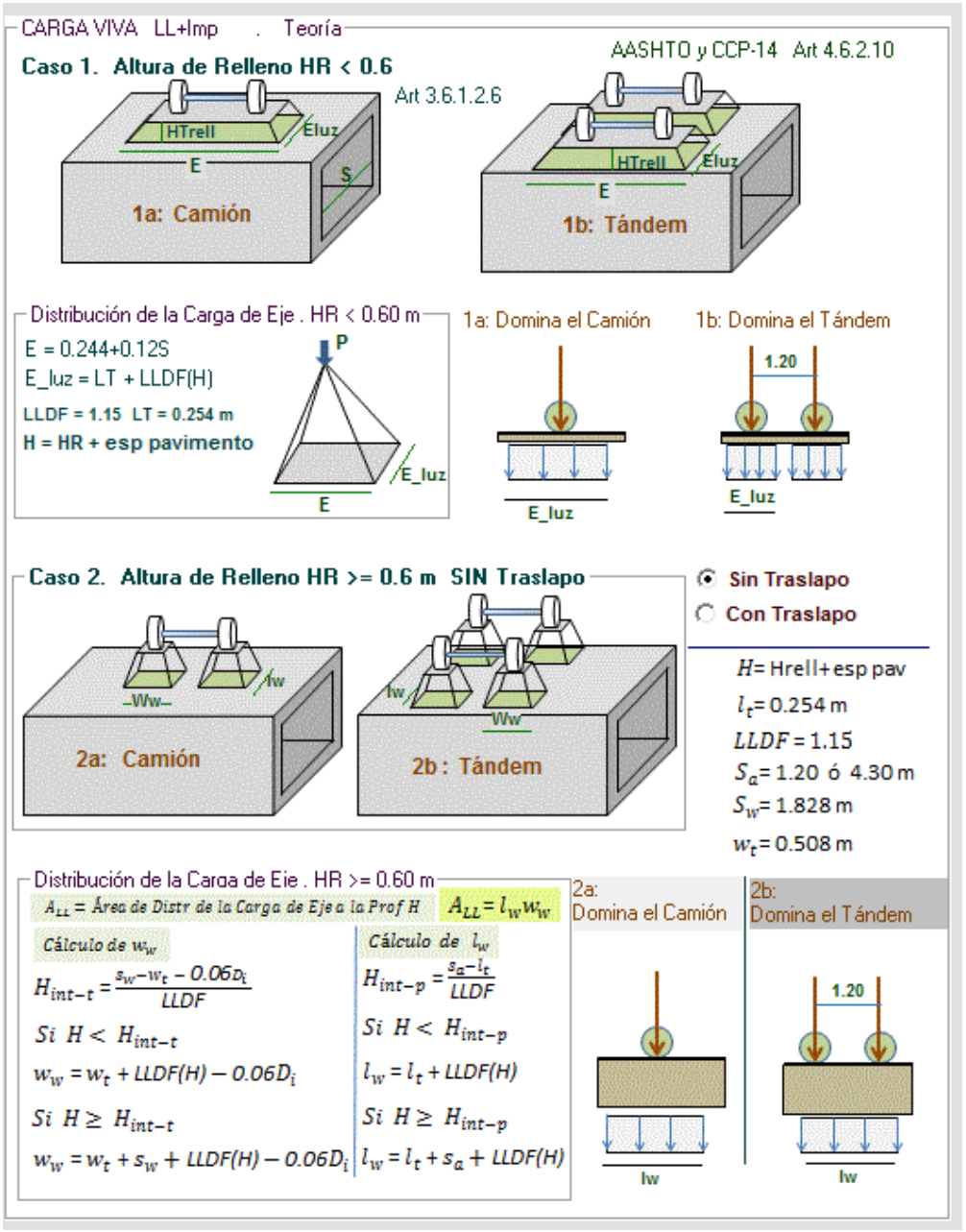
**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## EVALUACIÓN DE CARGAS MUERTA, EMPUJES DE TIERRAS, RELLENOS Y SOBRE CARGA VIVA LS.



**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

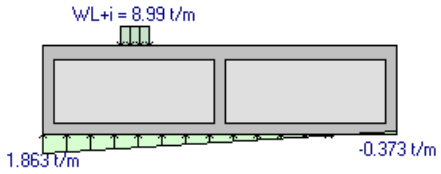
## EVALUACIÓN DE CARGA DE VIVA



**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

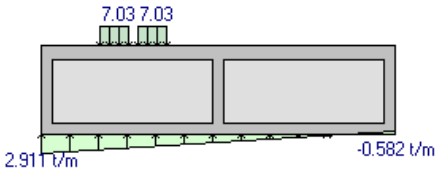
## CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BÁSICAS: CARGA VIVA L + i

CARGA VIVA LL+I. POSICIÓN CRÍTICA 1: CAMIÓN



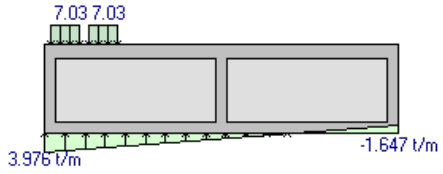

| Ítem | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Carga Q | 5.937 t/m | Carga Distribuida Equivalente |
| Fact Imp. IM | 26.235 % | Factor Dinámico de Impacto |
| Factor m | 1.2 | Factor de Presencia Múltiple |
| Carga W | 8.993 t/m | Carga Distrib. Equiv. Efectiva |
| L.Carga lw | 0.886 m | Longitud lw de la Carga(s) W |
| Brazo a1 | 1.632 t/m | Brazo.Aplicac a1 de Carga W |
| Brazo a2 | - . No aplica | Brazo.de Aplc a2 (si aplica) |
| Carga S1 | 1.863 t/m | Carga de Reacción Máxima |
| Carga S2 | -0.373 t/m | Carga de Reacción Mínima |

CARGA VIVA LL+I. POSICION CRÍTICA 2: TÁNDEM




| Ítem | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Carga Q | 4.638 t/m | Carga Distribuida Equivalente |
| Fact Imp. IM | 26.235 % | Factor Dinámico de Impacto |
| Factor m | 1.2 | Factor de Presencia Múltiple |
| Carga W | 7.026 t/m | Carga Distrib. Equiv. Efectiva |
| L.Carga lw | 0.886 m | Longitud lw de la Carga(s) W |
| Brazo a1 | 1.632 m | Brazo.Aplicac a1 de Carga W |
| Brazo a2 | 2.832 m | Brazo.de Aplc a2 (si aplica) |
| Carga S1 | 2.911 t/m | Carga de Reacción Máxima |
| Carga S2 | -0.582 t/m | Carga de Reacción Mínima |

CARGA VIVA LL+I. POSICION CRÍTICA 3 . MÁX CORTANTE




| Ítem | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Carga Q | 4.638 t/m | Carga Distribuida Equivalente |
| Fact Imp. IM | 26.235 % | Factor Dinámico de Impacto |
| Factor m | 1.2 | Factor de Presencia Múltiple |
| Carga W | 7.026 t/m | Carga Distrib. Equiv. Efectiva |
| L.Carga lw | 0.886 m | Longitud lw de la Carga(s) W |
| Brazo a1 | 0 m | Brazo.Aplicac a1 de Carga W |
| Brazo a2 | 1.2 m | Brazo.de Aplc a2 (si aplica) |
| Carga S1 | 3.976 t/m | Carga de Reacción Máxima |
| Carga S2 | -1.647 t/m | Carga de Reacción Mínima |

## ESFUERZOS EN EL SUELO

**ESFUERZOS EN EL SUELO**

| Estado de Carga | Esf Suelo t/m2 |
|---|---|
| Carga DC | 1.54 |
| Carga DW | 0.12 |
| Presión Vert Rell EV | 0.9 |
| Carga Viva+Imp L+i | 3.98 |

**ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA**

1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)

| | |
|---|---|
| Esfuerzo Actuante | 10.27 t/m2 |
| Resist Suelo E.Lím de Resistencia | 20 t/m2 |
| Diagnóstico | Cumple OK |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## ANÁLISIS DEL BOX PARA LOS ESTADOS BÁSICOS DE CARGA:

### Cargas DC, DW Y EH

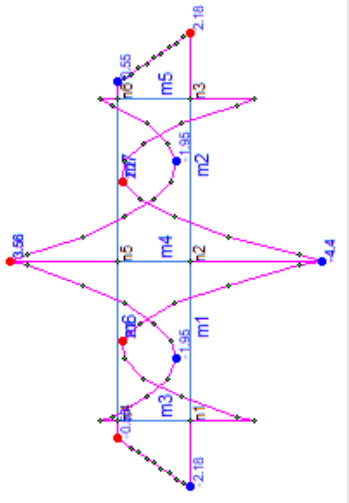
CARGA MUERTA DC

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -3.69 | -2.18 |
| | 2 | 0 | -4.52 | 4.4 |
| m2 | 2 | 0 | -4.52 | -4.4 |
| | 3 | 0 | -3.69 | 2.18 |
| m3 | 1 | 2.33 | 0.68 | 2.18 |
| | 4 | -2.33 | -0.68 | -0.55 |
| m4 | 2 | 6.9 | 0 | 0 |
| | 5 | -6.9 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 2.33 | -0.68 | -2.18 |
| | 6 | -2.33 | 0.68 | 0.55 |
| m6 | 4 | -0.68 | 2.33 | 0.55 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -2.18 | 3.69 |
| m1 | 0.175 | -1.56 | 3.43 |
| m1 | 0.8 | 0.28 | 2.47 |
| m1 | 1.425 | 1.52 | 1.51 |
| m1 | 2.05 | 2.16 | 0.54 |
| m1 | 2.675 | 2.2 | -0.42 |
| m1 | 3.3 | 1.64 | -1.38 |
| m1 | 3.925 | 0.48 | -2.34 |
| m1 | 4.55 | -1.28 | -3.3 |
| m1 | 5.175 | -3.64 | -4.26 |
| m1 | 5.35 | -4.4 | -4.52 |



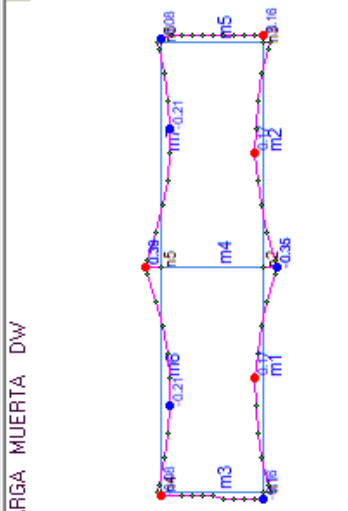
CARGA MUERTA DW

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -0.29 | -0.16 |
| | 2 | 0 | -0.36 | 0.35 |
| m2 | 2 | 0 | -0.36 | -0.35 |
| | 3 | 0 | -0.29 | 0.16 |
| m3 | 1 | 0.26 | 0.03 | 0.16 |
| | 4 | -0.26 | -0.03 | -0.08 |
| m4 | 2 | 0.75 | 0 | 0 |
| | 5 | -0.75 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 0.26 | -0.03 | -0.16 |
| | 6 | -0.26 | 0.03 | 0.08 |
| m6 | 4 | -0.03 | 0.26 | 0.08 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -0.16 | 0.29 |
| m1 | 0.175 | -0.11 | 0.27 |
| m1 | 0.8 | 0.03 | 0.19 |
| m1 | 1.425 | 0.12 | 0.12 |
| m1 | 2.05 | 0.17 | 0.04 |
| m1 | 2.675 | 0.17 | -0.03 |
| m1 | 3.3 | 0.13 | -0.11 |
| m1 | 3.925 | 0.04 | -0.18 |
| m1 | 4.55 | -0.1 | -0.26 |
| m1 | 5.175 | -0.29 | -0.33 |
| m1 | 5.35 | -0.35 | -0.36 |



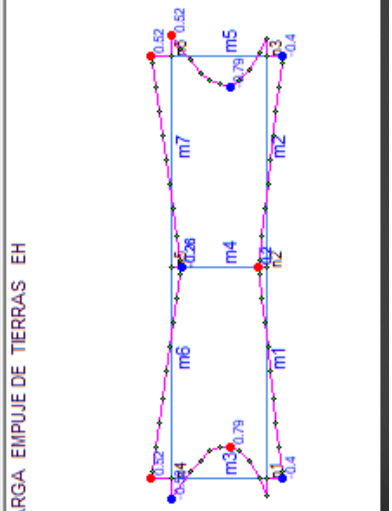
CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -0.11 | -0.4 |
| | 2 | 0 | 0.11 | -0.2 |
| m2 | 2 | 0 | 0.11 | 0.2 |
| | 3 | 0 | -0.11 | 0.4 |
| m3 | 1 | 0.15 | 2.5 | 0.4 |
| | 4 | -0.15 | 1.6 | -0.52 |
| m4 | 2 | -0.29 | 0 | 0 |
| | 5 | 0.29 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 0.15 | -2.5 | -0.4 |
| | 6 | -0.15 | -1.6 | 0.52 |
| m6 | 4 | 1.6 | 0.15 | 0.52 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -0.4 | 0.11 |
| m1 | 0.175 | -0.38 | 0.11 |
| m1 | 0.8 | -0.31 | 0.11 |
| m1 | 1.425 | -0.24 | 0.11 |
| m1 | 2.05 | -0.17 | 0.11 |
| m1 | 2.675 | -0.1 | 0.11 |
| m1 | 3.3 | -0.03 | 0.11 |
| m1 | 3.925 | 0.04 | 0.11 |
| m1 | 4.55 | 0.11 | 0.11 |
| m1 | 5.175 | 0.18 | 0.11 |
| m1 | 5.35 | 0.2 | 0.11 |



**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## Cargas EV, LS Y WA

PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -2.15 | -1.22 |
| | 2 | 0 | -2.67 | 2.61 |
| m2 | 2 | 0 | -2.67 | -2.61 |
| | 3 | 0 | -2.15 | 1.22 |
| m3 | 1 | 1.98 | 0.25 | 1.22 |
| | 4 | -1.98 | -0.25 | -0.62 |
| m4 | 2 | 5.66 | 0 | 0 |
| | 5 | -5.66 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 1.98 | -0.25 | -1.22 |
| | 6 | -1.98 | 0.25 | 0.62 |
| m6 | 4 | -0.25 | 1.98 | 0.62 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -1.22 | 2.15 |
| m1 | 0.175 | -0.86 | 1.99 |
| m1 | 0.8 | 0.21 | 1.43 |
| m1 | 1.425 | 0.92 | 0.87 |
| m1 | 2.05 | 1.29 | 0.3 |
| m1 | 2.675 | 1.3 | -0.26 |
| m1 | 3.3 | 0.97 | -0.82 |
| m1 | 3.925 | 0.28 | -1.38 |
| m1 | 4.55 | -0.76 | -1.95 |
| m1 | 5.175 | -2.15 | -2.51 |
| m1 | 5.35 | -2.61 | -2.67 |

SOBRECARGA LS

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -0.05 | -0.19 |
| | 2 | 0 | 0.05 | -0.09 |
| m2 | 2 | 0 | 0.05 | 0.09 |
| | 3 | 0 | -0.05 | 0.19 |
| m3 | 1 | 0.08 | 0.98 | 0.19 |
| | 4 | -0.08 | 1.05 | -0.27 |
| m4 | 2 | -0.15 | 0 | 0 |
| | 5 | 0.15 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 0.08 | -0.98 | -0.19 |
| | 6 | -0.08 | -1.05 | 0.27 |
| m6 | 4 | 1.05 | 0.08 | 0.27 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -0.19 | 0.05 |
| m1 | 0.175 | -0.18 | 0.05 |
| m1 | 0.8 | -0.14 | 0.05 |
| m1 | 1.425 | -0.11 | 0.05 |
| m1 | 2.05 | -0.08 | 0.05 |
| m1 | 2.675 | -0.05 | 0.05 |
| m1 | 3.3 | -0.01 | 0.05 |
| m1 | 3.925 | 0.02 | 0.05 |
| m1 | 4.55 | 0.05 | 0.05 |
| m1 | 5.175 | 0.08 | 0.05 |
| m1 | 5.35 | 0.09 | 0.05 |

CARGA DE AGUA WA

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

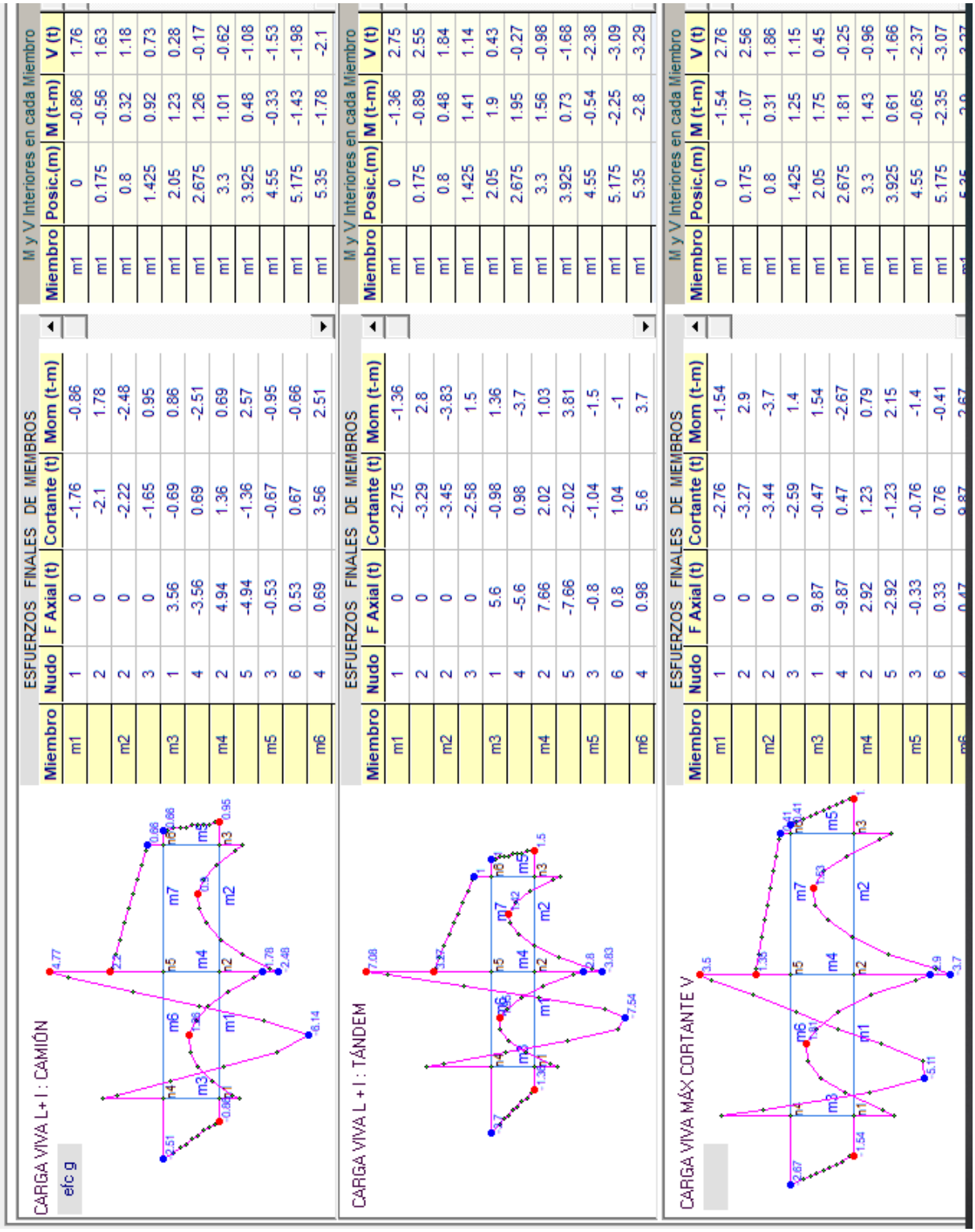
| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | 0.08 | 0.29 |
| | 2 | 0 | -0.08 | 0.14 |
| m2 | 2 | 0 | -0.08 | -0.14 |
| | 3 | 0 | 0.08 | -0.29 |
| m3 | 1 | -0.1 | -1.89 | -0.29 |
| | 4 | 0.1 | -0.99 | 0.36 |
| m4 | 2 | 0.2 | 0 | 0 |
| | 5 | -0.2 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | -0.1 | 1.89 | 0.29 |
| | 6 | 0.1 | 0.99 | -0.36 |
| m6 | 4 | 0.99 | 0.1 | 0.36 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | 0.29 | -0.08 |
| m1 | 0.175 | 0.27 | -0.08 |
| m1 | 0.8 | 0.22 | -0.08 |
| m1 | 1.425 | 0.17 | -0.08 |
| m1 | 2.05 | 0.12 | -0.08 |
| m1 | 2.675 | 0.07 | -0.08 |
| m1 | 3.3 | 0.02 | -0.08 |
| m1 | 3.925 | -0.03 | -0.08 |
| m1 | 4.55 | -0.08 | -0.08 |
| m1 | 5.175 | -0.13 | -0.08 |
| m1 | 5.35 | -0.14 | -0.08 |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## Cargas vivas: MAX M-, M+ y V



ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -1.76 | -0.86 |
| | 2 | 0 | -2.1 | 1.78 |
| m2 | 2 | 0 | -2.22 | -2.48 |
| | 3 | 0 | -1.65 | 0.95 |
| m3 | 1 | 3.56 | -0.69 | 0.86 |
| | 4 | -3.56 | 0.69 | -2.51 |
| m4 | 2 | 4.94 | 1.36 | 0.69 |
| | 5 | -4.94 | -1.36 | 2.57 |
| m5 | 3 | -0.53 | -0.67 | -0.95 |
| | 6 | 0.53 | 0.67 | -0.66 |
| m6 | 4 | 0.69 | 3.56 | 2.51 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -0.86 | 1.76 |
| m1 | 0.175 | -0.56 | 1.63 |
| m1 | 0.8 | 0.32 | 1.18 |
| m1 | 1.425 | 0.92 | 0.73 |
| m1 | 2.05 | 1.23 | 0.28 |
| m1 | 2.675 | 1.26 | -0.17 |
| m1 | 3.3 | 1.01 | -0.62 |
| m1 | 3.925 | 0.48 | -1.08 |
| m1 | 4.55 | -0.33 | -1.53 |
| m1 | 5.175 | -1.43 | -1.98 |
| m1 | 5.35 | -1.78 | -2.1 |

CARGA VIVA L + I : CAMIÓN

efc g

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -2.75 | -1.36 |
| | 2 | 0 | -3.29 | 2.8 |
| m2 | 2 | 0 | -3.45 | -3.83 |
| | 3 | 0 | -2.58 | 1.5 |
| m3 | 1 | 5.6 | -0.98 | 1.36 |
| | 4 | -5.6 | 0.98 | -3.7 |
| m4 | 2 | 7.66 | 2.02 | 1.03 |
| | 5 | -7.66 | -2.02 | 3.81 |
| m5 | 3 | -0.8 | -1.04 | -1.5 |
| | 6 | 0.8 | 1.04 | -1 |
| m6 | 4 | 0.98 | 5.6 | 3.7 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -1.36 | 2.75 |
| m1 | 0.175 | -0.89 | 2.55 |
| m1 | 0.8 | 0.48 | 1.84 |
| m1 | 1.425 | 1.41 | 1.14 |
| m1 | 2.05 | 1.9 | 0.43 |
| m1 | 2.675 | 1.95 | -0.27 |
| m1 | 3.3 | 1.56 | -0.98 |
| m1 | 3.925 | 0.73 | -1.68 |
| m1 | 4.55 | -0.54 | -2.38 |
| m1 | 5.175 | -2.25 | -3.09 |
| m1 | 5.35 | -2.8 | -3.29 |

CARGA VIVA L + I : TÁNDEM

ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -2.76 | -1.54 |
| | 2 | 0 | -3.27 | 2.9 |
| m2 | 2 | 0 | -3.44 | -3.7 |
| | 3 | 0 | -2.59 | 1.4 |
| m3 | 1 | 9.87 | -0.47 | 1.54 |
| | 4 | -9.87 | 0.47 | -2.67 |
| m4 | 2 | 2.92 | 1.23 | 0.79 |
| | 5 | -2.92 | -1.23 | 2.15 |
| m5 | 3 | -0.33 | -0.76 | -1.4 |
| | 6 | 0.33 | 0.76 | -0.41 |

M y V Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | M (t-m) | V (t) |
|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -1.54 | 2.76 |
| m1 | 0.175 | -1.07 | 2.56 |
| m1 | 0.8 | 0.31 | 1.86 |
| m1 | 1.425 | 1.25 | 1.15 |
| m1 | 2.05 | 1.75 | 0.45 |
| m1 | 2.675 | 1.81 | -0.25 |
| m1 | 3.3 | 1.43 | -0.96 |
| m1 | 3.925 | 0.61 | -1.66 |
| m1 | 4.55 | -0.65 | -2.37 |
| m1 | 5.175 | -2.35 | -3.07 |

CARGA VIVA MÁX CORTANTE V

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## ESFUERZOS FINALES DE MIEMBROS

### CARGA MUERTA DC

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -3.69 | -2.18 |
| | 2 | 0 | -4.52 | 4.4 |
| m2 | 2 | 0 | -4.52 | -4.4 |
| | 3 | 0 | -3.69 | 2.18 |
| m3 | 1 | 2.33 | 0.68 | 2.18 |
| | 4 | -2.33 | -0.68 | -0.55 |
| m4 | 2 | 6.9 | 0 | 0 |
| | 5 | -6.9 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 2.33 | -0.68 | -2.18 |
| | 6 | -2.33 | 0.68 | 0.55 |
| m6 | 4 | -0.68 | 2.33 | 0.55 |
| | 5 | 0.68 | 3.45 | -3.56 |
| m7 | 5 | -0.68 | 3.45 | 3.56 |
| | 6 | 0.68 | 2.33 | -0.55 |

### CARGA MUERTA DW

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -0.29 | -0.16 |
| | 2 | 0 | -0.36 | 0.35 |
| m2 | 2 | 0 | -0.36 | -0.35 |
| | 3 | 0 | -0.29 | 0.16 |
| m3 | 1 | 0.26 | 0.03 | 0.16 |
| | 4 | -0.26 | -0.03 | -0.08 |
| m4 | 2 | 0.75 | 0 | 0 |
| | 5 | -0.75 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 0.26 | -0.03 | -0.16 |
| | 6 | -0.26 | 0.03 | 0.08 |
| m6 | 4 | -0.03 | 0.26 | 0.08 |
| | 5 | 0.03 | 0.38 | -0.39 |
| m7 | 5 | -0.03 | 0.38 | 0.39 |
| | 6 | 0.03 | 0.26 | -0.08 |

## CARGA EMPUJE DE TIERRAS EH

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -0.11 | -0.4 |
| | 2 | 0 | 0.11 | -0.2 |
| m2 | 2 | 0 | 0.11 | 0.2 |
| | 3 | 0 | -0.11 | 0.4 |
| m3 | 1 | 0.15 | 2.5 | 0.4 |
| | 4 | -0.15 | 1.6 | -0.52 |
| m4 | 2 | -0.29 | 0 | 0 |
| | 5 | 0.29 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 0.15 | -2.5 | -0.4 |
| | 6 | -0.15 | -1.6 | 0.52 |
| m6 | 4 | 1.6 | 0.15 | 0.52 |
| | 5 | -1.6 | -0.15 | 0.26 |
| m7 | 5 | 1.6 | -0.15 | -0.26 |
| | 6 | -1.6 | 0.15 | -0.52 |

## PRESIÓN CARGA VERTICAL RELLENO EV

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -2.15 | -1.22 |
| | 2 | 0 | -2.67 | 2.61 |
| m2 | 2 | 0 | -2.67 | -2.61 |
| | 3 | 0 | -2.15 | 1.22 |
| m3 | 1 | 1.98 | 0.25 | 1.22 |
| | 4 | -1.98 | -0.25 | -0.62 |
| m4 | 2 | 5.66 | 0 | 0 |
| | 5 | -5.66 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 1.98 | -0.25 | -1.22 |
| | 6 | -1.98 | 0.25 | 0.62 |
| m6 | 4 | -0.25 | 1.98 | 0.62 |
| | 5 | 0.25 | 2.83 | -2.89 |
| m7 | 5 | -0.25 | 2.83 | 2.89 |
| | 6 | 0.25 | 1.98 | -0.62 |

SOBRECARGA LS

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | -0.05 | -0.19 |
| | 2 | 0 | 0.05 | -0.09 |
| m2 | 2 | 0 | 0.05 | 0.09 |
| | 3 | 0 | -0.05 | 0.19 |
| m3 | 1 | 0.08 | 0.98 | 0.19 |
| | 4 | -0.08 | 1.05 | -0.27 |
| m4 | 2 | -0.15 | 0 | 0 |
| | 5 | 0.15 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | 0.08 | -0.98 | -0.19 |
| | 6 | -0.08 | -1.05 | 0.27 |
| m6 | 4 | 1.05 | 0.08 | 0.27 |
| | 5 | -1.05 | -0.08 | 0.14 |
| m7 | 5 | 1.05 | -0.08 | -0.14 |
| | 6 | -1.05 | 0.08 | -0.27 |

CARGA DE AGUA WA

| Miembro | Nudo | F Axial (t) | Cortante (t) | Mom (t-m) |
|---|---|---|---|---|
| m1 | 1 | 0 | 0.08 | 0.29 |
| | 2 | 0 | -0.08 | 0.14 |
| m2 | 2 | 0 | -0.08 | -0.14 |
| | 3 | 0 | 0.08 | -0.29 |
| m3 | 1 | -0.1 | -1.89 | -0.29 |
| | 4 | 0.1 | -0.99 | 0.36 |
| m4 | 2 | 0.2 | 0 | 0 |
| | 5 | -0.2 | 0 | 0 |
| m5 | 3 | -0.1 | 1.89 | 0.29 |
| | 6 | 0.1 | 0.99 | -0.36 |
| m6 | 4 | -0.99 | -0.1 | -0.36 |
| | 5 | 0.99 | 0.1 | -0.18 |
| m7 | 5 | -0.99 | 0.1 | 0.18 |
| | 6 | 0.99 | -0.1 | 0.36 |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## MOMENTOS INTERIORES EN CADA MIEMBRO

**ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia**
**Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal**
1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | Mom Mu(t-m) |
|---|---|---|
| m1 | 0 | -7.93 |
| m1 | 0.175 | -5.73 |
| m1 | 0.8 | 0.79 |
| m1 | 1.425 | 5.25 |
| m1 | 2.05 | 7.64 |
| m1 | 2.675 | 7.96 |
| m1 | 3.3 | 6.22 |
| m1 | 3.925 | 2.41 |
| m1 | 4.55 | -3.46 |
| m1 | 5.175 | -11.4 |
| m1 | 5.35 | -13.99 |
| m2 | 0 | -15.79 |
| m2 | 0.175 | -13.15 |
| m2 | 0.8 | -5.03 |
| m2 | 1.425 | 1.02 |
| m2 | 2.05 | 5.01 |
| m2 | 2.675 | 6.93 |
| m2 | 3.3 | 6.79 |
| m2 | 3.925 | 4.58 |
| m2 | 4.55 | 0.31 |
| m2 | 5.175 | -6.03 |
| m2 | 5.35 | -8.18 |
| m3 | 0 | -4.35 |
| m3 | 0.24 | -4.32 |
| m3 | 0.48 | -4.34 |
| m3 | 0.72 | -4.46 |
| m3 | 0.96 | -4.67 |
| m3 | 1.2 | -4.97 |
| m3 | 1.44 | -5.37 |
| m3 | 1.68 | -5.86 |
| m3 | 1.92 | -6.44 |
| m3 | 2.16 | -7.8 |
| m3 | 2.4 | -7.8 |

**ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib**
**Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal**
1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | Mom Mu(t-m) |
|---|---|---|
| m1 | 0 | -7.4 |
| m1 | 0.175 | -5.23 |
| m1 | 0.8 | 1.2 |
| m1 | 1.425 | 5.56 |
| m1 | 2.05 | 7.86 |
| m1 | 2.675 | 8.09 |
| m1 | 3.3 | 6.26 |
| m1 | 3.925 | 2.36 |
| m1 | 4.55 | -3.61 |
| m1 | 5.175 | -11.64 |
| m1 | 5.35 | -14.26 |
| m2 | 0 | -16.06 |
| m2 | 0.175 | -13.39 |
| m2 | 0.8 | -5.18 |
| m2 | 1.425 | 0.97 |
| m2 | 2.05 | 5.05 |
| m2 | 2.675 | 7.07 |
| m2 | 3.3 | 7.01 |
| m2 | 3.925 | 4.9 |
| m2 | 4.55 | 0.72 |
| m2 | 5.175 | -5.53 |
| m2 | 5.35 | -7.65 |
| m3 | 0 | -7.4 |
| m3 | 0.24 | -7.15 |
| m3 | 0.48 | -6.88 |
| m3 | 0.72 | -6.72 |
| m3 | 0.96 | -6.67 |
| m3 | 1.2 | -6.74 |
| m3 | 1.44 | -6.92 |
| m3 | 1.68 | -7.21 |
| m3 | 1.92 | -7.62 |
| m3 | 2.16 | -8.72 |
| m3 | 2.4 | -8.72 |

**ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic**
**Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**
0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | Mom Mu(t-m) |
|---|---|---|
| m1 | 0 | -8.01 |
| m1 | 0.175 | -5.81 |
| m1 | 0.8 | 0.72 |
| m1 | 1.425 | 5.19 |
| m1 | 2.05 | 7.6 |
| m1 | 2.675 | 7.94 |
| m1 | 3.3 | 6.21 |
| m1 | 3.925 | 2.42 |
| m1 | 4.55 | -3.44 |
| m1 | 5.175 | -11.36 |
| m1 | 5.35 | -13.95 |
| m2 | 0 | -15.75 |
| m2 | 0.175 | -13.11 |
| m2 | 0.8 | -5.01 |
| m2 | 1.425 | 1.03 |
| m2 | 2.05 | 5.01 |
| m2 | 2.675 | 6.91 |
| m2 | 3.3 | 6.76 |
| m2 | 3.925 | 4.53 |
| m2 | 4.55 | 0.24 |
| m2 | 5.175 | -6.11 |
| m2 | 5.35 | -8.26 |
| m3 | 0 | -8.01 |
| m3 | 0.24 | -7.19 |
| m3 | 0.48 | -6.29 |
| m3 | 0.72 | -5.73 |
| m3 | 0.96 | -5.48 |
| m3 | 1.2 | -5.53 |
| m3 | 1.44 | -5.86 |
| m3 | 1.68 | -6.45 |
| m3 | 1.92 | -7.3 |
| m3 | 2.16 | -9.56 |
| m3 | 2.4 | -9.56 |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

**ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ia**
**Máx Carga Vertical y Máx Carga Horizontal**
1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.5(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | Mom Mu(t-m) |
|---|---|---|
| m5 | 0 | 4.6 |
| m5 | 0.24 | 4.2 |
| m5 | 0.48 | 3.71 |
| m5 | 0.72 | 3.31 |
| m5 | 0.96 | 3 |
| m5 | 1.2 | 2.79 |
| m5 | 1.44 | 2.66 |
| m5 | 1.68 | 2.63 |
| m5 | 1.92 | 2.7 |
| m5 | 2.16 | 2.77 |
| m5 | 2.4 | 3.07 |
| m6 | 0 | 9.39 |
| m6 | 0.175 | 6.61 |
| m6 | 0.8 | -2.63 |
| m6 | 1.425 | -10.81 |
| m6 | 2.05 | -16.83 |
| m6 | 2.675 | -17.4 |
| m6 | 3.3 | -14.19 |
| m6 | 3.925 | -5.53 |
| m6 | 4.55 | 5.29 |
| m6 | 5.175 | 17.17 |
| m6 | 5.35 | 20.69 |
| m7 | 0 | 14.02 |
| m7 | 0.175 | 12.47 |
| m7 | 0.8 | 7.63 |
| m7 | 1.425 | 3.85 |
| m7 | 2.05 | 1.15 |
| m7 | 2.675 | -0.48 |
| m7 | 3.3 | -1.03 |
| m7 | 3.925 | -0.52 |
| m7 | 4.55 | 1.07 |
| m7 | 5.175 | 3.73 |
| m7 | 5.35 | 4.67 |

**ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ib**
**Máxima Carga Vertical y Mínima Carga Horizontal**
1.25(DC)+1.5(DW)+1.35(EV)+1.75(L+I)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

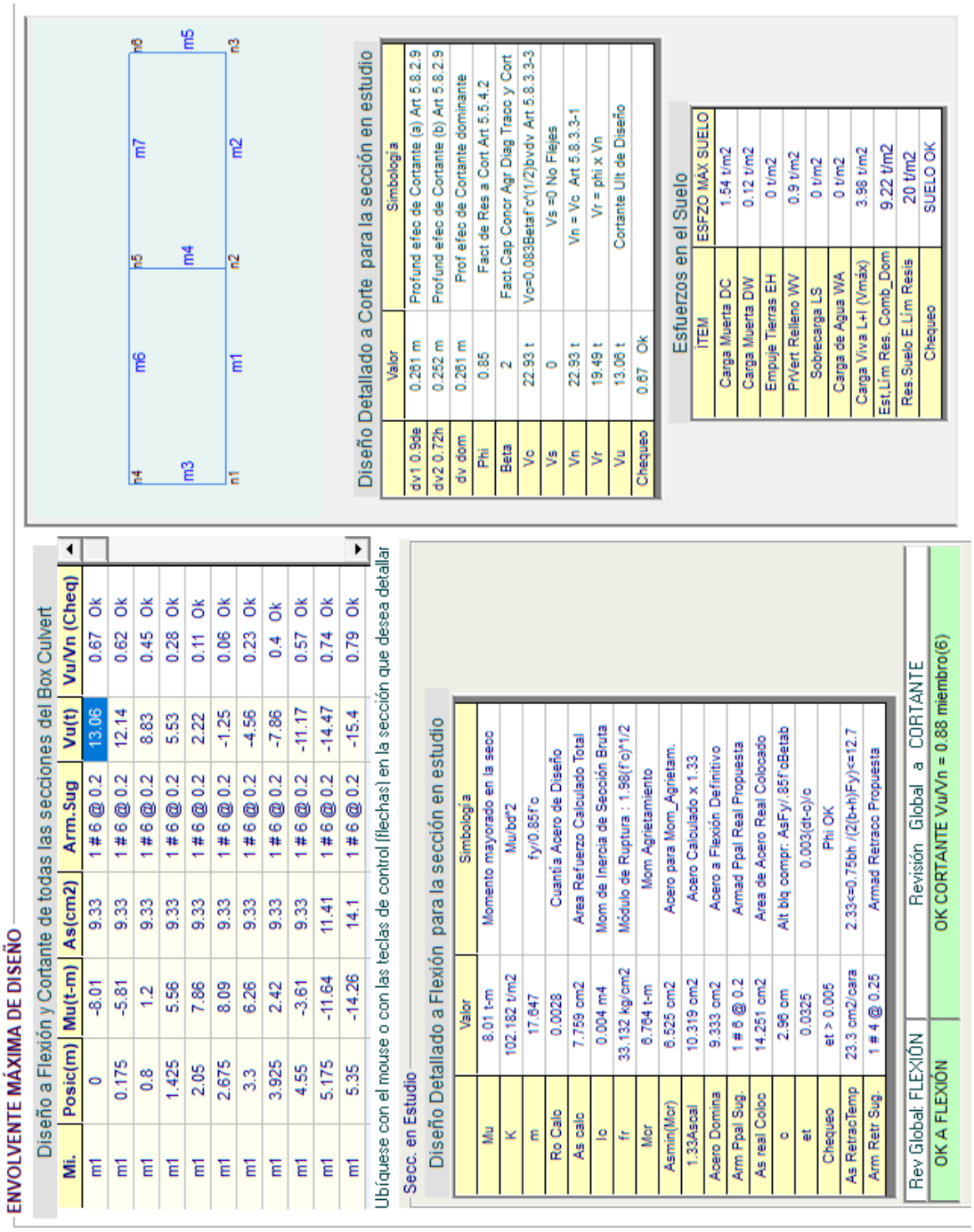
| Miembro | Posic.(m) | Mom Mu(t-m) |
|---|---|---|
| m5 | 0 | 7.65 |
| m5 | 0.24 | 7.03 |
| m5 | 0.48 | 6.25 |
| m5 | 0.72 | 5.57 |
| m5 | 0.96 | 5.01 |
| m5 | 1.2 | 4.55 |
| m5 | 1.44 | 4.22 |
| m5 | 1.68 | 3.99 |
| m5 | 1.92 | 3.88 |
| m5 | 2.16 | 3.81 |
| m5 | 2.4 | 4 |
| m6 | 0 | 8.72 |
| m6 | 0.175 | 5.98 |
| m6 | 0.8 | -3.15 |
| m6 | 1.425 | -11.21 |
| m6 | 2.05 | -17.12 |
| m6 | 2.675 | -17.56 |
| m6 | 3.3 | -14.24 |
| m6 | 3.925 | -5.46 |
| m6 | 4.55 | 5.47 |
| m6 | 5.175 | 17.47 |
| m6 | 5.35 | 21.02 |
| m7 | 0 | 14.35 |
| m7 | 0.175 | 12.77 |
| m7 | 0.8 | 7.81 |
| m7 | 1.425 | 3.92 |
| m7 | 2.05 | 1.1 |
| m7 | 2.675 | -0.65 |
| m7 | 3.3 | -1.32 |
| m7 | 3.925 | -0.92 |
| m7 | 4.55 | 0.55 |
| m7 | 5.175 | 3.09 |
| m7 | 5.35 | 4 |

**ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Ic**
**Mín. Carga Vertical y Máx. Carga Horizontal**
0.9(DC)+0.65(DW)+1.0(EV)+0.9(EH)+1.75(LS)
Momentos Interiores en cada Miembro

| Miembro | Posic.(m) | Mom Mu(t-m) |
|---|---|---|
| m5 | 0 | 8.26 |
| m5 | 0.24 | 7.07 |
| m5 | 0.48 | 5.66 |
| m5 | 0.72 | 4.58 |
| m5 | 0.96 | 3.81 |
| m5 | 1.2 | 3.34 |
| m5 | 1.44 | 3.15 |
| m5 | 1.68 | 3.23 |
| m5 | 1.92 | 3.56 |
| m5 | 2.16 | 4.06 |
| m5 | 2.4 | 4.84 |
| m6 | 0 | 9.56 |
| m6 | 0.175 | 6.77 |
| m6 | 0.8 | -2.5 |
| m6 | 1.425 | -10.7 |
| m6 | 2.05 | -16.76 |
| m6 | 2.675 | -17.35 |
| m6 | 3.3 | -14.18 |
| m6 | 3.925 | -5.54 |
| m6 | 4.55 | 5.24 |
| m6 | 5.175 | 17.1 |
| m6 | 5.35 | 20.61 |
| m7 | 0 | 13.94 |
| m7 | 0.175 | 12.4 |
| m7 | 0.8 | 7.58 |
| m7 | 1.425 | 3.84 |
| m7 | 2.05 | 1.16 |
| m7 | 2.675 | -0.43 |
| m7 | 3.3 | -0.96 |
| m7 | 3.925 | -0.42 |
| m7 | 4.55 | 1.2 |
| m7 | 5.175 | 3.89 |
| m7 | 5.35 | 4.84 |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## ENVOLVENTES MÁXIMAS DE DISEÑO

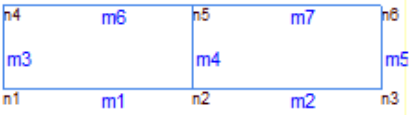


**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

### Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

| Mi. | Posic(m) | Mu(t-m) | As(cm2) | Arm.Sug | Vu(t) | Vu/Vn (Cheq) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -8.01 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 13.06 | 0.67 Ok |
| m1 | 0.175 | -5.81 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 12.14 | 0.62 Ok |
| m1 | 0.8 | 1.2 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 8.83 | 0.45 Ok |
| m1 | 1.425 | 5.56 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 5.53 | 0.28 Ok |
| m1 | 2.05 | 7.86 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 2.22 | 0.11 Ok |
| m1 | 2.675 | 8.09 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -1.25 | 0.06 Ok |
| m1 | 3.3 | 6.26 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -4.56 | 0.23 Ok |
| m1 | 3.925 | 2.42 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -7.86 | 0.4 Ok |
| m1 | 4.55 | -3.61 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -11.17 | 0.57 Ok |
| m1 | 5.175 | -11.64 | 11.41 | 1 # 6 @ 0.2 | -14.47 | 0.74 Ok |
| m1 | 5.35 | -14.26 | 14.1 | 1 # 6 @ 0.2 | -15.4 | 0.79 Ok |
| m2 | 0 | -16.06 | 15.97 | 1 # 6 @ 0.17 | 15.7 | 0.81 Ok |
| m2 | 0.175 | -13.39 | 13.2 | 1 # 6 @ 0.2 | 14.78 | 0.76 Ok |
| m2 | 0.8 | -5.18 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 11.47 | 0.59 Ok |
| m2 | 1.425 | 1.03 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 8.17 | 0.42 Ok |
| m2 | 2.05 | 5.05 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 4.86 | 0.25 Ok |
| m2 | 2.675 | 7.07 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 1.56 | 0.08 Ok |
| m2 | 3.3 | 7.01 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -1.92 | 0.1 Ok |
| m2 | 3.925 | 4.9 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -5.22 | 0.27 Ok |
| m2 | 4.55 | 0.72 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -8.53 | 0.44 Ok |
| m2 | 5.175 | -6.11 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -11.83 | 0.61 Ok |
| m2 | 5.35 | -8.26 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -12.76 | 0.65 Ok |
| m3 | 0 | -8.01 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -9.29 | 0.48 Ok |
| m3 | 0.175 | -7.19 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -8.62 | 0.44 Ok |
| m3 | 0.425 | -6.88 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -7.71 | 0.4 Ok |
| m3 | 0.675 | -6.72 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -6.85 | 0.35 Ok |
| m3 | 0.925 | -6.67 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -6.06 | 0.31 Ok |
| m3 | 1.175 | -6.74 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -5.33 | 0.27 Ok |
| m3 | 1.425 | -6.92 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -4.65 | 0.24 Ok |
| m3 | 1.675 | -7.21 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -4.04 | 0.21 Ok |



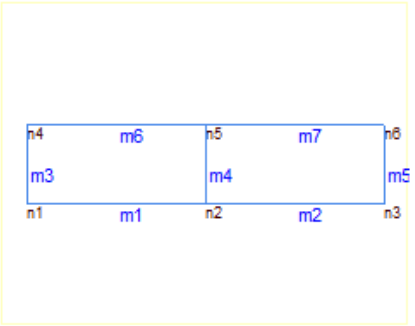
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m3 | 0.675 | -6.72 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -6.85 | 0.35 | Ok |
| m3 | 0.925 | -6.67 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -6.06 | 0.31 | Ok |
| m3 | 1.175 | -6.74 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -5.33 | 0.27 | Ok |
| m3 | 1.425 | -6.92 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -4.65 | 0.24 | Ok |
| m3 | 1.675 | -7.21 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -4.04 | 0.21 | Ok |
| m3 | 1.925 | -7.62 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -3.48 | 0.18 | Ok |
| m3 | 2.4 | -9.56 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -2.59 | 0.13 | Ok |
| m3 | 2.4 | -9.56 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -2.59 | 0.13 | Ok |
| m4 | 0 | 1.8 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 2.15 | 0.11 | Ok |
| m4 | 0.175 | 2.15 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 2.15 | 0.11 | Ok |
| m4 | 0.425 | 2.66 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 2.66 | 0.14 | Ok |
| m4 | 0.675 | 3.17 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 3.17 | 0.16 | Ok |
| m4 | 0.925 | 3.68 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 3.68 | 0.19 | Ok |
| m4 | 1.175 | 4.18 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 4.18 | 0.21 | Ok |
| m4 | 1.425 | 4.69 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 4.69 | 0.24 | Ok |
| m4 | 1.675 | 5.2 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 5.2 | 0.27 | Ok |
| m4 | 1.925 | 5.71 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 5.71 | 0.29 | Ok |
| m4 | 2.4 | 6.67 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 6.67 | 0.34 | Ok |
| m4 | 2.4 | 6.67 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 6.67 | 0.34 | Ok |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

## ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

### Diseño a Flexión y Cortante de todas las secciones del Box Culvert

| Mi. | Posic(m) | Mu(t-m) | As(cm2) | Arm.Sug | Vu(t) | Vu/Vn (Cheq) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| m5 | 0 | 8.26 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 9.54 | 0.49 Ok |
| m5 | 0.175 | 7.07 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 8.51 | 0.44 Ok |
| m5 | 0.425 | 6.25 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 7.08 | 0.36 Ok |
| m5 | 0.675 | 5.57 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 5.71 | 0.29 Ok |
| m5 | 0.925 | 5.01 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 4.39 | 0.23 Ok |
| m5 | 1.175 | 4.55 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 3.14 | 0.16 Ok |
| m5 | 1.425 | 4.22 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 2.08 | 0.11 Ok |
| m5 | 1.675 | 3.99 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 1.62 | 0.08 Ok |
| m5 | 1.925 | 3.88 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 1.16 | 0.06 Ok |
| m5 | 2.175 | 4.06 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -2.06 | 0.11 Ok |
| m5 | 2.4 | 4.84 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | -2.14 | 0.11 Ok |
| m6 | 0 | 9.56 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -23.09 | 0.88 Ok |
| m6 | 0.175 | 6.77 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -22.61 | 0.86 Ok |
| m6 | 0.8 | -3.15 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -20.9 | 0.8 Ok |
| m6 | 1.425 | -11.21 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -19.18 | 0.73 Ok |
| m6 | 2.05 | -17.12 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -12.32 | 0.47 Ok |
| m6 | 2.675 | -17.56 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -4.85 | 0.19 Ok |
| m6 | 3.3 | -14.24 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 2.86 | 0.11 Ok |
| m6 | 3.925 | -5.54 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 9.72 | 0.37 Ok |
| m6 | 4.55 | 5.47 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 11.43 | 0.44 Ok |
| m6 | 5.175 | 17.47 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 13.15 | 0.5 Ok |
| m6 | 5.35 | 21.02 | 15.17 | 1 # 6 @ 0.18 | 13.63 | 0.52 Ok |
| m7 | 0 | 14.35 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -9.68 | 0.37 Ok |
| m7 | 0.175 | 12.77 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -9.16 | 0.35 Ok |
| m7 | 0.8 | 7.81 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -7.31 | 0.28 Ok |
| m7 | 1.425 | 3.92 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -5.46 | 0.21 Ok |
| m7 | 2.05 | 1.16 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -3.61 | 0.14 Ok |
| m7 | 2.675 | -0.65 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | -1.76 | 0.07 Ok |
| m7 | 3.3 | -1.32 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 0.33 | 0.01 Ok |
| m7 | 3.925 | -0.92 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 2.18 | 0.08 Ok |
| m7 | 4.55 | 1.2 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 4.03 | 0.15 Ok |
| m7 | 5.175 | 3.89 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 5.88 | 0.22 Ok |
| m7 | 5.35 | 4.84 | 12.67 | 1 # 6 @ 0.2 | 6.4 | 0.24 Ok |



## ENVOLVENTE MÁXIMA DE DISEÑO

| Mi. | Posic(m) | Mu(t-m) | As(cm2) | Arm.Sug | Vu(t) | Vu/Vn (Cheq) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m1 | 0 | -8.01 | 9.33 | 1 # 6 @ 0.2 | 13.06 | 0.67 | Ok |

### Diseño Detallado a Flexión para la sección en estudio

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| Mu | 8.01 t-m | Momento mayorado en la secc |
| K | 102.182 t/m2 | Mu/bd^2 |
| m | 17.647 | fy/0.85f'c |
| Ro Calc | 0.0028 | Cuantía Acero de Diseño |
| As calc | 7.759 cm2 | Area Refuerzo Calculado Total |
| Ic | 0.004 m4 | Mom de Inercia de Sección Bruta |
| fr | 33.132 kg/cm2 | Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2 |
| Mcr | 6.764 t-m | Mom Agrietamiento |
| Asmin(Mcr) | 6.525 cm2 | Acero para Mom_Agrietam. |
| 1.33Ascal | 10.319 cm2 | Acero Calculado x 1.33 |
| Acero Domina | 9.333 cm2 | Acero a Flexión Definitivo |
| Arm Ppal Sug. | 1 # 6 @ 0.2 | Armad Ppal Real Propuesta |
| As real Coloc | 14.251 cm2 | Area de Acero Real Colocado |
| c | 2.96 cm | Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab |
| et | 0.0325 | 0.003(dt-c)/c |
| Chequeo | et > 0.005 | Phi OK |
| As RetracTemp | 23.3 cm2/cara | 2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7 |
| Arm Retr Sug. | 1 # 4 @ 0.25 | Armad Retracc Propuesta |

**Envolvente Máxima . Diseño a Flexión y Cortante**

*

## Esfuerzos en el Suelo

| ÍTEM | ESFZO MÁX SUELO |
|---|---|
| Carga Muerta DC | 1.54 t/m2 |
| Carga Muerta DW | 0.12 t/m2 |
| Empuje Tierras EH | 0 t/m2 |
| PrVert Relleno WV | 0.9 t/m2 |
| Sobrecarga LS | 0 t/m2 |
| Carga de Agua WA | 0 t/m2 |
| Carga Viva L+I (Vmáx) | 3.98 t/m2 |
| Est,Lím Res. Comb_Dom | 9.22 t/m2 |
| Res.Suelo E.Lím Resis | 20 t/m2 |
| Chequeo | SUELO OK |

**Envolvente Máxima . Diseño a Flexión y Cortante**

*

## Diseño Detallado a Corte para la sección en estudio

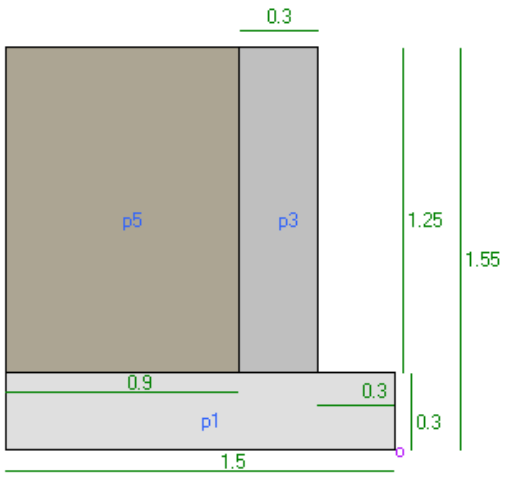
| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| dv1 0.9de | 0.261 m | Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9 |
| dv2 0.72h | 0.252 m | Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9 |
| dv dom | 0.261 m | Prof efec de Cortante dominante |
| Phi | 0.85 | Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2 |
| Beta | 2 | Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort |
| Vc | 22.93 t | Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3 |
| Vs | 0 | Vs =0 No Flejes |
| Vn | 22.93 t | Vn = Vc Art 5.8.3.3-1 |
| Vr | 19.49 t | Vr = phi x Vn |
| Vu | 13.06 t | Cortante Ult de Diseño |
| Chequeo | 0.67 Ok | |

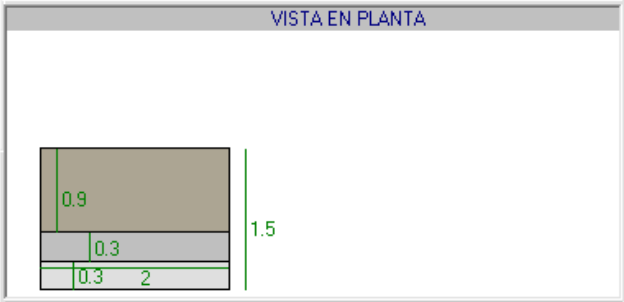
**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

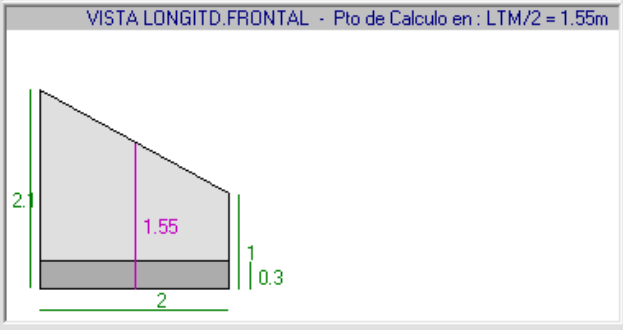
## DISEÑO DE LOS MUROS ALETAS PARA BOX COULVERT

Ref.

| GEOMETRÍA DEL MURO | |
|---|---|
| Longitud Total del Muro, LTM (m) | 2 |
| Altura Máxima del Muro, Hmáx Muro (m) | 2.1 |
| Altura Mínima del Muro, Hmín Muro (m) | 1 |
| Ancho de Corona del Vástago, AC (m) | 0.3 |
| Proyección Trasera Vástago, BZ (m) | 0 |
| Proyección Delantera Vástago, BD (m) | 0 |
| Longitud Total de la Zapata, LTZ (m) | 1.5 |
| Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m) | 0.3 |
| Espesor de la Zapata, Hzap (m) | 0.3 |
| **SECCION EN ESTUDIO** | |
| Ubicación de la Sección a Diseñar | LTM/2 |
| **CONSTANTES DEL SUELO** | |
| Resistencia Suelo E Lím de Resistencia( t/m2) | 12 |
| Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2) | 18 |
| Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2) | 18 |
| Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3) | 1.8 |
| Ángulo Inclinación Talud Relleno β (grados) | 0 |
| Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ'f (grad) | 30 |
| Áng Rozamiento terreno - zapata δ (grados) | 0 |
| Altura de Suelo sobre Zarpa Del , Hszd (m) | 0 |
| Peso Específ. Suelo sobre Zarpa Del (t/m3) | 1.8 |
| Altura Libre entre Tope de Muro y Relleno (m) | 0 |
| Altura Nivel Freático desde fondo zapata, Hnf(m) | 0 |
| **CONSTANTES SÍSMICAS** | |
| Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA | 0.1 |
| Clase de Sitio (Clase de Suelo) | D |
| **SOBRECARGA VEHICULAR (obligatoria en proximidad vías)** | |
| Definición del Tipo de Muro | Vinculado a Puente o Vía |
| Distancia respaldo muro a borde tráfico (m) | 0 |




Carrera 11A No. 13-56 Edificio Manaure Of. 305, Tel. 5803736 Cel. 317-6551614
Valledupar - Cesar

*Cargas y Momentos*

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

| Polig | Peso(t) | Brazo y(m) | Mom Mo (t-m) |
|---|---|---|---|
| p1 | 2.16 | 0.75 | 1.62 |
| p2 | 0 | 0 | 0 |
| p3 | 1.8 | 0.45 | 0.81 |
| p4 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 3.96 | | 2.43 |

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| P DC | 3.96 | Carga por P.P. Muro (t) |
| yDC | 0.614 | Ubicación PDC resp a o (m) |
| eDC | 0.136 | Excentricidad de PDC (m) |
| M DC | 0.54 | Mom por PDC a ycg zap(t-m) |
| M DCo | 2.43 | Mom por PDC resp a o (t-m) |

Cargas y Momentos EV por el Relleno

| Polig | Peso(t) | Brazo y(m) | Mom Mo (t-m) |
|---|---|---|---|
| p5 | 4.05 | 1.05 | 4.252 |
| p6 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 4.05 | | 4.252 |

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| P EV | 4.05 | Carga por Peso Relleno (t) |
| yEV | 1.05 | Ubicación PEV resp a o (m) |
| eEV | -0.3 | Excentricidad de PEV (m) |
| M EV | -1.215 | Mom por PEV a ycg zap(t-m) |
| M EVo | 4.252 | Mom por PEV resp a o (t-m) |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

*Empujes de Tierra*

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/(\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta))}\}^2$$

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| θ | 90 | Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°) |
| β | 0 | Áng Talud Relleno con la Horiz (°) |
| δ | 0 | Ang Fricción Relleno-Muro (°) |
| ϕ | 30 | Ang Efectivo Fricción Interna (°) |
| Ka | 0.333 | Coefic. de Presión Lateral Activa |
| po1 | 0.93 | Presión por suelo nat seco (t/m2) |
| H1 | 1.55 | Altura Suelo Nat Seco (m) |
| E1 | 1.441 | Emp por Suelo Nat Seco (t) |
| po2 | 0.93 | Presión por Suelo Sumergido (t/m2) |
| H2 | 0 | Altura del Suelo Sumergido (m) |
| E2 | 0 | Empuje por Suelo Sumergido (t) |
| pagua | 0 | Presión del Agua (t/m2) |
| Eagua | 0 | Empuje del Agua (t) |
| EHtot. | 1.441 | Empuje Total EH (t) |
| Bzo.Etot | 0.517 | Brazo del Empuje Total Z_EH (m) |
| M EH | 0.745 | Momento por Empuje Total EH (t-m) |

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| pv | 0.714 | Presion Vert por sobrecarga (t/m2) |
| d | 0 | Dist del muro a borde tráfico (m) |
| heq | 1.19 | Altura equiv de sobrecarga (m) |
| ls | 0.9 | Ancho accion sobrecarga viva (m) |
| PLs | 1.285 | Peso por sobrec. viva:Vertical (t) |
| yLs | 1.05 | Ubicación sobrecarga viva (m) |
| eLs | -0.3 | Excentricidad Sobrecarga Viva (m) |
| MLsv | -0.386 | Mom por LS vert en el ycg zap (t-m) |
| MLso | 1.349 | Momento por LS vertical (o) (t-m) |

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| p1 | 0.714 | Presion horiz por sobrec viva (t/m2) |
| eLs | 2.213 | Empuje de Tierras por sobrec viva (t) |
| ZLs | 0.775 | Ubicación de Emuje desde x-x (m) |
| MLsh | 1.715 | Momento por LS horiz en ycg zap(t-m) |
| MLs | 1.33 | Mom Total por LS en ycg zap (t-m) |

*Sismo y Global*

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

| Polig | Peso(t) | Brazo z (m) | Mom M (P*z) (t-m) |
|---|---|---|---|
| p1 | 2.16 | 0.15 | 0.324 |
| p2 | 0 | 0.717 | 0 |
| p3 | 1.8 | 0.925 | 1.665 |
| p4 | 0 | 0.717 | 0 |
| Σ | 3.96 | | 1.989 |

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

| Polig | Peso(t) | Brazo z (m) | Mom M (P*z) (t-m) |
|---|---|---|---|
| p5 | 4.05 | 0.925 | 3.746 |
| p6 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 4.05 | | 3.746 |

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

| | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| kho | 0.16 | x Fpga |
| kh | 0.08 | Coef de Aceleración Horizontal |
| kv | 0 | Coef de Aceleración Vertical |
| θ | 4.574° | ArcTg(kh) |
| i | 0° | Áng Inclinación Talud Relleno |
| ϕ | 30° | Áng Fricción Interna Suelo Relleno |
| δ | 0° | Áng de Rozamiento Terreno Muro |
| β | 90° | Áng entre Vertical y Paramento Muro |
| KAE | 0.383 | Coef Sísmico de Presión Activa Suelo |
| PAE | 3.04 t | Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát) |
| ΔPAE | 1.598 t | Empuje Pseudo Estático |
| MEAE | 1.34 t-m | Momento por Emp Dinám Horiz Activo |

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi \cos\theta sin^2\beta \sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset+\delta)\sin(\emptyset-\theta-i)}{\sin(\beta-\delta-\theta)\cos(i+\beta)}}\}^2$$

| Carga Total de Sismo : PIR y Hbu | | |
|---|---|---|
| | Valor | Simbología |
| Ww | 3.96 | Peso del Cuerpo del Muro (t) |
| Ws | 4.05 | Peso del Suelo del Relleno (t) |
| Kh | 0.08 | Coef Acelerac Sísmica Horiz |
| PIR | 0.641 | Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t) |
| EH | 1.441 | Empuje Estático de Suelos (t) |
| DeltaPAE | 1.598 | Difer. Emononobe - EH (t) |
| Pseis_1 | 1.919 | 100%DeltaPAE + 50%PIR (t) |
| Pseis_2 | 1.44 | 50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR |
| **Pseis_dom** | **1.919** | Carga Psísmica dominante (t) |
| Brazo Y | 0.84 | Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m) |
| **Mseis** | **1.612** | Mom por Carga Psísmica (t-m) |
| **Sumat Fsism** | **1.919** | Suma Total de Fsismo (t) |
| **Sumat Msism** | **1.612** | Suma Total de Msismo (t-m) |

*Estados Limites*

| EstLím | SERVICIO I | | RESISTENCIA I | | EV EXTREMO I | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Combin. | γMAχ | γMIN | γMAχ | γMIN | γMAχ | γMIN |
| DC | 1.00 | 1.00 | 1.25 | 0.90 | 1.25 | 0.90 |
| DW | 1.00 | 1.00 | 1.50 | 0.65 | 1.50 | 0.65 |
| LL | 1.00 | 1.00 | 1.75 | 1.75 | 0.00 | 0.00 |
| BR | 1.00 | 1.00 | 1.75 | 1.75 | 0.00 | 0.00 |
| EH | 1.00 | 1.00 | 1.50 | 0.90 | 1.50 | 0.90 |
| EV | 1.00 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 |
| LS | 1.00 | 1.00 | 1.75 | 1.75 | 0.00 | 0.00 |
| TU | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 1.20 | 0.50 | 1.20 |
| SH | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| WA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| WS | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.40 | 0.00 |
| WL | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| EQ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| Denominacion Cargas | |
|---|---|
| | DESCRIPCIÓN |
| DC | P.P. Comp.Estr y Accesor. |
| DW | P.P. Rodadura e Instalac. |
| LL | Carga Viva Vehicular |
| BR | Fuerza Frenado Vehicular |
| EH | Empuje Horizont del Suelo |
| EV | Presión Vert Suelo Relleno |
| LS | Sobrecarga por C_Viva |
| TU | Fuerza por Temp Uniforme |
| SH | Fuerzas por Retracción |
| WA | Pres Agua y Corriente |
| WS | Viento sobre Estructura |
| WL | Viento sobre C Viva |
| EQ | Carga Sísmica |

*Solicitaciones para los diferentes estados límites de Servicio*

**Estado Límite de SERVICIO I**

| Servicio I | P (t) | H (t) | M (t-m) | Pu Máx (t) | Hu Máx (t) | Mu máx (t-m) | Pu Mín (t) | Hu Mín (t) | Mu mín (t-m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DC | 3.96 | | 0.54 | 3.96 | | 0.54 | 3.96 | | 0.54 |
| EH | | 1.441 | 0.745 | | 1.441 | 0.745 | | 1.441 | 0.745 |
| EV | 4.05 | | -1.215 | 4.05 | | -1.215 | 4.05 | | -1.215 |
| LS | 1.285 | 2.213 | 1.715 | 1.285 | 2.213 | 1.715 | 1.285 | 2.213 | 1.715 |
| EQ | | | | | | | | | |
| Σ | | | | 9.295 | 3.654 | 1.785 | 9.295 | 3.654 | 1.785 |

**Estado Límite de RESISTENCIA I**

| Resisten I | P (t) | H (t) | M (t-m) | Pu Máx (t) | Hu Máx (t) | Mu máx (t-m) | Pu Mín (t) | Hu Mín (t) | Mu mín (t-m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DC | 3.96 | | 0.54 | 4.95 | | 0.675 | 3.564 | | 0.486 |
| EH | | 1.441 | 0.745 | | 2.162 | 1.117 | | 1.297 | 0.67 |
| EV | 4.05 | | -1.215 | 5.468 | | -1.64 | 4.05 | | -1.215 |
| LS | 1.285 | 2.213 | 1.715 | 2.249 | 3.873 | 3.002 | 2.249 | 3.873 | 3.002 |
| EQ | | | | | | | | | |
| Σ | | | | 12.667 | 6.035 | 3.154 | 9.863 | 5.17 | 2.943 |

**Estado Límite de EVENTO EXTREMO I**

| Ev.Extrem I | P (t) | H (t) | M (t-m) | Pu Máx (t) | Hu Máx (t) | Mu máx (t-m) | Pu Mín (t) | Hu Mín (t) | Mu mín (t-m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DC | 3.96 | | 0.54 | 4.95 | | 0.675 | 3.564 | | 0.486 |
| EH | | 1.441 | 0.745 | | 2.162 | 1.117 | | 1.297 | 0.67 |
| EV | 4.05 | | -1.215 | 5.468 | | -1.64 | 4.05 | | -1.215 |
| LS | 1.285 | 2.213 | 1.715 | 0.643 | 1.107 | 0.858 | 0.643 | 1.107 | 0.858 |
| EQ | | 1.919 | 1.612 | | 1.919 | 1.612 | | 1.919 | 1.612 |
| Σ | | | | 11.06 | 5.187 | 2.621 | 8.257 | 4.322 | 2.411 |

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

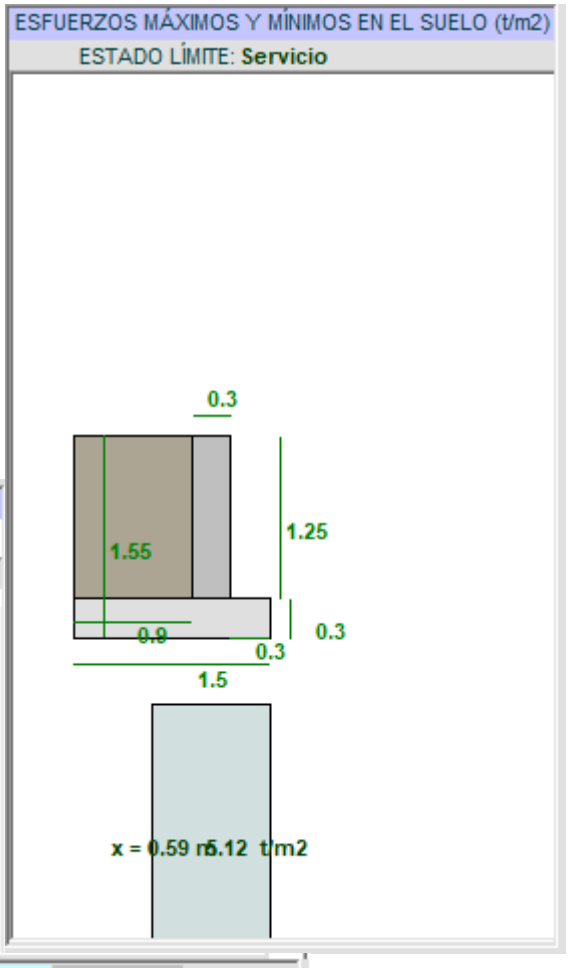
*Análisis de Estabilidad y Esfuerzos en el suelo (Estado Limite de Servicio).*

**CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO**

Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo: 18 t/m2 | Caso: MÍNIMO

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| ΣP | 9.3 | Sumatoria Fuerzas Verticales (t) |
| B | 1.5 | Ancho de la Zapata (m) |
| L | 2 | Longitud de la Zapata (m) |
| d | 0.45 | (MomEstab - MomVolc) / SumatP (m) |
| e calc | 0.3 | Excentricidad de la Carga (m) |
| Suelo | | |
| σv | 5.12 | Esfzo Vertical en Suelo (t/m2) |
| Roca | | |
| σv1 | - | Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2) |
| σv2 | - | Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2) |




d = (MomEstab - MomVolc) / SumatP  e = B / 2 - d

11.6.3.2-2 (3)

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO tercio medio

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

**CHEQUEO VOLCAMIENTO** E. LÍMITE:Servicio

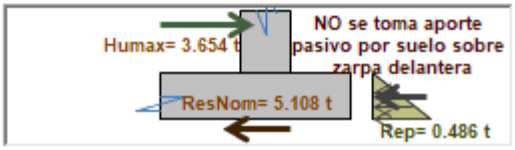
$e_{máx}$=. B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÍNIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2, Ev Extr

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| DCmuro | 2.43 | Mom(o) DCmuro(t-m) |
| EV | 4.25 | Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m) |
| LS | 0 | Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m) |
| SumaMestab | 6.68 | Sumator. Mom Estabilizantes (t-m) |
| EH | 0.74 | Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m) |
| LS | 1.72 | Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m) |
| Pseis | 0 | Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m) |
| SumaMvolc | 2.46 | Sumatoria Mom Volcamiento (t-m) |
| Ry | 9.3 | Sumatoria Fuerzas Verticales (t) |
| d | 0.45 | (MomEstab - MomVolc) / Ry (m) |
| e calculada | 0.3 | LongitudZap / 2 - d (m) |
| e máx | 0.5 | Excentric. Máx según Norma (m) |
| Diagnóstico | OK VOLC | Chequeo e(calc) vs e(máx) |

**CHEQUEO DESLIZAM** E. LÍMITE: **Servicio**

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| i | 0 | Ang Inclinación Relleno Delant (°) |
| β | 90 | Áng Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°) |
| δ | 0 | Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°) |
| ϕ | 30 | Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°) |
| Kp | 3 | Coeficiente de Presión Lateral Pasiva |
| hp1 | 0.3 | Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m) |
| qp1 | 1.62 | Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2) |
| Rep | 0.486 | Resistencia Nominal Básica Pasiva (t) |
| Rn_fricc | 5.108 | Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t) |
| Rn_Total | 5.594 | Resistencia Nominal Total (sin llave) (t) |
| Humáx | 3.654 | Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t) |
| Hu/Rntot | 0.653 | Cumple Deslizamiento SIN usar LLave |

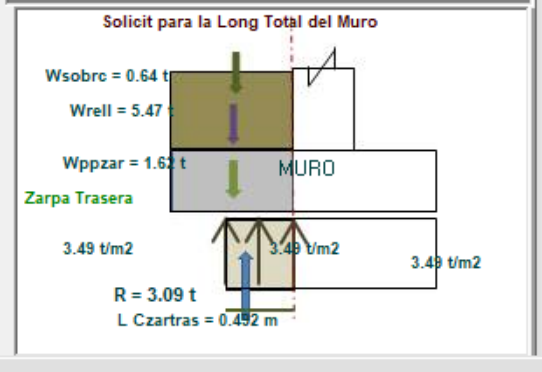


**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

**Estado Limite Evento Extremo**
**Diseño zarpa o talon**

Solicitaciones:

| | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Pzartras | -3.09 t | Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras |
| Wzarptras | 1.62 t | Carga Total por P.P. Zarpa Trasera |
| Wrelleno | 5.47 t | Carga Total por Peso del Relleno |
| Sobrec.Ver | 0.64 t | Carga por Comp. Vert Sobrecarga |
| Vu | 4.64 t | Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño |
| MuxReacc Sue | 0 t-m | Momento por Reacc Suelo |
| Mu x PPzarp | 0.73 t-m | Momento por P.P. Zarpa Trasera |
| Mu x Wrell | 2.46 t-m | Momento por Peso del Relleno |
| Mu x Sobrec | 0.58 t-m | Momento por CompV Sobrecarga |
| Sumat Mu | 3.77 t-m | Sumat de Momentos. Mu diseño |




Diseño a Flexión:

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| **Mu** | 3.768 t-m | Momento mayorado en la secc |
| **K** | 35.612 t-m | Mu/bd^2 |
| **m** | 23.529 t-m | fy/0.85f'c |
| **Ro Calc** | 3.768 t-m | Cuantía Acero de Diseño |
| **As calc** | 4.383 cm2 | Area Refuerzo Calculado Total |
| **Ic** | 0.004 m4 | Mom de Inercia de Sección Bruta |
| **fr** | 28.693 kg/cm2 | Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2 |
| **Mcr** | 8.608 t-m | Mom Agrietamiento |
| **Asmin(Mcr)** | 10.165 cm2 | Acero para Mom_Agrietam. |
| **1.33Ascal** | 5.829 cm2 | Acero Calculado x 1.33 |
| **Acero Domina** | **5.829 cm2** | \scalc<AsMin(Mcr). Prima 1.33As |
| **Arm Ppal Sug.** | **1 # 4 @ 0.3** | Armad Ppal Real Propuesta |
| **As real Coloc** | **8.445 cm2** | Area de Acero Real Colocado |
| **c** | **1.17 cm** | Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab |
| **εt** | **0.0483** | 0.003(dt-c)/c |
| **Chequeo** | et > 0.005 | Phi OK |
| **As RetracTemp** | **4.66 cm2/cara** | 2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7 |
| **Arm Retr Sug.** | **1 # 4 @ 0.25** | Armad Retracc Propuesta |

Carrera 11A No. 13-56 Edificio Manaure Of. 305, Tel. 5803736 Cel. 317-6551614
Valledupar - Cesar

Diseño a Cortante:

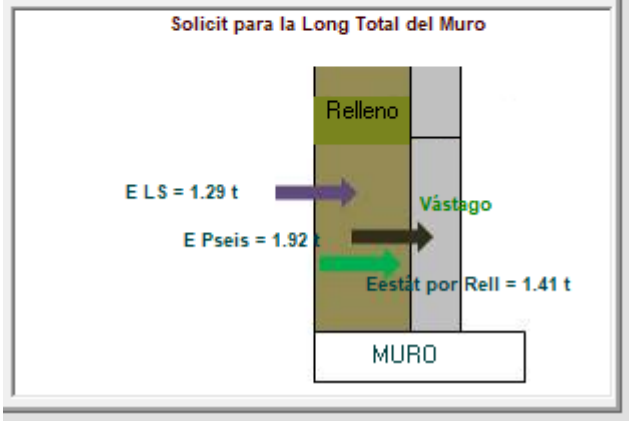
| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| dv1 0.9de | 0.21 m | Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9 |
| dv2 0.72h | 0.22 m | Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9 |
| dv dom | 0.22 m | Prof efec de Cortante dominante |
| Phi | 0.85 | Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2 |
| Beta | 2 | Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort |
| Vc | 32.86 t | Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3 |
| Vs | 0 | Vs =0 No Flejes |
| Vn | 32.86 t | Vn = Vc Art 5.8.3.3-1 |
| Vr | 29.58 t | Vr = phi x Vn |
| Vu | 4.64 t | Cortante Ult de Diseño |
| Chequeo | OK | Cortante OK |

*Diseño de la Zarpa Delantera o Dedo*

**Estado Limite Evento Extremo**

Solicitaciones:

| | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| E de Tierras EH | 1.41 t | Emp Estático de Tierras |
| E sísmico E Pseis | 1.92 t | Empuje Sísmico Pseis |
| E Sobrecarga LS | 1.29 t | Emp por Sobrecarga Viva |
| Sumat Empujes | 4.61 t | Sumat de Empujes = Vu diseño |
| Mom x E.Tierra EH | 0.59 t-m | Mom x Emp de Tierras |
| Mom por Pseis | 1.61 t-m | Mom por Fza Sísmica Pseis |
| Mom por LS | 1.16 t-m | Mom x SobrecViva LS |
| Sumat Momentos | 3.35 t-m | Sumat de Momentos = Mu diseño |



**ING. DIEGO FERNANDO QUIROGA SANTIAGO**
*ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE.*
*MP. 68202092070 STD.*

Diseño a Flexión:

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| **Mu** | 3.354 t-m | Momento mayorado en la secc |
| **K** | 31.706 t-m | Mu/bd^2 |
| **m** | 23.529 t-m | fy/0.85f'c |
| **Ro Calc** | 3.354 t-m | Cuantía Acero de Diseño |
| **As calc** | 3.897 cm2 | Area Refuerzo Calculado Total |
| **Ic** | 0.004 m4 | Mom de Inercia de Sección Bruta |
| **fr** | 28.693 kg/cm2 | Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2 |
| **Mcr** | 8.608 t-m | Mom Agrietamiento |
| **Asmin(Mcr)** | 10.165 cm2 | Acero para Mom_Agrietam. |
| **1.33Ascal** | 5.183 cm2 | Acero Calculado x 1.33 |
| **Acero Domina** | **5.183 cm2** | Ascalc<AsMín(Mcr). Prima 1.33As |
| **Arm Ppal Sug.** | **1 # 4 @ 0.3** | Armad Ppal Real Propuesta |
| **As real Coloc** | **8.445 cm2** | Area de Acero Real Colocado |
| **c** | **1.17 cm** | Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab |
| **εt** | **0.0483** | 0.003(dt-c)/c |
| **Chequeo** | et > 0.005 | Phi OK |
| **As RetracTemp** | **4.66 cm2/cara** | 2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7 |
| **Arm Retr Sug.** | **1 # 4 @ 0.25** | Armad Retracc Propuesta |

Diseño a Cortante:

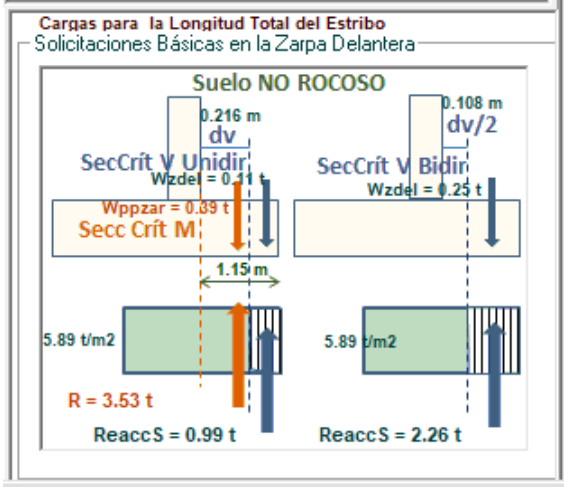
| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| dv1 0.9de | 0.21 m | Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9 |
| dv2 0.72h | 0.22 m | Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9 |
| dv dom | 0.22 m | Prof efec de Cortante dominante |
| Phi | 0.85 | Fact de Res a Cort Art 5.5.4.2 |
| Beta | 2 | Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort |
| Vc | 32.86 t | Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3 |
| Vs | 0 | Vs =0 No Flejes |
| Vn | 32.86 t | Vn = Vc Art 5.8.3.3-1 |
| Vr | 29.58 t | Cortante Resist Vr = phi x Vn |
| Vu | 4.61 t | Cortante Ult de Diseño |
| Chequeo | OK | Cortante OK |

*Diseño del Vástago o pantalla*

## Estado Limite Evento Extremo

Solicitaciones:

| | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Pzardel | 3.53 t | Carga Total Reacc Suelo Zarp Del |
| Wzardel | 0.39 t | Carga Total por P.P. Zarpa Delant |
| Vu | 0.88 t | Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño |
| Mu x ReaccSue | 0.53 t-m | Momento por Reacc Suelo |
| Mu x Wzarp | -0.06 t-m | Momento por P.P. Zarpa |
| Sumat Mu | 0.47 t-m | Sumatoria Momentos. Mu diseño |




Diseño a Flexión:

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| Mu | 0.472 t-m | Momento mayorado en la secc |
| K | 4.46 t-m | Mu/bd^2 |
| m | 23.529 t-m | fy/0.85f'c |
| Ro Calc | 0.472 t-m | Cuantía Acero de Diseño |
| As calc | 0.543 cm2 | Area Refuerzo Calculado Total |
| Ic | 0.004 m4 | Mom de Inercia de Sección Bruta |
| fr | 28.693 kg/cm2 | Módulo de Ruptura : 1.98(f'c)^1/2 |
| Mcr | 8.608 t-m | Mom Agrietamiento |
| Asmin(Mcr) | 10.165 cm2 | Acero para Mom_Agrietam. |
| 1.33Ascal | 0.723 cm2 | Acero Calculado x 1.33 |
| Acero Domina | 0.723 cm2 | Ascalc<AsMin(Mcr). Prima 1.33As |
| Arm Ppal Sug. | 1 # 4 @ 0.3 | Armad Ppal Real Propuesta |
| As real Coloc | 8.445 cm2 | Area de Acero Real Colocado |
| c | 1.17 cm | Alt blq compr: AsFy/.85f'cBetab |
| εt | 0.0483 | 0.003(dt-c)/c |
| Chequeo | et > 0.005 | Phi OK |
| As RetracTemp | 4.66 cm2/cara | 2.33<=0.75bh /(2(b+h)Fy)<=12.7 |
| Arm Retr Sug. | 1 # 4 @ 0.25 | Armad Retracc Propuesta |

Diseño a Cortante:

| | Valor | Simbología |
|---|---|---|
| dv1 0.9de | 0.21 m | Profund efec de Cortante (a) Art 5.8.2.9 |
| dv2 0.72h | 0.22 m | Profund efec de Cortante (b) Art 5.8.2.9 |
| dv dom | 0.22 m | Prof efec de Cortante dominante |
| Phi | 0.9 | Fact ResisCort Art 5.5.4.2 Concr Normal |
| Vs | 0 | Vs = 0 -->> No Flejes |
| | | ACCIÓN EN UNA DIRECCIÓN |
| Beta | 2 | Fact.Cap Concr Agr Diag Tracc y Cort |
| Vc | 32.86 t | Vc=0.083Betaf'c^(1/2)bvdv Art 5.8.3.3-3 |
| Vn | 32.86 t | Vn = Vc Art 5.8.3.3-1 |
| Vr | 29.58 t | Cortante Resist Vr = phi x Vn |
| Vu | 0.88 t | Cortante Ult Diseño.SeccCrít: a dv cara |
| Chq1direcc | Vr>Vu:OK | Cort Una Direcc OK |
| | | ACCIÓN EN DOS DIRECCIONES |
| Beta_c | 9.259 | Rel lado largo/corto rectáng aplic.carga |
| bo | 4.43 m | bo = Perímetro de la Sección Crítica |
| Vc | 90.21 t | (.17+.33/Betac)Sq(fc)bodv<.33Sq(fc)bodv |
| Vr | 81.19 t | Cortante Resist Vr = phi x Vn Vn = Vc |
| Vu | 2.01 t | Cortante Ult Dis. Secc Crít: dv/2 de cara |
| Ch.2Direcc | Vr>Vu:OK | Cort Dos Direcc OK |
| | | |
| Ch.GLOBAL | Vr>Vu:OK | Cortante Global OK |

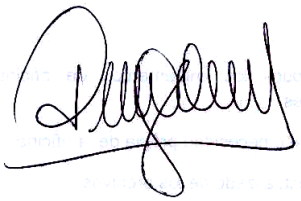
*Envolventes de Diseño del Muros Aleta*

Armadura principal a Flexión

| Estado Límite | ZarDel.Abajo | ZarTras.Abajo | ZarTras.Arrib | Vást.CaraRellen |
|---|---|---|---|---|
| Servicio I | 1 # 4 @ 0.3 | - | 1 # 4 @ 0.3 | 1 # 4 @ 0.3 |
| Resistencia I | 1 # 4 @ 0.3 | - | 1 # 4 @ 0.3 | 1 # 4 @ 0.3 |
| Ev Extremo I | 1 # 4 @ 0.3 | - | 1 # 4 @ 0.3 | 1 # 4 @ 0.3 |
| **Envolvente** | **1 # 4 @ 0.3** | - | **1 # 4 @ 0.3** | **1 # 4 @ 0.3** |

Chequeo a Cortante

| Estado Límite | ZarDelant Vr / Vu | ZarTrasera Vr / Vu | Vástago Vr / Vu |
|---|---|---|---|
| Servicio I | 40.05 | 8.51 | 7.96 |
| Resistencia I | 22.11 | 3.63 | 4.73 |
| Ev Extremo I | 33.58 | 6.37 | 6.06 |
| **Envolvente** | **OK CORTE** | **OK CORTE** | **OK CORTE** |



**ING. DIEGO F. QUIROGA S.**
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE
MP. 682020-92070 STD.

**CONCLUSIONES:**

1. Las estructuras se diseñaron de acuerdo con el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, 2014, y para una carga viva CCP-14 de la misma entidad. Es de obligatorio conocimiento tanto para el Contratista como para el Interventor, los apartes de dicha norma que apliquen en este diseño.

2. Los elementos de concreto reforzado están diseñados por el método de factores de carga.

3. Se usará concreto con agregado grueso de origen ígneo asi:

| | |
|---|---|
| Losas y Soleras: | 21 MPa |
| Muros y Aletas: | 21 MPa |
| Concreto de limpieza : | 14 MPa |

Modulo de Elasticidad
Ec=57000wÖf'c PSI

Tamaño máximo nominal sugerido de agregado grueso 1"

4. Se usará acero de refuerzo corrugado de fy 420 MPa. en toda la estructura.

5. Cargas de diseño

| | |
|---|---|
| Peso unitario del concreto | 2.4 t/m³ |
| Espesor Estructura de Pavimento | 0.50 m |

6. Parámetros sísmicos

El Box Coulvert se encuentra en una Zona Sísmica Baja: tiene los siguientes parámetros:

Aceleración Horizontal del terreno
PGA = 0.10 (g)
Aceleración espectral máxima Ss = 0.20 (g)
Perfil del Suelo
Tipo = D

Factor de Sitio Periodo Corto
Fa = 1.60
Factor de Sitio Periodo Largo
Fv = 2.4

7. Parámetros geotécnicos:

| | |
|---|---|
| Densidad de relleno | 1.80 ton/m³ |
| Ángulo de fricción | 30° |
| Coeficiente de presión activa | Ka=0.3610 |
| Coeficiente de presión pasivo | Kp=0.30 |

8. Los Elementos estructurales están dimensionados para satisfacer en todos los estados limites de servicio, Fatiga, Resistencia y Eventos Extremos. Estos elementos estructurales en concreto reforzado, están diseñados para resistir esfuerzos y deformaciones durante la construcción y vida útil de la misma.

9. Algunas varillas de longitud mayor que las comerciales podrían aparecer en estos planos sin indicar el punto obligado de traslapo, con lo cual el constructor tiene la opción de usar diferentes combinaciones de varillas. Dentro de una longitud de traslapo no se traslaparán más del 50% de las varillas. Los traslapos se harán por fuera de las zonas de máxima tensión. La longitud de traslapo corresponde al tipo B de la Norma Colombiana, AASHTO ó ACI. Ver Cuadro 1.

10. Ver Recomendaciones Geotecnicas en el Volumen - Estudio de Suelos.

Es de obligatorio conocimiento tanto para el contratista, como para el interventor lo allí planteado. El material encontrado en el fondo de las excavaciones será aprobado por el interventor y/o un ingeniero de Suelos.

11. En las cantidades de obra no se incluyen desperdicios.

12. El recubrimiento libre del refuerzo es:

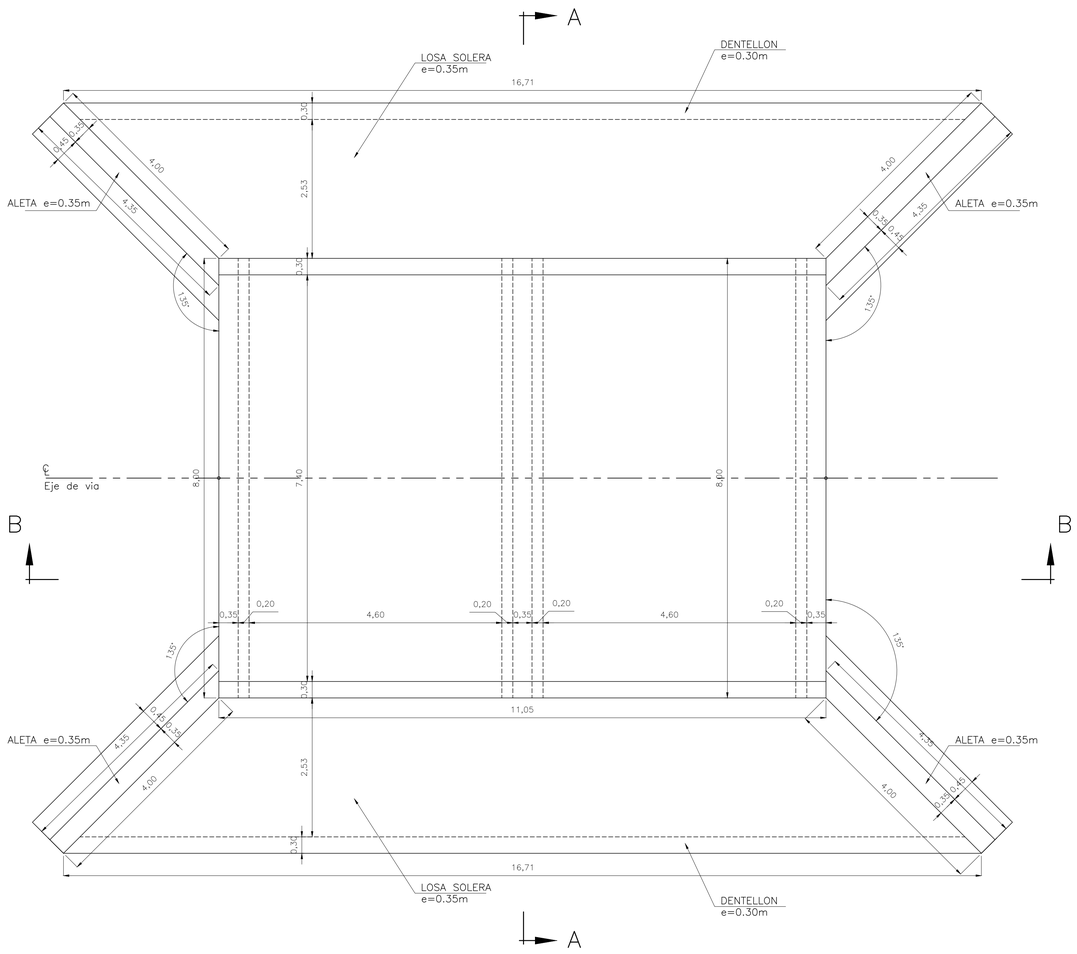
| | |
|---|---|
| Concreto instalado directamente con el suelo: | 0.075 m |
| Concreto de Losas y muros expuestos a Intemperie | 0.050 m |

13. Ver Detalle de Ganchos Estándar en Cuadro 2.

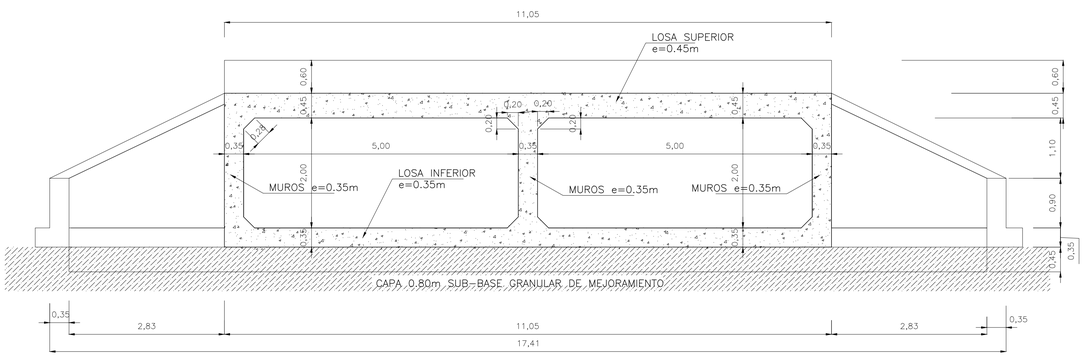
14. El acero de repartición de la solera debe ir embebido 30 cm., en el concreto de las placas de fondo y muros del cajón respectivamente

15. Es responsabilidad del contratista ejecutar los cuadros de despiece. Los cuadros de despieces mostrados se deben utilizar únicamente como referencia.

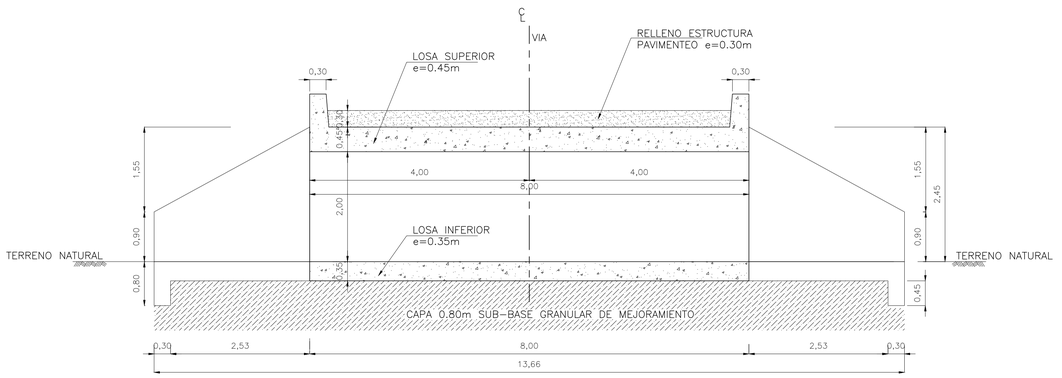
16. El contratista deberá verificar todas las dimensiones y niveles con los planos.




PLANTA UBICACION
BOX COULVERT
ESCALA 1:50




CORTE B–B
BOX COULVERT
ESCALA 1:50




CORTE A–A
BOX COULVERT
ESCALA 1:50

PARÁMETROS DE DISEÑO:

1. Las estructuras se diseñaron de acuerdo con el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, 2014, y para una carga viva CCP–14 de la misma entidad. Es de obligatorio conocimiento tanto para el Contratista como para el Interventor, los apartes de dicha norma que apliquen en este diseño.
2. Los elementos de concreto reforzado están diseñados por el método de factores de carga.
3. Se usará concreto con agregado grueso de origen ígneo así:

| | |
|---|---|
| Losas y Soleras: | 28 MPa |
| Muros y Aletas: | 28 MPa |
| Concreto de limpieza : | 14 MPa |
| Modulo de Elasticidad | Ec=57000w√f'c PSI |
| Tamaño maximo nominal sugerido de agregado grueso | 1" |

4. Se usará acero de refuerzo corrugado de fy 420 MPa. en toda la estructura.
5. Cargas de diseño

| | |
|---|---|
| Peso unitario del concreto | 2.4 t/m³ |
| Espesor Estructura de Pavimento | 0.50 m |

6. Parámetros sísmicos

El Box Coulvert se encuentra en una Zona Sismica Baja: tiene los siguientes parámetros:

| | |
|---|---|
| Aceleración Horizontal del terreno | PGA = 0.10 (g) |
| Aceleración espectral máxima | Ss = 0.20 (g) |
| Perfil del Suelo | Tipo = D |
| Factor de Sitio Periodo Corto | Fa = 1.60 |
| Factor de Sitio Periodo Largo | Fv = 2.4 |

7. Parámetros geotécnicos:

| | |
|---|---|
| Densidad de relleno | 1.80 ton/m³ |
| Ángulo de fricción | 30° |
| Coeficiente de presión activa | Ka=0.3610 |
| Coeficiente de presión pasivo | Kp=0.30 |

NOTAS PARA FUNDACIONES:

1. **Debe realizarse un mejoramiento de la fundación reemplazando el terreno natural por una capa de sub–base granular de 0.80m, compactada al 95% PM, cumpliendo Norma Invias ART. 320.**
2. **Las fundaciones se construirán sobre un solado ó concreto de limpieza Clase F de 0.05 m. con un f'c de 14 MPa para tener una superficie de trabajo limpia y cómoda.**
3. **El lleno en la cara posterior del Muro de Contención se hará siguiendo las recomendaciones del INVIAS en el articulo A–220.**

   **La compactación de este material se realizará por capas no mayores de 0.15 m; se debe llevar la compactación hasta alcanzar una densidad igual o mayor al 98% de la densidad seca determinada por el ensayo de Proctor modificado, siguiendo las recomendaciones de INVIAS, en el articulo E–142.**

NOTAS GENERALES:

1. Los Elementos estructurales están dimensionados para satisfacer en todos los estados límites de servicio, Fatiga, Resistencia y Eventos Extremos. Estos elementos estructurales en concreto reforzado, están diseñados para resistir esfuerzos y deformaciones durante la construcción y vida útil de la misma.
2. Algunas varillas de longitud mayor que las comerciales podrían aparecer en estos planos sin indicar el punto obligado de traslapo, con lo cual el constructor tiene la opción de usar diferentes combinaciones de varillas. Dentro de una longitud de traslapo no se traslaparán más del 50% de las varillas. Los traslapos se harán por fuera de las zonas de máxima tensión. La longitud de traslapo corresponde al tipo B de la Norma Colombiana, AASHTO 6 ACI. Ver Cuadro 1.
3. Ver Recomendaciones Geotecnicas en el Volumen – Estudio de Suelos.

   Es de obligatorio conocimiento tanto para el contratista, como para el interventor lo allí planteado. El material encontrado en el fondo de las excavaciones será aprobado por el interventor y/o un ingeniero de Suelos.
4. En las cantidades de obra no se incluyen desperdicios.
5. El recubrimiento libre del refuerzo es:

| | |
|---|---|
| Concreto instalado directamente con el suelo: | 0.075 m |
| Concreto de Losas y muros expuestos a Intemperie | 0.050 m |

6. Ver Detalle de Ganchos Estándar en Cuadro 2.
7. El acero de repartición de la solera debe ir embebido 30 cm., en el concreto de las placas de fondo y muros del cajón respectivamente
8. Es responsabilidad del contratista ejecutar los cuadros de despiece. Los cuadros de despieces mostrados se deben utilizar únicamente como referencia.
9. El contratista deberá verificar todas las dimensiones y niveles con los planos.
10. Todas las medidas están dadas en metros.



MUNICIPIO DE MANAURE

DEPARTAMENTO DEL CESAR

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA VIA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA
MUNICIPIO DE MANAURE
DEPARTAMENTO DEL CESAR

CONTENIDO

BOX-COULVERT (K2+745.0)

PLANTA DE UBICACION

CORTES - ALZADOS

NOTAS GENERALES

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

DISEÑO ESTRUCTURAL

ING. DIEGO F. QUIROGA S.
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE
MP. 88202092070 STD.
CEL. 3176551614

Vo. Bo.

ALCALDE MUNICIPAL

Vo. Bo.

SECRETARIO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL

OBSERVACIONES

| ESCALA | FECHA |
|---|---|
| INDICADAS | JULIO DE 2025 |

PLANO Nº ES-01

| VERSIÓN | DE |
|---|---|
| | |

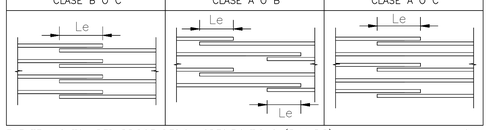
| CUADRO DE REFUERZO BOX COLULVERT | | | | |
|---|---|---|---|---|
| MARCA | ø | CANTIDAD | LONGITUD | PESO(kg) |
| VARILLAS RECTAS | | | | |
| G | 1/2" | 138 | 8.30 | 1145.40 |
| H | 1/2" | 114 | 8.30 | 946.20 |
| B | 7/8" | 40 | 8.00 | 979.20 |
| M | 3/4" | 40 | 6.00 | 540.00 |
| N | 3/4" | 40 | 8.00 | 720.00 |
| VARILLAS DOBLADAS | | | | |
| A | 3/4" | 80 | 4.50 | 810.00 |
| C | 3/4" | 80 | 4.50 | 810.00 |
| D | 7/8" | 40 | 11.40 | 1395.36 |
| E | 3/4" | 80 | 4.00 | 720.00 |
| F | 3/4" | 160 | 3.18 | 1144.80 |
| I | 1/2" | 64 | 1.58 | 101.12 |
| J | 1/2" | 64 | 1.60 | 102.40 |
| K | 1/2" | 64 | 1.76 | 112.64 |
| L | 1/2" | 64 | 1.73 | 110.72 |
| Total Acero Box Coulvert = 9637.84 kg | | | | |

| CANTIDADES DE CONCRETO BOX COULVERT | | |
|---|---|---|
| ELEMENTO | RESISTENCIA 21 DIAS (Mpa) | CANTIDAD (m3) |
| LOSA SUP. | 21 | 39.78 |
| LOSA INF. | 21 | 30.94 |
| MUROS | 21 | 18.08 |
| | | |
| | | |
| Total Concreto Box-Coulvert = 88.80m3 | | |

CUADRO 1:

| LONGITUDES MÍNIMAS DE TRASLAPO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| øBarra | | Le(cm) | | | | | |
| (pulg) | (cm) | CLASE A | CLASE B | CLASE C | Para refuerzo horizontal con mas de 30cm de concreto por debajo. CLASE A | CLASE B | CLASE C |
| 3/8" | 0.95 | 24 | 31 | 41 | 34 | 44 | 57 |
| 1/2" | 1.27 | 32 | 42 | 54 | 45 | 58 | 76 |
| 5/8" | 1.59 | 40 | 52 | 68 | 56 | 73 | 95 |
| 3/4" | 1.91 | 50 | 64 | 84 | 69 | 90 | 118 |
| 7/8" | 2.22 | 67 | 88 | 115 | 94 | 123 | 161 |
| 1" | 2.54 | 88 | 115 | 150 | 123 | 160 | 210 |
| 1⅛" | 2.87 | 112 | 146 | 191 | 157 | 204 | 267 |
| 1¼" | 3.23 | 142 | 185 | 242 | 199 | 259 | 338 |

CLASE B Ó C | CLASE A Ó B | CLASE A Ó C

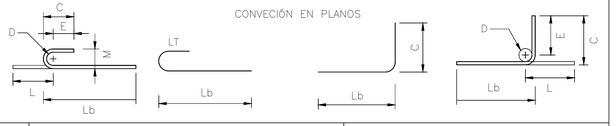



FUENTE AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS (5.11.5.3) JCNM

CUADRO 2:

DETALLE DE GANCHOS ESTANDAR

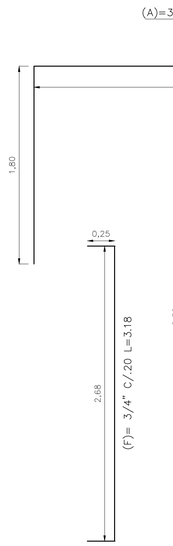
CONVECIÓN EN PLANOS

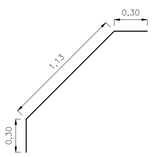



| øBarra | GANCHO ESTANDAR A 180 GRADOS | | | | | | | 90 GRADOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D (cm) | E (cm) | C (cm) | M (cm) | L (cm) | Longitud Gancho (LT) Longitud Teórica (cm) | Longitud Práctica (cm) | D (cm) | E (cm) | C (cm) | L (cm) | Longitud Gancho (LT) cm Longitud Teórica (cm) | Longitud Práctica (cm) |
| 3/8" | 5.72 | 6.50 | 10.31 | 7.62 | 16.97 | 13.2 | 15 | 5.72 | 11.43 | 15 | 16.67 | 12.9 | 15 |
| 1/2" | 7.62 | 6.50 | 11.58 | 10.16 | 20.46 | 15.24 | 15 | 7.62 | 15.24 | 20 | 22.22 | 17.1 | 20 |
| 5/8" | 9.53 | 6.50 | 12.85 | 12.70 | 23.96 | 19.05 | 20 | 9.53 | 19.05 | 25 | 27.78 | 21.4 | 25 |
| 3/4" | 11.43 | 7.62 | 15.24 | 15.24 | 28.57 | 22.86 | 25 | 11.43 | 22.86 | 30 | 33.33 | 25.7 | 25 |
| 7/8" | 13.34 | 8.89 | 17.78 | 17.78 | 33.33 | 26.67 | 25 | 13.34 | 26.67 | 35 | 38.89 | 30.0 | 30 |
| 1" | 15.24 | 10.16 | 20.32 | 20.32 | 38.09 | 30.48 | 30 | 15.24 | 30.48 | 40 | 44.44 | 34.3 | 35 |

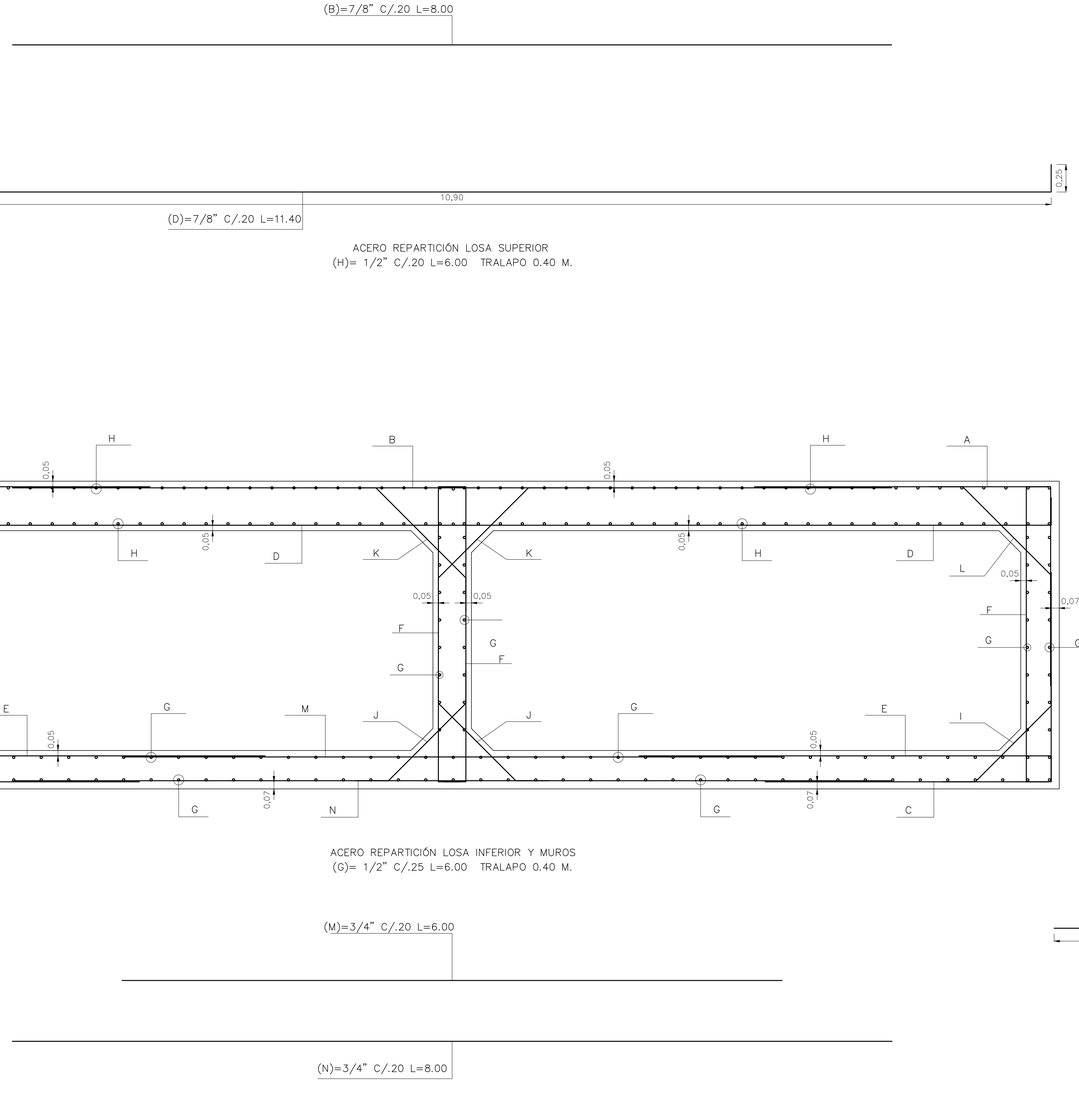
NOTA: La longitud de gancho (LT) que aparece en esta tabla, es la que se debe agregar a la longitud de la barra (Lb) para encontrar la longitud de corte de la misma.

FUENTE AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS (5.11.2.4) JCNM



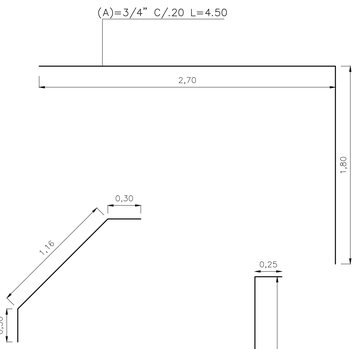




(L)=1/2" C/.25 L=1.73




ACERO REPARTICIÓN LOSA SUPERIOR
(H)= 1/2" C/.20 L=6.00 TRALAPO 0.40 M.

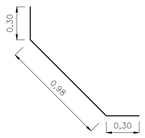
ACERO REPARTICIÓN LOSA INFERIOR Y MUROS
(G)= 1/2" C/.25 L=6.00 TRALAPO 0.40 M.



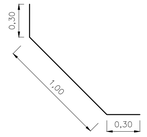




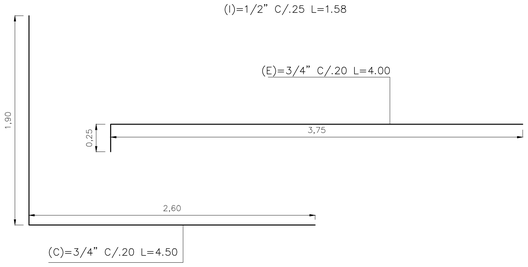
(K)=1/2" C/.25 L=1.76




(I)=1/2" C/.25 L=1.58

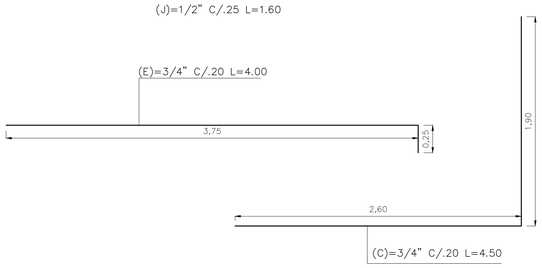



(J)=1/2" C/.25 L=1.60










## ARMADO SECCION BOX COULVERT

ESCALA 1:25



MUNICIPIO DE MANAURE

DEPARTAMENTO DEL CESAR

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA VIA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA MUNICIPIO DE MANAURE DEPARTAMENTO DEL CESAR

CONTENIDO

BOX-COULVERT (K2+745.0)

DETALLE REFUERZO

LOSAS Y MUROS

NOTAS GENERALES

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

DISEÑO ESTRUCTURAL

ING. DIEGO F. QUIROGA S.
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE
MP. 88202092070 STD.
CEL. 3176551614

Vo. Bo.

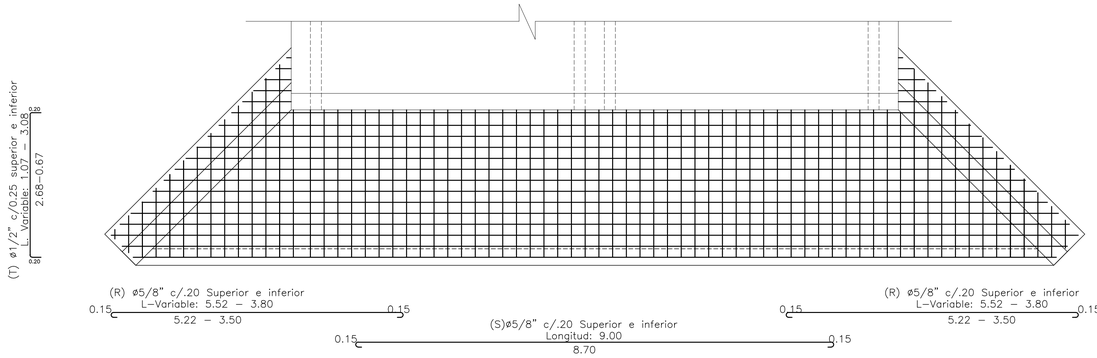
ALCALDE MUNICIPAL

Vo. Bo.

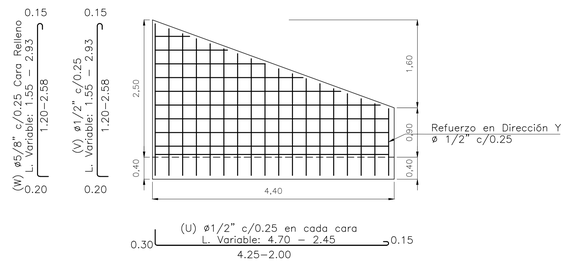
SECRETARIO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL

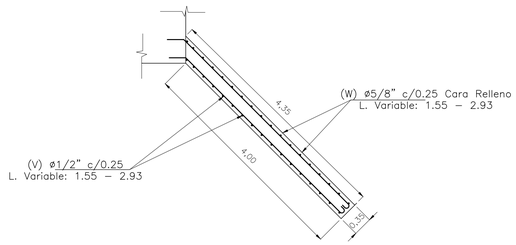
OBSERVACIONES

| ESCALA | FECHA |
|---|---|
| INDICADAS | JULIO DE 2025 |
| PLANO Nº | ES-02 |
| VERSIÓN | DE |



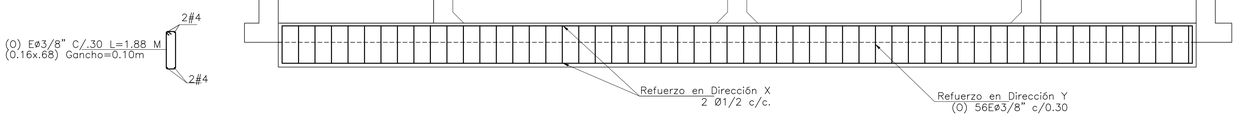

REFUERZO LOSA SUPERIOR
OBRA PARA BOX EXISTENTE
ESCALA 1:25

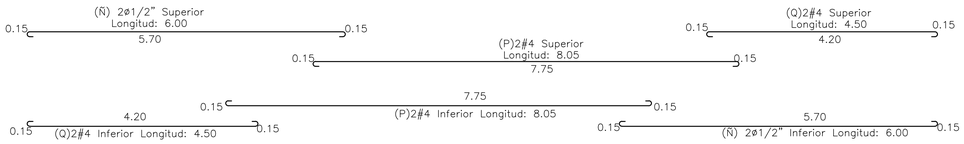


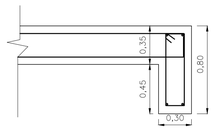

DETALLE REFUERZO ALETAS
PARA BOX COULVERT (SON 4 ALETAS)
ESCALA 1:50

NOTA IMPORTANTE: LOS ACEROS DE LAS ALETAS DEBERAN ANCLARSE
POR LO MENOS 0.30 M EN EL CUERPO DEL BOX-COULVERT EXISTENTE, ANTES DE LA FUNDIDA

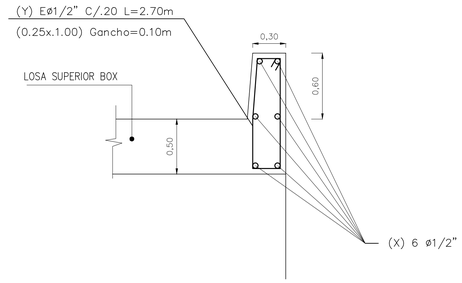



ALZADO CABEZAL BOX COULVERT
REFUERZO DENTELLON (SON 2)
ESCALA 1:50




DETALLE ANCLAJE SOLERA
(2.00X1.00)
SIN ESCALA




BORDILLO BOX
SON 24m
ESCALA 1:25

CUADRO DE REFUERZO CABEZAL
ALETAS Y SOLERAS BOX COULVERT

| MARCA | ø | CANTIDAD | LONGITUD | PESO(kg) |
|---|---|---|---|---|
| VARILLAS RECTAS | | | | |
| X | 1/2" | 12 | 12.00 | 144.00 |
| Y | 1/2" | 120 | 2.70 | 324.00 |
| | | | | |
| VARILLAS DOBLADAS | | | | |
| Ñ | 1/2" | 8 | 6.00 | 48.00 |
| O | 3/8" | 112 | 1.88 | 117.91 |
| P | 1/2" | 8 | 8.05 | 64.40 |
| Q | 1/2" | 8 | 4.50 | 36.00 |
| R | 5/8" | 112 | 4.66 | 814.20 |
| S | 5/8" | 56 | 9.00 | 786.24 |
| T | 1/2" | 280 | 2.08 | 581.00 |
| U | 1/2" | 80 | 3.58 | 286.00 |
| V | 1/2" | 72 | 2.24 | 161.28 |
| W | 5/8" | 72 | 2.24 | 251.60 |

Total Acero Aletas y Soleras Box Coulvert = 3614.63 kg

CANTIDADES DE CONCRETO
ALETAS Y SOLERAS BOX

BOX COULVERT

| ELEMENTO | RESISTENCIA 21 DIAS (Mpa) | CANTIDAD (m3) |
|---|---|---|
| LOSA SOLERAS | 21 | 32.41 |
| MUROS ALETAS | 21 | 10.20 |
| DENTELLON | 21 | 4.52 |
| | | |
| | | |

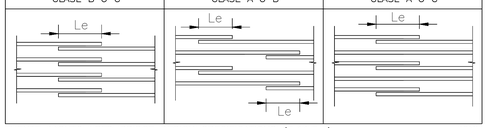
Total Concreto Aletas y Soleras Box–Coulvert = 47.13m3

CUADRO 1:

LONGITUDES MÍNIMAS DE TRASLAPO

| øBarra | | Le(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Para refuerzo horizontal con mas de 30cm de concreto por debajo. | | |
| (pulg) | (cm) | CLASE A | CLASE B | CLASE C | CLASE A | CLASE B | CLASE C |
| 3/8" | 0.95 | 24 | 31 | 41 | 34 | 44 | 57 |
| 1/2" | 1.27 | 32 | 42 | 54 | 45 | 58 | 76 |
| 5/8" | 1.59 | 40 | 52 | 68 | 56 | 73 | 95 |
| 3/4" | 1.91 | 50 | 64 | 84 | 69 | 90 | 118 |
| 7/8" | 2.22 | 67 | 88 | 115 | 94 | 123 | 161 |
| 1" | 2.54 | 88 | 115 | 150 | 123 | 160 | 210 |
| 1⅛" | 2.87 | 112 | 146 | 191 | 157 | 204 | 267 |
| 1¼" | 3.23 | 142 | 185 | 242 | 199 | 259 | 338 |

CLASE B Ó C | CLASE A Ó B | CLASE A Ó C




FUENTE AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS (5.11.5.3) JCNM

CUADRO 2:

DETALLE DE GANCHOS ESTANDAR




| øBarra | GANCHO ESTANDAR A 180 GRADOS | | | | | | | 90 GRADOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D (cm) | E (cm) | C (cm) | M (cm) | L (cm) | Longitud Gancho (LT) Teórica (cm) | Longitud Gancho (LT) Práctica (cm) | D (cm) | E (cm) | C (cm) | L (cm) | Longitud Gancho (LT) cm Teórica (cm) | Longitud Gancho (LT) cm Práctica (cm) |
| 3/8" | 5.72 | 6.50 | 10.31 | 7.62 | 16.97 | 13.2 | 15 | 5.72 | 11.43 | 15 | 16.67 | 12.9 | 15 |
| 1/2" | 7.62 | 6.50 | 11.58 | 10.16 | 20.46 | 15.24 | 15 | 7.62 | 15.24 | 20 | 22.22 | 17.1 | 20 |
| 5/8" | 9.53 | 6.50 | 12.85 | 12.70 | 23.96 | 19.05 | 20 | 9.53 | 19.05 | 25 | 27.78 | 21.4 | 25 |
| 3/4" | 11.43 | 7.62 | 15.24 | 15.24 | 28.57 | 22.86 | 25 | 11.43 | 22.86 | 30 | 33.33 | 25.7 | 25 |
| 7/8" | 13.34 | 8.89 | 17.78 | 17.78 | 33.33 | 26.67 | 25 | 13.34 | 26.67 | 35 | 38.89 | 30.0 | 30 |
| 1" | 15.24 | 10.16 | 20.32 | 20.32 | 38.09 | 30.48 | 30 | 15.24 | 30.48 | 40 | 44.44 | 34.3 | 35 |

NOTA: La longitud de gancho (LT) que aparece en esta tabla, es la que se debe agregar a la longitud de la barra (Lb) para encontrar la longitud de corte de la misma.

FUENTE AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS (5.11.2.4) JCNM

MUNICIPIO DE MANAURE

DEPARTAMENTO DEL CESAR

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA VIA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA MUNICIPIO DE MANAURE DEPARTAMENTO DEL CESAR

CONTENIDO

BOX-COULVERT (K2+745.0)

DETALLE REFUERZO

MUORS ALETAS Y SOLERAS

NOTAS GENERALES

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

DISEÑO ESTRUCTURAL

ING. DIEGO F. QUIROGA S.
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UNINORTE
MP. 68202092070 STD.
CEL. 3176551614

Vo. Bo.

ALCALDE MUNICIPAL

Vo. Bo.

SECRETARIO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL

OBSERVACIONES

| ESCALA | FECHA |
|---|---|
| INDICADAS | JULIO DE 2025 |
| PLANO Nº | |
| ES-03 | |
| VERSIÓN | DE |