

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIADUCTO
ELEVADO CON VIGAS CAJÓN POSTENSADAS EN
TRAMO CURVO DEL PROYECTO TREN ELÉCTRICO**

TOMO II

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

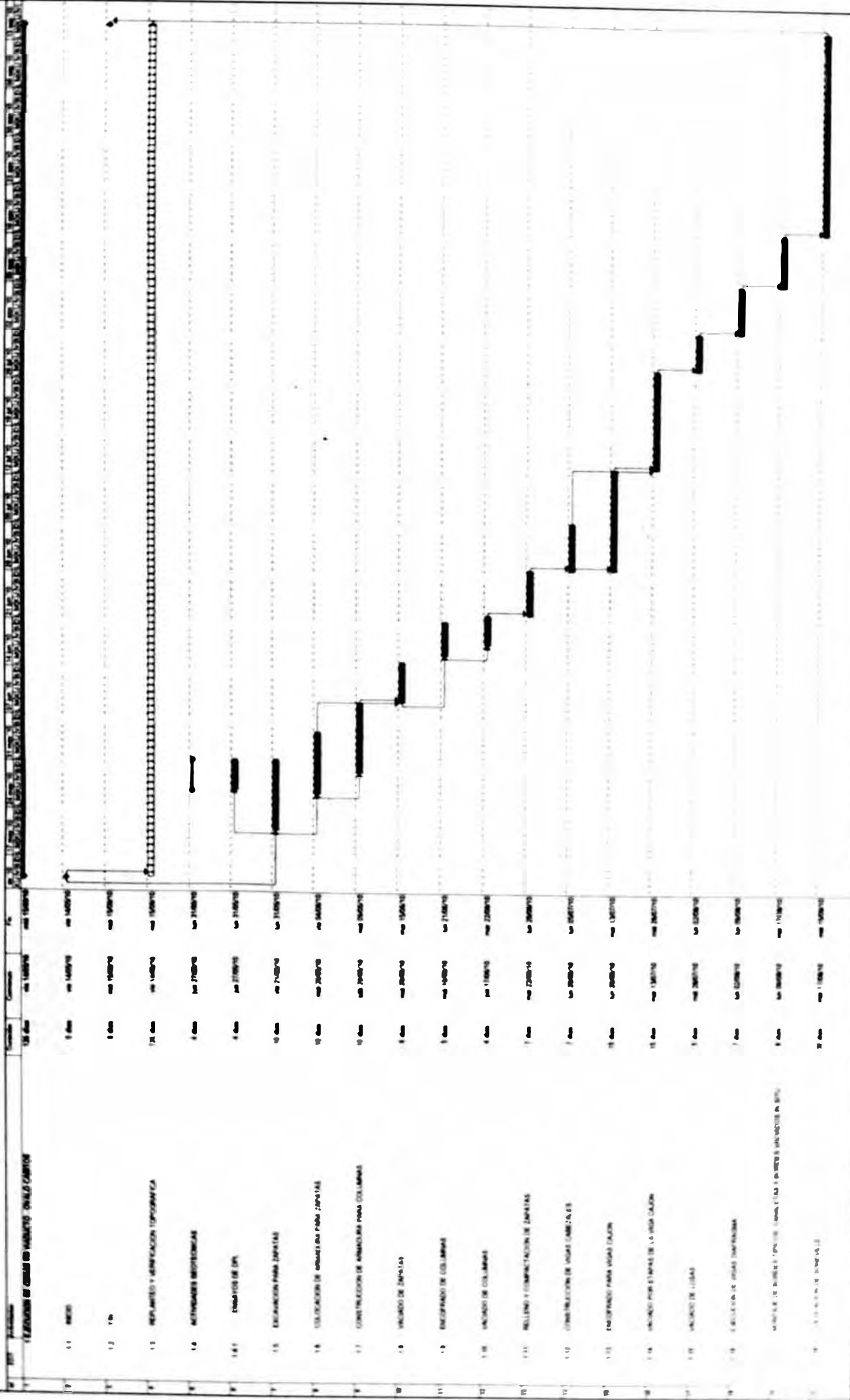
JOSE ALEXANDER ORDOÑEZ GUEVARA

Lima- Perú

2012

ANEXO 1

CONSTRUCCION DE VADUCTO CON VIGAS CAJON - OVALO CABITOS



ESTUDIO GEOTECNICO

INDICE

1. GENERALIDADES

- 1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO
- 1.2 DEFINICIONES
- 1.3 UBICACION DEL TRAMO EN ESTUDIO
- 1.4 CARACTERISTICAS DE LAS ESTRUCTURAS

2. GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

3. INVESTIGACIONES DE CAMPO

- 3.1 CALICATAS
- 3.2 ENSAYOS DE CARGA
 - 3.2.1 Ubicación
 - 3.2.2 Equipo Utilizado
 - 3.2.3 Procedimiento del Ensayo de Carga Directa Estática
 - 3.2.4 Resultados
 - 3.2.5 Modulo de Reacción de la Subrasante
- 3.3 ENSAYOS GEOFISICOS
- 3.4 ENSAYOS DE SPT

4. INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

5. ZONIFICACION DEL SUBSUELO

- 5.1 PERFIL ESTRATIGRAFICO

6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

- 6.1 PARAMETROS GEOTECNICOS
- 6.2 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
- 6.3 CAPACIDAD ADMISIBLE
 - 6.3.1 Capacidad Admisible por Resistencia
 - 6.3.2 Capacidad Admisible por Asentamiento
 - 6.3.3 Resultados
 - 6.3.4 Verificación por Distorsión Angular y Asentamientos Permisibles
- 6.4 METODO EMPIRICO
- 6.5 ANALISIS QUIMICO DE LA CIMENTACION
- 6.6 ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

LAMINAS

TABLAS

REGISTRO DE CALICATAS

ENSAYO DE CARGA

ENSAYOS SISMICOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

ANALISIS DE LA CIMENTACION

PANEL FOTOGRAFICO

PLANO

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Este estudio documenta el Estudio Geotécnico de Cimentación de las Obras Civiles del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, realizado a lo largo del Tramo J, K y L. El estudio tuvo el propósito de determinar las condiciones del subsuelo, elaborar el perfil estratigráfico del terreno, determinar los parámetros de diseño y alternativas de cimentación de las Obras del TEL. Además de presentar los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar los parámetros geotécnicos del suelo al nivel de cimentación de las estructuras proyectadas.
- Zonificación geotécnica
- Determinar la capacidad portante del suelo
- Determinar los asentamientos del suelo a nivel de cimentación
- Estabilidad de talud de corte de las excavaciones
- Análisis Químico de la Cimentación
- Uso del material de las excavaciones
- Conclusiones y recomendaciones.

1.2 DEFINICIONES

TEL : Tren Eléctrico de Lima.

CTEL: Consorcio Tren Eléctrico de Lima.

1.3 UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

Las obras del proyecto TEL, materia del presente estudio, están ubicadas a lo largo de los tramos J,K y L, comprende desde la Estación Jorge Chávez hasta la Estación Cabitos.

1.4 CARACTERISTICAS DE LAS ESTRUCTURAS

Las estructuras principales que se proyectan construir a lo largo del tramo J, K y L del TEL se describen a continuación:

1.4.1 Tramo J.

El tramo inicia en el puente Otocongo y finaliza en la calle Conde de Nieva (Dist. De Surco).

De acuerdo a la inspección realizada y la información proporcionada por CTTEL, el tramo J está constituido por un viaducto terminado a excepción de la obra de la Estación Jorge Chávez proyectada para su construcción.

1.4.2 Tramo K

El tramo inicia en la calle Conde de Nieva (Dist. De Surco) y finaliza en la Av. Ayacucho, a lo largo del tramo este se encuentra sin estructuras construidas, que forme parte del proyecto del TEL. las principales estructuras proyectadas para su construcción se resume a continuación:

* Cruce de 30m. en Av. Tomas Marsano y Av. Santiago de Surco

- * Cruce de 40m. de luz en Av. Tomas Marsano y Av. Ayacucho
- *Cruces típicos de 20 a 25 metros de luz.

1.4.3 Tramo L.

Este tramo se inicia en la intersección de la Av. Tomas Marsano y la Av. Ayacucho y llega hasta la estación Cabitos, a lo largo del tramo se proyecta construir las siguientes estructuras:

- * Cruce de 35 m. en la Av. Tomas Marsano y Jr. Boscon.
- *Cruce de 40m. de luz en Paso de Desnivel a Ovalo Cabitos.
- * Cruce de 30,35 y 30m de luz respectivamente en Ovalo Cabitos
- *Cruces típicos de 20 a 25 metros de luz.

En los tramos sin estructuras se proyectan monocolumnas, los esfuerzos se transmitirán al suelo a través de zapatas rígidas, las dimensiones propuestas por CTEL se muestra en la Tabla N° 1:

Tabla N°1:

Dimensiones de Zapatas Para el TEL

Dimensiones (m)	
Ancho (B)	Largo (L)
8	11
9	13

2. GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

El sector J, K y L se desarrolla en el cono de deyección del río Rimac, a excepción de estación Atocongo hacia Villa El Salvador, tramo que esta constituido por depósitos de origen eólico con intercalaciones erráticas de gravas angulares arenosas.

En el tramo se puede encontrar a poca profundidad depósito de grava gruesa arenosa, compacta a densa, con bolones redondeados de tamaño máximo generalmente de 8 a 12 pulgadas a este material también se le denomina localmente cascajo o grava del conglomerado. El tramo J y parte del Tramo K, están próximo a formaciones eólicas y ubicados en la zona lateral izquierda del cono de deyección de Lima, por que es posible encontrar capas y lentes de material fino. En los mapas de geológico de Lima y mapa de zonificación de suelos según Martínez Vargas (1978)(ver Lamina 01 y 02 anexo al presente estudio), se puede distinguir que el tramo materia del presente estudio se encuentra sobre depósitos de origen aluvial compuestos por el conglomerado. El estudio realizado y estudios anteriores realizados en este tramo confirman la existencia del depósito aluvial compuesto por gravas a poca profundidad

3. INVESTIGACIONES DE CAMPO

3.1 CALICATAS

Se realizaron 06 calicatas hasta profundidades de 5.0m, con el objeto de explorar el subsuelo y extraer muestras alteradas para su respectivo ensayo de laboratorio, las calicatas tienen la numeración C-1 a C-6. Adicionalmente se realizaron 02 calicatas de 8m cada una tienen la numeración C-3A, C-3B y se profundizó la calicata P-1 hasta 5.0m. Los resultados son presentados en el Anexo Registro de Calicatas adjunto al presente estudio. A continuación se resume los resultados obtenidos:

Calicata C-1

Ubicada en la estación Jorge Chávez. Los resultados son como sigue; los 2.80 m primeros metros están compuestos de material de relleno con intercalaciones de gravas, arena y limos (GP y SM), la grava típica del conglomerado se encuentra a partir de 2.80m de profundidad, en estado compacto, presenta cantos (15%) y boleos de formas subredondeados.

Calicata C-2

Ubicada en la Av. Tomas Marsano y Av. Márquez de Cañete, los resultados de esta calicata muestran que el material gravoso del conglomerado se encuentra a partir de 0.80m de profundidad. De 3.10 m a 3.35 m, existe material limo de 0.15m de espesor. Subyacente continúa el material grava.

Calicata C-3

Ubicada en la Av. Tomas Marsano y Av. Enrique Salazar Barreto. Los resultados de esta calicata muestran la presencia de grava del conglomerado de 0.30 a 2.0m de profundidad y esta constituido por porcentaje de grava de 62% a 80 % (GP-GM y GM). Subyacente se tiene un material limo inorgánico de ligera plasticidad (ML) de 2.0 a 3.50. Subyacente se tiene el típico material gravoso (GP) compacto y presenta cantos (15%).

Con el objetivo de zonificar el tramo con presencia de un estrato de suelo limoso (ML), hallado en la calicata C-3, se complementó la investigación con 02 calicatas denominadas C-3A, C-3B de 8.0m de profundidad respectivamente y se profundizó la calicata P-1 hasta los 5.0m. Los resultados obtenidos se describen a continuación:

Calicata C-3A

Ubicada en la Av. Tomas Marsano y Av. Márquez de Mancera, los resultados de esta calicata muestran la presencia de una capa de 0.0 a 0.90m de profundidad compuesto por material de relleno y arena limosa (SM). A la profundidad de 0.90 a 6.30 se tiene el típico material gravoso (GP) compacto. A la profundidad de 6.30 a 7.20m también se tiene grava pero con muy poco porcentaje de arena y fino (Arena=5.7% y Fino=1.0%). Subyacente al anterior el estrato es grava pobremente gradada con limos (GP-GM) hasta la profundidad de excavación (8.0m). En esta calicata no se encontró la capa de limo inorgánico (ML), como lo encontrado en la calicata C-3.

Calicata C-3B, ubicada entre la Av. Tomas Marsano próximo a la progresiva 11+500, los resultados de esta calicata muestra la presencia de una cobertura de relleno arenoso limoso de 0.0 a 0.20m de profundidad, seguidamente se tiene mezcla de gravas (GP-GM y GW-GM) compacta entre la profundidad de 0.20 a 2.20m. Subyacente se tiene la capa de material limo inorgánico de ligera plasticidad (ML) de 0.80m de espesor (de 2.20 a 3.0m de profundidad). Subyacente se tiene el típico material gravoso (GP) compacto a la profundidad

de 3.0 a 7.20m. A la profundidad de 7.20 a 7.60m de tiene una capa de material arena con mezcla de limos y grava(37%). subyacente al anterior el estrato es grava pobremente gradada, compacto la profundidad de excavación (8.0m). En esta calicata se encontró la capa de limo inorgánico(ML) entre la profundidad de 2.20 a 3.0m , el espesor encontrado es de 0.80m.

Calicata P-1.

Ubicado en la estación Ayacucho, fue profundizada hasta los 5.0m. encontrándose el material gravoso a partir de 0.90m y persiste hasta la profundidad de excavación 5.0 m. La capa de limo inorgánico (ML) no fue hallada en esta calicata.

Calicata C-4

Ubicado en la Av. Tomas Marsano y Av.-Ayacucho, se excavó hasta la profundidad de 5.0 m. Los resultados de esta calicata muestran, una capa de relleno limoso seguido de intercalaciones de grava y arena limosa hasta los 2.0m de profundidad. Subyacente se tiene la grava pobremente gradada, con presencia de canto (15%) hasta la profundidad de excavación y se encuentra en estado compacto.

Calicata C-5

Ubicado en la Av. Tomas Marsano y Av. Perata, los resultados de esta calicata muestran que el material gravoso del conglomerado se encuentra a partir de 1.60m. de profundidad, en estado medianamente compacto a compacto, presenta porcentajes de gravas de 70 a 83%.

Calicata C-6

Ubicada en la estación Cabitos, presenta una cobertura de relleno arenoso limoso, de 2.0m. de espesor, que forma parte de la berma elevada existente. Subyacente se tiene la grava pobremente gradada hasta la profundidad de excavación (5.0m). Se precisa que el material grava compacta se encuentra a 0.80m. de profundidad respecto al nivel de rasante de la calzada.

3.2 ENSAYOS DE CARGA

Los ensayos fueron realizados por personal y equipo del Laboratorio Geotécnico del CISMID de la Universidad Nacional de Ingeniería y bajo la supervisión de Hidroenergía Consultores en Ingeniería SRL.

3.2.1 Ubicación

En el tramo que comprende el presente estudio se realizo 01 ensayos de carga, presenta la siguiente codificación y ubicación:

Ensayo de Carga Vertical P-1: Ubicada en la Estación Ayacucho

3.2.2 Equipo Utilizado

Sistema de Reacción.- Para el ensayo de carga se utilizo como carga de reacción un volquete cargado con 30tn.

Sistema de Transmisión de Carga.- Se utilizó una gata hidráulica de 35 toneladas de capacidad máxima, una celda electrónica de carga y placa metálica circular de 0.30 m de diámetro de 1" de espesor.

Sistema de Adquisición de Datos.-La adquisición de los datos del asentamiento y de la carga aplicada, se realizó mediante un equipo electrónico denominado Data Logger. El asentamiento y la deformación se registró por medio de extensómetros para el ensayo (0.01 mm de precisión), fueron localizados en los vértices del triángulo inscrito en la placa circular de 30cm de diámetro.

3.2.3 Procedimiento del Ensayo de Carga Directa Estática

- Para el ensayo de carga P-1 se conformo de forma manual una trinchera de sección rectangular, de 1.0m de ancho, 2.0m de largo y 2.0m de profundidad.
- Se aplicó la precarga, con el objeto del acomodo de la carga de reacción y el sistema de transmisión de carga.
- Se aplicó los incrementos de carga a intervalos de 0.60 Kg/cm² utilizando la gata hidráulica, para cada incremento de carga se tomaron aproximadamente de 10 a 30 lecturas de asentamiento a intervalos de 1 minuto, dependiendo que éstas se estabilicen o las tres últimas lecturas sean similares (tasa mínima de deformación es de 0.03 mm/min).
- Se efectuó la descarga por decrementos a intervalos de 1.00 Kg/cm², hasta el valor de esfuerzo de 0.0 Kg/cm².

3.2.4 Resultados

La tabla N°2 resume el máximo esfuerzo aplicado y la máxima deformación registrada. La ubicación en planta se presenta en el Anexo Plano Geotécnico. Los registros de cada ensayo se presenta en el Anexo Ensayos de Carga.

Tabla N° 2:

Esfuerzo Máximo Aplicado y Deformación Máxima Registrada

Ensayo de Carga	Ubicación	Esfuerzo Max. (kg/cm ²)	Deformación Max. (mm)
P-1	Estación Ayacucho	10.2	2.85

3.2.5 Modulo de Reacción de la Subrasante

El modulo de Reacción o Coeficiente de Balastro ha sido obtenido como la relación entre la tensión capaz de generar una penetración de de la placa equivalente a una deformación de 0.127cm (0.05").

A partir de los valores de Kv se deben determinar los valores Kb, módulo de reacción de las zapatas en función de las dimensiones de éstas, que es el utilizado para el análisis. Terzaghi propone relacionar el valor de Kv (placas de 30cmx30cm), con valores de Kb para cimentaciones que midan bxb de la siguiente manera:

$$K_b = K_v \left[\frac{b + 0.3}{2 \cdot b} \right]^{[2]} \dots\dots\dots (1)$$

Para cimientos rectangulares se puede emplear la siguiente expresión:

$$K_{s\text{rectangular}} = \left(\frac{2}{3}\right) K_b \left[1 + \frac{b}{2 \cdot l}\right] \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

- K_b= Módulo de reacción para zapata cuadrada de lado bxb.
- K_v= Módulo de reacción para placa de 30 cm.
- b= Lado menor de la zapata.
- L= Largo de la zapata.

En la Tabla N° 3. Se presenta el resumen de los módulos de reacción, evaluadas para los ensayos de carga vertical (P-1) y para 02 dimensiones de zapatas proporcionadas por CTCL. La curva de Tensión Deformación es presentada en el Anexo Ensayo de Carga del presente informe. En el Anexo Tablas se presentan valores típicos de modulo de reacción para diversos tipos de suelo, realizados con placa de 30cm.

TABLA N°3
Modulos de Reaccion

Ensayo	Ubicación	K ₃₀	Modulo de Reacción K _s (kg/cm ³)	
			b=8m.xL=11m.	b=9m.xL=13m.
P-1	Estación Ayacucho	33	8.9	8.8

De acuerdo a la respuesta a los comentarios, el consultor propuso realizar 02 ensayos de carga con placa de 60cm, por lo que la información de este ítem queda pendiente.

Como referencia de otros ensayos realizados en otros tramos, se obtuvo un valor promedio de modulo de reacción para dimensiones de zapatas de 8x11m y 9x13m de 4.0kg/cm³.

3.3 ENSAYOS GEOFISICOS

Los ensayos en el tramo J, K y L, han consistido en realizar 06 líneas sísmicas por el método de refracción sísmica y 09 líneas sísmicas por el método del MASW. Los perfiles sísmicos revelan hasta tres capas una primera capa de relleno de profundidad variable y material fino de 0.80 a 2.0m cuya velocidad de ondas P es de 200 a 400 m/s y las ondas S de 180 a 300 m/s, seguidamente se tiene una segunda capa de grava compacta cuya velocidad varía de 670 a 1170m/s y velocidad S de 350 a 500m/s y por último se tiene una tercera capa de grava densa que presenta velocidad de ondas P de 1500 a 1900m/s y velocidad de ondas S de 500 a 850m/s. En el anexo ensayos sísmicos se muestran los perfiles y los registros de ondas de llegada. La ubicación en planta se muestra en plano de sondajes. En la Tabla N° 4a y N° 4b se presentan los resultados de velocidades y espesores obtenidos por el método de refracción sísmica y MASW respectivamente.

Tabla N°4a
Resultados de Velocidades y Espesores para las Ondas "P"

Ubicación	Línea Sísmica	Estrato N°1 Vp(m/s)	Espesor (m)	Estrato N°2 Vp(m/s)	Espesor (m)	Estrato N°2 Vp(m/s)
Av. Tomas Marsano y Av. Surco	LS 01	360	0.70-2.20	680	5.70-8.0	1707
Av. Tomas Marsano y Av. Marquez de Cañete	LS 02	400	0.70-1.80	670	6.0-7.0	1545
Av. Tomas Marsano y Av. Enrique Barreto	LS 03	390	0.9-2.60	718	4.0-6.0	1500
Av. Tomas Marsano y Av. Ayacucho	LS 04	427	1.70-2.30	1187	4.62-6.50	1623
Acceso Desnivel Ovalo Cabitos	LS 05	400	1.70-2.0	1060	5.80-7.50	1900
Estación Cabitos	LS 06	216	1.80-2.0	1120	5.70-7.50	1800

TABLA 4b
Resultados de Velocidades y Espesores para las Ondas "S"

Ubicación	Línea Sísmica	Velocidades Vs(m/s)	Profundidad (m)
Estación Jorge Chavez	LW 01	250-320	0.0-3.0
		420-500	3.0-11.0
		500-800	12.0-24.0
Av. Tomas Marsano y Av. Surco	LW 02	210-270	0.0-1.50
		380-450	1.50-9.0
		500-800	9.0-24.0
Av. Tomas Marsano y Av. Marquez de Cañete	LW 03	220	0.0-1.30
		300-400	1.30-8.0
		480-700	8.0-24.0
Av. Tomas Marsano y Av. Enrique Barreto	LW 04	200-300	0.0-2.70
		320-430	2.70-7.0
		450-720	7.0-24.0
Av. Tomas Marsano y Av. Ayacucho	LW 05	180-300	0.0-2.0
		400-550	2.0-9.0
		550-800	9.0-24.0
Av. Tomas Marsano y Av. Perata	LW 06	200-300	0.0-1.50
		300-480	1.50-10.0
		500-800	10.0-24.0
Acceso Desnivel Ovalo Cabitos	LW 07	300	0.0-1.60
		300-600	1.60-9.0
		600-820	9.0-24.0
Ovalo Cabitos	LW 08	220-300	0.0-2.0
		300-550	2.0-10.0
		550-850	10.0-24.0
Estación Cabitos	LW 09	200-220	0.0-2.0
		400-520	2.0-10.0
		600-900	10.0-24.0

3.4 ENSAYO DE SPT

Se realizó un ensayo de SPT en la estación Jorge Chávez, donde se identificó material de relleno gravoso limoso de hasta 2.50m. Seguido de material típico de grava. Se obtuvieron 02 muestras a los que se realizó ensayos de clasificación SUCS. En la Tabla N° 6 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla N° 6
Ensayos SPT – Estación Jorge Chávez

Código	Profundidad(m)	N	Observación
SPT- 1	0.55-1.0	65	Relleno (GP-GM)
SPT-2	1.55-2.0	18	Arena limosa(SM)
SPT-3	2.45	>50	Grava(GP)

4. INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

Se realizaron ensayos de laboratorio de mecánica de suelos con las muestras alteradas extraídas de las calicatas y del ensayo SPT. En total se ejecutaron 34 ensayos de granulometría (ASTM D-422), 01 Límites de Atterberg (ASTM D-423 y D-424), 34 ensayos de contenido de humedad, y 06 ensayos de gravedad, absorción y peso específico de la grava, los anteriores ensayos fueron realizados en el laboratorio Geotécnico de Hidroenergía SRL. También se realizaron 07 ensayos de densidad natural y 06 ensayos químicos, este último fue enviado al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. Los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo con las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM). Los registros de los ensayos se presentan en el anexo ensayo de laboratorio del presente estudio. Las tablas siguientes resumen los resultados de los ensayos estándar:

Tabla N° 7a
Resumen de los resultados de Ensayos Estándar

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS ESTÁNDAR					
			SUCS	AASHTO	% FINOS	W (%)	LL%	IP %
C - 1	M-1	0.30-1.10	GP-GM	A-1b	7.22	2.17	NP	NP
	M-2	1.10-1.25	SM	A-2-4	30.0	13.64	NP	NP
	M-3	1.25-1.55	GM	A-1a	13.60	14.49	NP	NP
	M-4	1.55-2.80	SM	A-4	41.90	10.81	NP	NP
	M-5	2.80-5.0	GP	A-1a	2.29	1.98	NP	NP
C - 2	M-1	0.30-0.80	GP-GM	A-1b	11.90	5.69	NP	NP
	M-2	0.80-3.10	GP	A1-a	1.34	1.38	NP	NP
	M-3	3.10-3.35	ML	A-4	72.45	23.12	NP	NP
	M-4	3.35-5.0	GP	A-1a	1.54	2.04	NP	NP

Tabla N° 7b
Resumen de los resultados de Ensayos Estándar

C-3	M-1	0.30-1.50	GP-GM	A-1a	6.7	3.10	NP	NP
	M-2	1.50-2.0	GP-GM	A-1b	6.23	3.29	NP	NP
	M-3	2.0-3.50	ML	A-4	77.15	23.23	NP	NP
	M-4	3.50-5.0	GM	A-1a	4.43	2.75	NP	NP
C-3A	M-1	0.30-0.90	SM	A-2-4	23.5	12.5	NP	NP
	M-2	0.90-6.30	GP	A-1a	3.00	2.5	NP	NP
	M-3	6.30-7.20	GP	A-1a	1.00	3.5	NP	NP
	M-4	7.20-8.0	GP-GM	A-1a	6.00	2.5	NP	NP
C-3B	M-1	0.2-1.30	GP-GM	A-1b	11.30	3.82	NP	NP
	M-2	1.30-2.20	GW-GM	A-1a	6.80	3.62	NP	NP
	M-3	2.20-3.0	ML	A-4	58.5	18.52	NP	NP
	M-4	3.0-7.20	GP	A-1a	3.21	3.60	NP	NP
	M-5	7.20-7.60	SP-SM	A-2-4	8.90	4.16	NP	NP
C-4	M-1	0.30-1.0	GP	A-1a	4.26	2.79	NP	NP
	M-2	1.0-1.30	SM	A-4	47.52	11.61	26.68	19
	M-3	1.90-5.0	GP	A-1a	1.72	1.48	NP	NP
C-5	M-1	0.30-1.60	SP-SM	A-2-4	9.97	4.32	NP	NP
	M-2	1.60-2.50	GP	A-1a	0.75	2.78	NP	NP
	M-3	2.50-5.0	GP	A-1a	1.48	2.34	NP	NP
C-6	M-1	0.30-2.0	SP-SM	A-1b	6.83	5.19	NP	NP
	M-2	2.0-5.50	GP	A-1a	2.15	1.59	NP	NP
P-1	M-1	0.25-0.90	GP-GM	A-1b	11.85	3.82	NP	NP
	M-2	0.90-5.0	GP	A-1a	4.80	2.90	NP	NP
SPT	M-1	0.10-1.0	GP-GM	A-4	9.88	2.33	NP	NP
	M-2	1.20-2.0	SM	A-1b	39.89	9.62	NP	NP

5. ZONIFICACION DEL SUBSUELO

5.1 PERFIL ESTRATIGRAFICO

Los perfiles estratigráficos del tramo en estudio se realizaron con el objeto de identificar las características geotécnicas de sus materiales componentes. Los perfiles estratigráficos se efectuaron en base a la interpretación de los trabajos de campo, de ensayos de laboratorio ejecutados, así como, en base a las características geológicas de la zona estudiada y en base a estudios realizados por consultores especializados: Hidroenergía SRL. De acuerdo a las investigaciones realizadas para el presente informe, los perfiles estratigráficos encontrados en cada tramo, fueron los que se describen a continuación:

5.1.1 Estación Jorge Chávez.

El tramo que comprende la Estación Jorge Chávez, presenta una capa de relleno con intercalaciones de gravas y arena con limo de 2.80 metros de espesor, la capa de relleno presenta velocidad de ondas S de 200 a 300m/s. Subyacente se tiene el material típico de gravas pobremente gradadas con cantos (15%) y boleos de formas subredondeados y en estado compacto. Las velocidades de ondas de corte obtenidos del ensayo MASW a este nivel tiene valores de 400 a 500m/s.

5.1.2 Tramo K (hasta la progresiva 11+500)

De acuerdo a las investigaciones realizadas por Hidroenergía SRL: calicatas de 5.0m. de profundidad (C-2, C-3 y P-1(2.0m)) y ensayos sísmicos. En general el tramo K presenta una cobertura de material de relleno y arenas limosas de espesor variable de 0.80 a 1.50m. en ocasiones capas de material limo de ligera plasticidad de 1.5m. de espesor, como el presente en la calicata C-3 presenta velocidades de ondas de propagación P de 360 a 400m/s y S de 200 a 300 m/s. Subyacente se tiene material de gravas del conglomerado, en ocasiones gravas limosas a menor profundidad y gravas pobremente gradadas con cantos(15%) subredondeados a mayor profundidad, en estado compacto a denso. La velocidad de ondas para las gravas compactas es de: ondas P de 670 a 720m/s y velocidad de ondas S de 300 a 450m/s y para las gravas de mayor densidad la velocidad de ondas P es 1500 a 1700 m/s y ondas de propagación S de 450 a 800 m/s. lo que indica que trataría de material muy denso.

Tramo Critico N° 1

Tiene la particularidad de presentar un tramo, donde se encontró material limo inorgánico de ligera plasticidad (ML), se presenta a partir de 2.10m. de profundidad, llega a tener 1.50m en la calicata C-3, disminuye su espesor a 0.80m en la calicata C-3B y desaparece en la

El material limoso inorgánico se encuentra en estado húmedo, de color marrón, esta constituido por 58% a 78% de finos, la capa de limo se encuentra entre dos capas de gravas a 2.10m de profundidad, por lo que su ubicación en la etapa constructiva es relativamente fácil.

Para la etapa de construcción se recomienda eliminar el material limoso inorgánico y cimentar a nivel de la grava que en promedio se encuentra a 3.50m de profundidad. Para lograr el nivel de cimentación este podrá ser realizado con una falsa zapata.

En el Anexo: planos se presenta el perfil estratigráfico del Tramo Critico N°1.

5.1.3 Tramo L.

En base a investigaciones realizadas por Hidroenergía SRL: calicatas de 5.0m. de profundidad(C-4, C-5 y C-6) y ensayos sísmicos.

En general el tramo desde la estación Ayacucho hasta la entrada a desnivel del Ovalo Cabbitos presenta una cobertura de material de relleno y arenas limosas de espesor variable de 1.20m. a 1.60m. de espesor(SP y SP-SM)esta capa presenta velocidades de ondas de propagación P de 400m/s y de las ondas S de 180 a 300 m/s. Subyacente se tiene material de gravas pobremente gradadas con cantos(15%- 20%) subredondeados, en estado compacto a denso, la velocidad de ondas para las gravas compactas es de: ondas P de 1000 a 1200m/s, velocidad de ondas S de 400 a 600m/s y para las gravas de mayor densidad la velocidad de ondas P es 1600 a 1900 m/s y ondas de propagación S de 550 a 820 m/s, las velocidades indican que se trataría de material muy denso.

Las calicatas realizadas para el estudio de suelos para el Ovalo Cabbitos, reportan un perfil estratigráfico con presencia de material gravoso a partir de 0.8m., el cual persiste con la profundidad, el estado de la grava pobremente gradada (GP) reportado hasta la profundidad de 13m de profundidad es de denso a muy denso. De acuerdo a 02 calicatas realizada por CTEL, en el ovalo Cabbitos, se encontró material grava pobremente gradada natural desde 0.5m a 5.0m.

6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

6.1 PARAMETROS GEOTECNICOS

6.1.1 Parámetros de Resistencia

Los parámetros de resistencia a utilizar en el análisis de la cimentación, han sido escogidos de ensayos de corte directo in situ realizados sobre el conglomerado de Lima (Humala 1982). Los ensayos de corte directo realizados sobre la grava de Lima reportan valores de ángulo de fricción de 34° a 40° y cohesión de 0.15 a 0.6kg/cm², en base a los antecedentes y a la experiencia en estos tipos de suelo, se escoge para la grava del tramo N° 1: J, K y L. cohesión=0° y ángulo de fricción del suelo=38°.

Como referencia en el Anexo Tablas se presentan los resultados de ensayos de corte in situ realizados sobre la grava de Lima.

6.1.2 Parámetros de Elasticidad

Del ensayo de refracción sísmica para las ondas P y MASW para las ondas S, se ha calculado el módulo de elasticidad en función de la velocidad de propagación de las ondas de corte. El módulo cortante dinámico se calcula de la fórmula $G_d = \rho v_s^2$ y el módulo de Young dinámico $E_d = 2G_d(1 - \nu)$. Los valores del módulo dinámico corresponden a niveles de deformación unitaria de 1×10^{-6} cm/cm; para niveles de deformación unitaria de 1×10^{-2} cm/cm, que corresponden a esfuerzos transmitidos de 4.5 a 6.0kg/cm², el módulo de Young secante sería conservadoramente $0.1 \times E_d$.

Los valores de módulo de Young a lo largo del tramo de estudio varía de 70Mpa a 149Mpa De acuerdo a la zonificación realizada respecto al módulo de Young de las segunda capa, se tiene dos tramos de diferentes características y condiciones geotécnicas, por lo que se adopta el criterio de utilizar parámetros de la segunda capa, en la etapa de análisis de cimentación de la siguiente manera:

Tramo desde la estación Jorge Chávez hasta la Progresiva 11+520

E= 80Mpa y $\nu= 0.3$

Tramo desde la Estación Ayacucho hasta la Estación Cabitos:

$E = 135 \text{ Mpa}$ y $u = 0.3$

En consecuencia el análisis de la cimentación se realizara para los dos tramos de manera independiente, con valores de parámetros que corresponden al tramo respectivo.

En el Anexo Ensayos Sísmicos se presenta los registros de cálculo de los parámetros. En el Anexo Plano Geotécnico se presenta la zonificación del modulo de Young de la segunda capa.

6.2 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

De acuerdo a los resultados de las investigaciones geotécnicas y los registros estratigráficos, a lo largo de los tramos de estudio, se recomienda cimentar a la profundidad de 3.5m y sobre material grava, para las excavaciones donde se encuentre suelo fino a nivel de cimentación, se recomienda retirar y sustituirlo por suelo gravoso compactado, concreto pobre o en su defecto con falsa zapata.

6.3 CAPACIDAD ADMISIBLE

El análisis de la capacidad admisible se realizará de acuerdo a las especificaciones AASHTO LRFD el cual recomienda el análisis de la cimentación en los tres estados límite: servicio, resistencia y evento extremo.

$$q_u = 0.5g\gamma BC_{w1} N_{\gamma m} \times 10^{-9} + g\gamma C_{w2} D_f N_{qm} \times 10^{-9} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

- q_u = Capacidad de carga nominal (Mpa)
- g = aceleración de la gravedad (m/s^2)
- D_f = Profundidad de la cimentación (mm)
- γ = Densidad total (kg/cm^3)
- B = Ancho de la zapata
- B' = Ancho de la zapata reducida (mm) $B' = B - 2 e_B$
- L = Longitud de zapata (mm)
- L' = Longitud de la zapata $L' = L - 2 e_L$
- e_B = Excentricidad paralela a la dirección B (mm)
- e_L = Excentricidad paralela a la dirección L (mm)
- C_{w1}, C_{w2} = Coeficientes en función de D_w (adimensional)
- D_w = Profundidad de la napa freática (mm)
- Φ_{γ} = Angulo de fricción del suelo ($^\circ$)

$N_{\gamma m}, N_{q m}$ = Factores de capacidad de carga modificados (adimensional)

$$N_{\gamma m} = N_{\gamma} S_{\gamma} C_{\gamma} i_{\gamma}$$

$$N_{q m} = N_q S_q C_q i_q d_q$$

Factores de Capacidad de Carga

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \tan \phi_f$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi_f} \tan^2(45 + \phi_f/2)$$

Factores de Forma

$$S_{\gamma} = 1 - 0.4 \left(\frac{B'}{L'} \right)$$

$$S_q = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi_f$$

Factores de Compresibilidad

$$D_1 C_{\gamma} = C_q = e^{(-4.4 + 0.6 \frac{B}{L}) \tan \phi_f + \frac{(3.07 \sin \phi_f) [\log_{10}(2I_r)]}{1 + \sin \phi_f}} \leq 1$$

$$I_r = 2D_r \sqrt{\frac{p_u}{q}}$$

q = Presión efectiva debido a la sobrecarga del suelo (Mpa)

p_a = Presión atmosférica considerada como 0.101 (Mpa)

Factor de Profundidad

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

*Si los suelos por encima del fondo de la zapata son tan competentes como los suelos debajo de la zapata.

*Si los suelos son más débiles, utilizar $d_q = 1$.

6.3.1 Capacidad Admisible por Asentamiento

El análisis de la capacidad admisible estará limitado a una asentamiento de 2.0 pulgadas (5.08 cm.) que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Para efectos del cálculo de una aproximación al asentamiento inmediato, bajo condiciones límite de capacidad portante de un suelo relativamente homogéneo, recurrimos a la expresión matemática sugerida por la AASHTO, según se indica a continuación.

La evaluación en detalle se presenta en el anexo Análisis de la Cimentación del presente informe. El resumen de resultados se presenta en la Tabla N° 8.

$$S_e = \frac{q (1 - \nu^2) \sqrt{A}}{E_s \beta z}$$

S_e	=	Asentamiento estimado (cm)
q	=	Intensidad de carga (Mpa)
v	=	Modulo de Poisson
β_z	=	Factor de forma. Depende L'/B'
A	=	Área efectiva de la zapata (mm ²)
B'	=	Ancho efectivo de la zapata (mm)
L'	=	Largo efectivo de la zapata (mm)
E_s	=	Módulo de elasticidad (Mpa)

6.3.2 Resultados de La Capacidad Admisible

6.3.2.1 Tramo Estación Jorge Chávez- Prog. 11+520

➤ Resultados para Df=3.5m.

TABLA N°8a

Resultados de la Capacidad Admisible por capacidad portante y Asentamiento

(B=8.0m x L=11m.)

Estado Limite	Presión Actuante	Resistencia		Asentamiento	
		qu.	qadm.	qadm.	Asentamiento
	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm)
Servicio	1.38	84.6	29.6	5.8	5.00
Resistencia	1.77	86.2	30.2	5.6	5.02
Evento extremo(X)	3.53	68.4	23.9	7.1	4.88
Evento extremo(Y)	3.62	92.1	32.2	6.6	4.75

TABLA N°8b

Resultados de la Capacidad Admisible por capacidad portante y Asentamiento

(B=9.0m x L=13m.)

Estado Limite	Presión Actuante	Resistencia		Asentamiento	
		qu.	qadm.	qadm.	Asentamiento
	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm)
Servicio	1.00	88.4	30.9	5.0	5.07
Resistencia	1.29	90.0	31.5	4.9	5.08
Evento extremo(X)	2.43	73.4	25.7	6.1	5.06
Evento extremo(Y)	2.40	94.1	32.9	5.7	5.00

6.3.2.2 Tramo Estación Ayacucho – Estación Cabitos

➤ Resultados para Df=3.5m.

TABLA N°8c

Resultados de la Capacidad Admisible por capacidad portante y Asentamiento
(B=8.0m x L=11m.)

Estado Limite	Presión Actuante (kg/cm ²)	Resistencia		Asentamiento	
		qu.	qadm.	qadm.	Asentamiento
		(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm)
Servicio	1.38	84.6	29.6	8.2	4.18
Resistencia	1.77	86.2	30.2	8.1	4.32
Evento extremo(X)	3.53	68.4	23.9	8.6	3.51
Evento extremo(Y)	3.62	92.1	32.2	8.1	3.47

TABLA N°8d

Resultados de la Capacidad Admisible por capacidad portante y Asentamiento
(B=9.0m x L=13m.)

Estado Limite	Presión Actuante (kg/cm ²)	Resistencia		Asentamiento	
		qu.	qadm.	qadm.	Asentamiento
		(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm)
Servicio	1.00	88.4	30.9	8.2	4.85
Resistencia	1.29	90.0	31.5	7.6	4.70
Evento extremo(X)	2.43	73.4	25.7	7.6	3.75
Evento extremo(Y)	2.40	94.1	32.9	7.8	4.08

6.3.3 Verificación por Distorsión Angular y Asentamientos Permisibles

Se ha estimado la distorsión angular, de acuerdo a la combinación más desfavorable de asentamientos presentados en la Tabla N° 6^a y N° 6^b (se escogieron los valores de asentamiento máximo y mínimo) y considerando una separación entre pilares de L=20m:

$$\delta = \left(\frac{5.08 \text{ max} - 3.47 \text{ min}}{l. = 2000} \right) = 1 / 1242$$

De acuerdo a la Norma E050 el asentamiento diferencial no debe ocasionar una distorsión angular mayor que $\delta=1/500$ (límite seguro en los que no se permiten grietas) Como 1/500 mayor que 1/1242. No se prevé grietas en la estructura.

También para suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total, asumiendo como asentamiento total 2*(5.08cm límite permisible), entonces el asentamiento diferencial es $0.75*5.08=3.81\text{cm}$ y la distorsión angular:

$$\delta = \left(\frac{3.81}{L = 2000} \right) = 1/525$$

Como 1/500 mayor que 1/525. No se prevé grietas en la estructura en el tramo de estudio.

6.4 METODO EMPIRICO

Existen varios criterios para evaluar la capacidad admisible de carga del terreno en función de los resultados de los ensayos de carga in situ (Ensayo de Carga). El Comité Francés de Mecánica de Suelos indica que el valor de q_{ad} es el menor entre $q_{0.3}$, $2/3 q_{10}$ y $1/2 q_{20}$, donde los subíndices representan los valores de descarga en milímetros. El valor de q_{ad} se toma como la carga correspondiente en la curva esfuerzo deformación, que es producto de la intersección de una recta paralela a la curva de descarga que pasa por los valores de deformación en milímetros indicados y la curva referida.

También existe el criterio de Terzaghi y Peck (1967) que indica que la carga admisible determinada por un ensayo de carga es la mitad del esfuerzo que ocasiona un asentamiento de un centímetro en el ensayo de carga, o la mitad del esfuerzo de falla.

Existen varios métodos para predecir el asentamiento de una cimentación en función de los resultados de los ensayos de carga. De acuerdo a Terzaghi y Peck (1967):

$$\frac{p}{p_0} = \frac{4}{\left(1 + \frac{D_0}{D}\right)^2}$$

Donde:

p = asentamiento de la zapata en cm

p_0 = asentamiento de la placa de carga en cm

D = dimensión menor de la cimentación en metros

D_0 = diámetro de la placa de carga en metros

Se realiza la evaluación para 02 dimensiones de zapatas proporcionadas por CTEL y a esfuerzos de 5.5kg/cm² y 6.0kg/cm², los resultados se presentan en la siguiente Tabla, para otras dimensiones podrá usarse la formula presentada en el informe.

TABLA N° 9
Resultados de Asentamiento

B=D (m)	Ensayo de Carga P-3	
	Asentamiento p(cm)	
	5.5kg/cm ²	6.0kg/cm ²
8	0.56	0.56
9	0.64	0.65

De acuerdo a la respuesta a los comentarios, el consultor propuso realizar 02 ensayos de carga con placa de 60cm, por lo que la información de este ítem queda pendiente

Ensayos de carga realizado en otros tramos con placa de 60cm y sobre material grava se tienen valores de asentamiento para las dimensiones de 8mx11m y 9mx13m valores que varían de 0.93cm a 2.5cm.

6.5 ANALISIS QUIMICO DE LA CIMENTACION

A lo largo del tramo materia del presente estudio (J, K y L) se enviaron 06 muestras al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina, de acuerdo a lo manifestado por el Ingeniero responsable (Braulio la Torre Martínez) del laboratorio, estos siguen una metodología normada (Para cloruros CL ASTM D 512, sulfatos SO₄ ASTM D 516 y sales solubles totales SST ASTM D 1889).

De acuerdo a los resultados de análisis químico, la agresión química del suelo al concreto de la cimentación para el tramo J, K y L, (a excepción de la Estación Jorge Chávez) por contenido de sulfatos, sales solubles totales y cloruros es despreciable; por lo tanto se deberá usar cemento Pórtland tipo I.

La agresión química del suelo en la estación Jorge Chávez por contenido de sales solubles totales (SST) es de 1680 ppm, el grado de alteración es moderado, ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación; por lo tanto se deberá usar cemento Portland tipo II y/o en su defecto cemento tipo V, con un contenido mínimo de cemento de 310 kg/m³ y una relación agua cemento de 0.5.

Nota: El resultado del análisis químico de la calicata C-7 pertenece al Tramo N° 2. No considerar en la revisión.

6.6 ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE

En el caso de cortes provisionales que permanecerán abiertos pocos días (por ejemplo, excavaciones para cimentaciones), las excavaciones se podrían hacer, en general, con paredes verticales. Pueden ocurrir algunas excepciones en tramos donde predominen los suelos arenosos, en los que se deberán utilizar entibaciones o taludes de 30° de inclinación. En las excavaciones realizadas para el estudio de 5.0m. de profundidad las condiciones de la grava se muestran estable, esto se debe a la cohesión aparente del material gravoso.

Asimismo, se deberán tomar en cuenta algunas condiciones particulares en las excavaciones provisionales, que harían necesario el uso de entibaciones; entre éstas cabe mencionar:

- Excavaciones adyacentes a vías con tráfico o a estructuras
- Lugares donde sea necesario efectuar modificaciones o conexiones de tuberías, que puedan dar origen a filtraciones.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La zonificación y parámetro de diseño contenidos en este informe, están basados en Estudios realizados por el especialistas Hidroenergía SRL y estudios de suelos existentes en las inmediaciones de las rutas y en 06 calicatas adicionales efectuadas como parte de este estudio, 01 ensayo de carga (ASTM D 1194) ,06 ensayos sismico por el método de refracción, 09 ensayos por el método MASW y 01 ensayo de SPT.
- De acuerdo a la investigaciones geotécnicas realizadas a lo largo del tramo N° 1 , este presenta dos sub tramos de diferentes condiciones y características geotécnicas:
En el tramo K existe material limo inorgánico de ligera plasticidad (ML), se puede encontrar formando capas y lentes de hasta 2.0m de espesor, entre los 1.5m a 3.5m. El material limoso inorgánico se encuentra en estado húmedo, de color marrón, esta constituido por 58% a 78% de finos, la capa de limo se encuentra entre capas de gravas, por lo que su ubicación en la etapa constructiva es relativamente fácil.

Para la etapa de construcción se recomienda eliminar el material limoso inorgánico y cimentar sobre grava que en promedio se encuentra a 3.50m de profundidad. Se recomienda eliminar el material fino, sustituirlo por suelo gravoso compactado, concreto pobre o en su defecto con falsa zapata.

Las condiciones y características del suelo a partir de la estación Ayacucho mejoran, el cual se refleja en los resultados de las calicatas y de las velocidades de ondas de compresión y corte obtenidos.
- Se realizo el análisis de la capacidad admisible de acuerdo a la recomendación de AASHTO LRFD, el cual contempla el análisis para tres estados limites: Servicio, Resistencia y Evento Extremo. Se recomienda utilizar las capacidades admisibles que se muestran en la siguiente tabla, estas fueron evaluadas con las dimensiones propuestas por CTCL:

Tramo Estación Jorge Chávez- Prog. 11+520

TABLA N°10a

Resultados de la Capacidad Admisible, para Df=3.5m.

Estado Limite	Zapata (B=8.0m x L=11m.)	
	qadm.	Asentamiento
	(kg/cm2)	(cm)
Servicio	5.8	5.00
Resistencia	5.6	5.02
Evento extremo(X)	7.1	4.88
Evento extremo(Y)	6.6	4.75

TABLA N°10b

Resultados de la Capacidad Admisible , para Df=3.5m.

Estado Limite	Zapata(B=9.0m x L=13m.)	
	qadm. (kg/cm ²)	Asentamiento (cm)
Servicio	5.0	5.07
Resistencia	4.9	5.08
Evento extremo(X)	6.1	5.06
Evento extremo(Y)	5.7	5.00

Tramo Estacion Ayacucho – Estación Cabitos

TABLA N°10c

Resultados de la Capacidad Admisible , para Df=3.5m.

Estado Limite	Zapata (B=8.0m x L=11m.)	
	qadm. (kg/cm ²)	Asentamiento (cm)
Servicio	8.2	4.18
Resistencia	8.1	4.32
Evento extremo(X)	8.6	3.51
Evento extremo(Y)	8.1	3.47

TABLA N°10d

Resultados de la Capacidad Admisible , para Df=3.5m.

Estado Limite	Zapata (B=9.0m x L=13m.)	
	qadm. (kg/cm ²)	Asentamiento (cm)
Servicio	8.2	4.85
Resistencia	7.6	4.70
Evento extremo(X)	7.6	3.75
Evento extremo(Y)	7.8	4.08

- Por recomendación de la supervisión la evaluación de los análisis de módulos de reacción y estimación de asentamientos deberá realizarse, con ensayos de carga donde se utilice placa de 60cm, por lo que la información queda en función a los ensayos que tenga que realizarse.

Pero como referencia de otros ensayos realizados en otros tramos, para dimensiones de zapatas de 8mx11m y 9mx13m se tiene:

- Para el modulo de reacción: Ks promedio 4 0kg/cm³
- Asentamiento para esfuerzos de 5.5 kg/cm² y 6.0kg/cm² 0.93cm a 2.5cm.

- De acuerdo a los resultados de análisis químico a lo largo del tramo J, K y L, solo se prevé agresión química del suelo al concreto solo en la estación Jorge Chávez por contenido de sales solubles totales (SST); por lo tanto se deberá usar cemento Portland tipo V, con un contenido mínimo de cemento de 310 kg/m^3 y una relación agua cemento de 0.5.
- En general a estabilidad de la excavación para fines de cimentación del tramo J, K y L que se prevé es estable, para excavaciones donde el suelo se presente suelto proceder a pañetear con cemento y agua.

REFERENCIAS

Consortio Metro Lima (1975), "Estudio de Factibilidad Técnico Económico y Anteproyecto del Sistema de Transporte Rápido Masivo de Pasajeros en el Área Metropolitana Lima – Callao"

Michelena, Repetto y Asociados S.A. (1986), "Estudio de Suelos Preliminar. Proyecto Especial Tren Eléctrico".

Humala G. (1972), "Ensayo de Corte Directo In-Situ en Lima"; IV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Chiclayo.

Martinelli M. (1996), "Estudio de Suelos del Intercambio vial Ovalo Los Cabitos en el distrito de Surco". Informe realizado por M y M Consultores SRL para INVERMET.

Meneses J (1985), "Evaluación de Acelerogramas y Determinación de Espectros de Respuesta en Lima", Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería.

Maggiolo O.(1969), "Características del Suelo de Cimentación de la Zona de Lima Central. Aspectos Geológicos Generales y el Comportamiento de los Suelos ante los Sismos en Relación con las Estructuras", Primer congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima, Perú.

Maggiolo O. (1975) "Algunos Aspectos de Mecánica de suelos y comportamiento de construcciones durante el sismo del 3 de Octubre de 1974". Reunión Andina de Seguridad Sísmica, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Shuan L. (1997), "Determinación de los Parámetros de Resistencia en Suelos Granulares mediante el Ensayo de Corte Directo In-Situ para fines de cimentación" h, Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería.

Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Willy, New York.

Vesic A (1973), "Análisis de la Capacidad de Carga de cimentaciones Superficiales", JSMFED, ASCE, Vol. 99



San Borja, 02 MAR 2011

CARTA Nº 093 – 2011–MTC/33.1

Señor
JOSE ALEXANDER ORDOÑEZ GUEVARA
Presente

Asunto : Información para elaboración de Tesis de Grado


Referencia : Carta s/n de fecha 24.02.2011

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted en atención a su carta de la referencia, para comunicarle que tiene nuestra autorización para utilizar, con fines académicos, la información referente al diseño estructural del viaducto en el cruce especial del Óvalo Cabitos, debiendo indicar cada vez que se requiera que la información es de propiedad de la AATE.

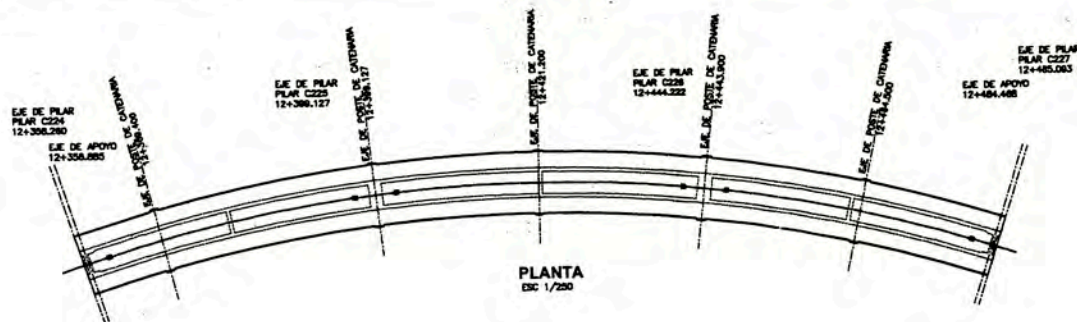
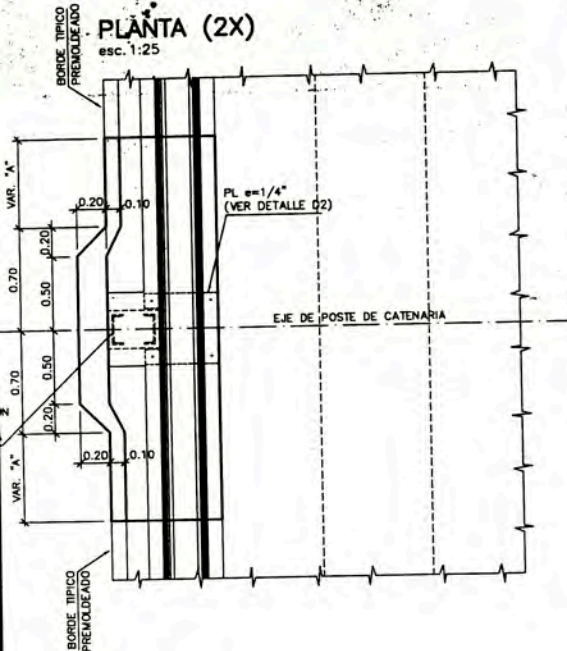
Sin otro particular, quedamos de usted.

Atentamente,


.....
Ing. Walter Arboleda Gordon
Gerente
Unidad Gerencial de Supervisión y Control de Obras
Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico

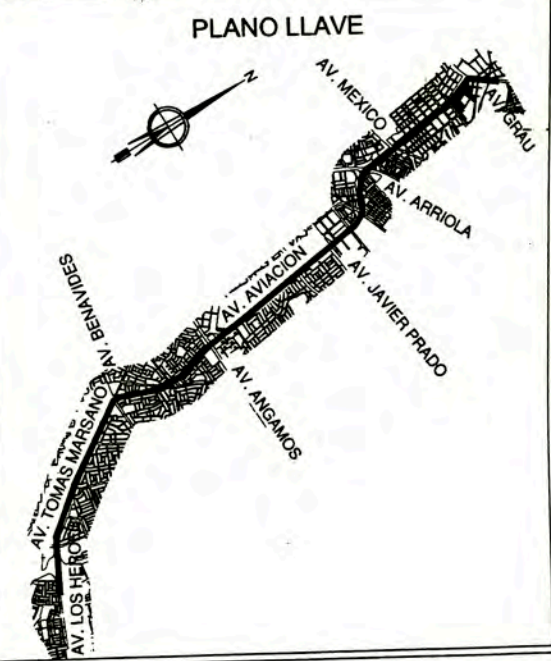
JUD/....

ANEXO 2



LISTA DE VARILLAS

POS.	Ø"	CANT.	LONGITUD (cm)	TOTAL
1	5/8	20	450	9000
2	5/8	20	370	7400
3	5/8	20	190	3800
4	5/8	20	220	4400
5	3/8	20	132	8000
6	1/2	20	95	1900
7	3/8	30	230	6900
8	3/8	18	160	2880
9	3/8	20	80	1600
10	3/8	8	240	1920
11	3/8	8	200	1600
12	3/8	8	200	1600
13	3/8	*16	200	3200
14	3/8	56	*93	5208
15	1/2	*16	117	1872
16	3/8	*16	120	1920

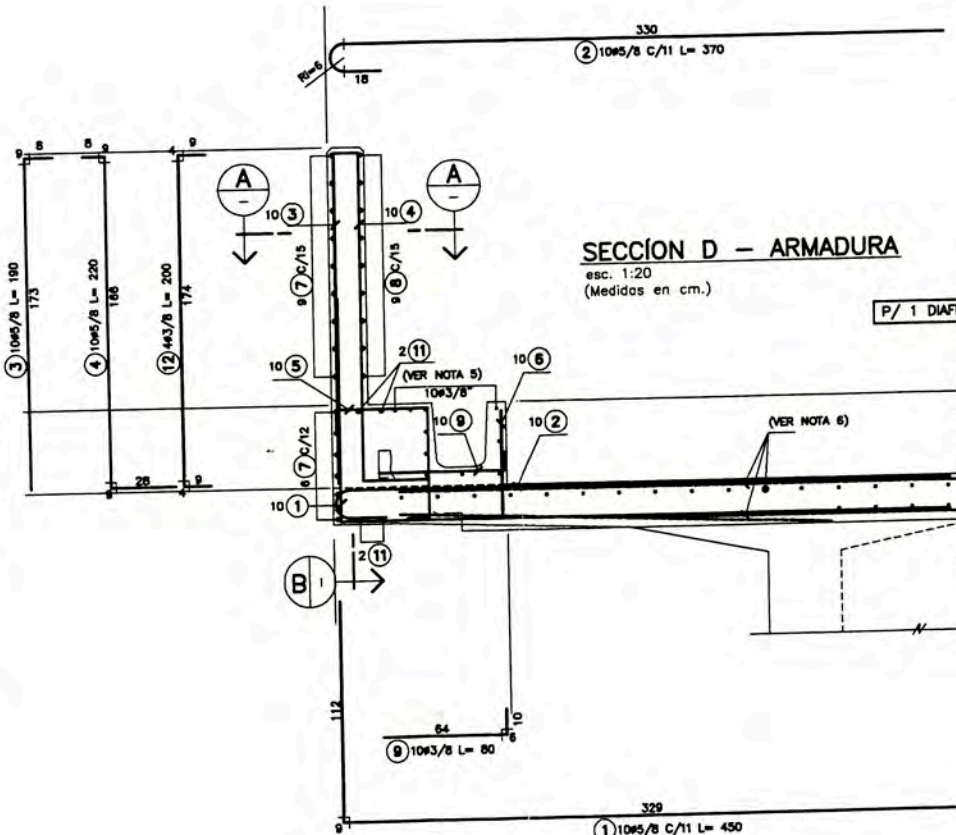
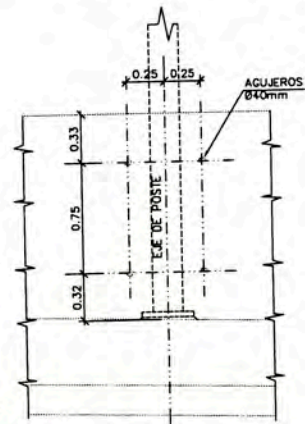


(*) LAS LONGITUDES Y CANTIDADES CORRESPONDEN A UNA DISTANCIA "A" REFERENCIAL DE 60cm.

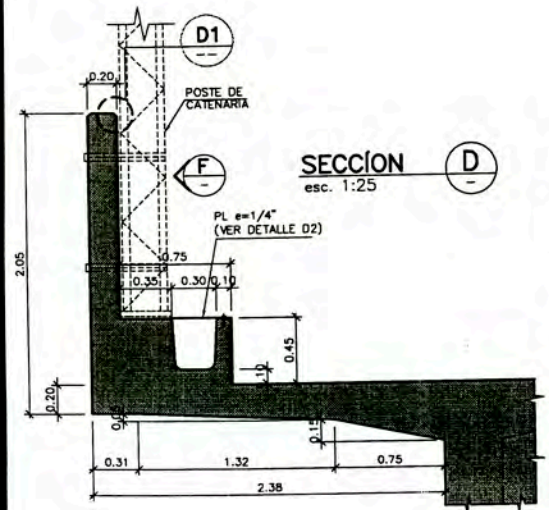
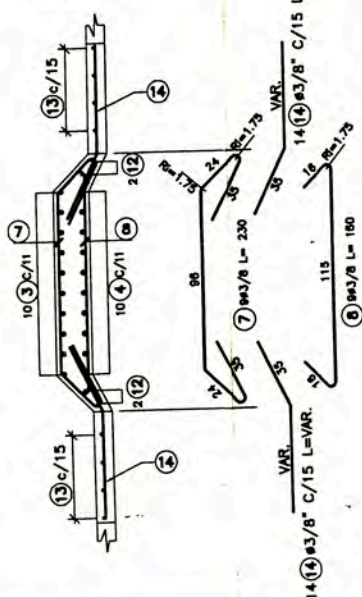
RESUMEN

DIAMETRO	kg/ml	LONGITUD (m)	PESO (kg)	
N° 3	3/8	0.57	332.28	190
N° 4	1/2	1.00	37.72	38
N° 5	5/8	1.55	246.00	382
N° 6	3/4	2.24		
N° 7	7/8	3.04		
N° 8	1	3.97		
N° 11	3/8	7.91		
P/ 1 DIAFRAGMA			PESO TOTAL (kg)	610

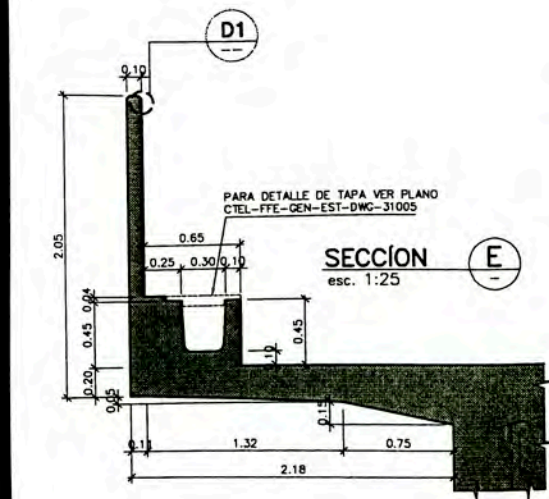
ELEVACION F
esc. 1:25



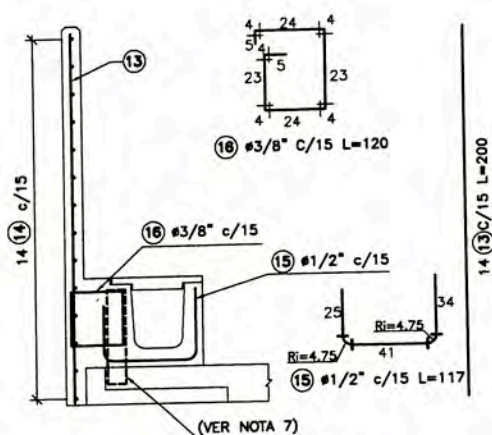
SECCION A
esc. 1:20 (Medidos en cm.)



SECCION D
esc. 1:25

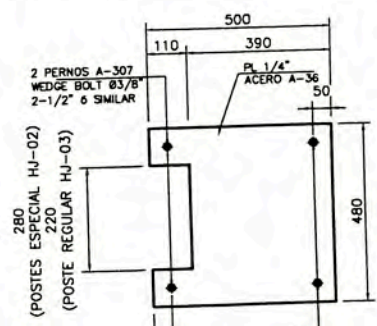
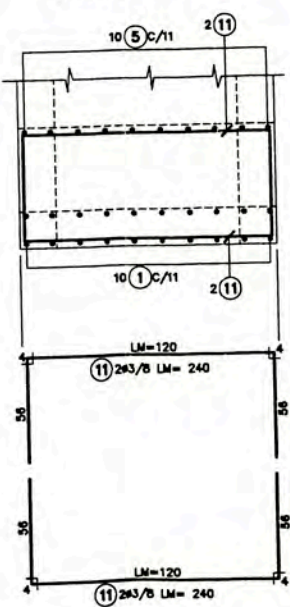


SECCION E
esc. 1:25



SECCION E - ARMADURA
esc. 1:20

SECCION B
esc. 1:20 (Medidos en cm.)



DETALLE D2
esc. 1:10

DETALLE D1
esc. 1:2
VER NOTA 3

TABLA DE DOBLECES - ACERO fy4200

GANCHOS			ESTRIBOS		
DIAMETRO	lc (cm)	a1 (cm)	DIAMETRO	lc (cm)	a1 (cm)
N°	Ø(pulg)	doblez=90°	N°	Ø(pulg)	doblez=90°
3	3/8	6.0	4	1/2	5.0
4	1/2	7.0	5	5/8	7.0
5	5/8	9.0	6	3/4	11.0
6	3/4	11.0	7	7/8	13.0
7	7/8	13.0	8	1	14.0
8	1	14.0			
10	1 1/4	23.0			

NOTAS:

- 1- MEDIDAS Y NIVELES EN METRO, SALVO INDICACION EN EL PLANO.
- 2- CONCRETO F'c = 28 Mpa. PARA BORDE
- 3- DETALLE TIPICO PARA TODAS LAS ESQUINAS A 90°.
- 4- RECUBRIMIENTO EN BORDE 2.5CM
- 5- VER DETALLE DE REFUERZO EN PLANO DE CAÑALETA 31004
- 6- VER DETALLE DE REFUERZO EN PLANO CTEL-SIT-VTL-EST-DWG-32483
- 7- VER DETALLE DE REFUERZO EN PLANO DE LOSAS

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
POYRY	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	07-Sep-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	JMP	JMP	TLK	WVI
08	19/Ago-10	EPR (Cambios Según Indicado)	JMP	JMP	TLK	WVI
0A	21/Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	JMP	JMP	TLK	WVI

Cliente: **MTCA** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

Contratista: **CONSORCIO TREN ELÉCTRICO**

Proyectista: **ODEBRECHT** (Figuero Ferraz)

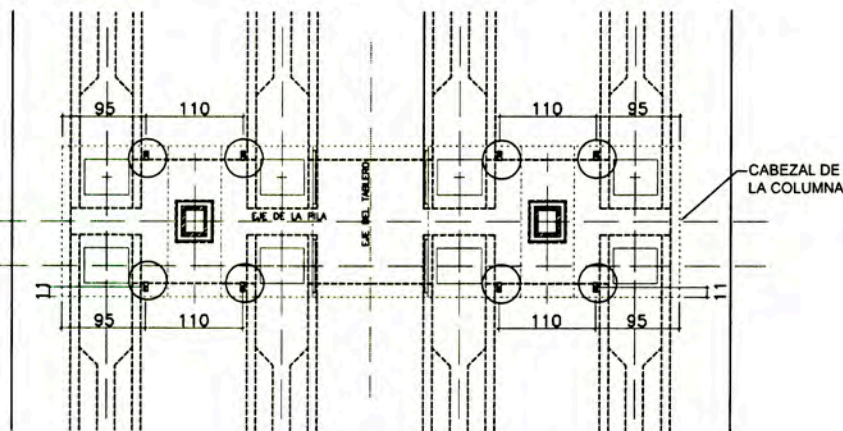
Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRIC DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

Código: **GTELFFEVTLLESTDWG3210650**

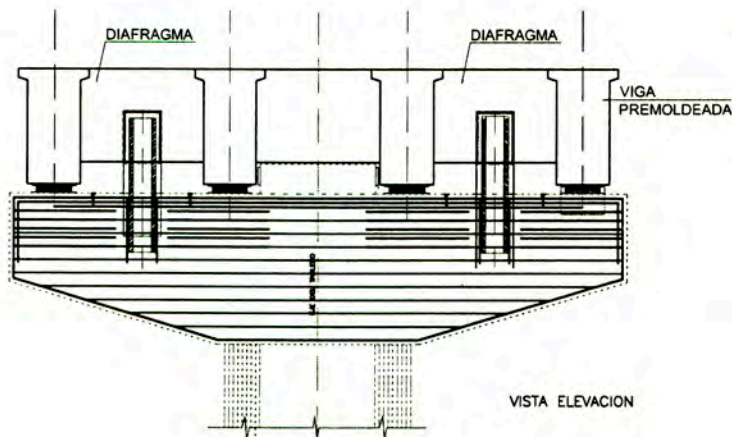
Plano: **BORDE PARA POSTE DE CATENARIA CURVA CABITOS**

Escala: (A1) IND.

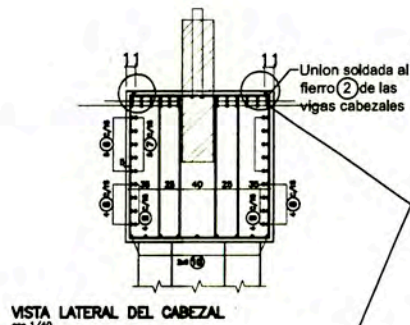
DETALLE A
esc. 1/40



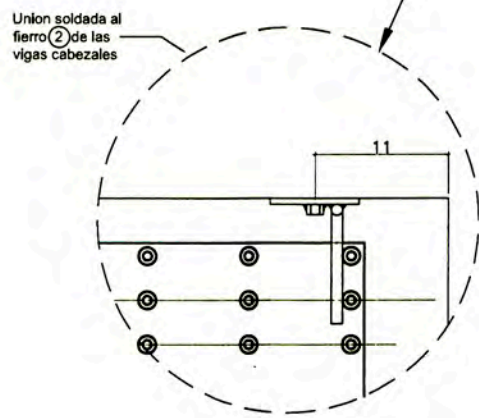
VISTA DE PLANTA



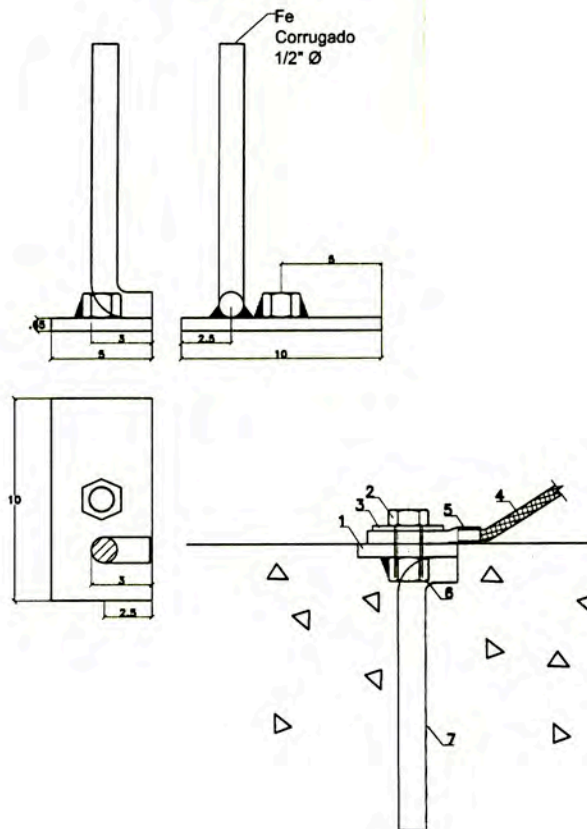
VISTA ELEVACION



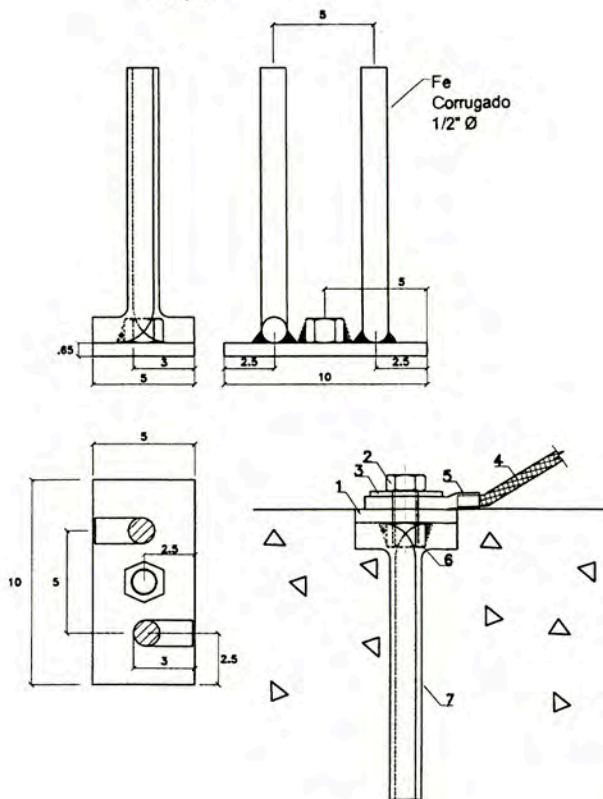
VISTA LATERAL DEL CABEZAL
esc. 1/40



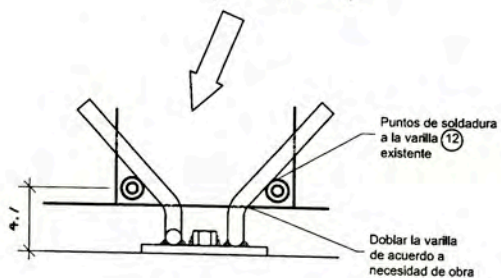
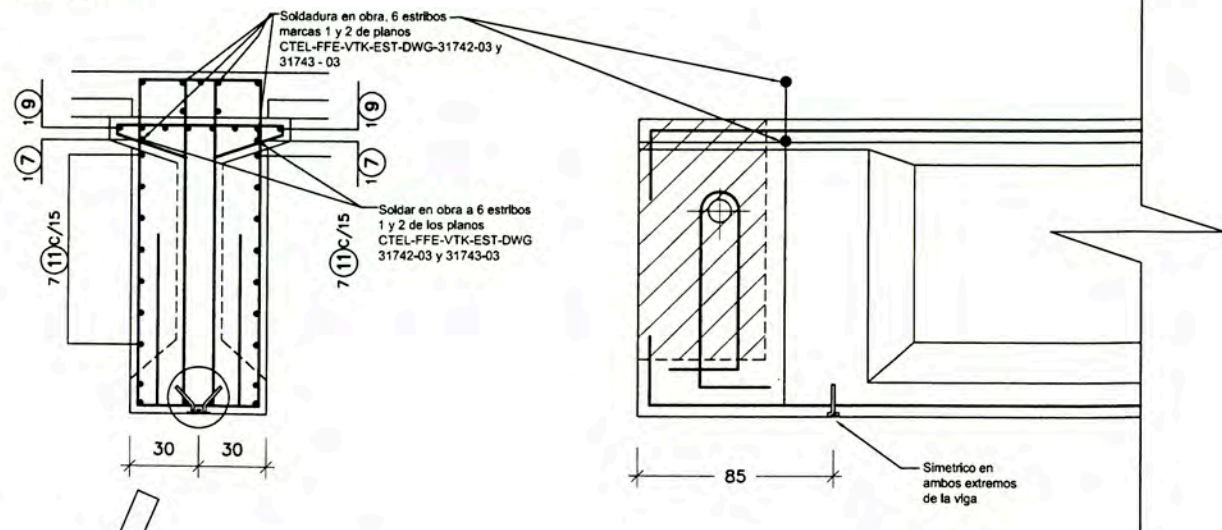
DETALLE DE PLATINA DE PUESTA A TIERRA EMBEBIDO EN CONCRETO PARA CABEZALES DE COLUMNAS
esc. 1/175



DETALLE DE PLATINA DE PUESTA A TIERRA EMBEBIDO EN CONCRETO PARA VIGAS 1 Y 2
esc. 1/175



DETALLE B
esc. 1/20



PLANO LLAVE

LEYENDA

- Notas:
1. PL 1/4" 100x60
 2. PERNO Ø1/2"x1" (Galvanizado)
 3. ARANDELA Ø1/2" (Galvanizado)
 4. CABLE COBRE
 5. TERMINAL DE OJO PRENSADO AL CABLE COBRE.
 6. TUERCA Ø1/2"-NC
 7. BARRA CORRUGADA Ø1/2"
- LAS PIEZAS 1 Y 6 SERAN GALVANIZADAS EN CALIENTE UTILIZAR SOLDADURA AWS E 7010 (CELLOCORD)

Referencias:

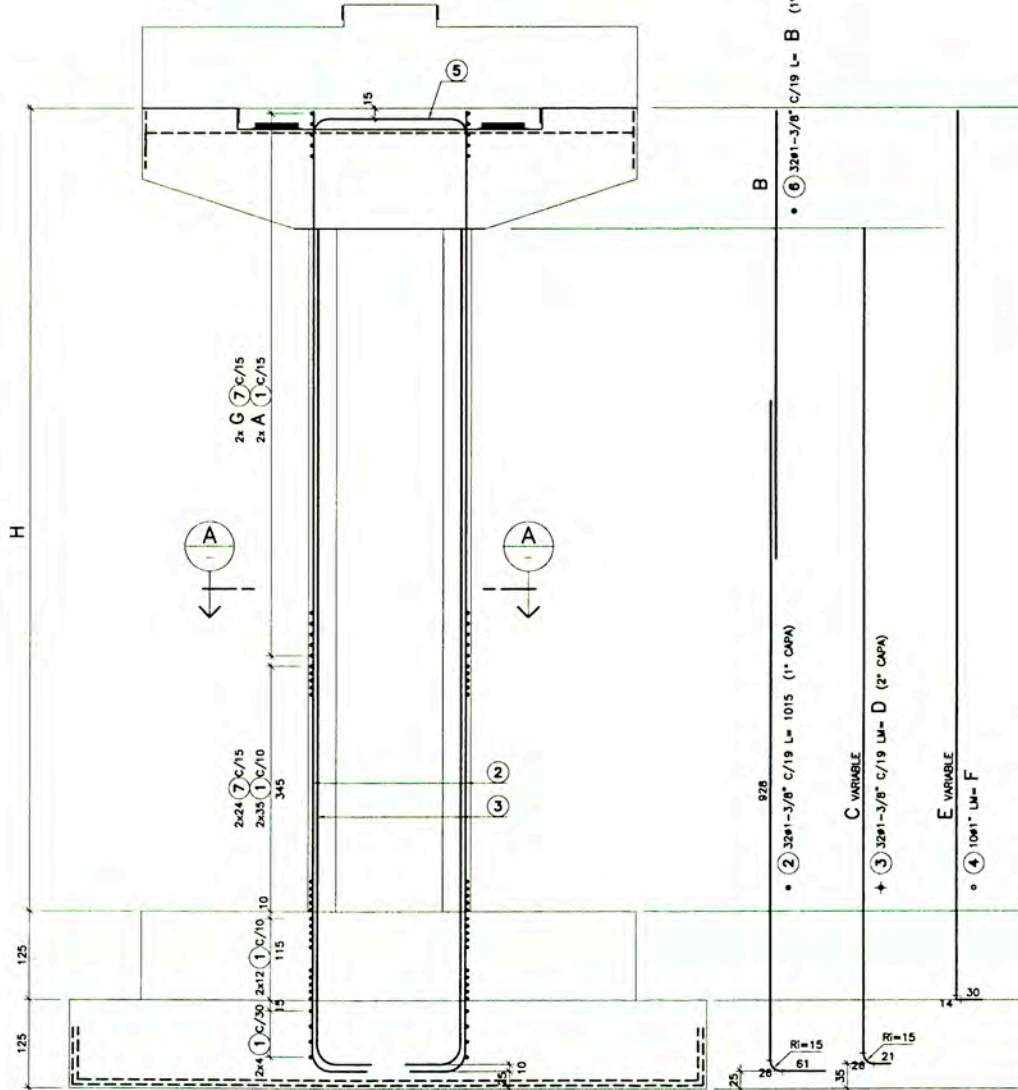
Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS Cód. 2	
	REVISAR Y REDIMAR Cód. 3	

OA 24/Mar/10	EPR	JAF	RMO	ICV	WVI		
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripcion de la revision		ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

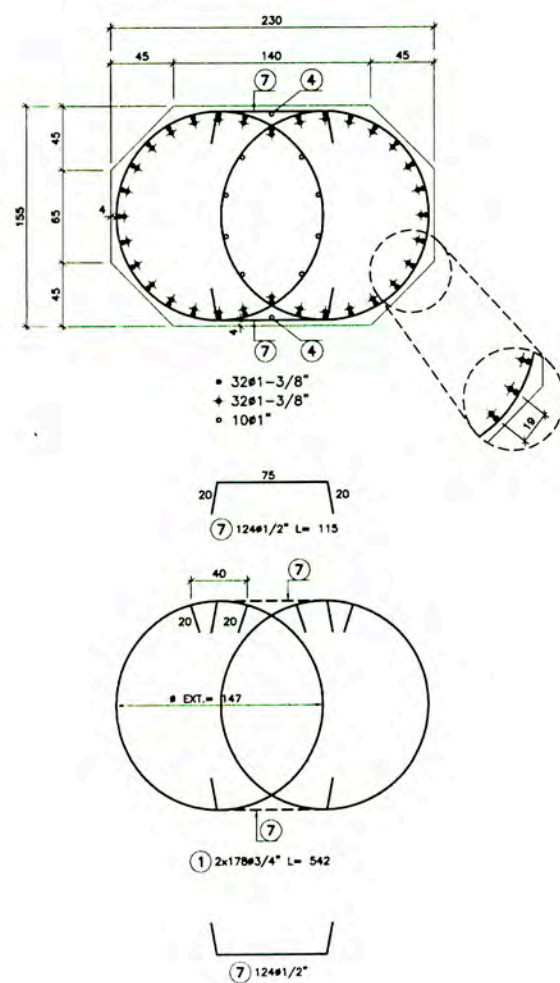
Ciente:	Contratista:	Proyectista:
MTCA	CONSORCIO TREN ELECTRICO	ODEBRECHT
		FIGUEIREDO FERRAZ
		T-08014/E-705 DE-XX-1000-100

Proyecto:	EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU		
Código:	CTELFFEGENELEDWG31,0,0,1	Rev.	0, A
Plano:	PROYECTO CONCEPTUAL PARA PROTECCION CONTRA LAS CORRIENTES DE FUGA - DETALLES 1/2	Escala:	(A1) INDICADA

COLUMNAS EJES C224 y C227 (2x)
esc. 1:50



SECCIÓN AA
esc. 1:25



LISTA DE VARILLAS

POS.	Ø"	CANT.	LONGITUD (cm)	
			UNIT.	TOTAL
1	3/4	356	542	192952
2	1-3/8	64	1015	64960
3	1-3/8	64	*994	63616
4	1	20	*1038	20760
5	1	44	332	14608
6	1-3/8	32	630	20160
7	1/2	248	115	28520

(* LONGITUD PROMEDIO)

RESUMEN

DIAMETRO N°	Ø"	kg/ml	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3	3/8	0.57		
4	1/2	1.00	285.20	285
5	5/8	1.55		
6	3/4	2.24	1929.52	4322
7	7/8	3.04		
8	1	3.97	353.68	1404
11	1-3/8	7.91	1487.36	11765
PESO TOTAL (kg)				17776

PLANO LLAVE

LEYENDA

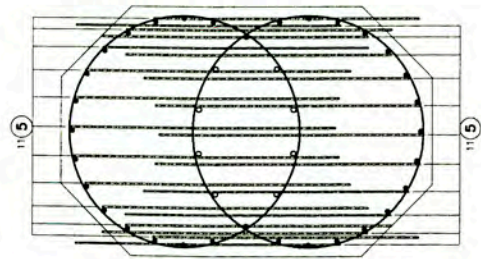
VÁLIDO PARA COLUMNAS:
C224 y C227

- Notas:
- 1- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS, LOS DIAMETROS EN PULGADAS.
 - 2- LAS MEDIDAS INDICADAS EN LOS DETALLES DE LAS BARRAS ESTAN REFIRIDAS AL LADO EXTERIOR DE LAS MISMAS.
 - 3- CONCRETO f'c= 28MPa (280 kgf/cm²).
 - 4- ACERO fy= 420 MPa (4200 kgf/cm²).
 - 5- RECUBRIMIENTO PARA LOS ESTRIBOS= 4cm, EXCEPTO DONDE INDICADO.

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
POVRY	REVISAR Y REENVIAR	Cod. 3	

UBICACIÓN DE LA POS. ⑤
esc. 1:20



COLUMNA EJE	LONGITUD (H)	POS. ①	POS. ⑦	POS. ⑥	POS. ③		POS. ④	
		CANTIDAD (A)	CANTIDAD (G)	LONGITUD (B)	LONGITUD (C)	LONGITUD (D)	LONGITUD (E)	LONGITUD (F)
C224	1131.3	52	52	630	1153	1200	1156	1200
C227	718.2	24	24	-	740	787	832	876

OA	31-Mar-10	EMITIDO PARA REVISIÓN	PAP	CMC	ROA	WVI
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISFNO	REVIS.	APROB.

Cliente: **ANTE MTC**

Contratista: **CONDOMINIO TREN ELECTRICO**

Proyectista: **ODEBRECHT FIGUEIREDO FERRAZ**

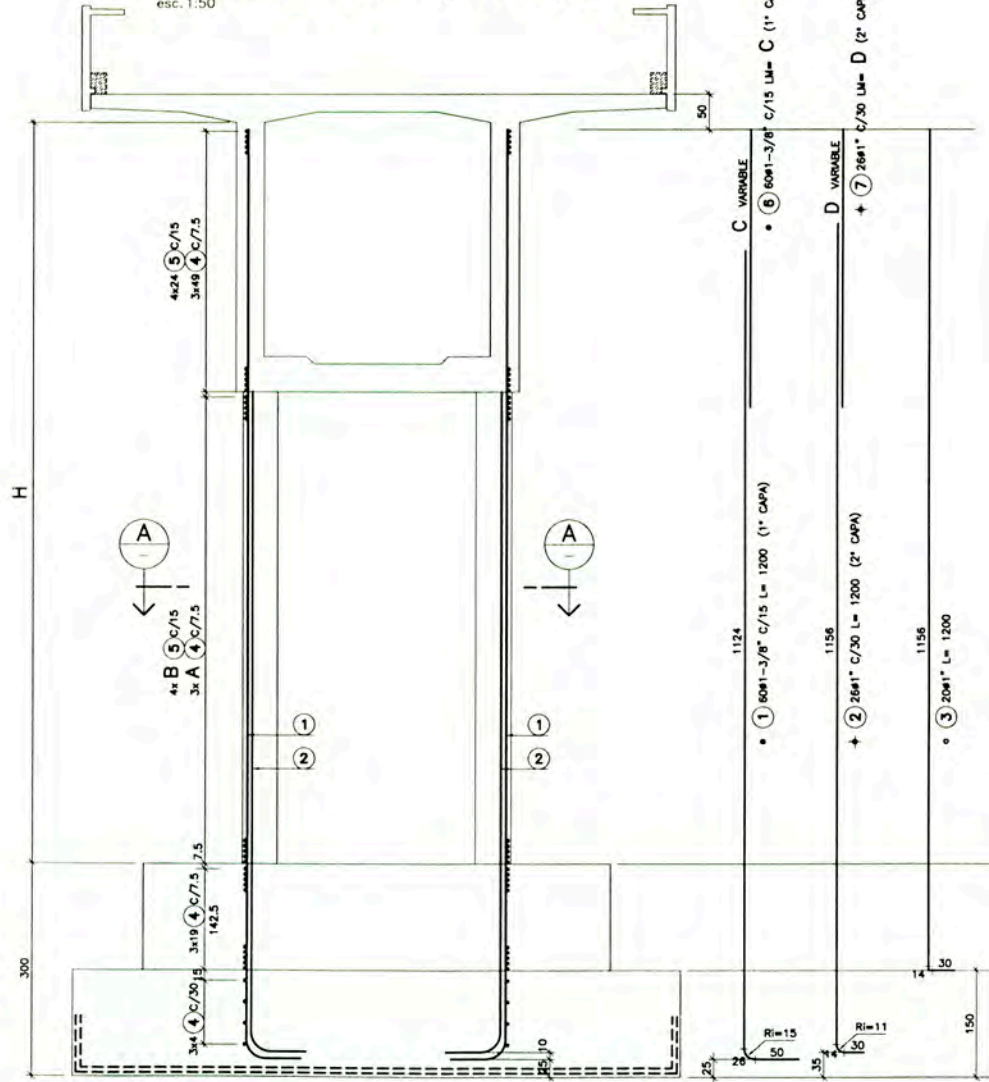
Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Código: G T E L F F E V T L E S T D W G 3 2 3 1 0 O A

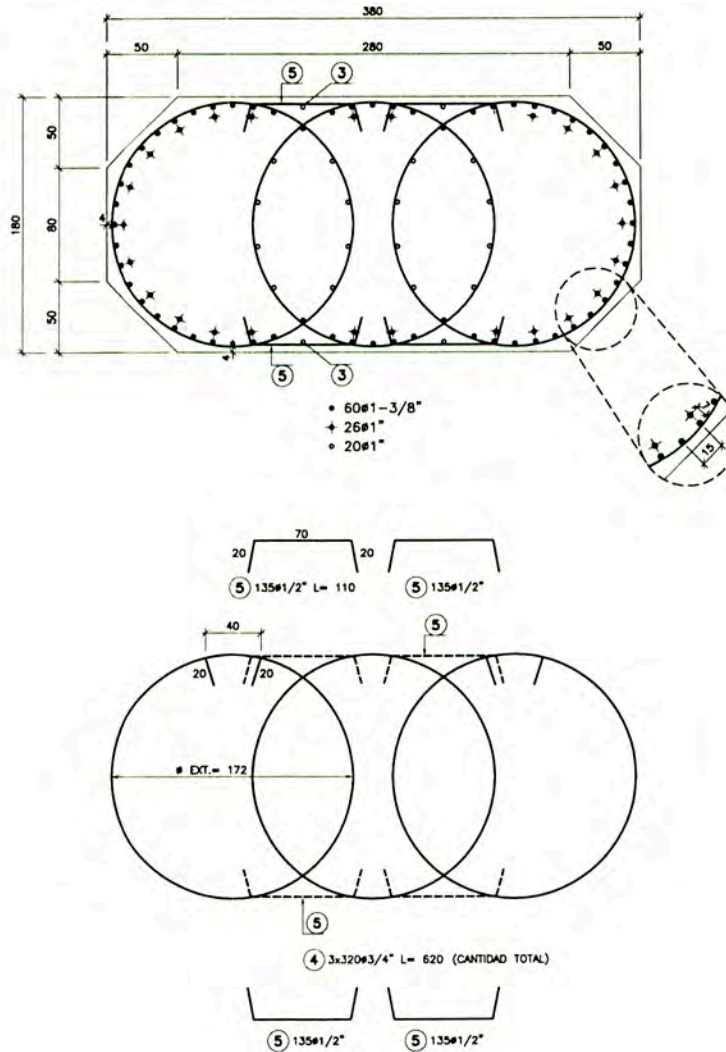
Plano: TRAMO L - MÓDULO 17 - COLUMNAS ARMADURA (PARTE 1)

Escala: (A1) IND.

COLUMNAS EJES C225 y C226 (2x)
esc. 1:50



SECCIÓN AA
esc. 1:25



COLUMNA EJE	LONGITUD (H)	POS. ④ CANTIDAD (A)	POS. ⑤ CANTIDAD (B)	POS. ⑥ LONGITUD (C)	POS. ⑦ LONGITUD (D)
C225	1070	87	43	376	278
C226	1085	89	44	391	293

LISTA DE VARILLAS

POS.	#"	CANT.	LONGITUD (cm)	
			UNIT.	TOTAL
1	3/8	120	1200	144000
2	1	52	1200	62400
3	1	40	1200	48000
4	3/4	960	620	595200
5	1/2	540	110	59400
6	1-3/8	120	*384	46080
7	1	52	*286	14872

(* LONGITUD PROMEDIO)

RESUMEN

DIAMETRO N°	#"	kg/ml	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3	3/8	0.57		
4	1/2	1.00	594.00	594
5	5/8	1.55		
6	3/4	2.24	5952.00	13332
7	7/8	3.04		
8	1	3.97	1252.72	4973
11	1-3/8	7.91	1900.80	15035
PESO TOTAL (kg)				33934

PLANO LLAVE

LEYENDA

VÁLIDO PARA COLUMNAS:
C225 y C226

Notas:

- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS, LOS DIAMETROS EN PULGADAS.
- LAS MEDIDAS INDICADAS EN LOS DETALLES DE LAS BARRAS ESTAN REFERIDAS AL LADO EXTERIOR DE LAS MISMAS.
- CONCRETO $f_c = 28 \text{ MPa}$ (280 kg/cm^2).
- ACERO $f_y = 420 \text{ MPa}$ (4200 kg/cm^2).
- RECURRIMIENTO PARA LOS ESTRIBOS = 4cm, EXCEPTO DONDE INDICADO.

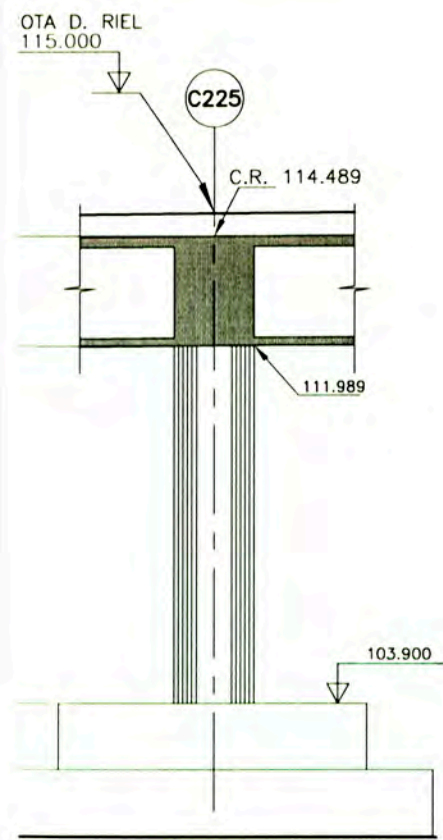
Referencias:

Supervisión:	CONSORCIO CESEL	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
	POYRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
		REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

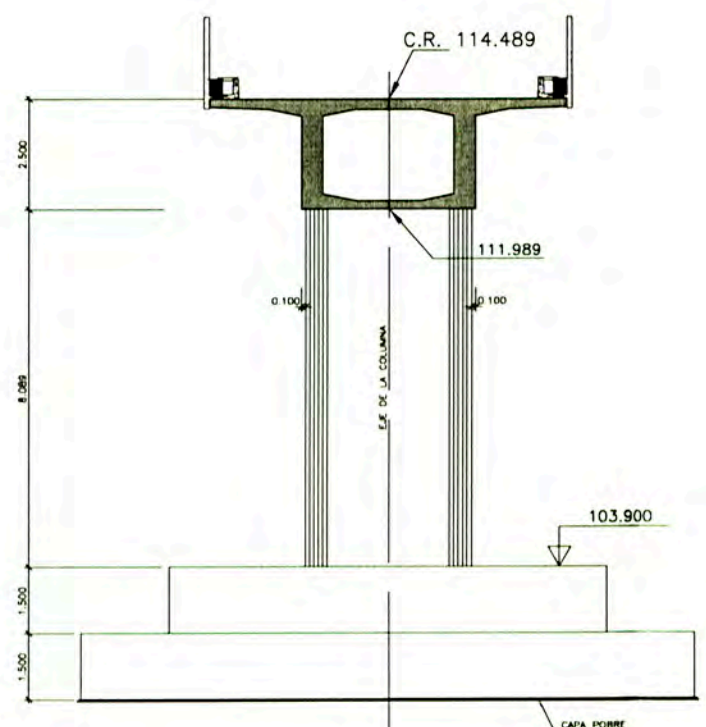
OA	31-Mar-10	EMITIDO PARA REVISIÓN	PAP	CMC	ROA	WVI
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

Cliente:	Contratista:	Proyectista:
MTCA	CONSORCIO TIEN ELECTRICOS	ODEBRECHT
		FIGUEIREDO FERRAZ
		CONSULTORÍA E INGENIERÍA DE PROYECTOS S.A.
		T-09014/E-105 DE-03-PV03-012 R.O.

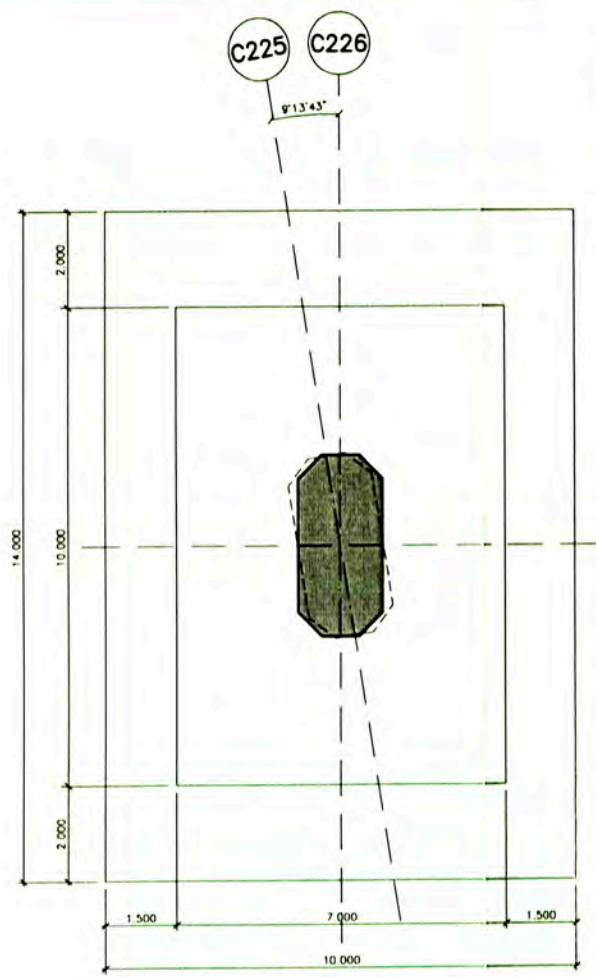
Proyecto:						
EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU						
Código:	C	T	E	L	F	F
Rev.	0	1	1	1	1	1
Plano:	TRAMO L - MÓDULO 17 - COLUMNAS ARMADURA (PARTE 2)					IND.
Escala:	(A1)					IND.



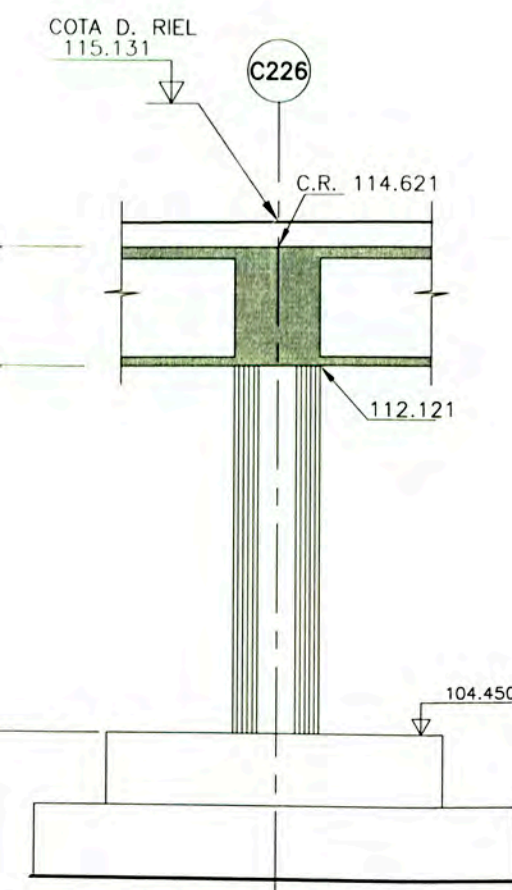
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE LA COLUMNA EJE C225
esc. 1:75



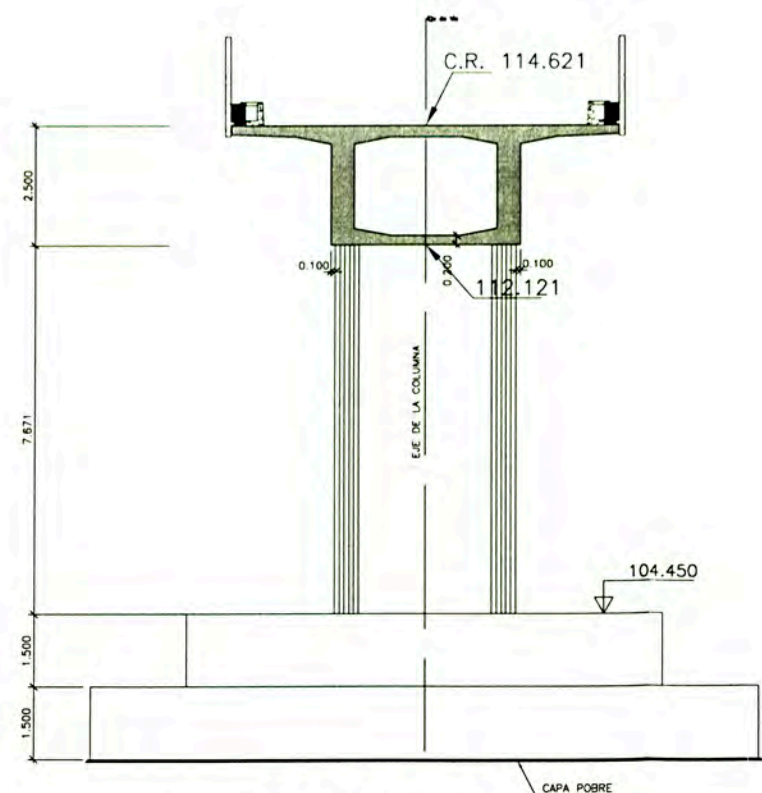
ELEVACIÓN TRANSVERSAL DE LA COLUMNA EJE C225
esc. 1:75



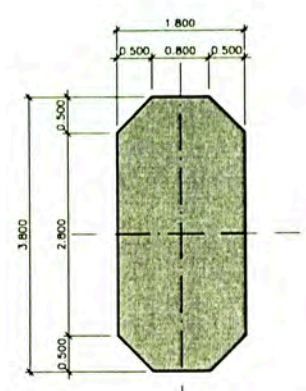
PLANTA DE LAS ZAPATAS EJES C225 Y C226 (2x)
esc. 1:75



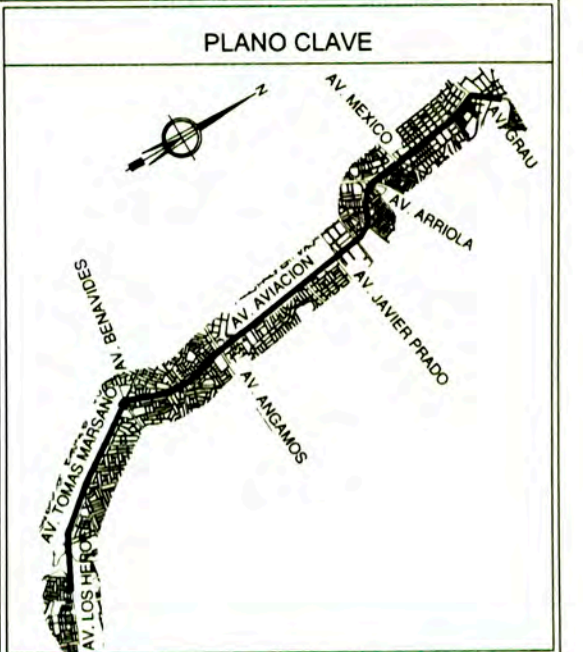
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE LA COLUMNA EJE C226
esc. 1:75



ELEVACIÓN TRANSVERSAL DE LA COLUMNA EJE C226
esc. 1:75



PLANTA DE LAS COLUMNAS EJES C225 Y C226 (2x)
esc. 1:50



LEYENDA

- ESTRUCTURA EXISTENTE EN PLANTA Y VISTA.
- ESTRUCTURA EXISTENTE EN CORTE.
- ESTRUCTURA NOVA EN PLANTA Y VISTA.
- ESTRUCTURA NOVA EN CORTE.

Notas:

NOTAS:

- 1- MEDIDAS Y NIVELES EN METRO.
- 2- CONCRETO $f_c = 21$ MPa PARA CIMENTACIONES.
- 3- CONCRETO $f_c = 28$ MPa PARA COLUMNAS Y VIGA CAREZAL.
- 4- CONCRETO $f_c = 10$ MPa PARA CAPA POBRE (5cm SOBRE CIMENTACIONES).
- 5- LAS FUNDACIONES DEBERAN SER LIBERADAS POR ING. ESPECIALISTA.
- 6- J= JUNTA DE DILATACION.
- 7- LA ZAPATA DEBERA SER APOYADA EN MATERIAL GRAVOSO CON PRESION ADMISIBLE DE 5.0 Kg/cm².
- 8- LA PROFUNDIDAD MINIMA ESTIMADA DE LA COTA DE APOYO DE LAS ZAPATAS ES DE 3.2m.
- 9- LA LIBERACION FINAL DE LA COTA DE APOYO DE LAS ZAPATAS DEBERA SER HECHA POR INGENIERO GEOTECNICO DE FUNDACIONES.

Referencias:

CTEL - FFE - VTL - DGE - DWG - 32118

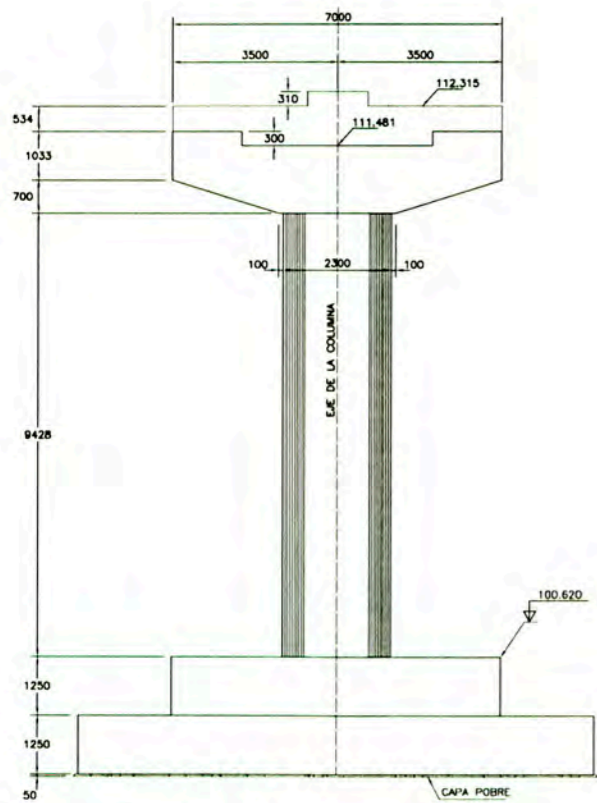
Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma
REVISOR:	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

Rev	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR	DISEÑO	REVIS	APROB
	DD/MM/AA					

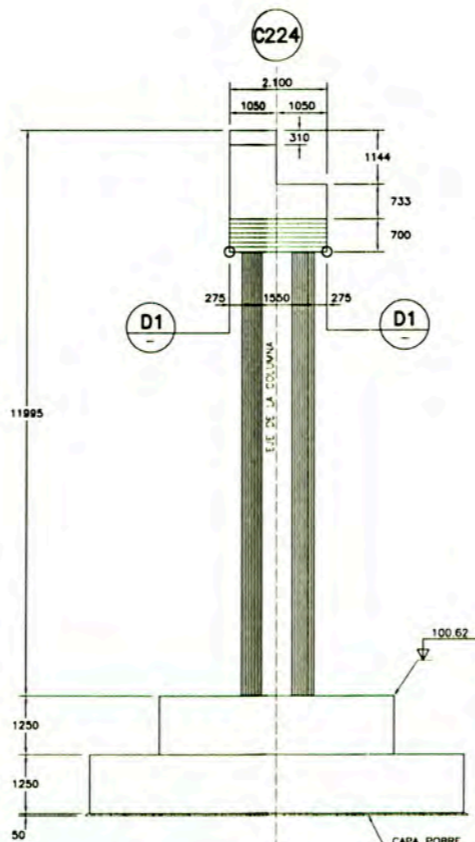
Cliente: **MTC** **COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS**
 Contratista: **COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS**
 Proyectista: **ODEBRECHT** DE-03-PRO4-046 BA

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

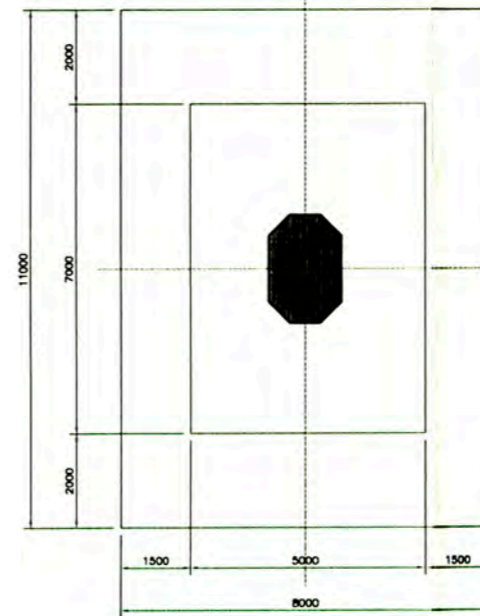
Código:	Rev:
CTEL FFE VTL EST DWG 3 2 1 5 5	5, 0
Plano:	Escala:
TRAMO "L" - EJES C225 Y C226 COLUMNAS Y ZAPATAS	(A1)
	Ind.



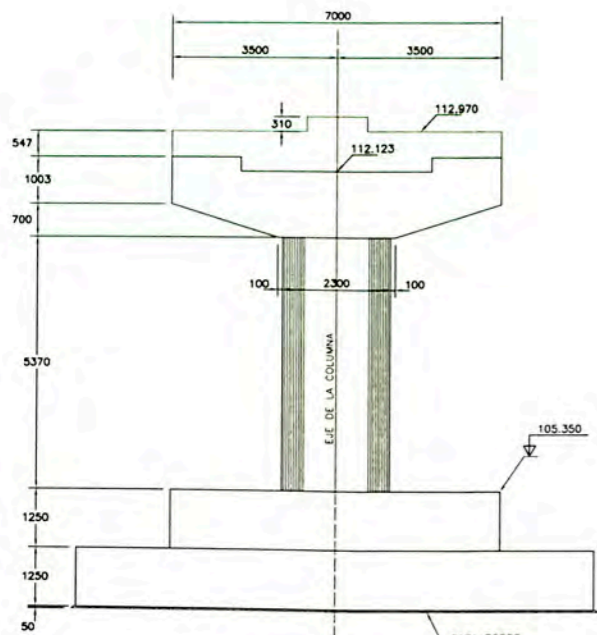
ELEVACIÓN TRANSVERSAL DE LA COLUMNA EJE C224
esc. 1:75



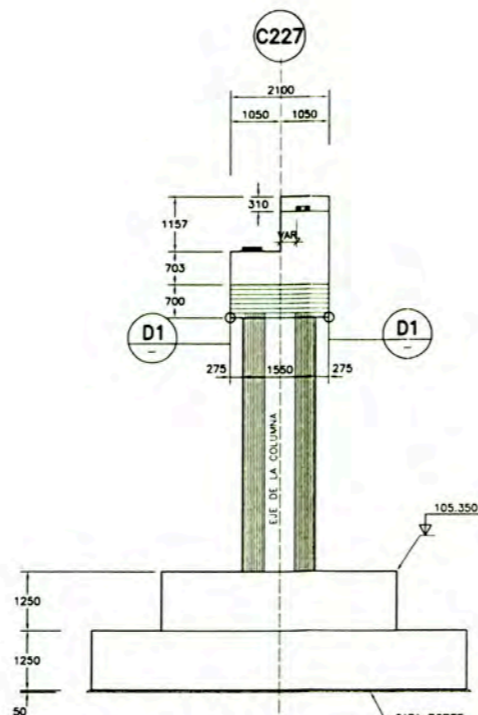
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE LA COLUMNA EJE C224
esc. 1:75



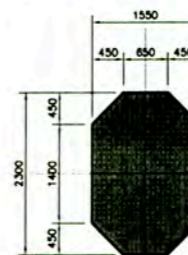
PLANTA DE LAS ZAPATAS C224 Y C227 (2x)
esc. 1:75



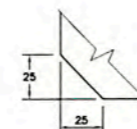
ELEVACIÓN TRANSVERSAL DE LA COLUMNA EJE C227
esc. 1:75



ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE LA COLUMNA EJE C227
esc. 1:75

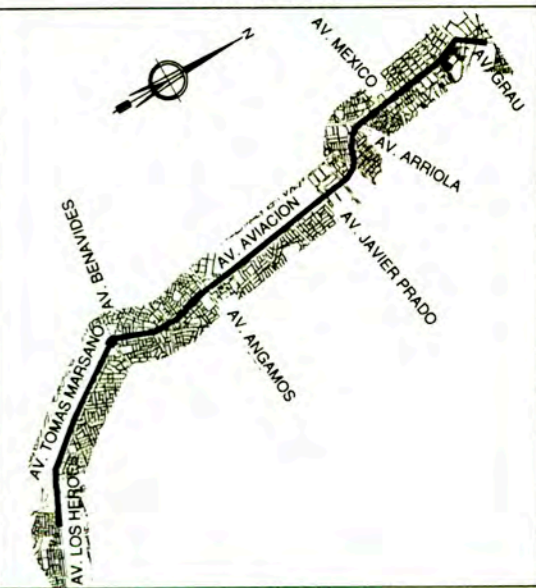


PLANTA DE LAS COLUMNAS C224 Y C227 (2x)
esc. 1:50



DETALLE (D1)
esc. 1:2

PLANO CLAVE



LEYENDA

Notas:

NOTAS:

- 1- MEDIDAS Y NIVELES EN MILIMETROS
- 2- CONCRETO $f_c = 10$ MPa PARA CAPA POBRE (5cm SOB CIMENTACIONES)
- 3- LAS FUNDACIONES DEBRÁN SER LIBERADAS POR ING. ESPECIALISTA
- 4- J- JUNTA DE DILATACION
- 5- LA ZAPATA DEBERÁ SER APOYADA EN MATERIAL GRAVOSO CON PRESION ADMISIBLE DE 5.0 Kg/cm²
- 6- LA PROFUNDIDAD MINIMA ESTIMADA DE LA COTA DE APOYO DE LAS ZAPATAS ES DE 3.2m.
- 7- LA LIBERACION FINAL DE LA COTA DE APOYO DE LAS ZAPATAS DEBERÁ SER HECHA POR INGENIERO GEOTECNICO DE FUNDACIONES.

Referencias:

- CTCL-SIT-VTL-EST-DWG-32482 IMPLANTACION - TRAMO "L"
PLANTA Y ELEVACION - EJES C224 AL C227

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma:
CONTRATISTA	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
REVISAR Y REEMVIAR		Cod. 3	

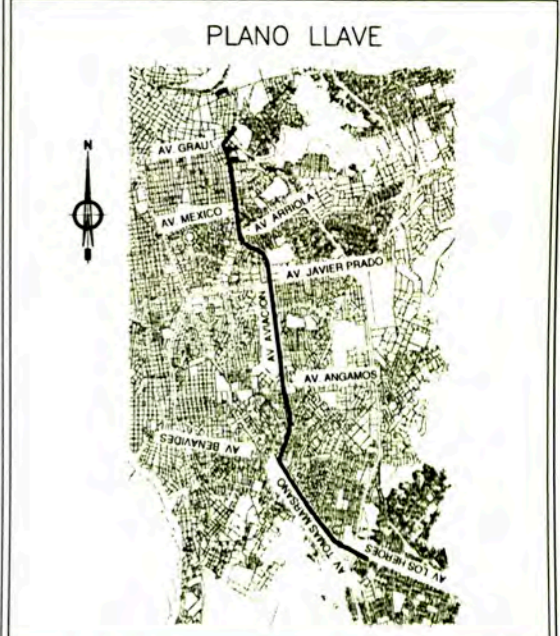
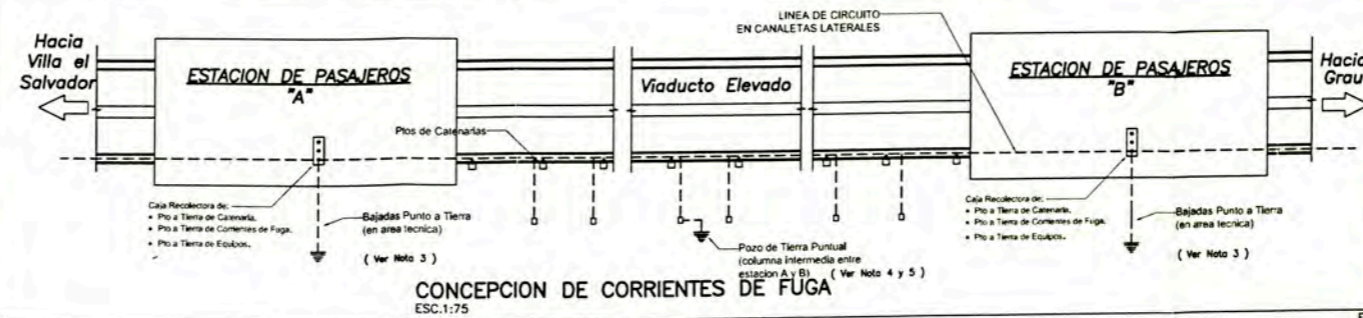
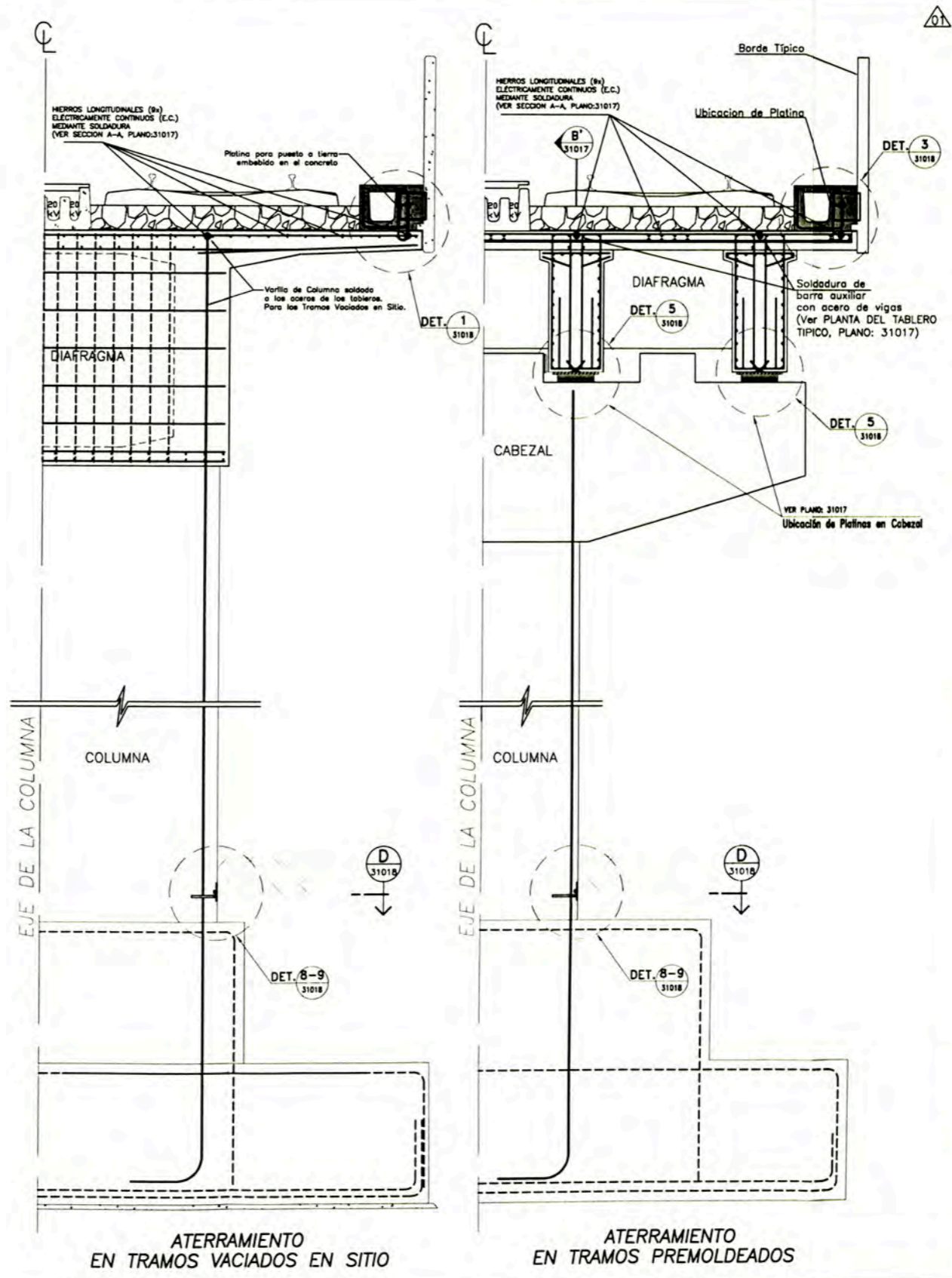
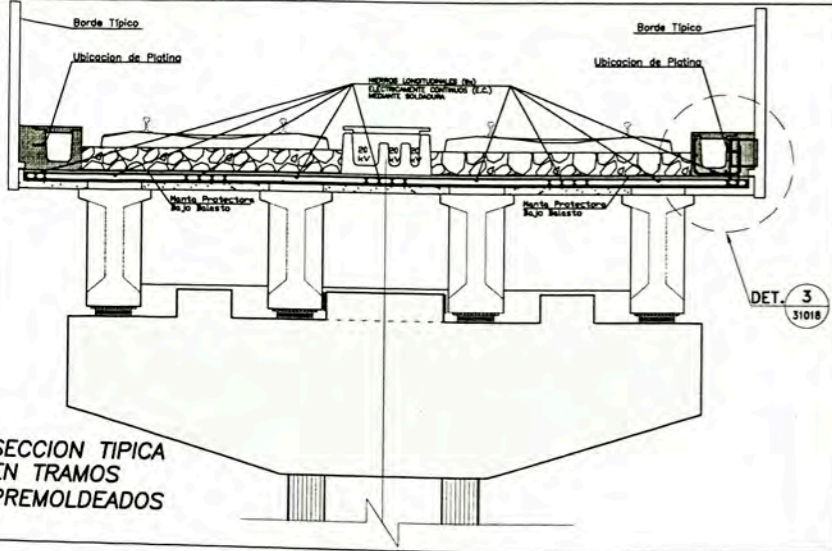
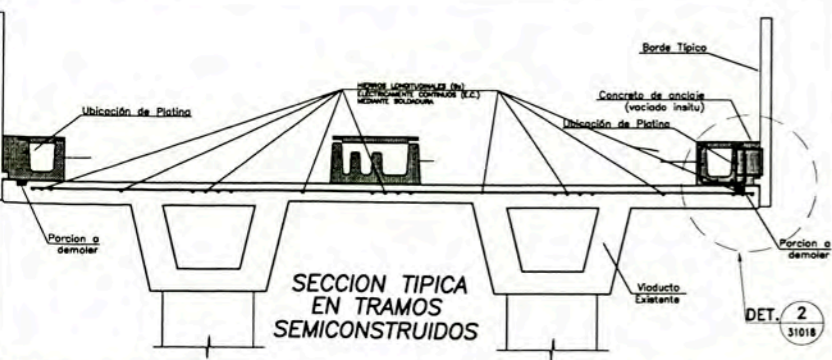
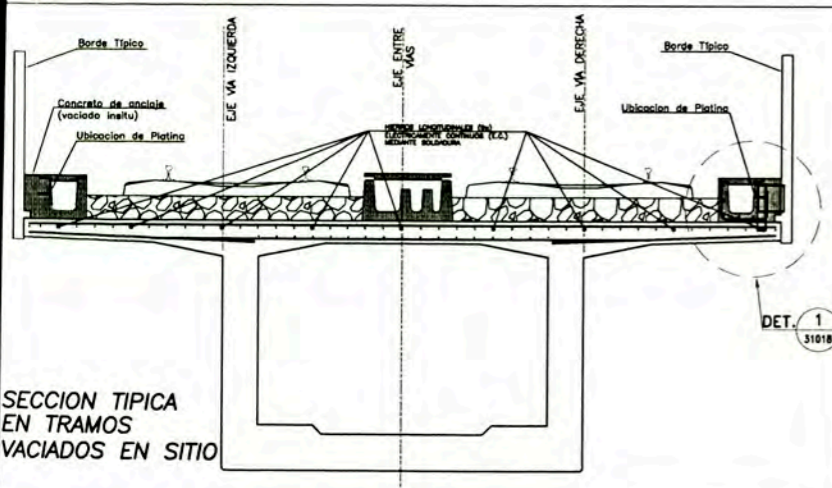
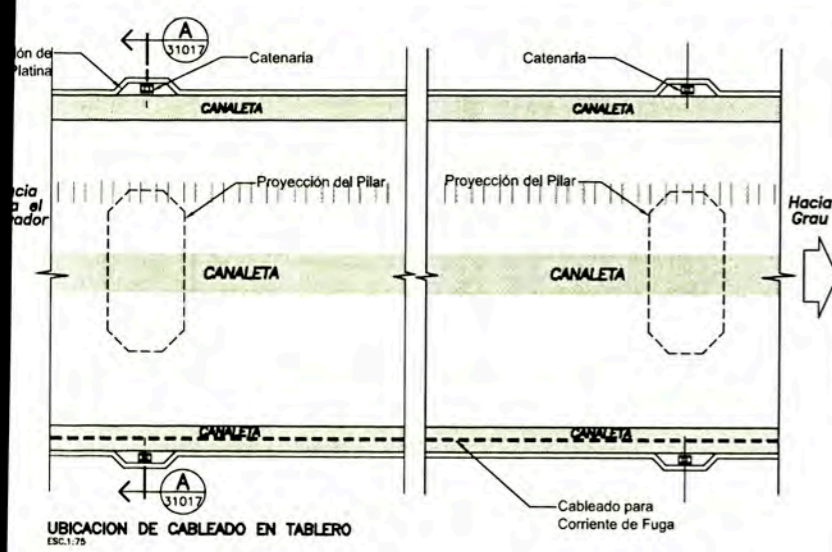
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	20-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	JRF	JRF	MCV	WVI
0A	06-May-10	EMITIDO PARA REVISION	JRF	JRF	MCV	WVI
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
	DD/MM/AA					

Cliente: **ATE** **MTCA**
 Contratista: **CONSORCIO IREN ELECTRICO**
 Sub-Contratista: **ODEBRECHT** **SEINTEC**

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Cod.:	CTCL	SIT	VTL	EST	DWG	3,2,4,8,6	Rev.	5,0
-------	------	-----	-----	-----	-----	-----------	------	-----

Plano: **TRAMO "L" - EJES C224 Y C227 COLUMNAS Y ZAPATAS**
Escala: (A1) Ind.



LEYENDA

- Notas:**
- El cable conductor para corrientes de fuga, se colocaran en el lado derecho del viaducto en dirección a la Av. Grau.
 - Este plano es valido para todos los tramos.
 - Los puntos a tierra que se ubican en las estaciones deben bajar por la columna mas cercana al area tecnica.
 - En la parte media entre estacion y estacion se tendra una bajada para punto a tierra, segun se detalla en el procedimiento de refuerzo equipotencial (CTEL-CTE-ELT-ELE-PRO-55119-08), la seccion adjunta aplica tambien el tramo donde tenga que ubicarse dicho punto a tierra.
 - Todas las columnas estaran electricamente continuas, desde la canaleta hasta la base del columna (platina en columna) incluido las zapatas, solo una columna ubicada en la estacion (la mas cercana al area tecnica llevara el circuito completo hasta la malla enterrada).

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS Cód. 1	Firma:
CEBEL ingenieros	APROBADO CON COMENTARIOS Cód. 2	
	REVISAR Y REFINAR Cód. 3	

Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISERO	REVIS.	APROB.
02	24-08-10	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	JMP	JES	ROA	WVI
01	11-08-10	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	JMP	JES	ROA	WVI
0A	20-Jul-10	EMITIDO PARA REVISION	JMP	JES	ROA	WVI

Ciente: AVE MTC

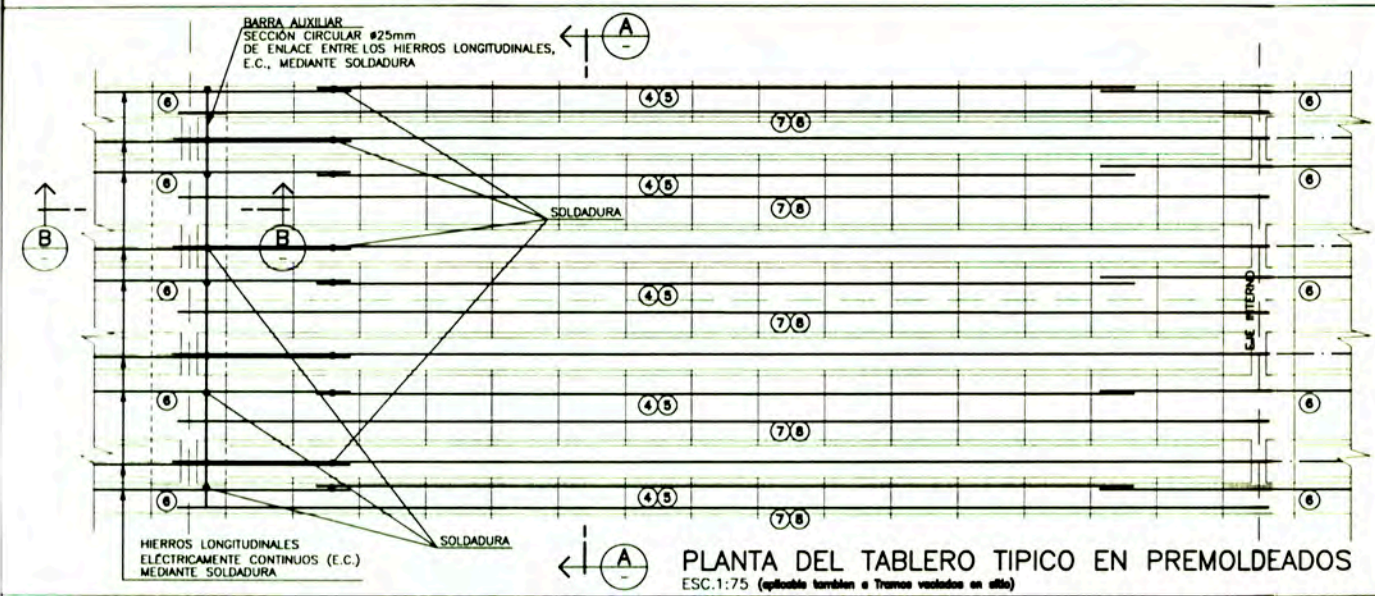
Contratista: CONSORCIO TREN ELÉCTRICO

Proyectista: ODEBRECHT

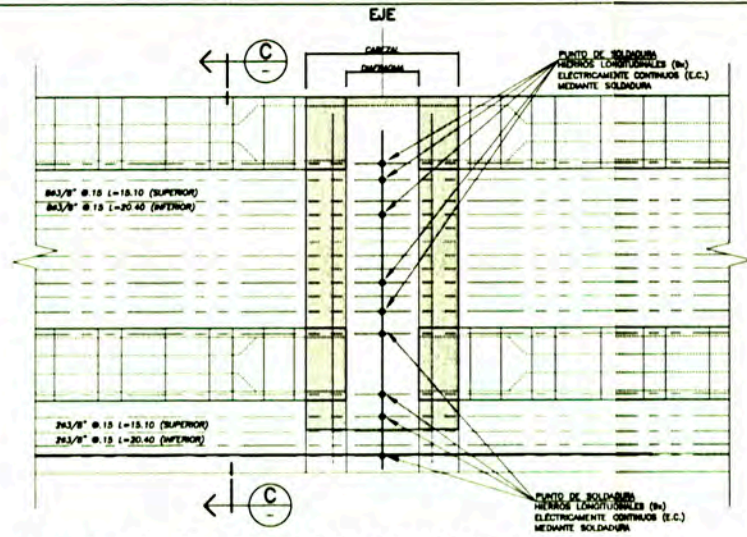
Figuiere Ferraz
CARGO: INGENIERO EN PROYECTO S. E.
T-09014/E-105 DE-XX-XXXX-XXXX

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

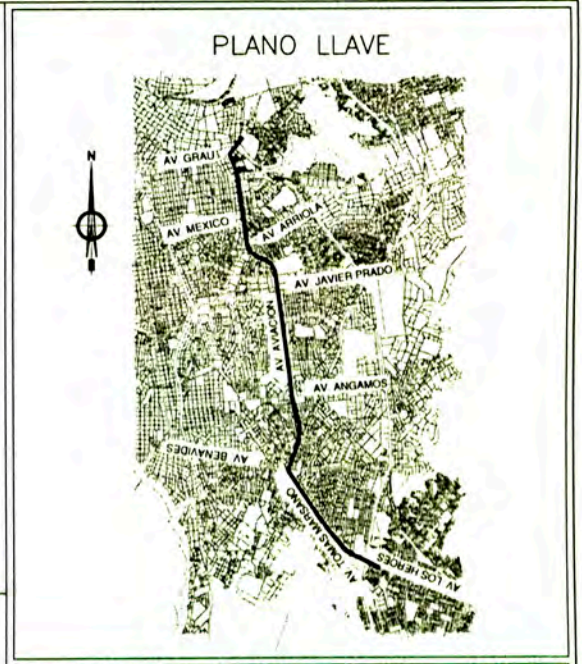
Código:	Rev.
CTELCTE GENELE D, W, G, 3, 1, 0, 1, 6, 0, 2	
Plano:	Escala:
PROTECCION CONTRA CORRIENTES DE FUGA - 1/4	(A1) INDICADA



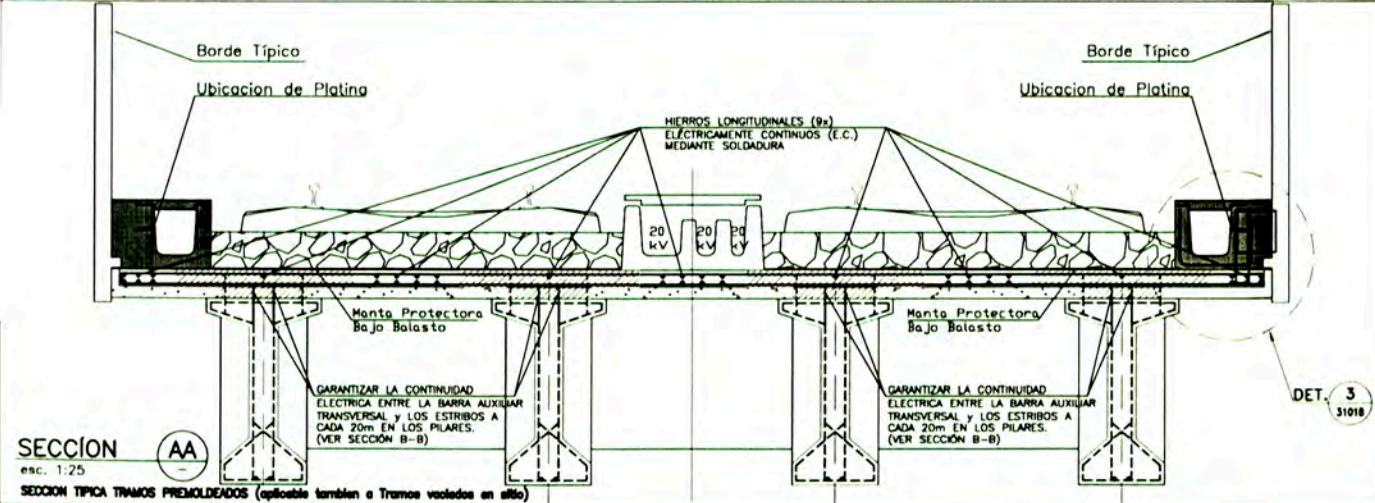
PLANTA DEL TABLERO TIPO EN PREMOLDEADOS
ESC. 1:75 (aplicable también a Tramos vaciados in sitio)



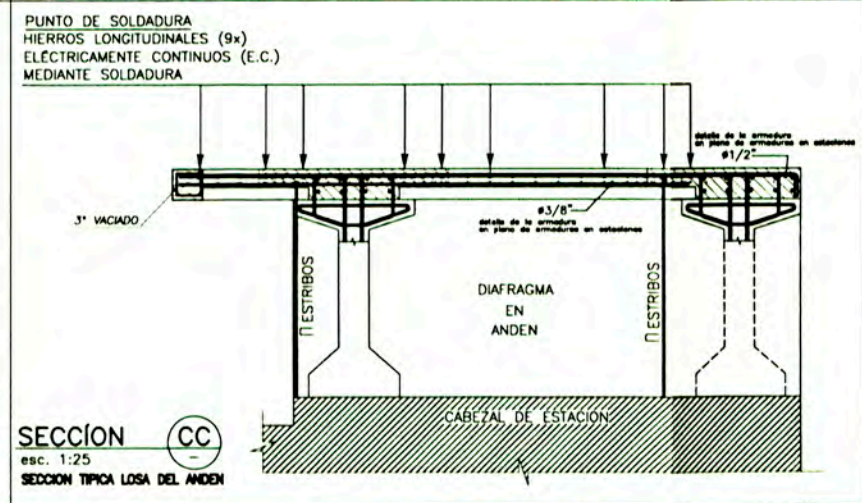
PLANTA DEL TABLERO TIPO EN ANDEN
ESC. 1:75



LEYENDA

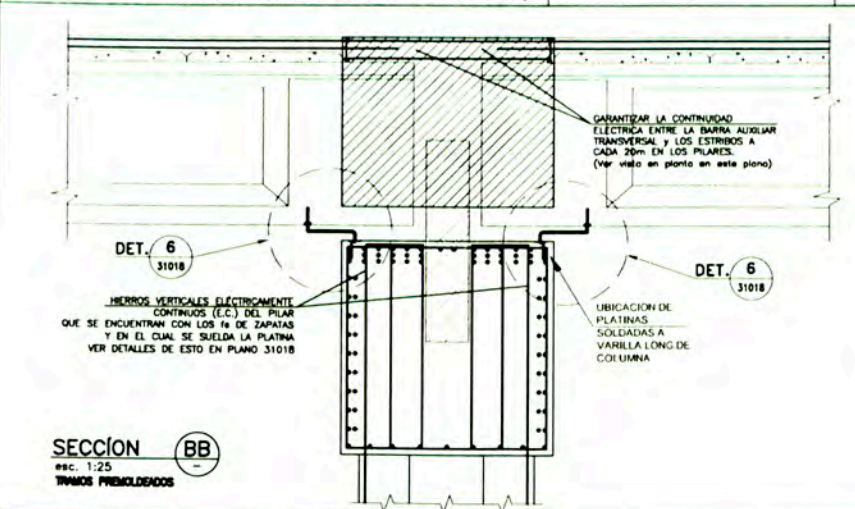


SECCION AA
esc. 1:25
SECCION TIPICA TRAMOS PREMOLDEADOS (aplicable también a Tramos vaciados in sitio)

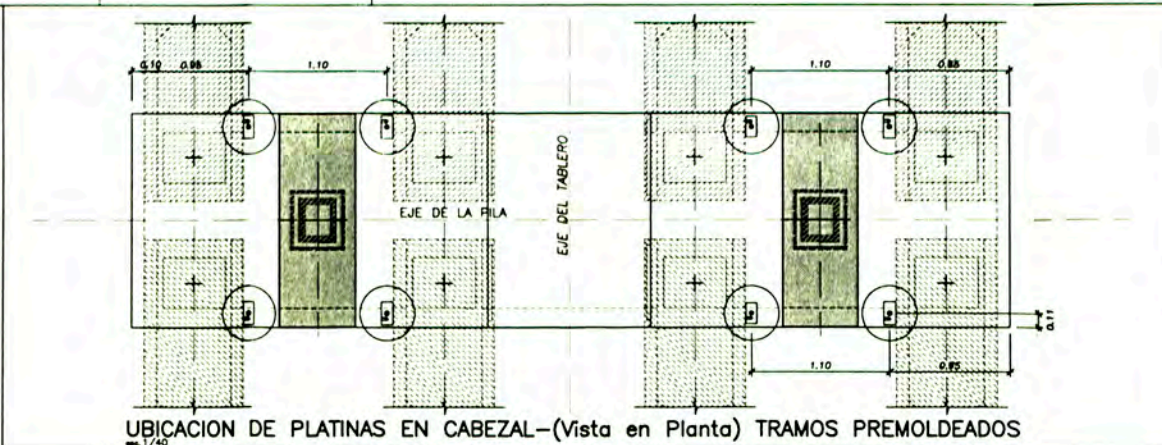


SECCION CC
esc. 1:25
SECCION TIPICA LOSA DEL ANDEN

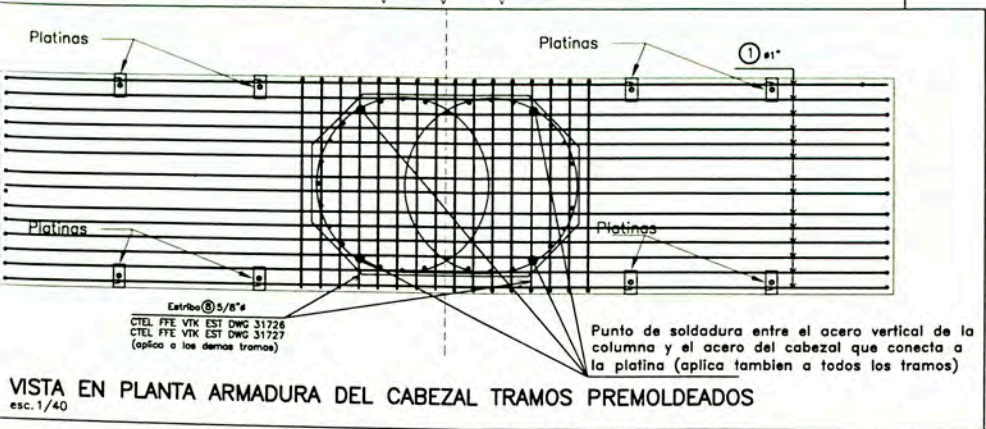
- Notas:
- El cable conductor para corrientes de fuga, se colocaran en el lado derecho del viaducto en dirección a la Av. Grau.
 - Este plano es valido para todos los tramos.
 - Los puntos a tierra que se ubican en las estaciones deben bajar por la columna mas cercana al area tecnica.
 - Las barras restantes, que no fueron soldadas deberan ser electricamente continuos mediante atadura, en razon del 50%.
 - En la parte media entre estacion y estacion se tendra una bajada para punto a tierra, segun se detalla en el procedimiento de refuerzo equipotencial (CTCL-CTE-ELT-ELE-PRO-55119-08), la seccion adjunta aplica tambien el tramo donde tenga que ubicarse dicho punto a tierra.



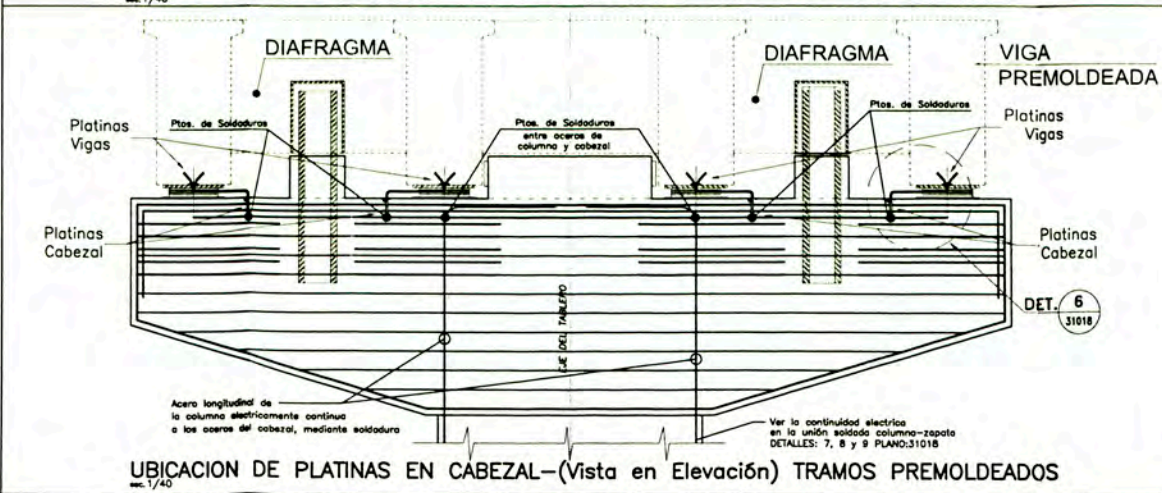
SECCION BB
esc. 1:25
TRAMOS PREMOLDEADOS



UBICACION DE PLATINAS EN CABEZAL-(Vista en Planta) TRAMOS PREMOLDEADOS
esc. 1/40



VISTA EN PLANTA ARMADURA DEL CABEZAL TRAMOS PREMOLDEADOS
esc. 1/40



UBICACION DE PLATINAS EN CABEZAL-(Vista en Elevación) TRAMOS PREMOLDEADOS
esc. 1/40

Referencias:

Supervisión:	CONSORCIO	Aprobado sin comentarios	Cód. 1	Firma:
	CEBEL ingenieros			
		Aprobado con comentarios	Cód. 2	
		Revisar y refirmar	Cód. 3	

Rev.	Fecha DO/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
02	24-08-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	JMP	JES	ROA	WVI
01	11-08-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	JMP	JES	ROA	WVI
DA	20-Jul-10	EMITIDO PARA REVISION	JMP	JES	ROA	WVI

Ciente: **AATE**
MTC

Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**

Proyectista: **ODEBRECHT**
FIGUEROA FERRAZ
CORPORACION PERUANA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
T-08014/CT-105 DE-XX-XXXX-XXX

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECHANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

Código: **CTE, LCT, E, G, E, N, E, L, E, D, W, G, 3, 1, 0, 1, 7, 0, 2**

Plano: **PROTECCION CONTRA CORRIENTES DE FUGA SECCIONES Y DETALLES - 2/4**

Escala: **(A1)** INDICADA

PLANO LLAVE



LEYENDA

- Notas:
- 1.- El cable conductor para corrientes de fuga, se colocaran en el lado derecho del viaducto en dirección a la Av. Grau.
 - 2.- Este plano es valido para todos los tramos.
 - 3.- Los puntos a tierra que se ubican en las estaciones deben bajar por la columna mas cercana al area tecnica.
 - 4.- Las barras restantes, que no fueron soldadas deberan ser electricamente continuas mediante atadura, en razon del 50%.
 - 6.- En la parte media entre estacion y estacion se tendra una bajada para punto a tierra, segun se detalla en el procedimiento de refuerzo equipotencial (CTEL-CTE-ELT-ELE-PRO-55119-08), la seccion adjunta aplica tambien el tramo donde tenga que ubicarse dicho punto a tierra.

Referencias:

Supervisión:	CONSEJO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL Ingenieros	POVRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
		REVISAR Y REENMAR	Cód. 3	

01	24-08-10	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	JMP	JES	ROA	WVI
0A	11-08-10	EMITIDO PARA REVISION	JMP	JES	ROA	WVI
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

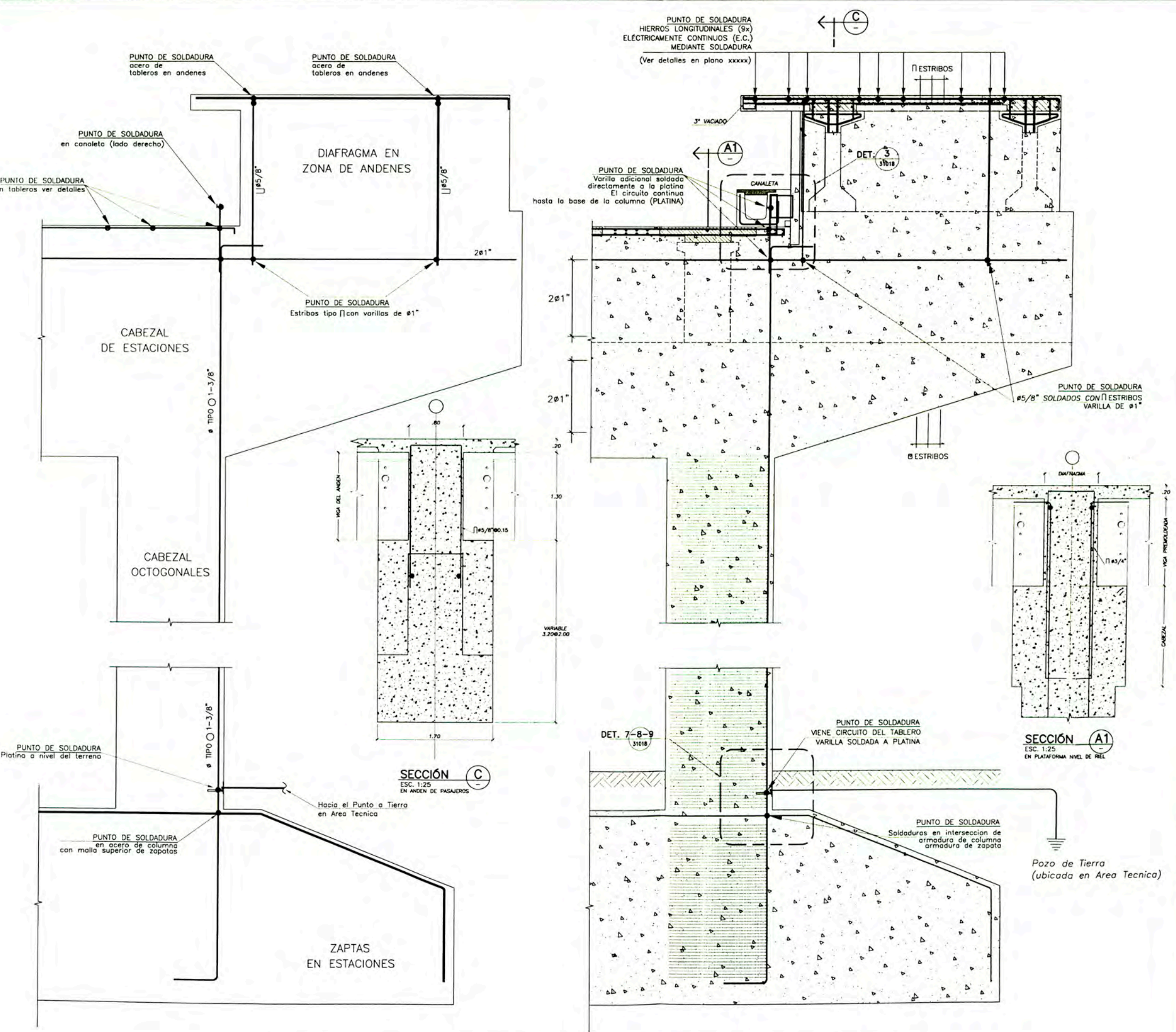
Cliente: **AUTE MTC** Contratista: **CONSEJO TRAM ELECTRICOS** Proyectista: **ODEBRECHT FIGUEROA FERRAZ**
 T-09014/E-105 DE-XI-XXXX-XXX

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

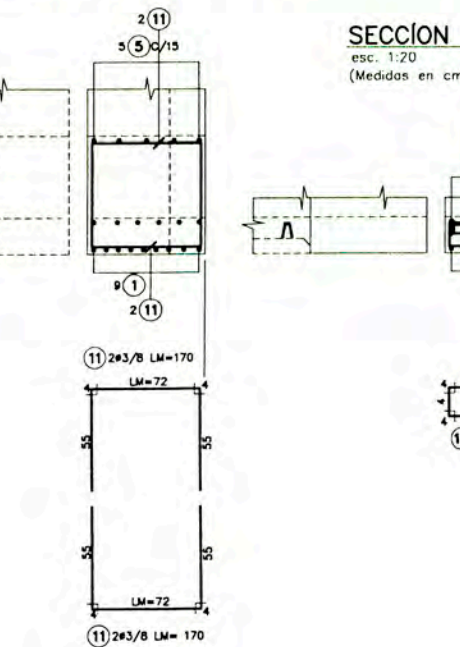
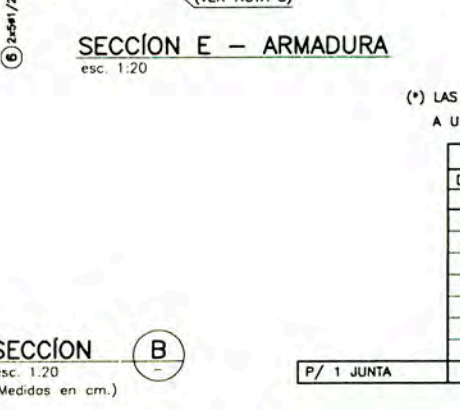
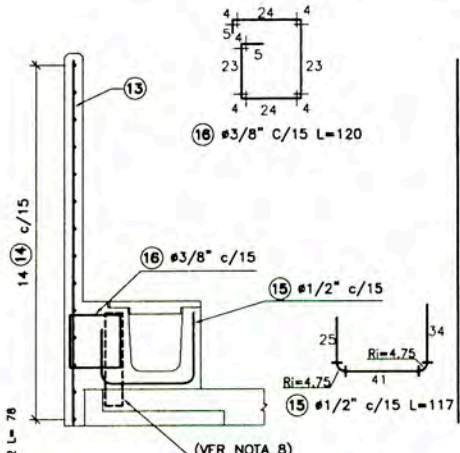
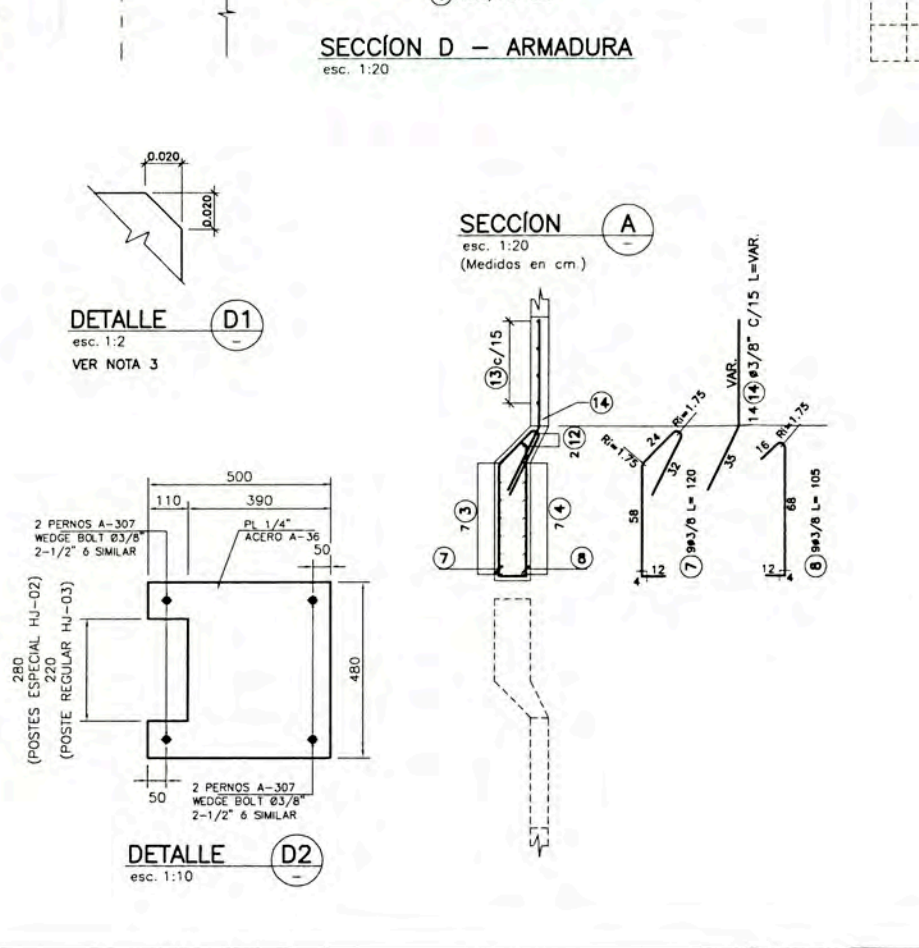
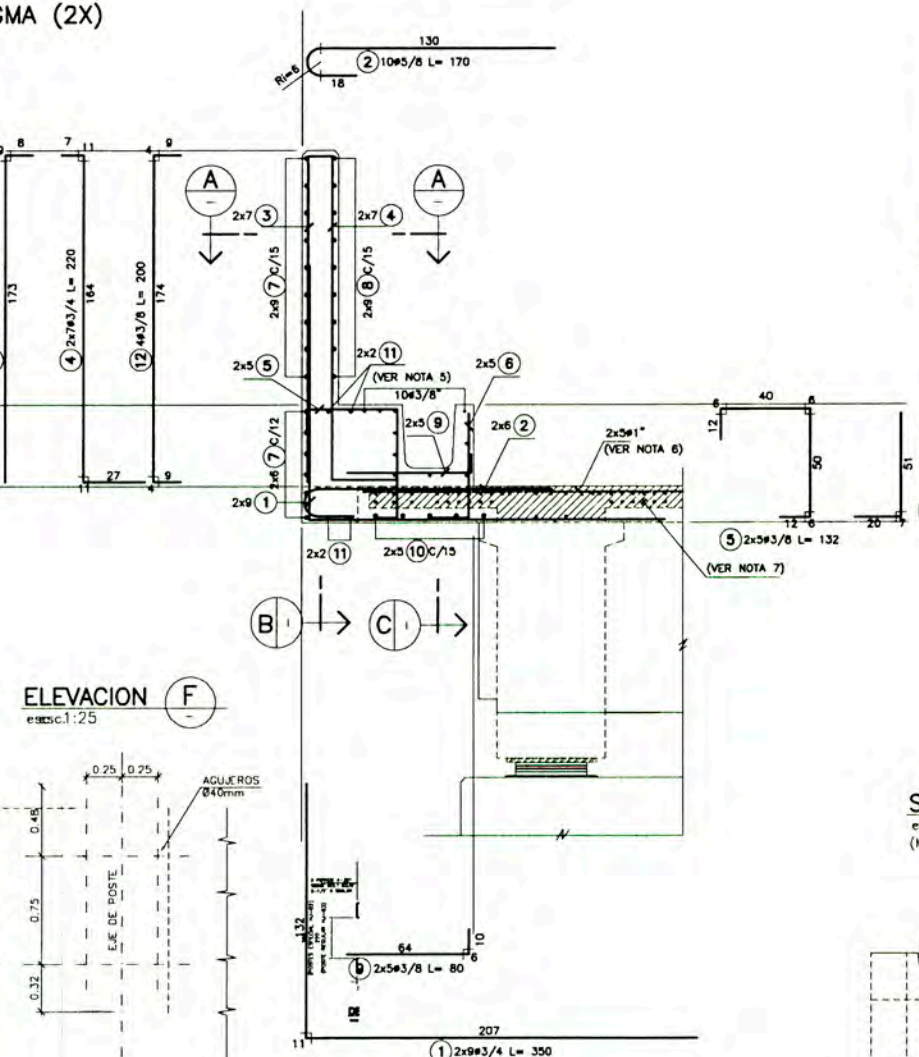
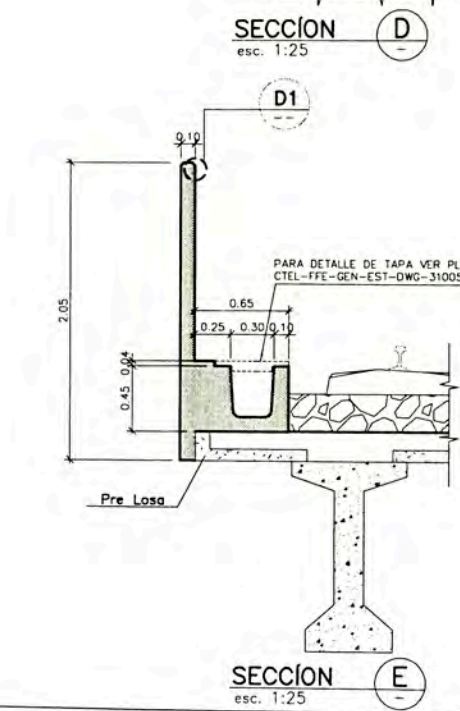
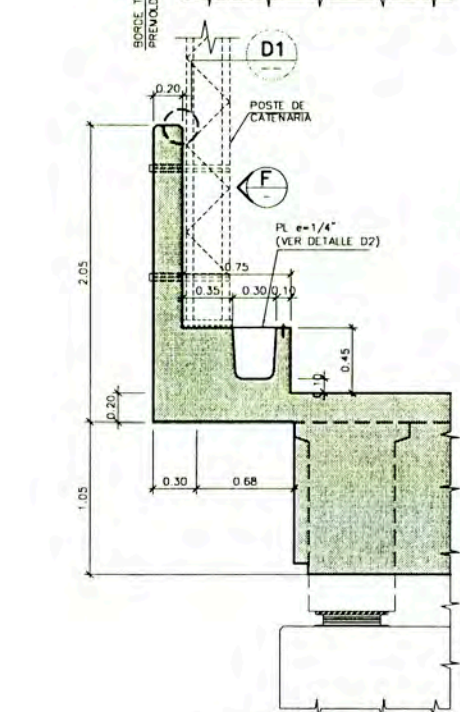
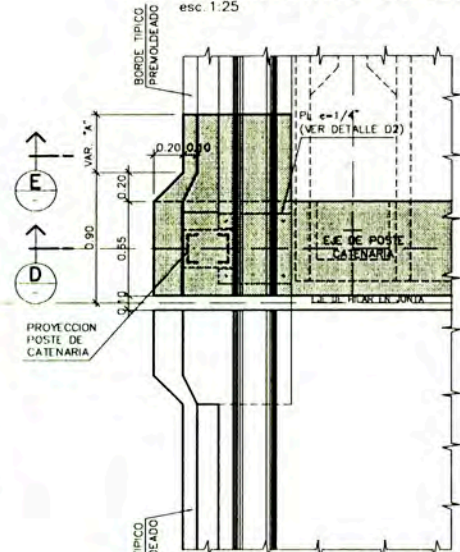
Código:	CTELCTEGENELEDWIG3102001	Rev.	01
Plano:	PROTECCION CONTRA CORRIENTES DE FUGA - ESQUEMA 4/4	Escala:	(A1) INDICADA

SECCION ESQUEMATICA TIPICA DEL ATERRAMIENTO EN ESTACION

(La concepcion de este plano aplica tambien a los demas tramos)



PLANTA BORDE EN DIAFRAGMA (2X)
esc. 1:25



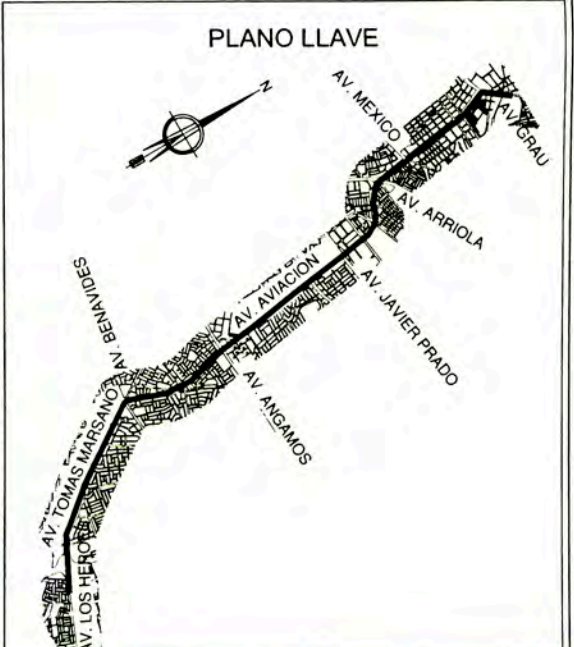
LISTA DE VARILLAS

POS.	Ø"	CANT.	LONGITUD (cm)	UNIT.	TOTAL
1	3/4	36	310		11160
2	5/8	24	170		4080
3	5/8	28	190		5320
4	3/4	28	220		6160
5	3/8	20	132		2640
6	1/2	20	95		1900
7	3/8	36	120		4320
8	3/8	36	85		3060
9	3/8	20	80		1600
10	3/8	20	130		2600
11	3/8	18	170		2720
12	3/8	8	200		1600
13	3/8	*16	200		3200
14	3/8	56	*93		5208
15	1/2	*16	117		1872
16	3/8	*16	120		1920

(*) LAS LONGITUDES Y CANTIDADES CORRESPONDEN A UNA DISTANCIA "A" REFERENCIAL DE 60cm.

RESUMEN

DIAMETRO N°	Ø"	kg/ml	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3	3/8	0.57	338.32	193
4	1/2	1.00	37.72	38
5	5/8	1.55	94.00	146
6	3/4	2.24	173.20	388
7	7/8	3.04		
8	1	3.97		
11	3/8	7.91		
P/ 1 JUNTA			PESO TOTAL (kg)	765



LEYENDA

DIAMETRO N°	Ø"	kg/ml	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3	3/8	0.57	338.32	193
4	1/2	1.00	37.72	38
5	5/8	1.55	94.00	146
6	3/4	2.24	173.20	388
7	7/8	3.04		
8	1	3.97		
11	3/8	7.91		
P/ 1 JUNTA			PESO TOTAL (kg)	765

NOTAS:

- MEDIDAS Y NIVELES EN METRO, SALVO INDICACION EN EL PLANO
- CONCRETO f'c = 28 Mpa. PARA BORDE
- DETALLE TÍPICO PARA TODAS LAS ESQUINAS A 90°
- RECUBRIMIENTO EN BORDE 2.5CM
- VER DETALLE DE REFUERZO EN PLANO DE CANALETA 31004
- VER DETALLE DE REFUERZO EN PLANOS DE DIAFRAGMAS
- VER DETALLE DE REFUERZO EN PLANO DE ARMADURA DE LOSAS Y PLANO DE ARMADURA SUPERIOR DE VIGAS (2do VACIADO)
- VER DETALLE DE REFUERZO EN PLANO DE LOSAS

Referencias:

- SI-00035: MODIFICACION DE BORDE TÍPICO

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma
CORPORIO			
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
POYRY	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	CCA	CMO	MCA	WVI
01	22-Sep-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	JMP	JMP	TLK	WVI
0B	21/Set-10	EMITIDO PARA REVISIÓN	JMP	JMP	TLK	WVI
0A	27/Ago/10	EMITIDO PARA REVISIÓN	JMP	JMP	TLK	WVI

Cliente: **AATE MTC**

Contratista: **CORPORIO ELECTRICOS**

Proyectista: **ODEBRECHT FIGUEIREDO FERRAZ**

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Código: CTELFFEVTLLESTDWG3,2,2,9,9,5,0

Plano: BORDE EN DIAFRAGMA COLUMNAS EN JUNTA EJE C227

Escala: (A1) IND.

TABLA DE DOBLECES - ACERO fy4200

GANCHOS			ESQUEMA			ESTRIBOS			ESQUEMA		
DIAMETRO N°	Ø(pulg)	lc (cm)	a1 (cm)	DIAMETRO N°	Ø(pulg)	lc (cm)	a1 (cm)	DIAMETRO N°	Ø(pulg)	lc (cm)	a1 (cm)
3	3/8"	6.0	4.0	3	3/8"	4.0	3.0	3	3/8"	4.0	3.0
4	1/2"	7.0	6.0	4	1/2"	5.0	4.0	4	1/2"	5.0	4.0
5	5/8"	9.0	7.0	5	5/8"	7.0	5.0	5	5/8"	7.0	5.0
6	3/4"	11.0	8.0	6	3/4"	11.0	8.0	6	3/4"	11.0	8.0
7	7/8"	13.0	9.0	7	7/8"	13.0	9.0	7	7/8"	13.0	9.0
8	1"	14.0	11.0	8	1"	14.0	11.0	8	1"	14.0	11.0
10	1 1/4"	23.0	16.0								

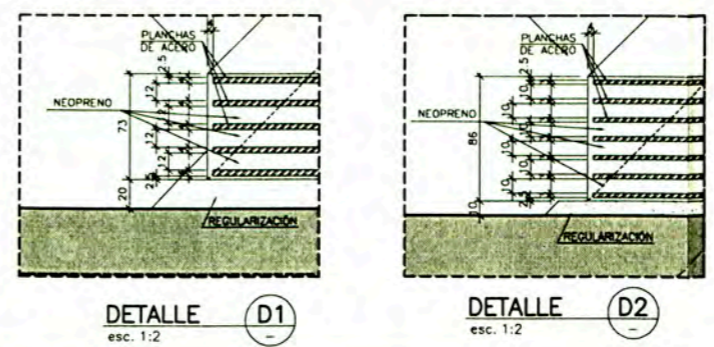
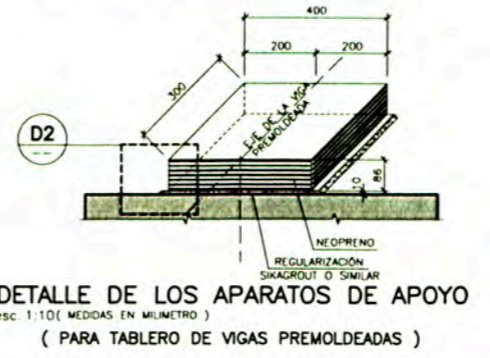
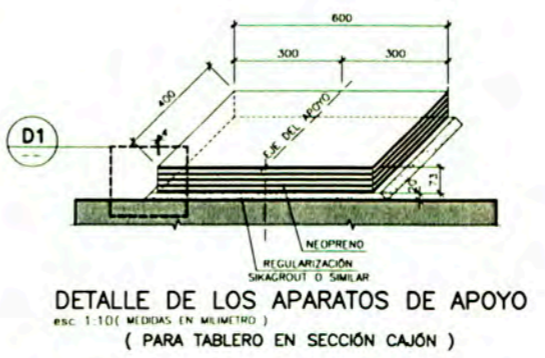
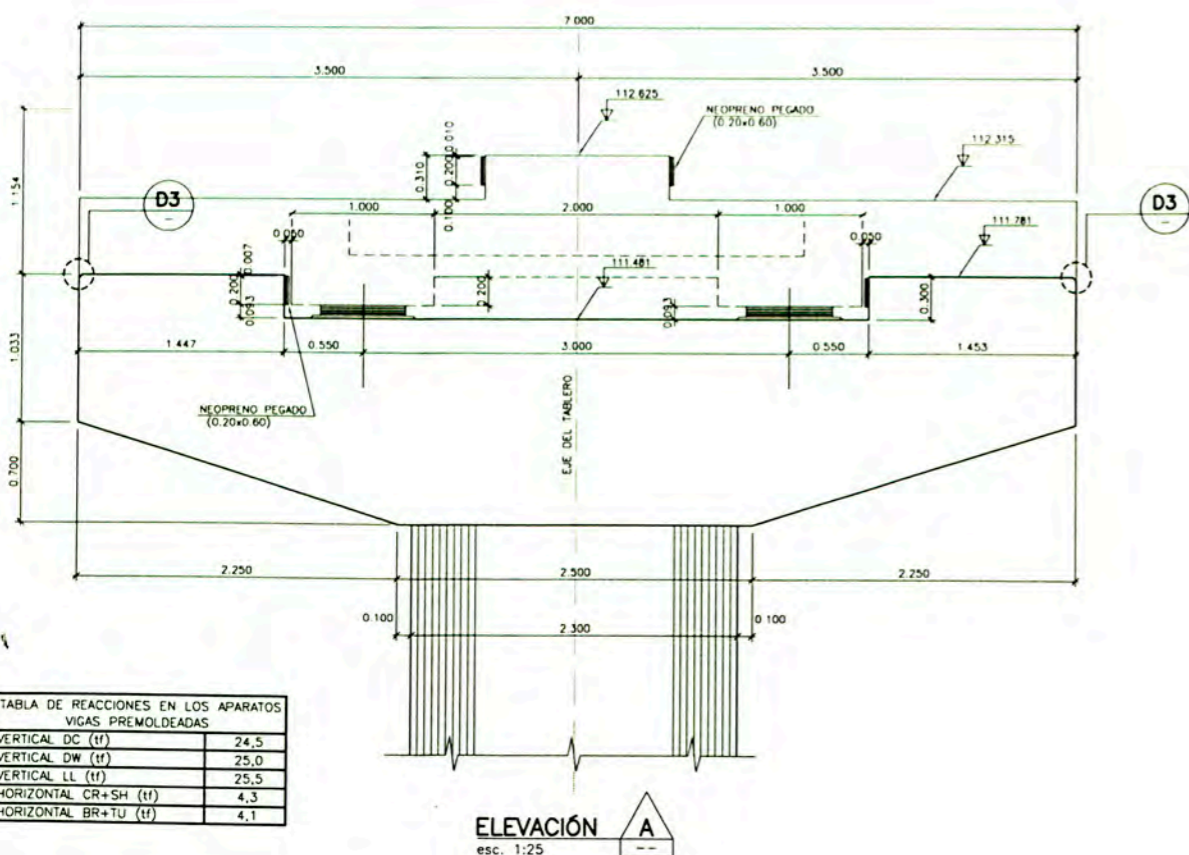
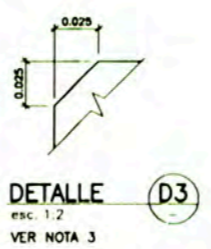
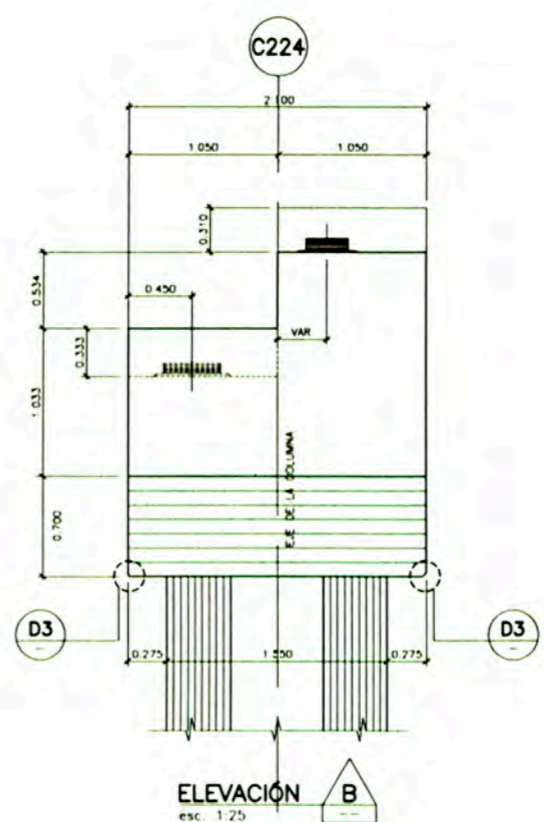
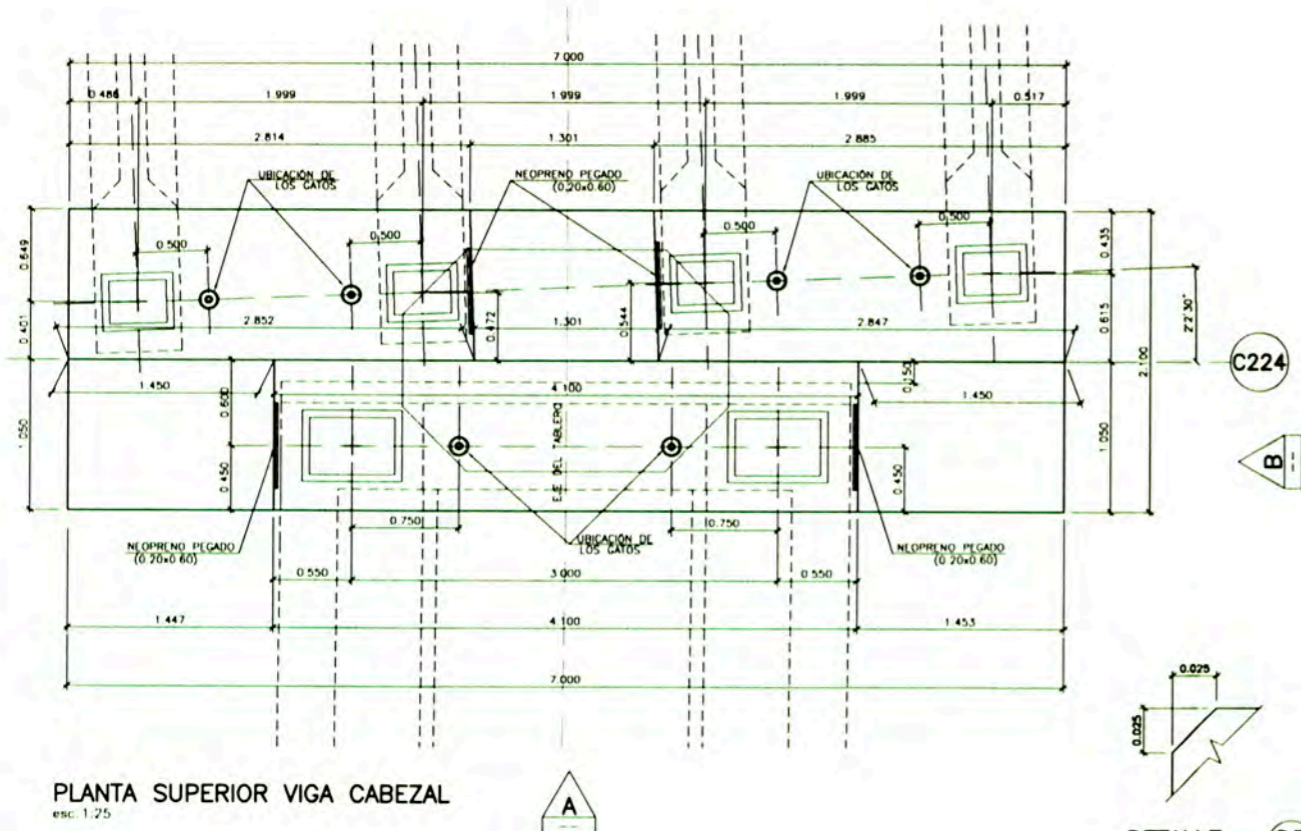
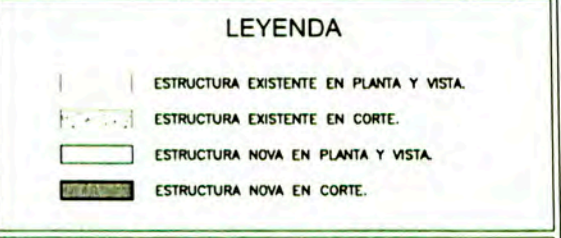
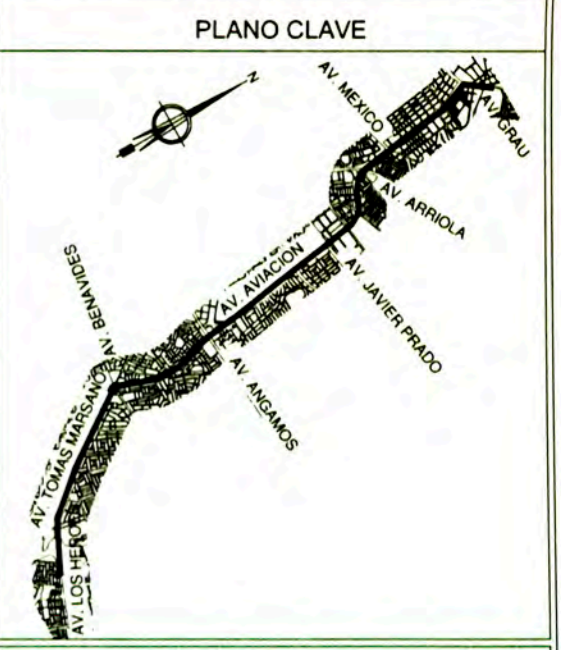


TABLA DE REACCIONES EN LOS APARATOS VIGAS PREMOLEADAS

VERTICAL DC (tf)	24,5
VERTICAL DW (tf)	25,0
VERTICAL LL (tf)	25,5
HORIZONTAL CR+SH (tf)	4,3
HORIZONTAL BR+TU (tf)	4,1



NOTAS:

- 1- MEDIDAS Y NIVELES EN METRO.
- 2- CONCRETO $f_c = 28 \text{ MPa}$ PARA COLUMNAS Y VIGA CABEZAL.
- 3- DETALLE TÍPICO PARA TODAS LAS ESQUINAS A 90° DEL CABEZAL.

Referencias:
CTEL-FFE-VIL-DGE-DWG-32118

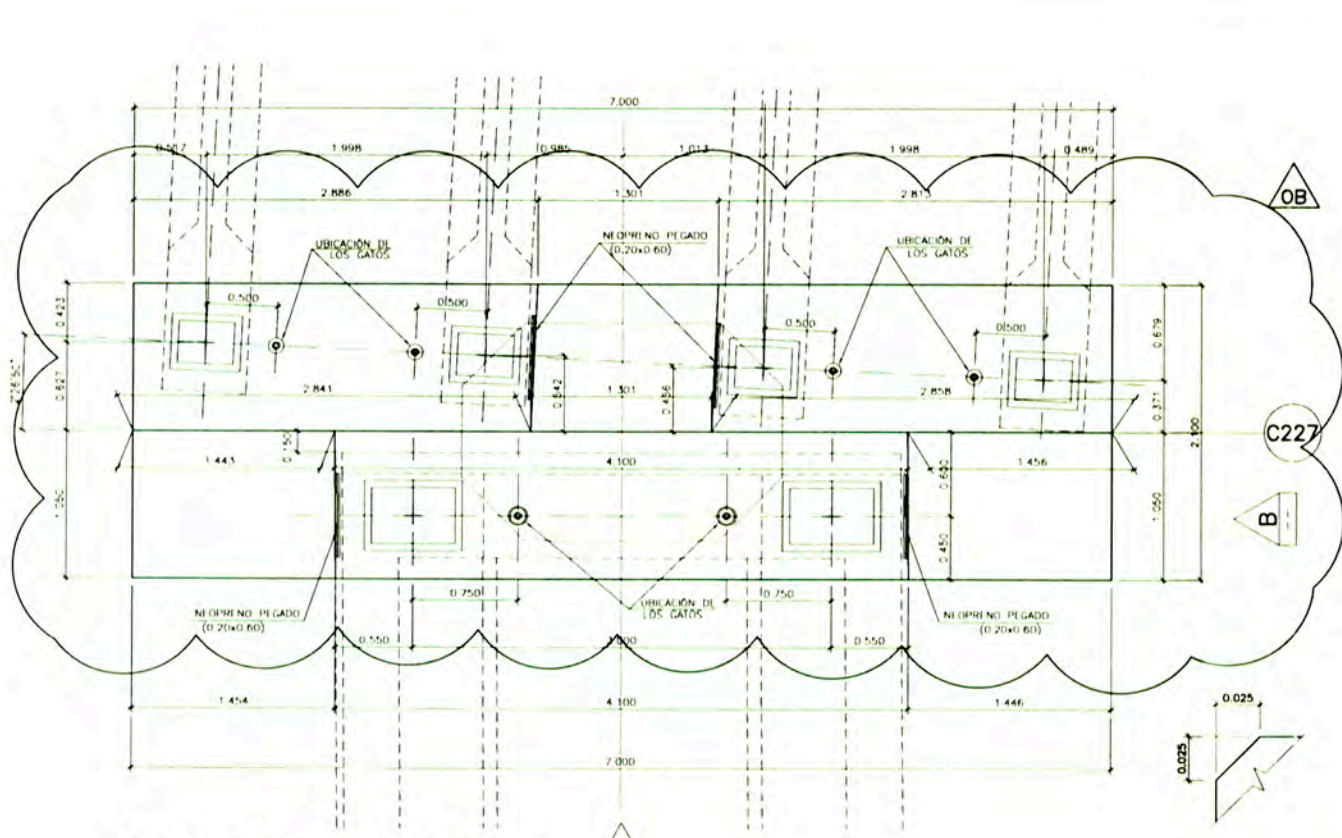
Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cod. 3	

50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	26-May-10	APC (cambios segun lo indicado)	ALM	OLG	ROA	WVI
0B	31-Mar-10	EPR - (CAMBIO SEGUN LO INDICADO)	ALM	OLG	ROA	WVI
0A	15-Mar-10	EMITIDO PARA REVISION	ALM	OLG	ROA	WVI
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

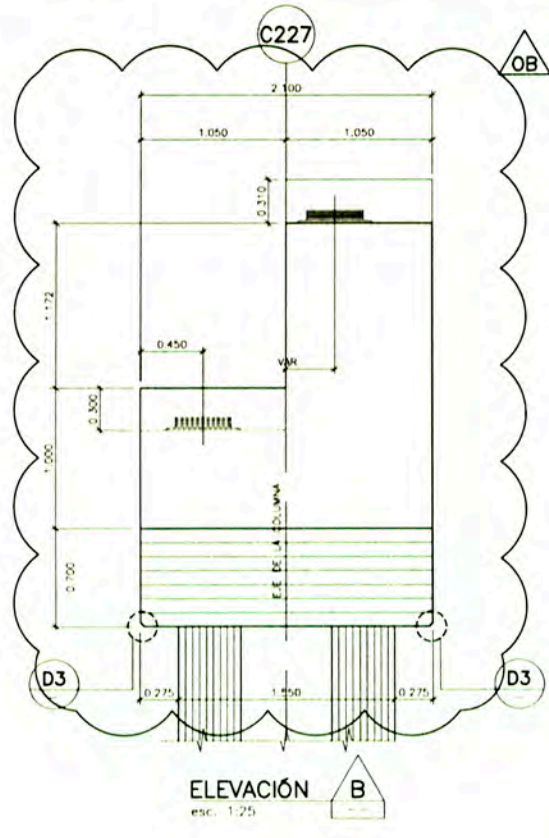
Supervisión: **AATE**
MTC
Contratista: **COMERCIO TIEMPO ELÉCTRICO**
Proyectista: **ODEBRECHT**
DE-03-PH3-047 8A

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

C	T	E	L	F	F	E	V	T	L	E	S	T	D	W	G	3	2	1	5	6	5	0
Codigo:																						
Plano: TRAMO "L" - EJE C224																						
Escala: (A1)																						
Ird.																						

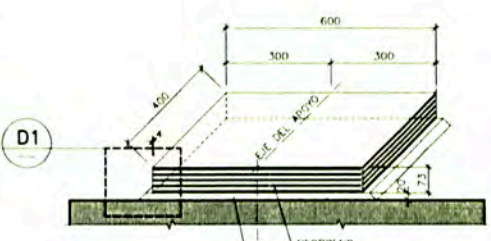


PLANTA SUPERIOR VIGA CABEZAL
esc. 1:25

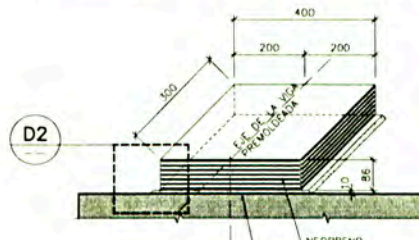


ELEVACIÓN B
esc. 1:25

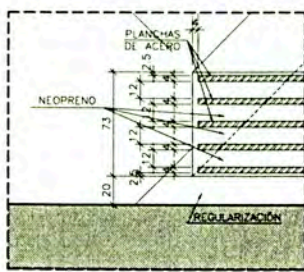
DETALLE D3
esc. 1:2
VER NOTA 3



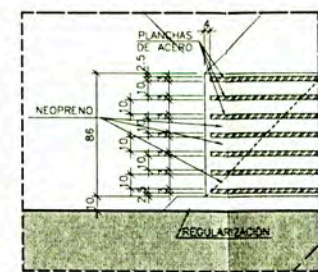
DETALLE DE LOS APARATOS DE APOYO
esc. 1:10 (MEDIDAS EN MILÍMETRO)
(PARA TABLERO EN SECCIÓN CAJÓN)



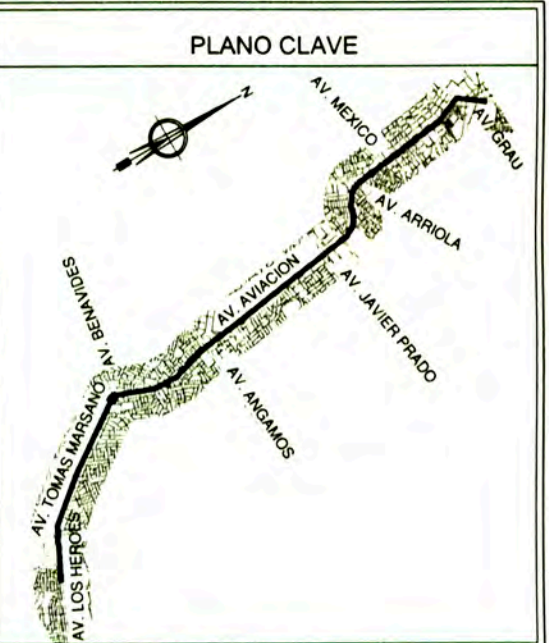
DETALLE DE LOS APARATOS DE APOYO
esc. 1:10 (MEDIDAS EN MILÍMETRO)
(PARA TABLERO DE VIGAS PREMOLEADAS)



DETALLE D1
esc. 1:2



DETALLE D2
esc. 1:2



LEYENDA

- [Solid line] ESTRUCTURA EXISTENTE EN PLANTA Y VISTA.
- [Dashed line] ESTRUCTURA EXISTENTE EN CORTE.
- [Solid line with dots] ESTRUCTURA NOVA EN PLANTA Y VISTA.
- [Solid line with dots] ESTRUCTURA NOVA EN CORTE.

Notas:

NOTAS:

- 1- MEDIDAS Y NIVELES EN METRO.
- 2- CONCRETO 1c=28 MPa PARA COLUMNAS Y VIGA CABEZAL.
- 3- DETALLE TÍPICO PARA TODAS LAS ESQUINAS A 90° DEL CABEZAL.

Referencias:

CTEL-FFE-VEL-DGE-DWG-32118

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
POVRY	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

Cliente:	Contratista:	Sub-Contratista:
MTC	CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA	FIGUEROA FERRAZ
		T-09014/E-105 DE-03-P04-048 R.A.

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Código:	Rev.
CTELFFEVTLLESTDWG3211570B	
Plano:	Escala:
TRAMO "L" - EJE C227	(A1)
VIGA CABEZAL	Ind.

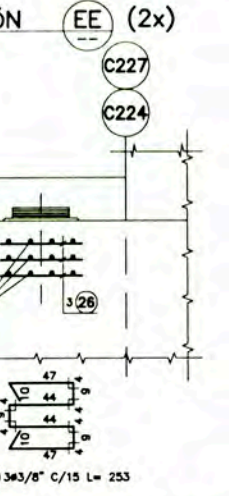
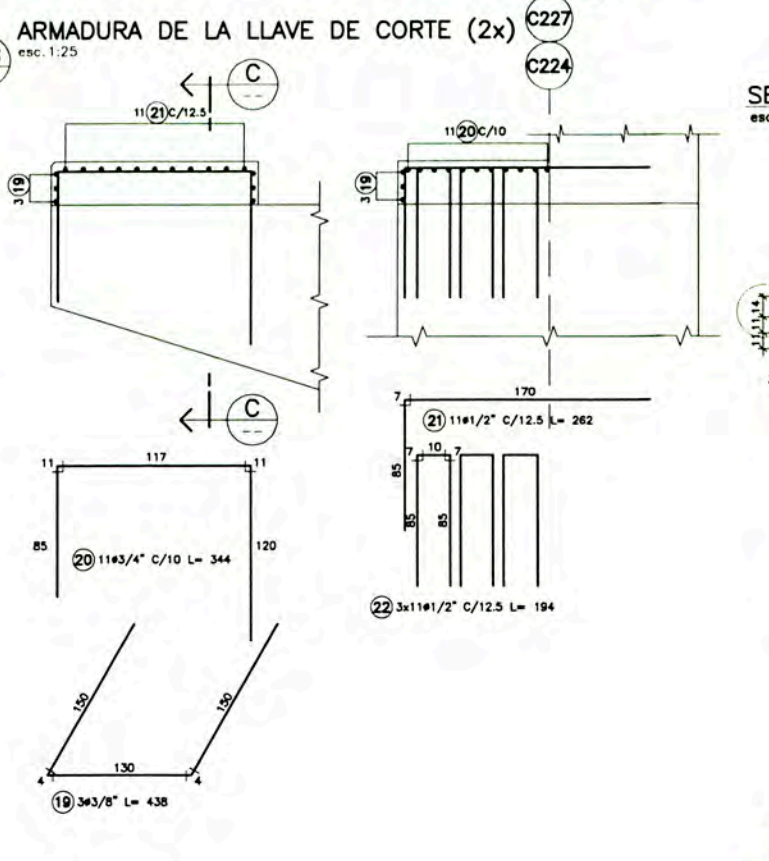
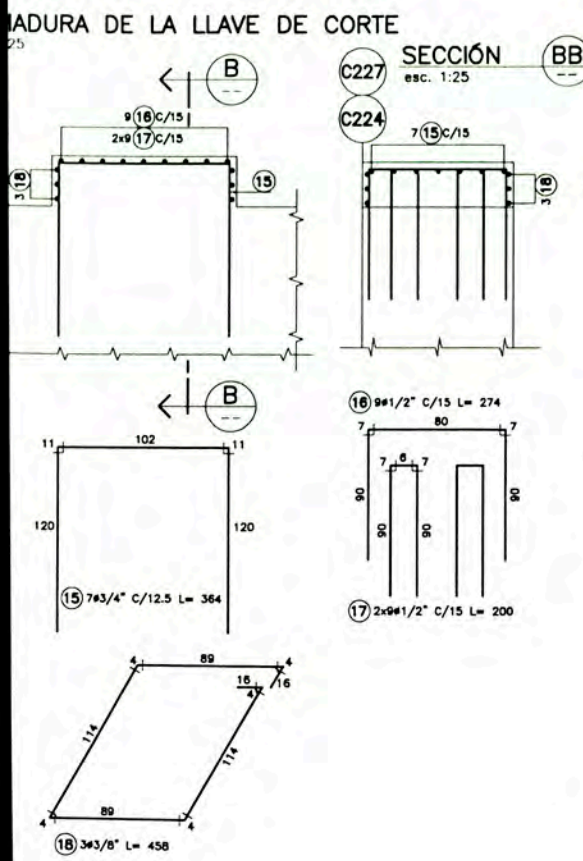
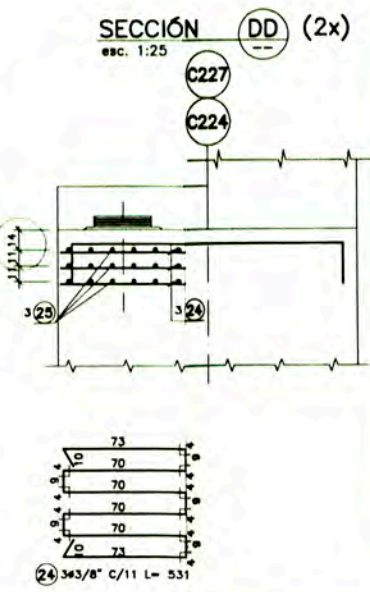
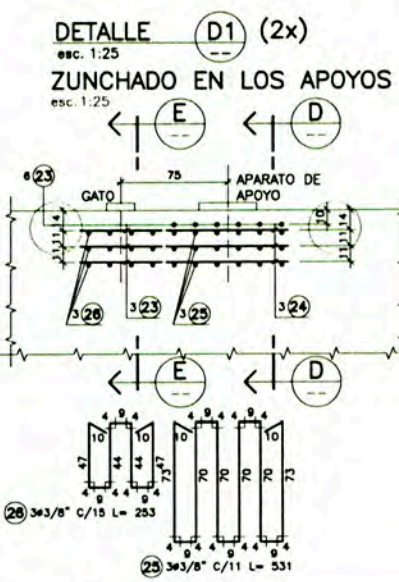
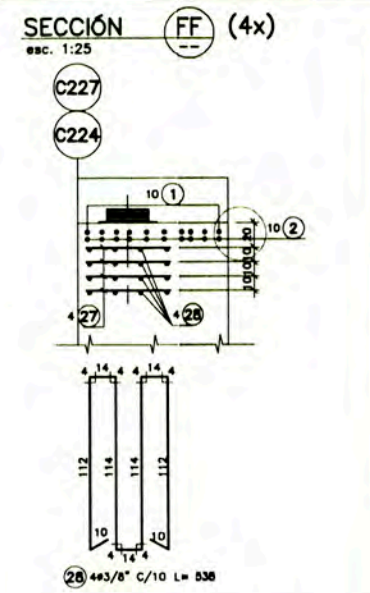
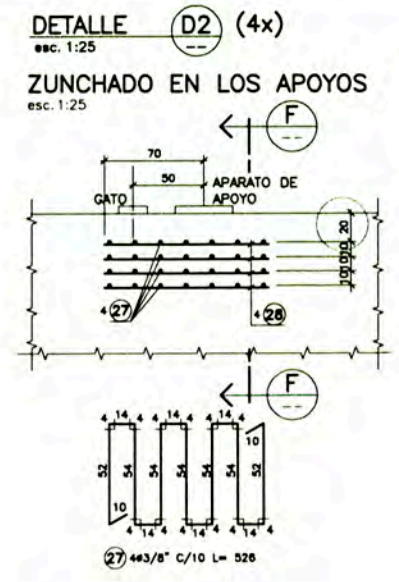
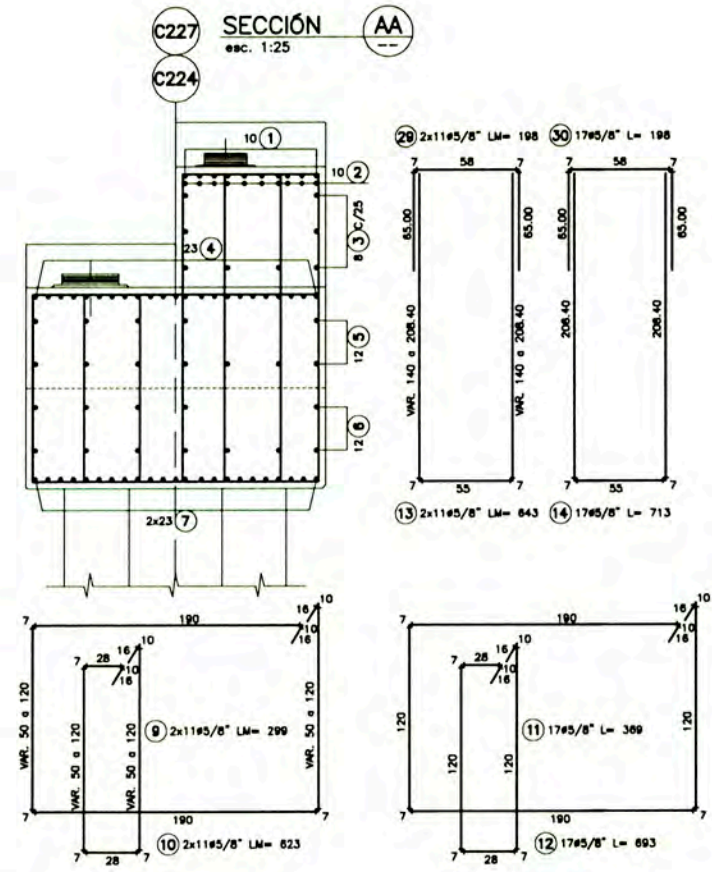
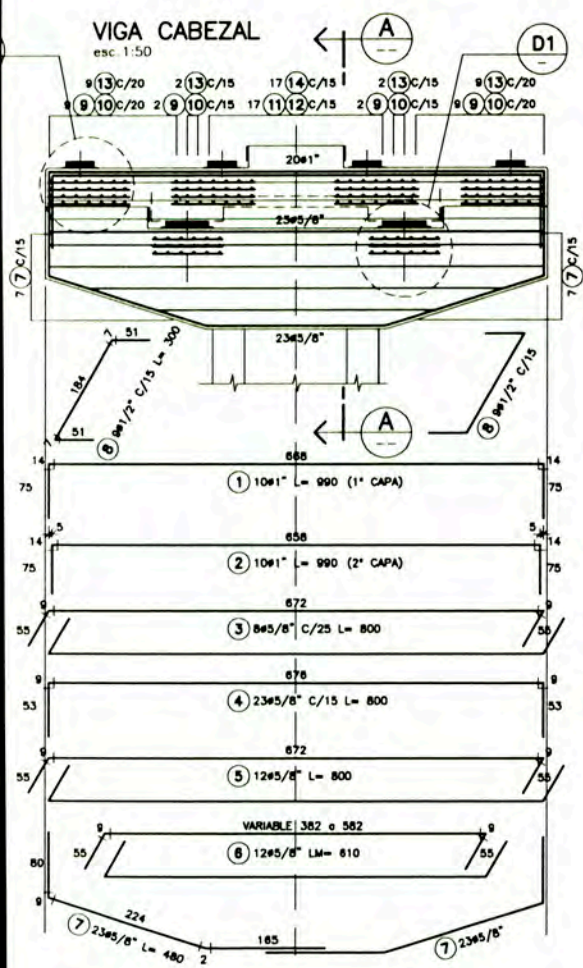
TABLA DE REACCIONES EN LOS APARATOS VIGAS PREMOLEADAS

VERTICAL DC (tf)	24,5
VERTICAL DW (tf)	25,0
VERTICAL LL (tf)	25,5
HORIZONTAL CR+SH (tf)	4,3
HORIZONTAL BR+TU (tf)	4,1

TABLA DE REACCIONES EN LOS APARATOS SECCIÓN CAJÓN

VERTICAL DC (tf)	104,0
VERTICAL DW (tf)	81,2
VERTICAL LL (tf)	72,4
HORIZONTAL CR+SH (tf)	3,3
HORIZONTAL BR+TU (tf)	1,2

ELEVACIÓN A
esc. 1:25



LISTA DE VARILLAS				LISTA DE VARILLAS			
POS.	Ø"	CANT.	LONGITUD (cm)	POS.	Ø"	CANT.	LONGITUD (cm)
			UNIT. TOTAL				UNIT. TOTAL
1	1	10	840	16	1/2	9	274
2	1	10	830	17	1/2	18	200
3	5/8	8	800	18	3/8	3	458
4	5/8	23	800	19	3/8	6	438
5	5/8	12	800	20	3/4	22	344
6	5/8	12	*610	21	1/2	22	262
7	5/8	46	480	22	1/2	66	194
8	1/2	18	300	23	3/8	6	253
9	5/8	22	*299	24	3/8	6	531
10	5/8	22	*623	25	3/8	6	531
11	5/8	17	369	26	3/8	6	253
12	5/8	17	693	27	3/8	16	526
13	5/8	22	*413	28	3/8	16	538
14	5/8	17	481.8	29	5/8	22	198
15	3/4	7	364	30	5/8	17	198

(* LONGITUD PROMEDIO) (* LONGITUD PROMEDIO)

RESUMEN				
DIAMETRO N°	Ø"	kg/ml	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3	3/8	0.57	304.34	173
4	1/2	1.00	300.34	300
5	5/8	1.55	1301.45	2017
6	3/4	2.24	101.16	227
7	7/8	3.04	---	---
8	1	3.97	167.00	663
11	1-3/8	7.91	---	---
PESO TOTAL P/ 1 VIGA CABEZAL (kg)				3380
PESO TOTAL P/ 2 VIGAS CABEZALES (kg)				6760

TABLA DE DOBLECES - ACERO fy 4200					
GANCHOS			ESTRIBOS		
DIAMETRO N°	Ø (pulg)	lc (cm)	DIAMETRO N°	Ø (pulg)	lc (cm)
3	3/8	6.0	3	3/8	6.0
4	1/2	7.0	4	1/2	8.0
5	5/8	8.0	5	5/8	9.0
6	3/4	11.0	6	3/4	11.0
7	7/8	13.0	7	7/8	13.0
8	1	14.0	8	1	14.0
10	1 1/4	23.0	10	1 1/4	23.0
11	1 3/8	26.0	11	1 3/8	26.0

PLANO LLAVE

LEYENDA

ESTE PLANO ES VÁLIDO PARA LAS SIGUIENTES VIGAS CABEZALES: C224 y C227

- Notas:
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS, LOS DIAMETROS EN PULGADAS.
 - LAS MEDIDAS INDICADAS EN LOS DETALLES DE LAS BARRAS ESTAN REFERIDAS AL LADO EXTERIOR DE LAS MISMAS.
 - CONCRETO f'c = 28MPa (280 kgf/cm²).
 - ACERO fy = 420 MPa (4200 kgf/cm²).
 - RECUBRIMIENTO: 5cm, EXCEPTO DONDE INDICADO.

Referencia:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
POYRY	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

50	30-04-11	POST CONSTRUCCION	CCA	CMO	MCA	WVI
02	20 Ago 10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	OAO	CMC	MCV	WVI
01	28 May 10	APC (cambios segun lo indicado)	OAO	CMC	MCV	WVI
0A	31-Mar-10	EMITIDO PARA REVISION	OAO	CMC	ROA	WVI

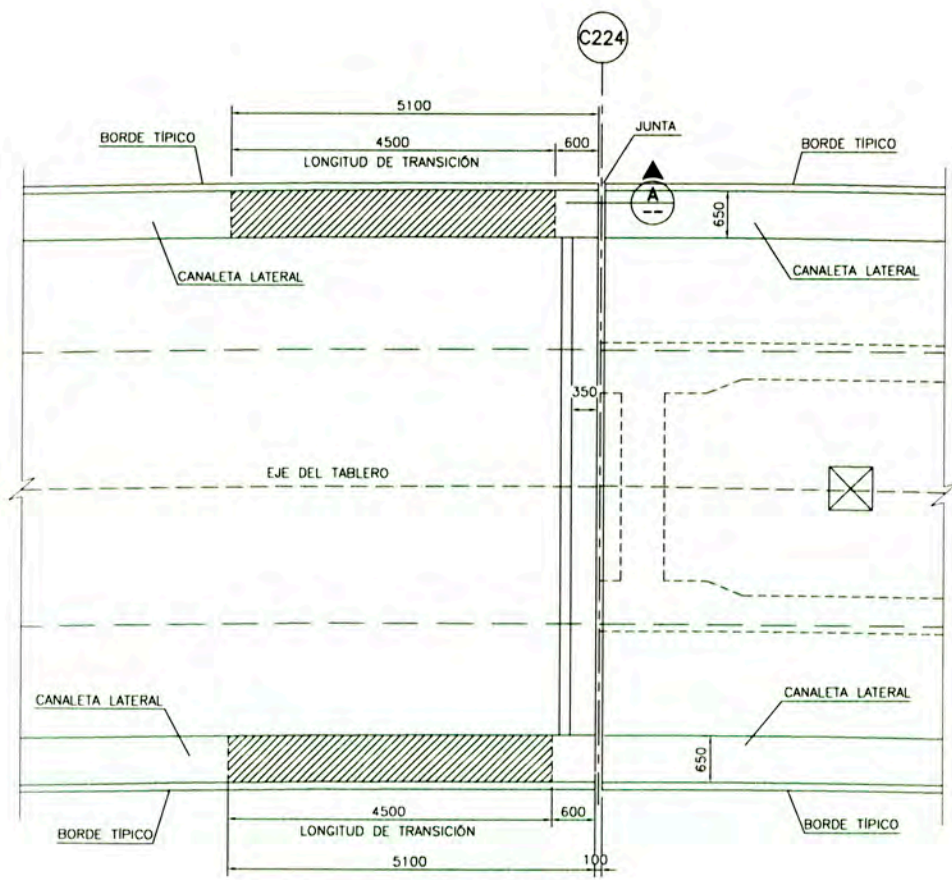
Cliente: **ANTE** / **MTCA** / **CONSORCIO TIEN ELECTRICO** / **ODEBRECHT**

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECHANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

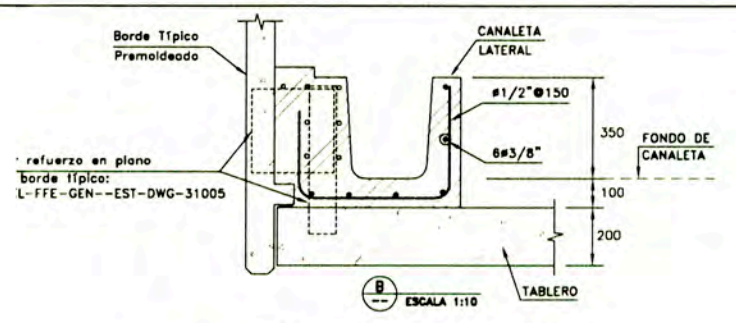
Código: C, T, E, L, F, F, E, V, T, L, E, S, T, D, W, G, 3, 2, 3, 3, 1, 5, 0

Plano: TRAMO "L" - EJE C224 y C227 VIGAS CABEZALES - ARMADURA

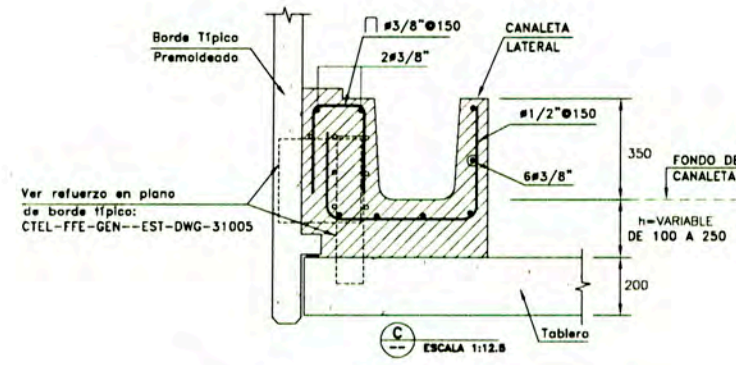
Escala: (A1) IND.



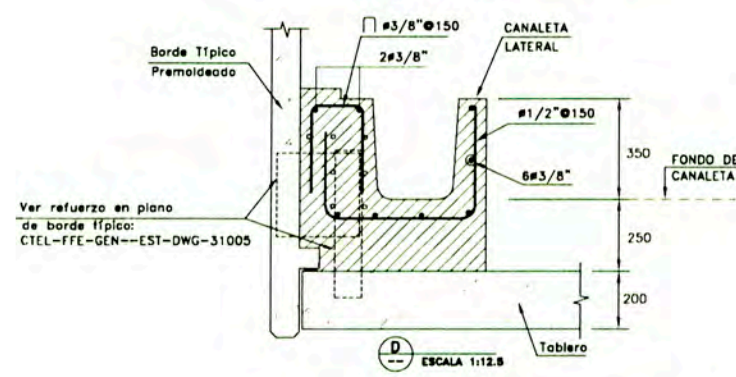
PLANTA
ESCALA 1:50



B ESCALA 1:10

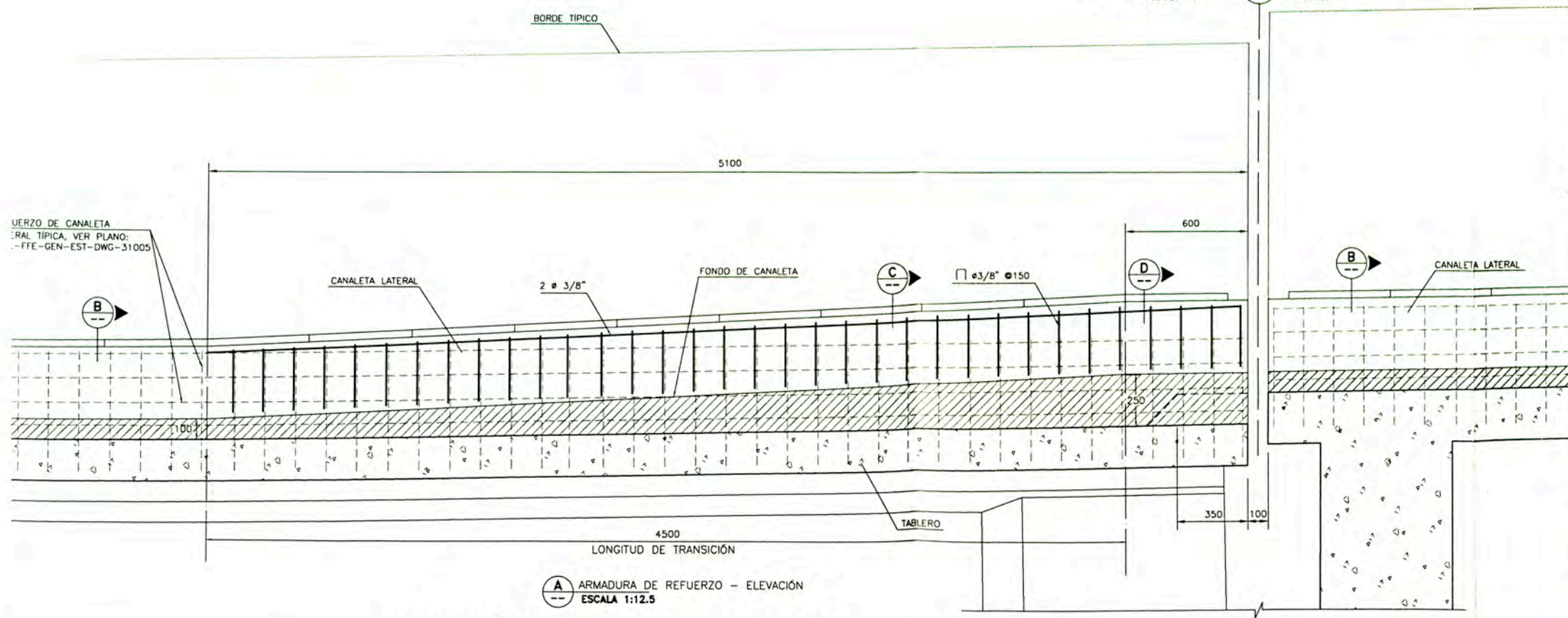


C ESCALA 1:12.5



D ESCALA 1:12.5

HACIA EST. ATOCONGO MÓDULO 16 C224 HACIA EST. GRAU MÓDULO 17



A ARMADURA DE REFUERZO - ELEVACIÓN
ESCALA 1:12.5

TRANSICIÓN DE CANALETA LATERAL - EJE C224

PLANO LLAVE

LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

Rev.	Fecha DDM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	22-Sep-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	OVI	MCA	MCO	WVI
0A	10-Sep-10	EMITIDO PARA REVISION	OVI	MCA	MCO	WVI

Cliente: **ATE** **MTC**

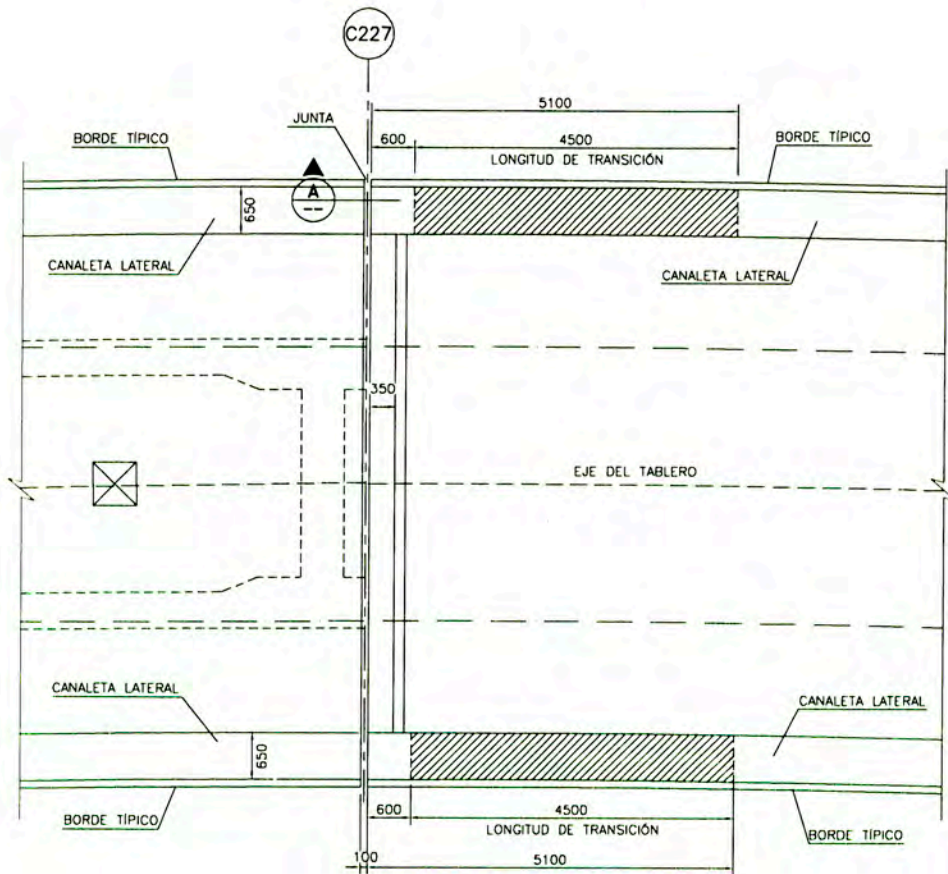
Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

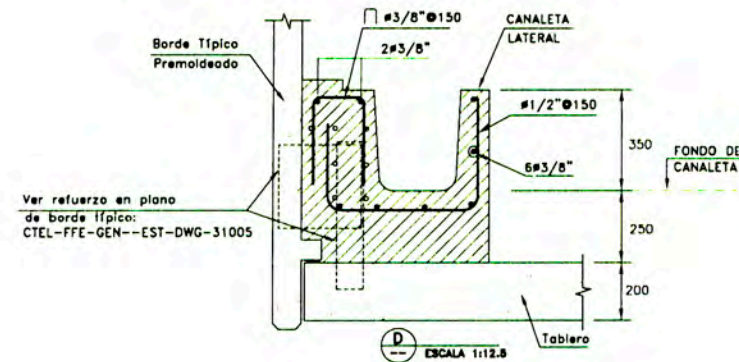
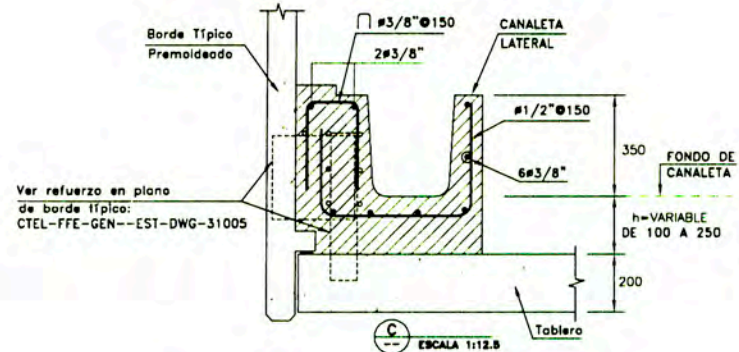
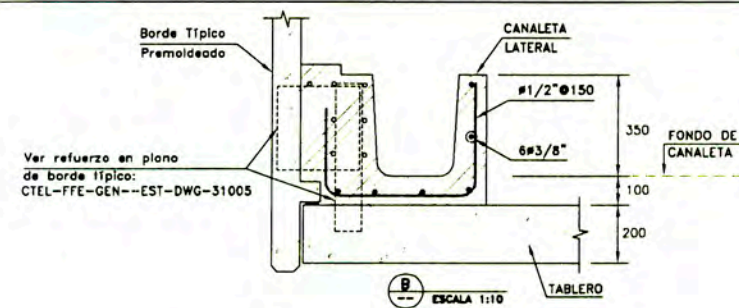
Código:	Rev.
C, T, E, L, C, T, E, V, T, L, E, S, T, D, W, G	3, 2, 4, 1, 7, 5, 0

Plano: **PLANTA, ELEV. Y SECCIONES DE LA TRANSICION DE LA CANALETA LATERAL PARA EJE C224**

Escala: (A1) INDICADA



PLANTA
ESCALA 1:50



PLANO LLAVE

LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

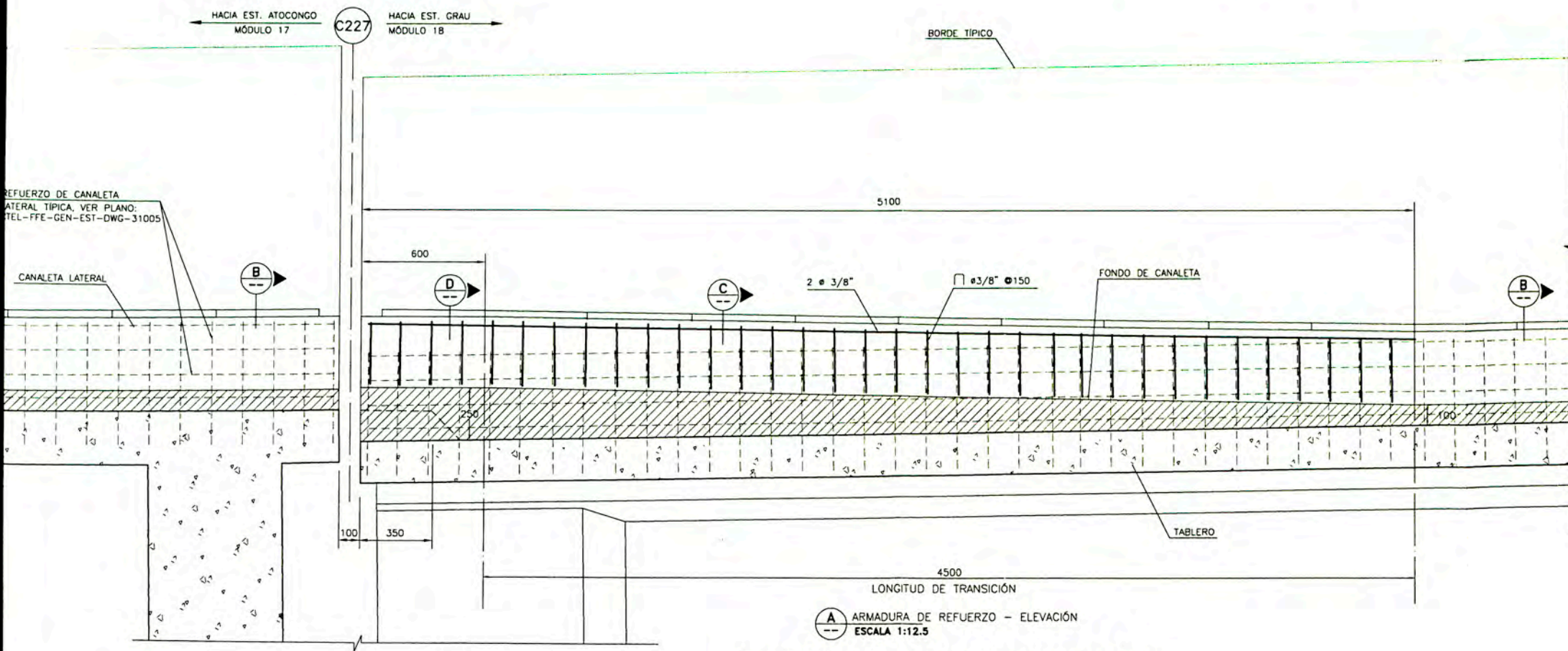
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	22-Sep-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	OVI	MCA	MCO	WVI
0A	10-Sep-10	EMITIDO PARA REVISIÓN	OVI	MCA	MCO	WVI
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

Clientes: **MTCA** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

Código:	C, T, E, L, C, T, E, V, T, L, E, S, T, D, W, G, 3, 2, 4, 1, 8, 5, 0	Rev.	5, 0
Plano:	PLANTA, ELEV. Y SECCIONES DE LA TRANSICION DE LA CANALETA LATERAL PARA EJE C227	Escala:	(A1) INDICADA

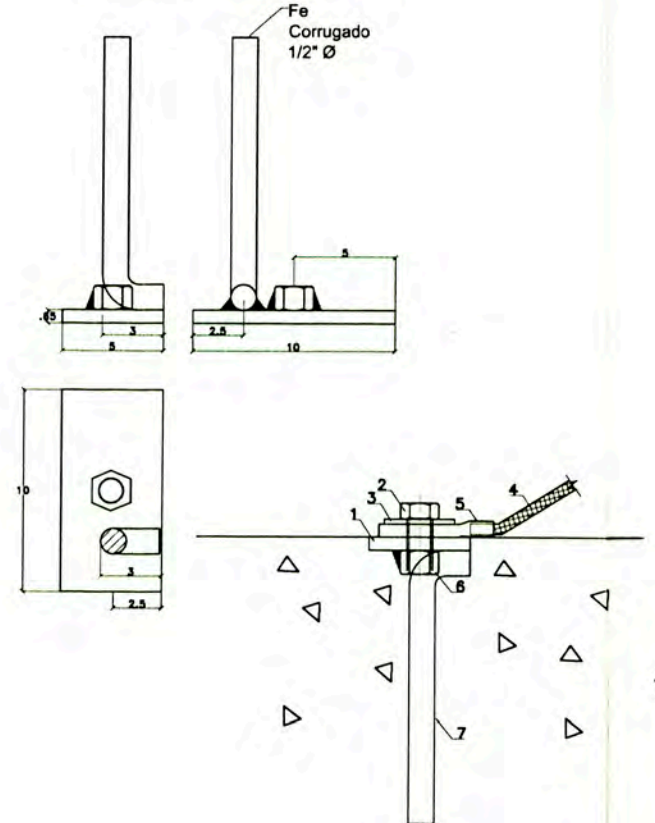


A ARMADURA DE REFUERZO - ELEVACIÓN
ESCALA 1:12.5

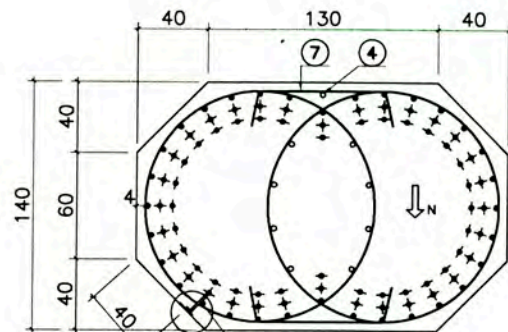
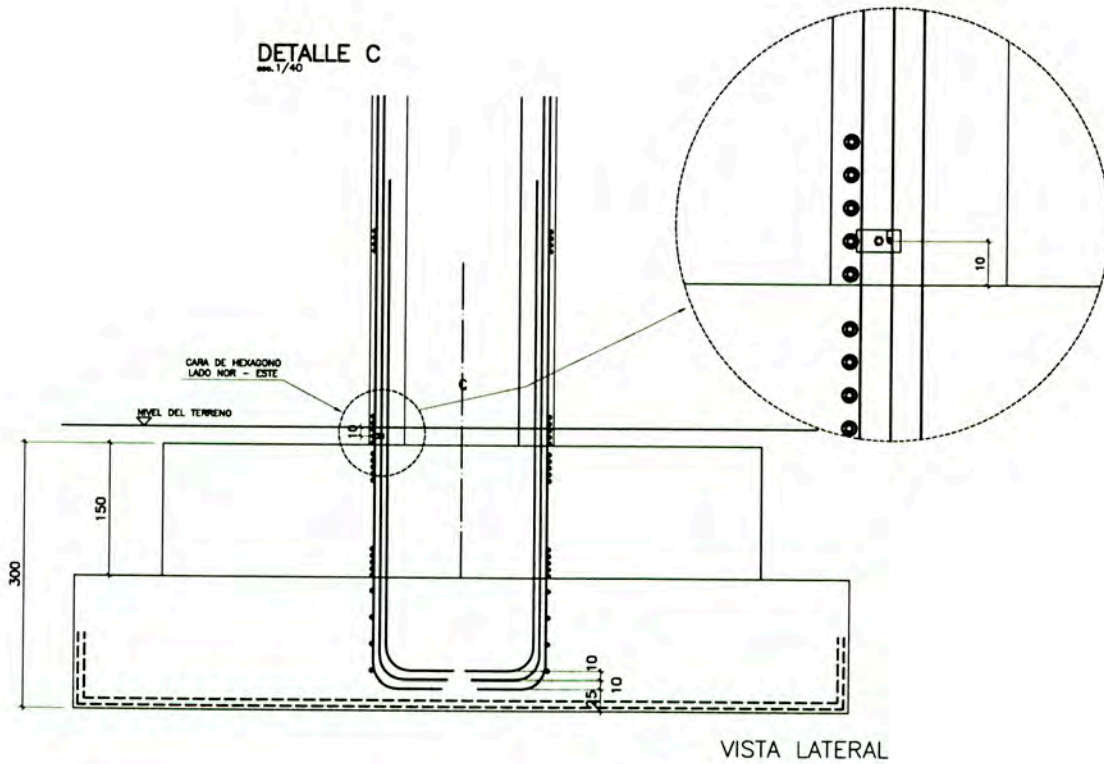
TRANSICIÓN DE CANALETA LATERAL - EJE C227

PLANO LLAVE

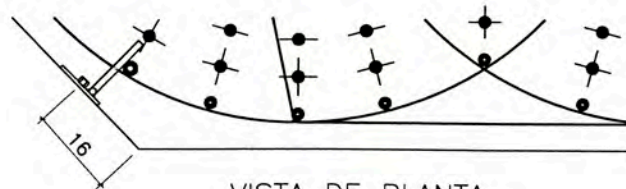
DETALLE DE PLATINA DE PUESTA A TIERRA
EMBEBIDO EN CONCRETO
PARA COLUMNAS VERTICALES
esc. 1/175



DETALLE C
esc. 1/40



Fe marca 2 del plano
CTEL-FFE-VTK-EST-DWG-31708
electricamente soldado de acuerdo a
lo indicado en D1 del documento
QUA-PRO-00303-F1



VISTA DE PLANTA
esc. 1/20

LEYENDA

- Notas:
1. PL 1/4" 100x60
 2. PERNO Ø1/2"x1" (Galvanizado)
 3. ARANDELA Ø1/2" (Galvanizado)
 4. CABLE COBRE
 5. TERMINAL DE OJO PRENSADO AL CABLE COBRE.
 6. TUERCA Ø1/2"-NC
 7. BARRA CORRUGADA Ø1/2"
- LAS PIEZAS 1 Y 6 SERAN GALVANIZADAS EN CALIENTE
UTILIZAR SOLDADURA AWS E 7010 (CELLOCORD)

Referencias:

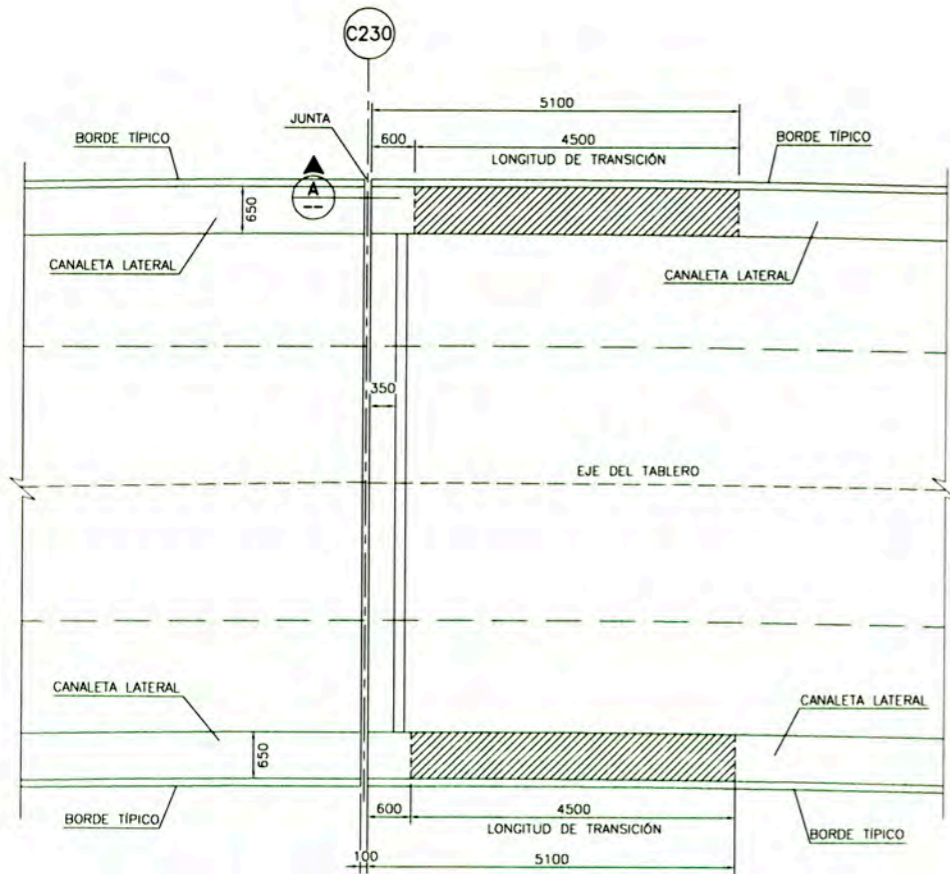
Supervisión:	CONSORCIO CEBEL	APROBADO SIN COMENTARIOS Ctd. 1	Firma:
	POYRY	APROBADO CON COMENTARIOS Ctd. 2	
		REVISAR Y REDIMAR Ctd. 3	

OA 24/Mar/10	EPR	JAF	RMO	ICV	WVI		
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión		ELABOR.	DISERNO	REVIS.	APROB.

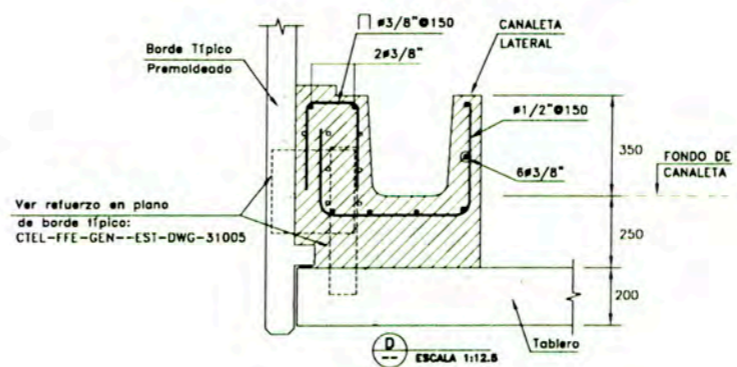
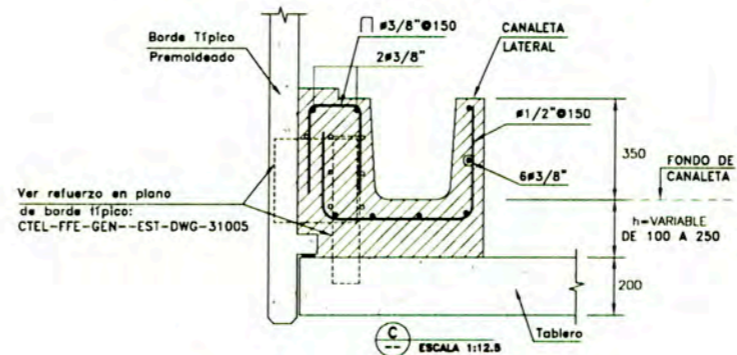
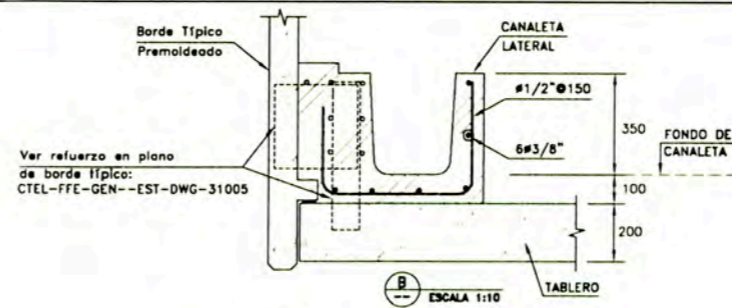
Cliente:	Contratista:	Proyectista:
MTC	CONSORCIO TREN ELECTRICO	ODEBRECHT FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E INGENHARIA DE PROJETOS S.A. T-08014/E-105 DE-XX-XXXX-XXX

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Codigo:	Rev.
CTELFFEGENELE DWG 3,1,0,0,2	0, A
Plano:	Escala:
PROYECTO CONCEPTUAL PARA PROTECCION CONTRA LAS CORRIENTES DE FUGA - DETALLES 2/2	(A1) INDICADA

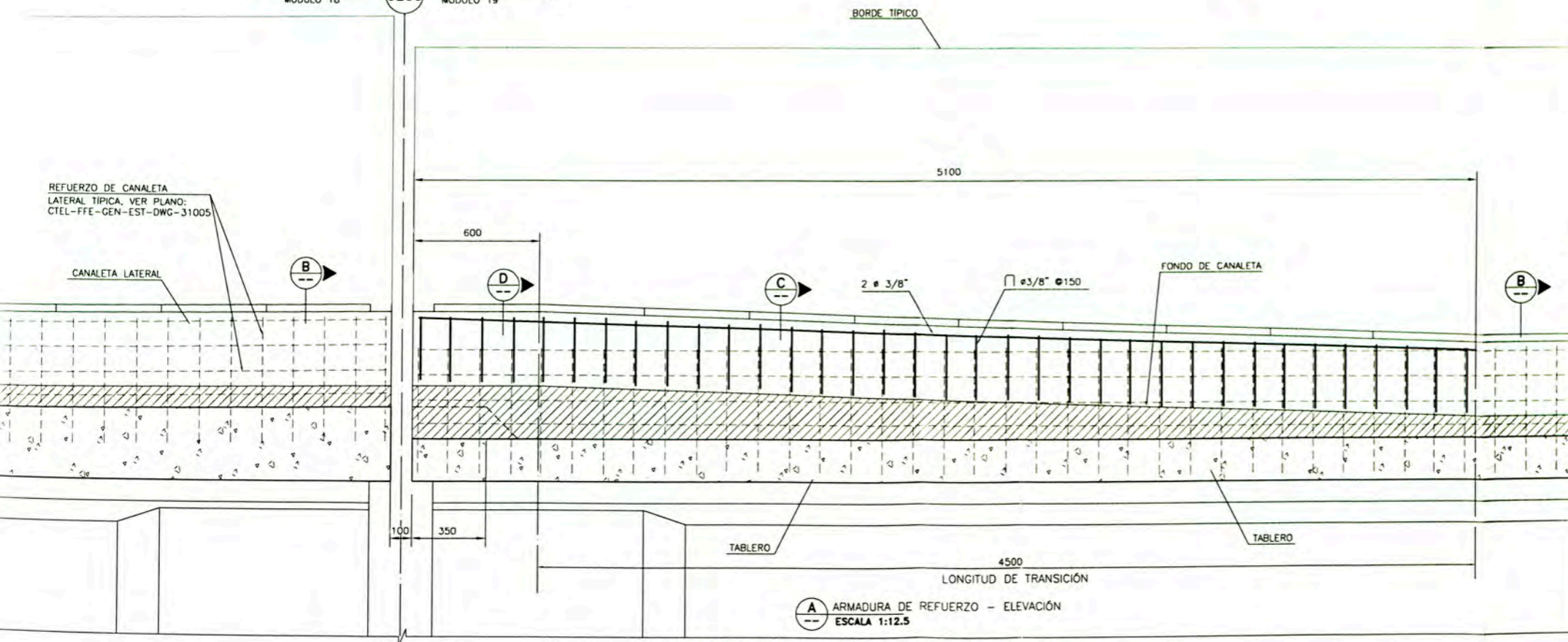


PLANTA
ESCALA 1:50



HACIA EST. ATOCONGO MÓDULO 18 C230 HACIA EST. GRAU MÓDULO 19

REFUERZO DE CANAleta LATERAL TÍPICA, VER PLANO: CTEL-FFE-GEN-EST-DWG-31005



TRANSICIÓN DE CANAleta LATERAL - EJE C230

PLANO LLAVE

LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
POVRY	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	22-Sep-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	OVI	MCA	MCO	WVI
0A	10-Sep-10	EMITIDO PARA REVISIÓN	OVI	MCA	MCO	WVI
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISENO	REVIS.	APROB.

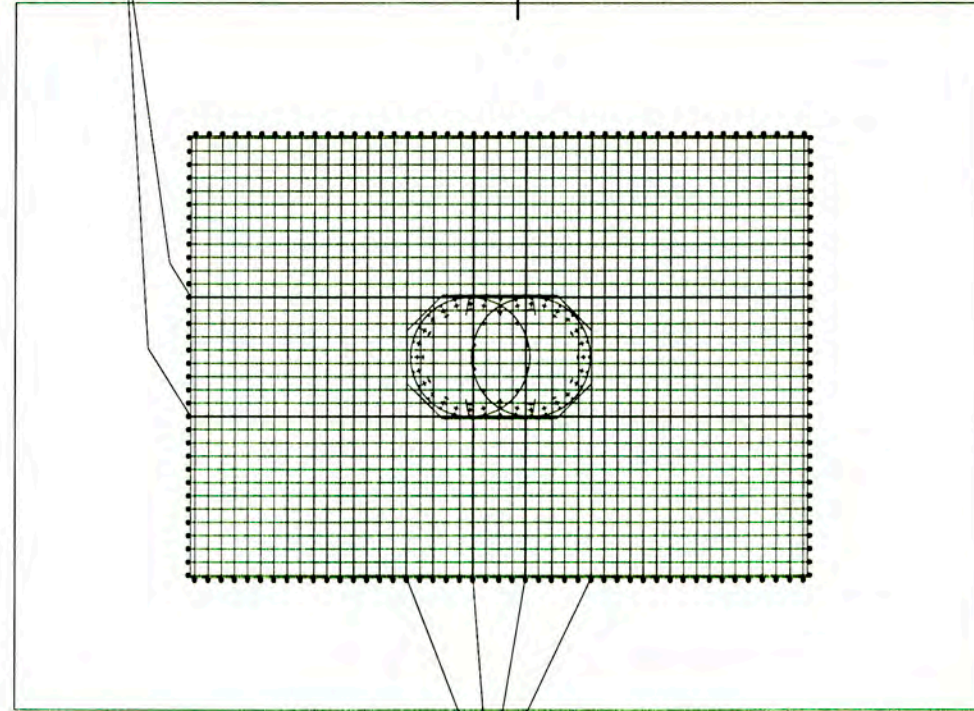
Cliente: **ANEP MTC** Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

Código:	Rev.
C, T, E, L, C, T, E, V, T, L, E, S, T, D, W, G 3, 2, 4, 1, 9 5, 0	

Plano: **PLANTA, ELEV. Y SECCIONES DE LA TRANSICION DE LA CANAleta LATERAL PARA EJE C230** Escala: (A1) INDICADA

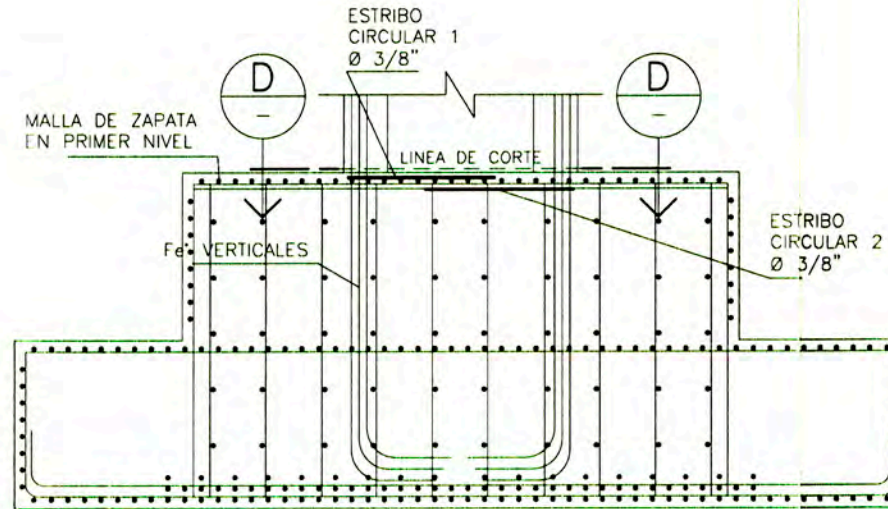
Fe' LONGITUDINAL DE MALLA SUPERIOR ZAPATA, A SOLDAR



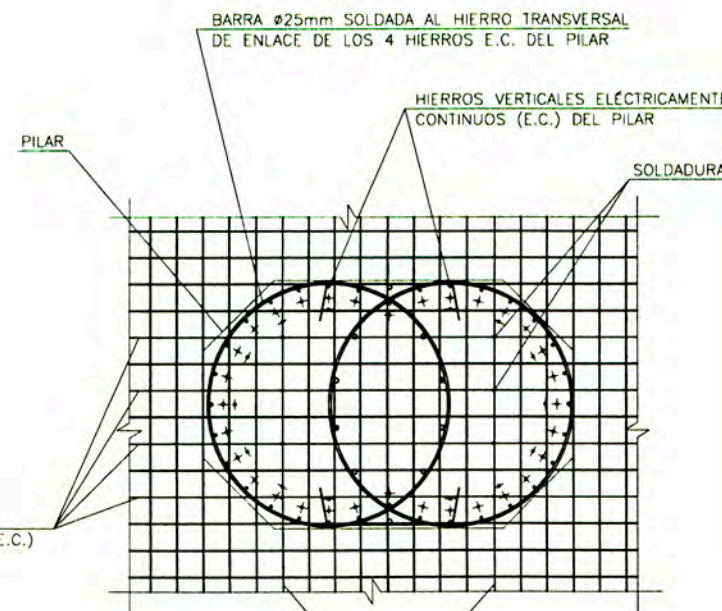
Fe' TRANSVERSAL DE LA MALLA SUPERIOR DE ZAPATA, A SOLDAR



PLANTA - ARMADURA DE LA ZAPATA
ESC.1:40



SECCION CC
esc. 1/50



DETALLE DE LA CONEXIÓN ELECTRICA FUNDACIÓN - PILAR
ESC.1:50

PLANO CLAVE

LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
EEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

OA	30/03/10	Emisión inicial	JAF	RMO	JAF	WVI
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

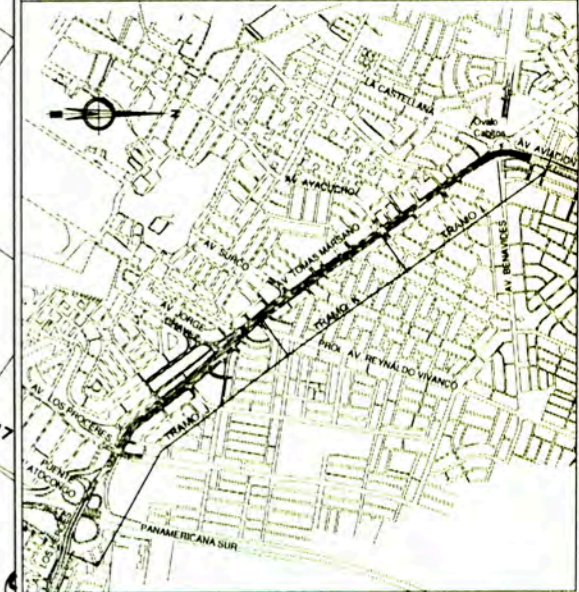
Cliente:	Controlista:	Sub-Contratista:
MTCA	CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA	FIGUEIREDO FERRAZ
		1-09014/E-105 DE-00-EL01-001 R.0

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Código:	C, T, E, L, F, F, E, G, E, N, E, L, E, D, W, G, 3, 1, 0, 0, 3, 0, A	Rev.
---------	---	------

Plano: PROYECTO CONCEPTUAL PARA PROTECCIÓN CONTRA LAS CORRIENTES DE FUGA
Escala: (A1) Ind.

PLANO LLAVE



LEYENDA

S = PERALTE DE LA CURVA

- Notas:
- 1- MEDIDAS Y NIVELES EN METRO, EXCEPTO DETALLE (mm).
 - 2- LAS PROGRESIVAS SE REFIEREN AL ENTRE VÍAS.
 - 3- PARA DETALLE DEL BLOQUE VER EL PLANO 50427.
 - 4- PARA SECUENCIA EJECUTIVA VER EL PLANO 50428.
 - 5- CONCRETO DEL FASE II f'c=35MPa.

Referencias:
CTEL-FFE-VTL-VFE-DWG-50384 y 50385.

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REENVÍAR	Cód. 3	

51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RR	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	RYA	RR	GRI	WVI
01	19/ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
0B	20/jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
0A	17/jun/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI

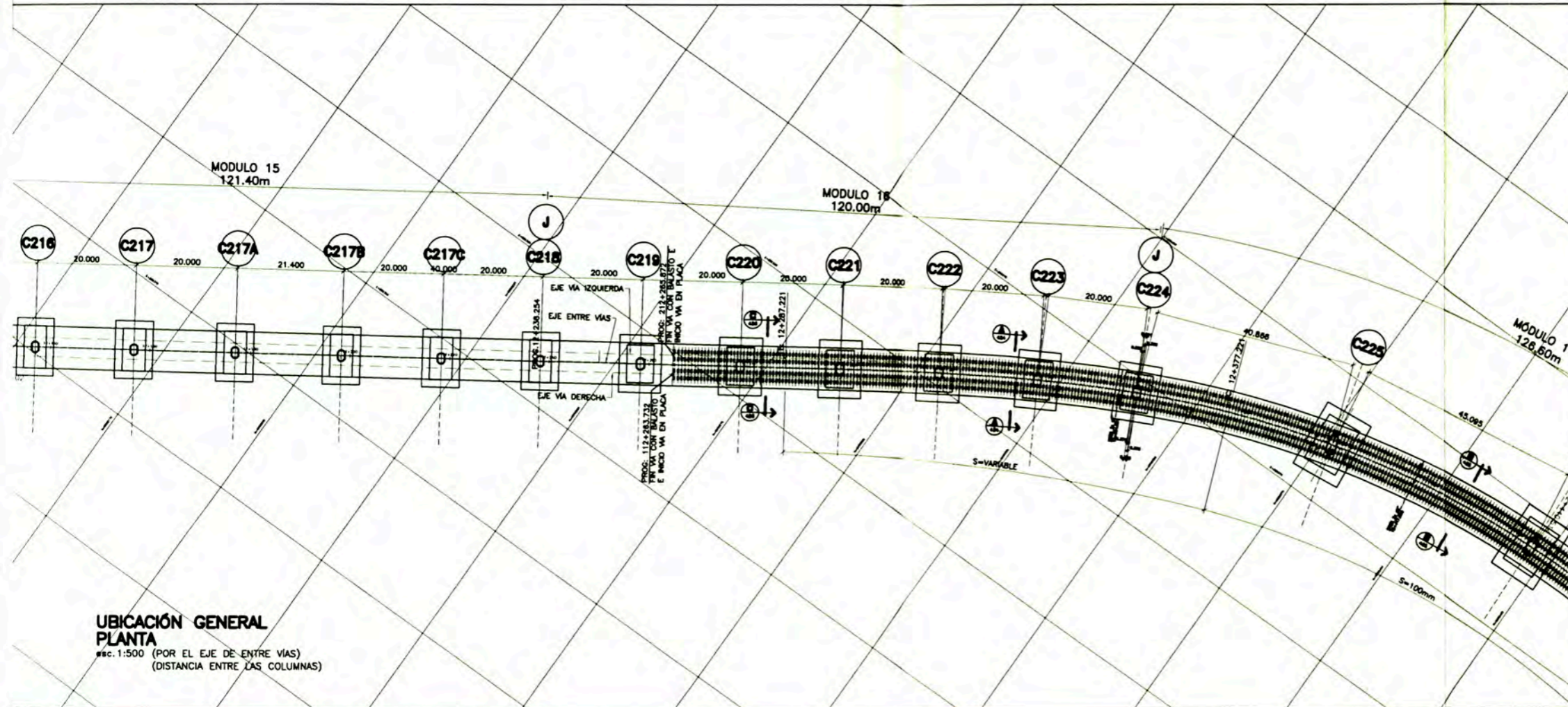
Cliente: **AATE** / **MTC**

Contratista: **COMANDO EN JEFE TREN ELECTRICO**

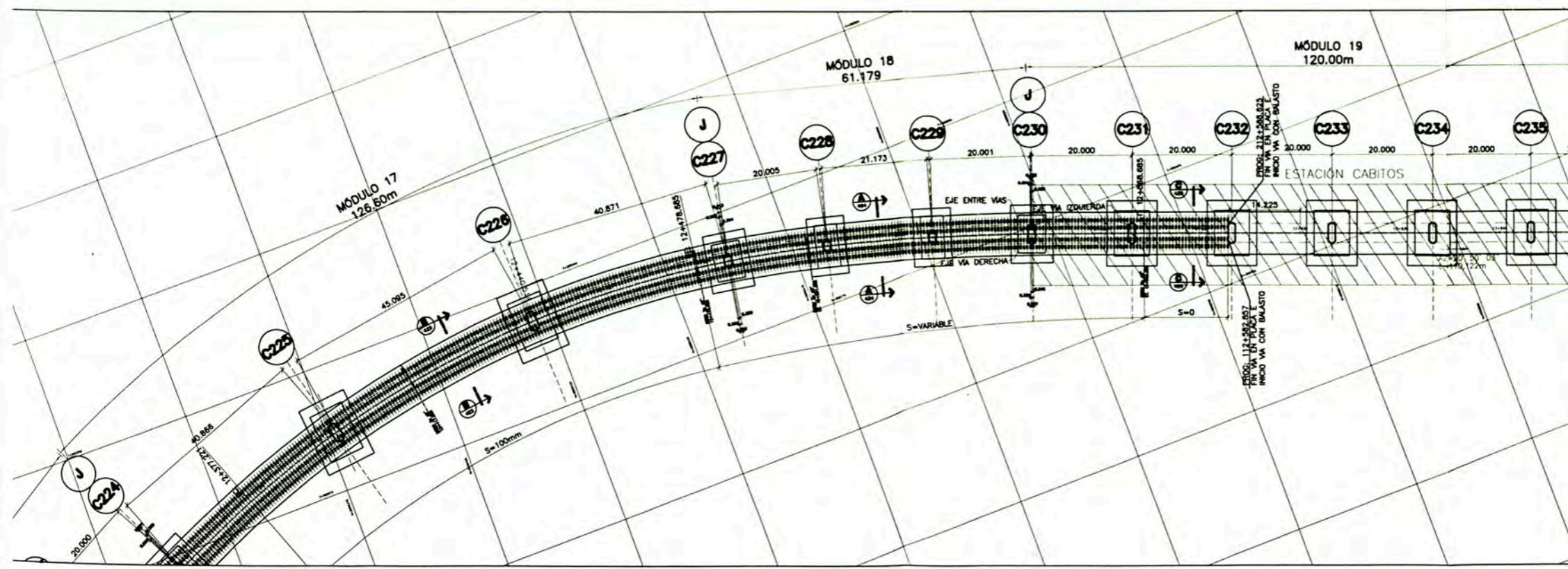
Proyectista: **ODEBRECHT** / **FIGUEIREDO FERRAZ**

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

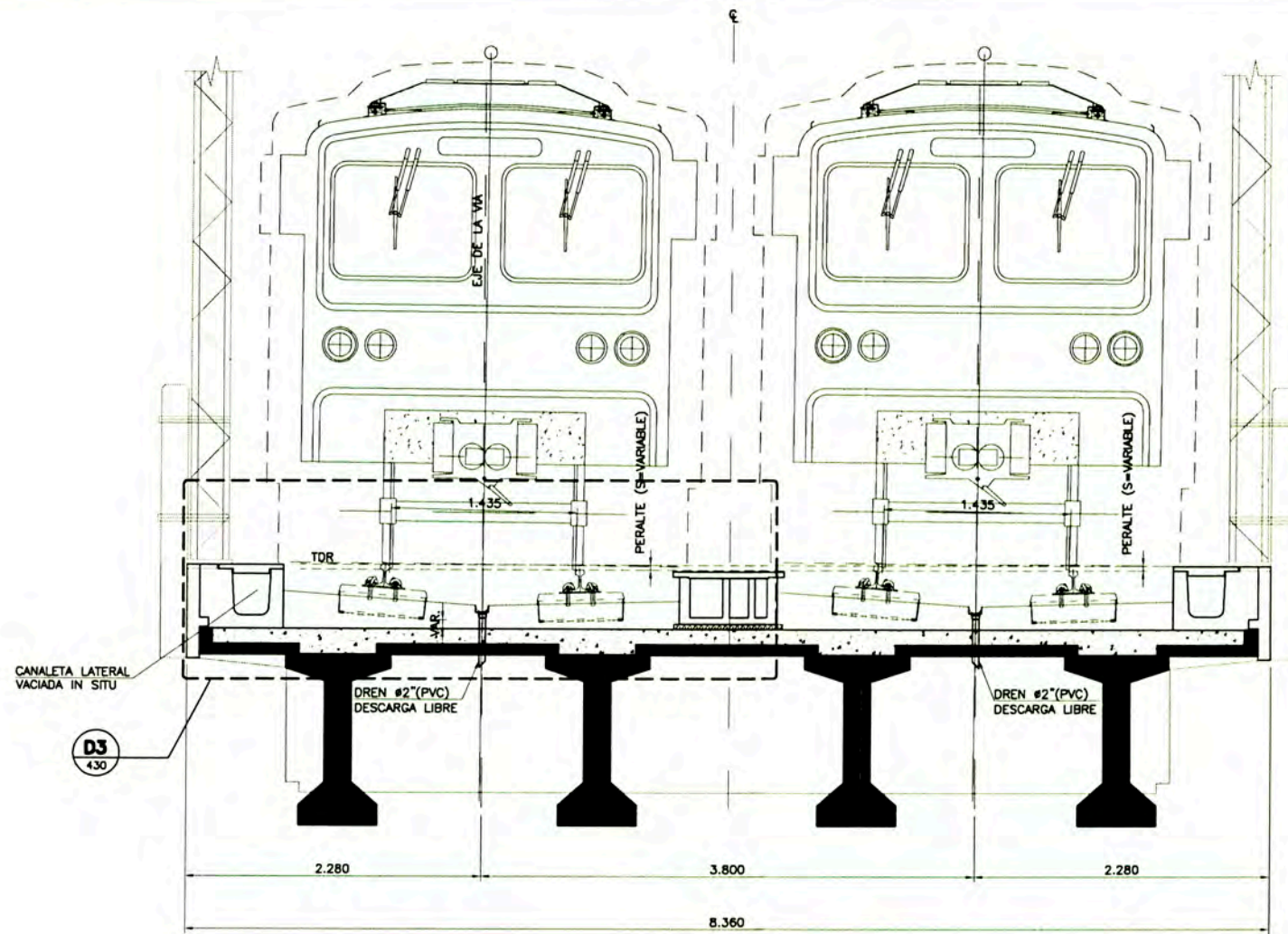
Código:	CTELFFEVTLVFE DWG 50423	Rev.	5.1
Plano:	VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE		IND.
PLANTA DE UBICACION GENERAL			



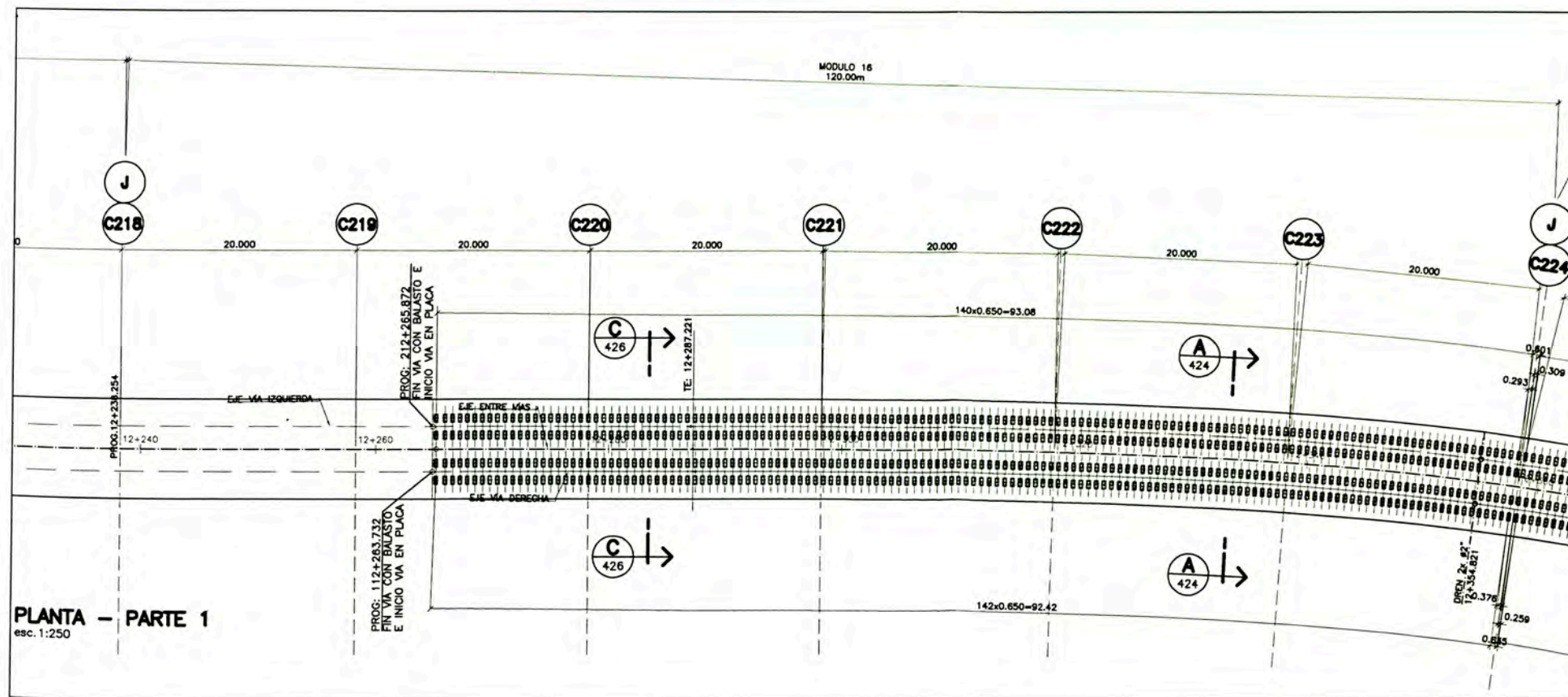
UBICACIÓN GENERAL PLANTA
esc. 1:500 (POR EL EJE DE ENTRE VÍAS)
(DISTANCIA ENTRE LAS COLUMNAS)



UBICACIÓN GENERAL PLANTA
esc. 1:500 (POR EL EJE DE ENTRE VÍAS)
(DISTANCIA ENTRE LAS COLUMNAS)

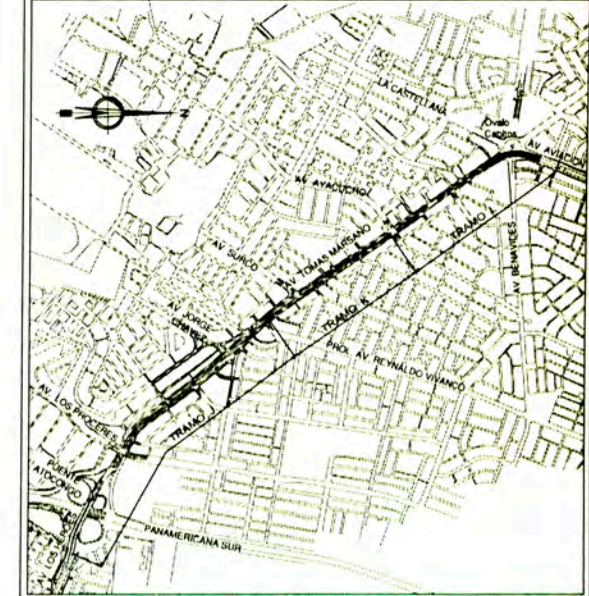


SECCION A-A ESC. 1:25
TABLERO EN CURVA DE TRANSICION



PLANTA - PARTE 1
esc. 1:250

PLANO LLAVE



LEYENDA

S = PERALTE DE LA CURVA.

TABLA DE CANTIDADES
EJES C219 AL C224:
NUMERO DE BLOQUES = 562 UNIDADES
CLIPS TIPO PANDROL = 1124 UNIDADES
VOLUME DE CONCRETO = 116.39 m'
RIEL TIPO 115RE = 365.71 ml

Notas:
1- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423.
2- MEDIDAS EN METROS, EXCEPTO DONDE INDICADO.
3- DREN (MATERIAL PVC)

Referencias:
CTEL-FFE-VTL-VFE-DWG-50384 y 50385.

Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
	CEBEL INGENIEROS	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
		REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

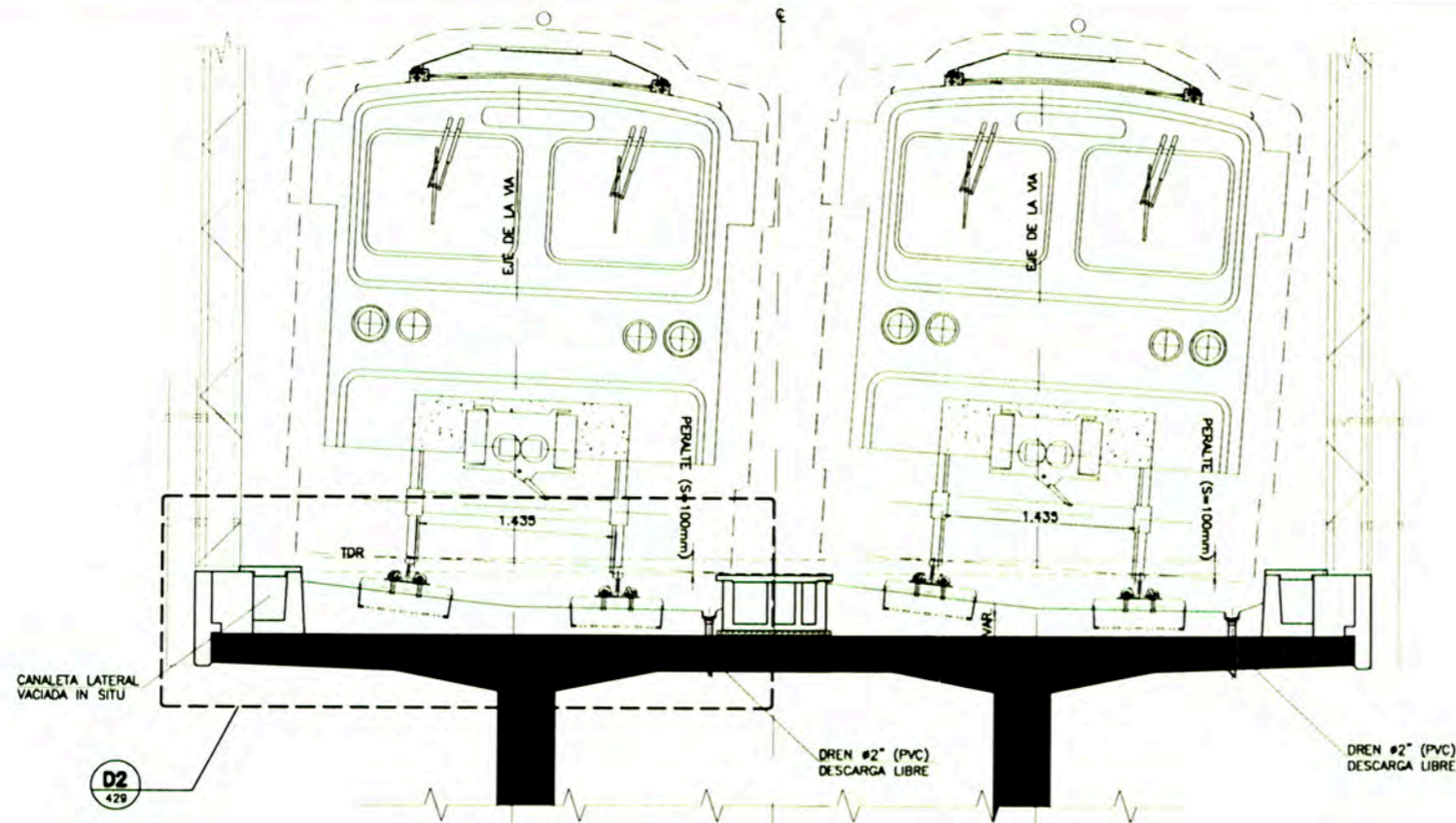
51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RHL	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RHL	GRI	WVI
01	19/ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
0B	20/jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
0A	17/jun/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI

Cliente:	CONTRATISTA:	PROYECTISTA:
MTCA	CONSORCIO FREN ELECTRICO	ODEBRECHT
		FIGUEREDO FERRAZ
		T-06014/E-T05 DE-03-FED-102 R.0

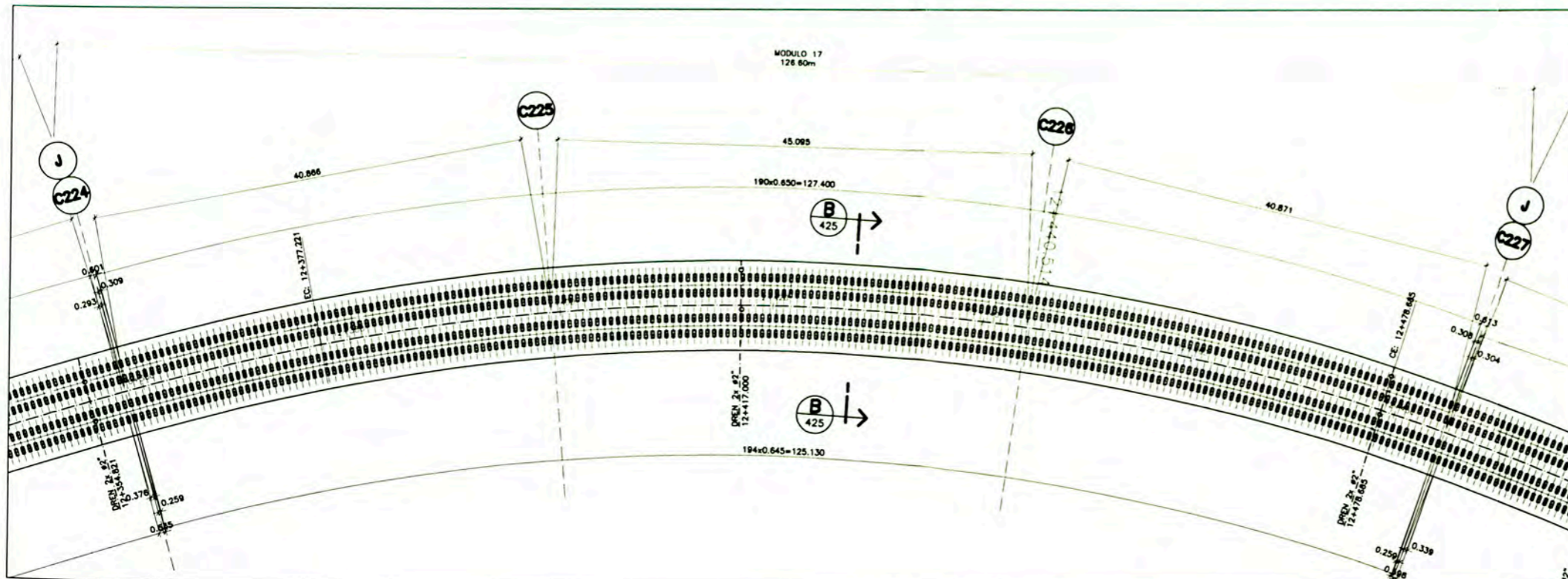
Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Código:	Rev.
CTELFFEVTLVFE DWG 50424	51

Plano: VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE PLANTA PARTE 1 Y SECCION A-A Escala: (A1) IND.

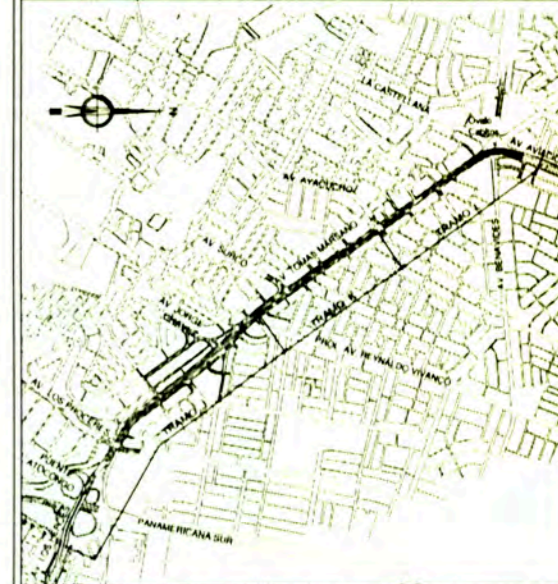


SECCION B-B ESC. 1:25
TABLERO EN CURVA CIRCULAR



PLANTA - PARTE 2
esc. 1:250

PLANO LLAVE



LEYENDA

S = PERALTE DE LA CURVA

**TABLA DE CANTIDADES
EJES C224 AL C227:**
 NUMERO DE BLOQUES = 772 UNIDADES
 CLIPS TIPO PANDROL = 1944 UNIDADES
 VOLUMEN DE CONCRETO = 181.26 m³
 REL TIPO 11DRE = 505.93 ml

Notas:

- 1- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423.
- 2- MEDIDAS EN METROS, EXCEPTO DONDE INDICADO.
- 3- DREN (MATERIAL PVC)

Referencias:

CTEL-FTE-VTL-VFE-DWG-50384 y 50385.

Supervisor:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Ed. 1	Fecha
CONSTRUCION	APROBADO CON COMENTARIOS	Ed. 2	
CEBEL	REVISAR Y REENVIAR	Ed. 3	

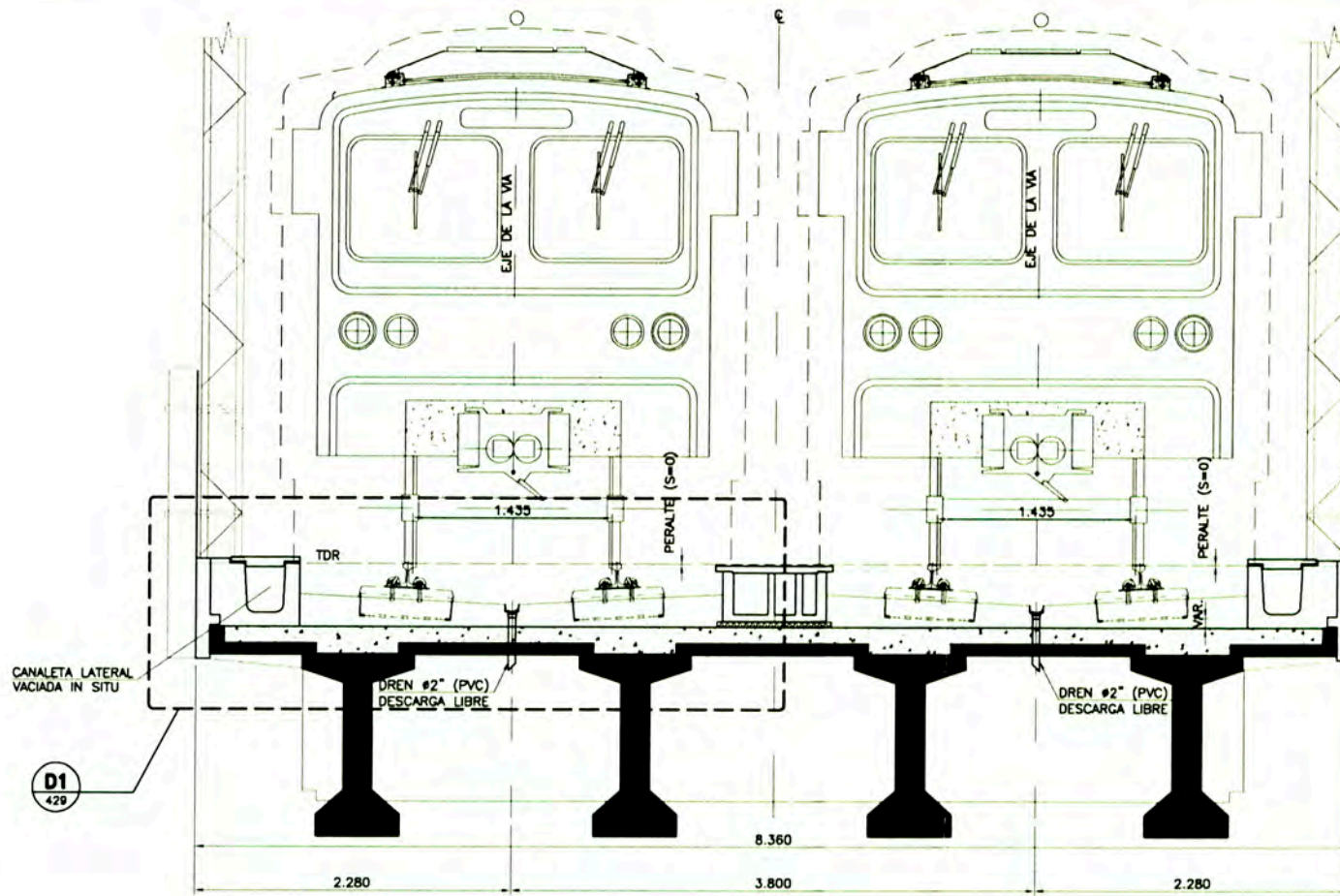
51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RR	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	JOB	RR	GRI	WVI
01	19/ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
0B	20/jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
0A	17/jun/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI

		ODEBRECHT FIGUEROA FERRAZ T-09014/E-TDS DE-43-PDR-103 R.0
--	--	--

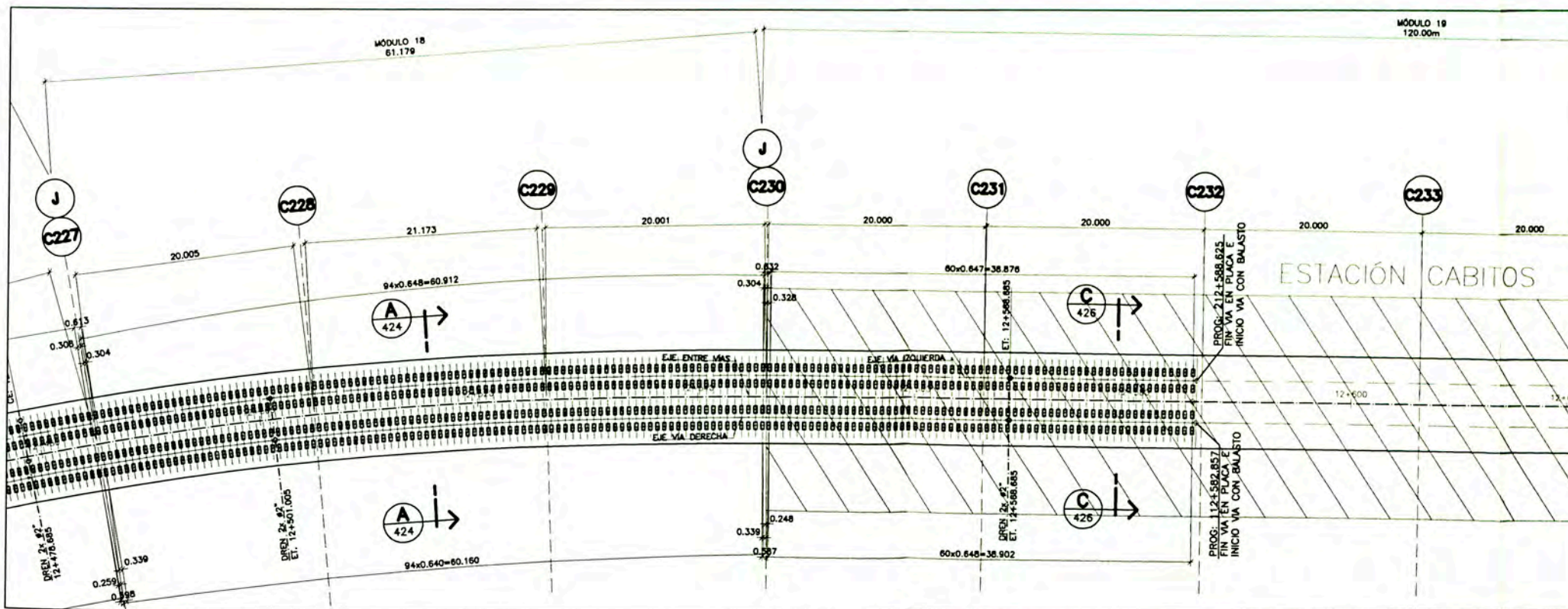
Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO
 LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

CTELFFEVTLVFE	DWG	50425	51
---------------	-----	-------	----

Plan: VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE
 PLANTA PARTE 2 Y SECCION B-B

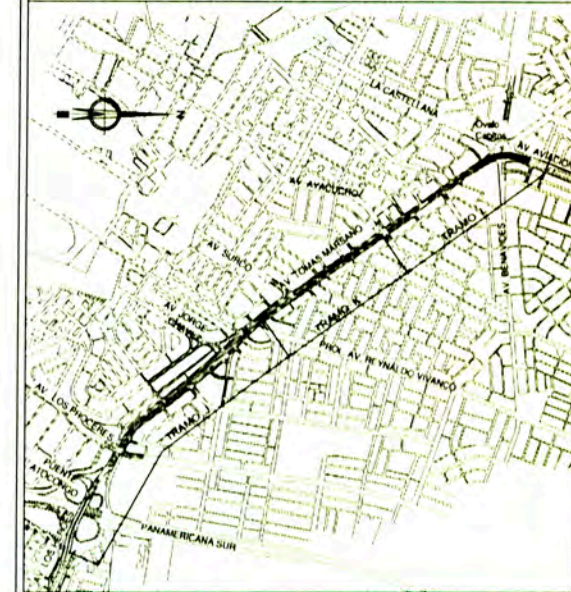


SECCION C-C ESC. 1:25
TABLERO EN RECTA



PLANTA - PARTE 3
esc. 1:250

PLANO LLAVE



LEYENDA

S = PERALTE DE LA CURVA

**TABLA DE CANTIDADES
EJES C227 AL C233:**
 NUMERO DE BLOQUES = 636 UNIDADES
 CLIPS TIPO PANDROL = 1272 UNIDADES
 VOLUMEN DE CONCRETO = 132.80 m³
 MRL TIPO 11BRE = 415.89 m³

Notas:

- 1- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423;
- 2- MEDIDAS EN METROS EXCEPTO DONDE INDICADO;
- 3- DREN (MATERIAL PVC);

Referencias:

CTEL-FTE-VTL-VFE-DWG-50384 y 50385.

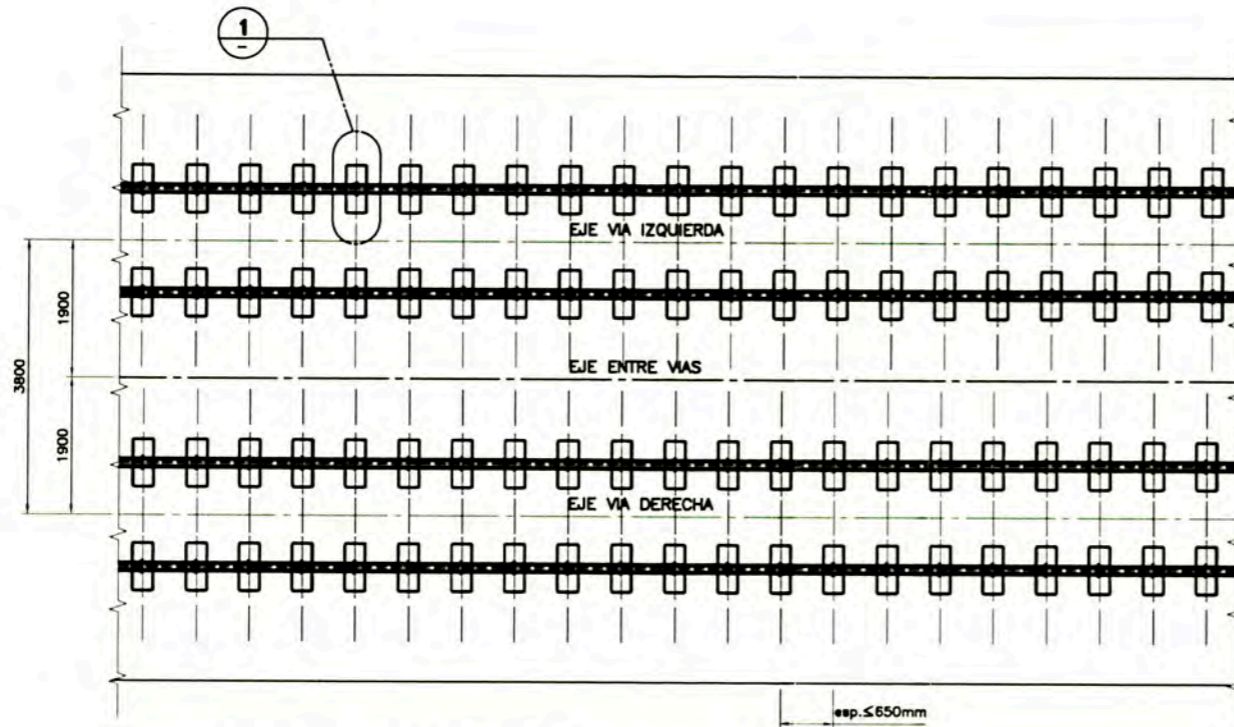
Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RR	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	RYA	RR	GRI	WVI
01	19/ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
OB	20/jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
OA	17/jun/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI

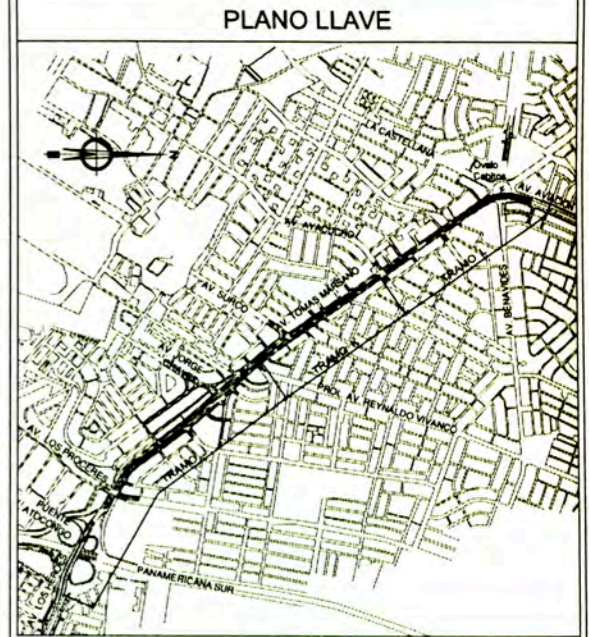
Cliente: **AATE** / **MTC**
 Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**
 Proyectista: **ODEBRECHT** / **FIGUEROA FERRAZ**
 T-08014/CI-TOS DE-03-PED-104 RD

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO
 LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

C	T	E	L	F	F	E	V	T	L	V	F	E	D	W	G	5	0	4	2	6	5	1
Plano: VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE PLANTA PARTE 3 Y SECCION C-C																						
Escala: (A1)																					IND.	



PLANTA TIPICA DE LOS BLOQUES
esc. 1:50



LEYENDA

Notas:
1- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423.
2- COTAS EN MILIMETROS, EXCEPTO DONDE INDICADO.

Referencias:
CTEL-FFE-VTL-VFE-DWG-50384 y 50385.

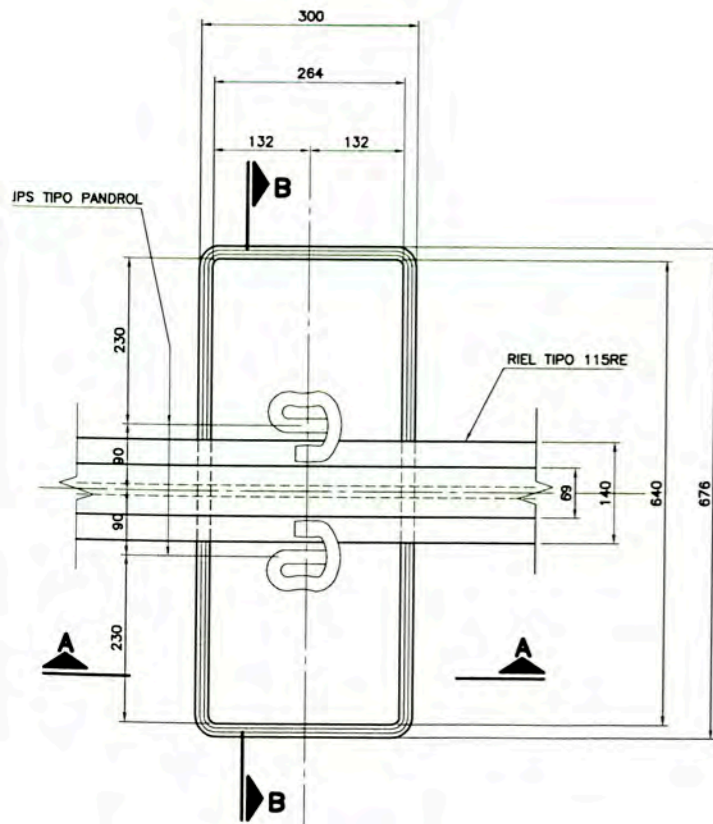
Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
	CEBEL INGENIEROS POYRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
		REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RR	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	MBC	RR	GRI	WVI
01	19/ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
0B	20/jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
0A	25/jun/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISERNO	REVIS.	APROB.
	DOMMMAA					

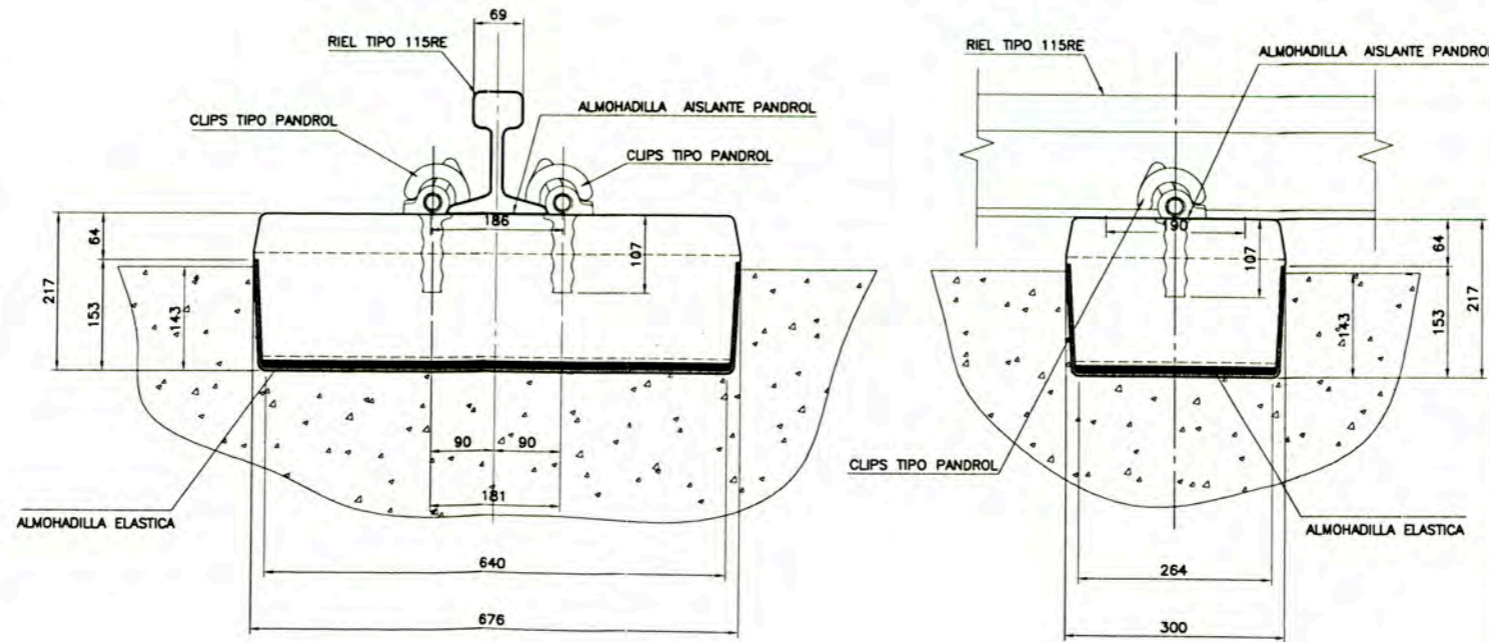
Cliente: **AVE** **MTC**
 Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**
 Proyectista: **ODEBRECHT**
FIGUEIREDO FERRAZ
CONSTRUCTORA E INGENIERIA DE PROYECTO S.A.
 T-09014/E-105 DE-03-PE04-105 R.O.

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

C	T	E	L	F	F	E	V	T	L	V	F	E	D	W	G	5	0	4	2	7	5	1
Plano:	VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE PLANTA TIPICA Y DETALLE																				Escala:	(A1)
																					IND.	



DETALLE 1 (TIP.)
esc. 1:5

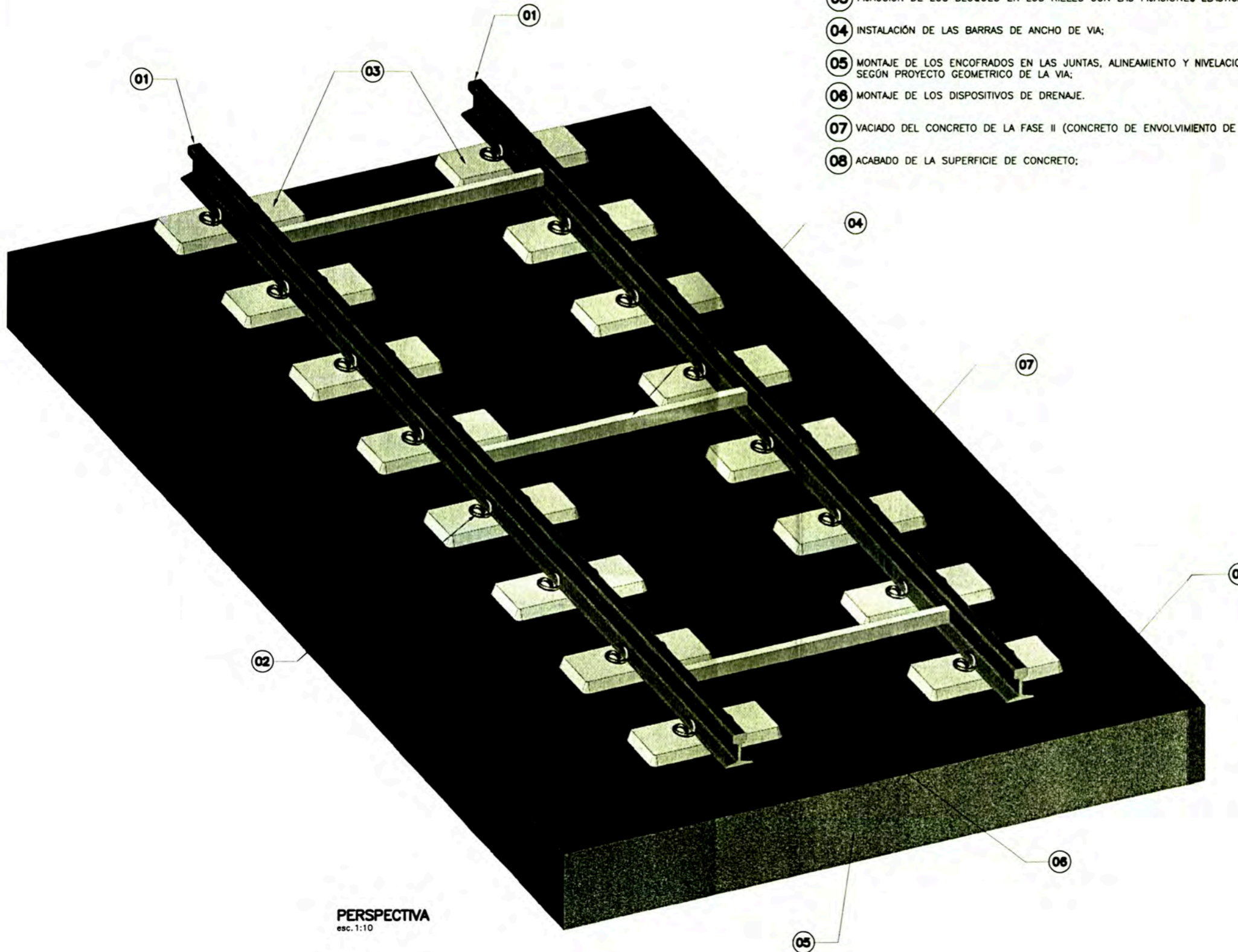


SECCION B
esc. 1:5

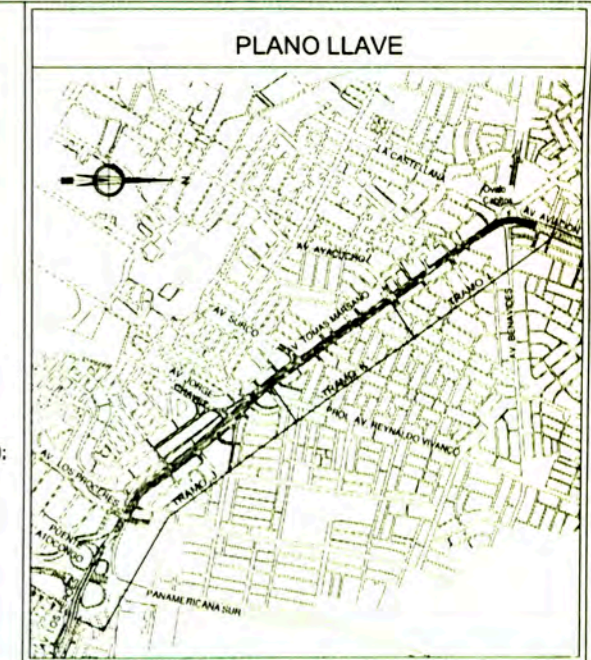
SECCION A
esc. 1:5

SECUENCIA EJECUTIVA:

- 0BS EL MONTAJE DE LA VIA DEBERÁ SER PRECEDIDA DE LA EJECUCIÓN DE LAS CANALETAS LATERALES Y CENTRAL;
- 01 DISTRIBUCIÓN DE LOS RIELES Y BLOQUES EN LA VIA;
- 02 FIJACIÓN DE LOS RIELES ARRIBA DE LOS SOPORTES PROVISIONALES
- 03 FIJACIÓN DE LOS BLOQUES EN LOS RIELES CON LAS FIJACIONES ELASTICAS PANDROL;
- 04 INSTALACIÓN DE LAS BARRAS DE ANCHO DE VIA;
- 05 MONTAJE DE LOS ENCOFRADOS EN LAS JUNTAS, ALINEAMIENTO Y NIVELACION DE LA VIA, SEGÚN PROYECTO GEOMETRICO DE LA VIA;
- 06 MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS DE DRENAJE.
- 07 VACIADO DEL CONCRETO DE LA FASE II (CONCRETO DE ENVOLVIMIENTO DE LOS BLOQUES);
- 08 ACABADO DE LA SUPERFICIE DE CONCRETO;



PERSPECTIVA
esc. 1:10



LEYENDA

Notas:
1.- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423.

Referencias:
CTEL-FFE-VIL-VFE-DWG-50384 y 50385.

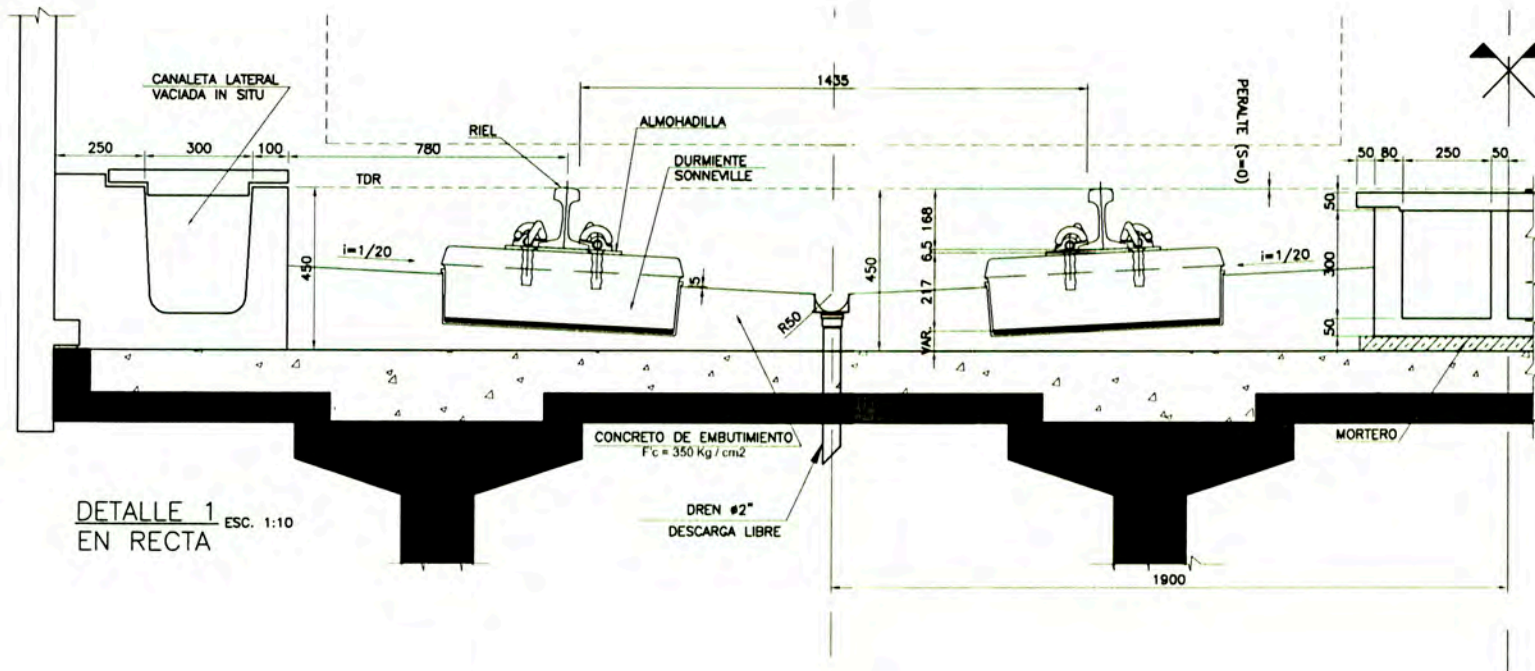
Supervisor:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod 1	Firma
CESEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cod 3	

51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RR	GRI	WVI
50	08/jul/11	POST CONSTRUCCION	MBC	RR	GRI	WVI
01	19/ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
0B	20/jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
0A	25/jun/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI

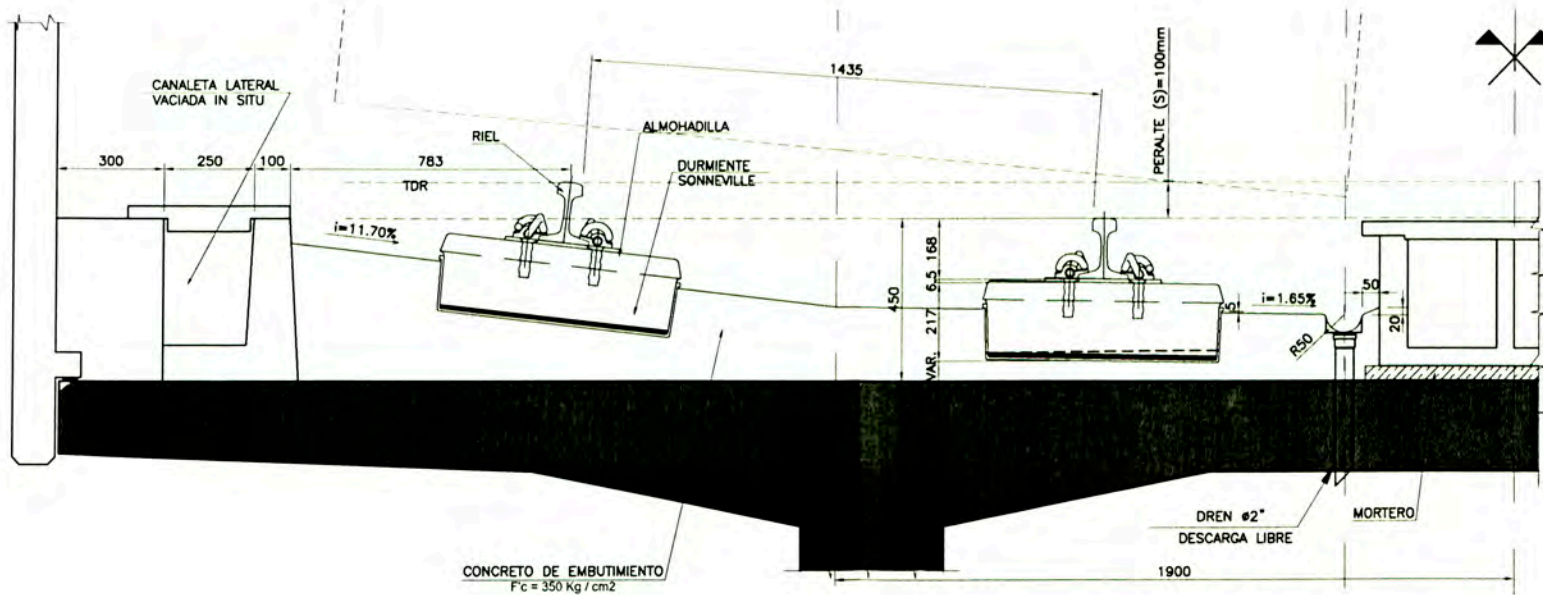
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DESEÑO	REVIS.	APROB.
	DD/MM/AA					

 AATE MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Contratista:  Consorcio TREN ELECTRICO Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Proyectista:  ODEBRECHT FIGUEIREDO FERRAZ T-09014/E-T05 DE-43-PDS-108 RD
--	---	---

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU						
Código:	CTELFFEVTLVFE	DWG	5,0,4,2,3	5	1	
Plano:	VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE SECUENCIA EJECUTIVA					IND.

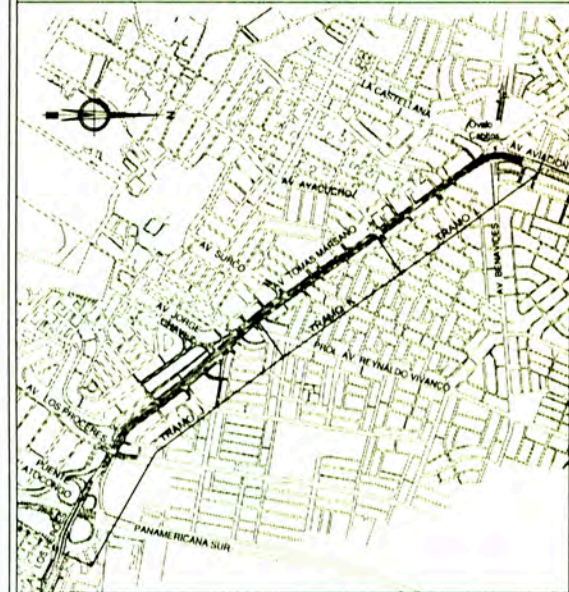


DETALLE 1 ESC. 1:10
EN RECTA



DETALLE 2 ESC. 1:10
EN CURVA CIRCULAR

PLANO LLAVE



LEYENDA

S = PERALTE DE LA CURVA

Notas:

- 1- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423.
- 2- MEDIDAS EN MILIMETROS, EXCEPTO DONDE INDICADO.

Referencias:

CTEL-VFE-VTL-VFE-DWG-50425 y 50426.

Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma
CEBEL	INGENIEROS	POYRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2
			REVISAR Y REENVÍAR	Cod. 3

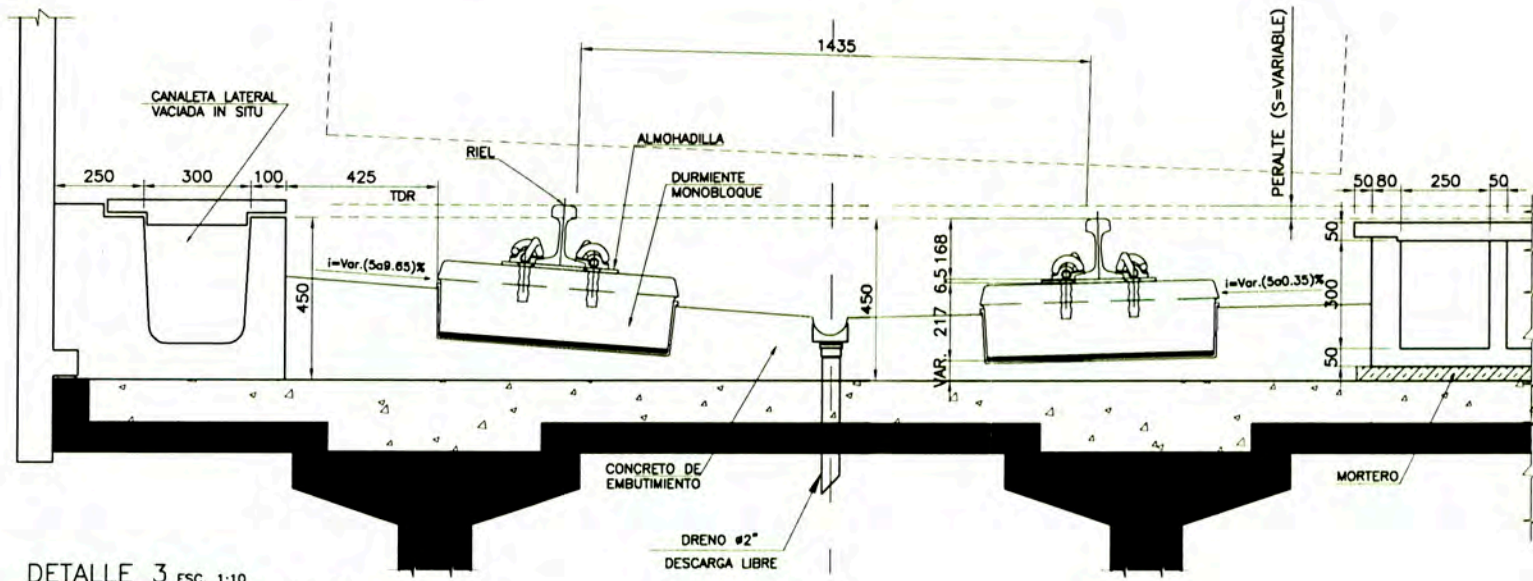
51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RR	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	MBC	RR	GRI	WVI
01	19/Ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
0B	20/Jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
0A	01/Jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
	DD/MM/AA					

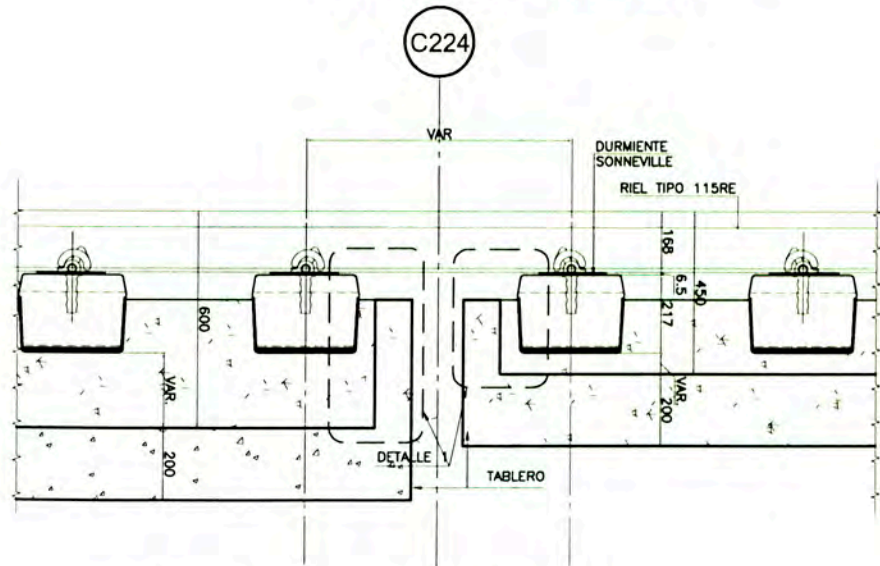
Cliente: **MTCA** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)
 Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**
 Proyectista: **ODEBRECHT** FIGUEREDO FERRAZ (CENSA, S.A. y ODEBRECHT S.A.)
 ID-43-PDM-107 RD

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

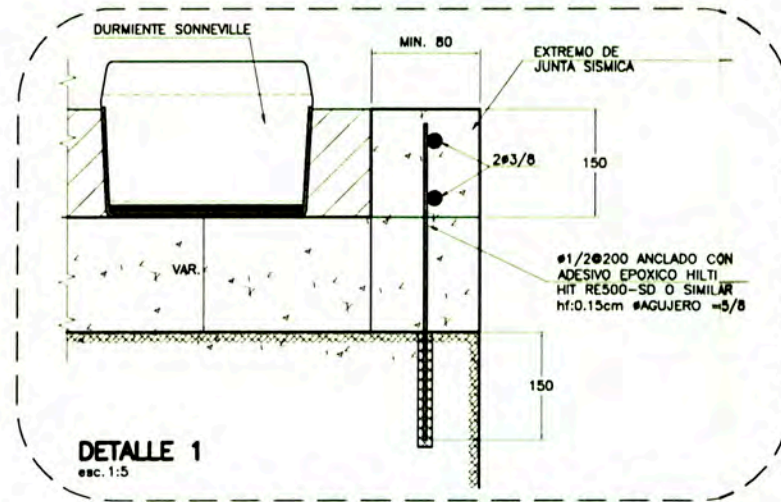
Código:	CTELVFEVTLVFE DWG 50429 51	Rev.	51
Plano:	VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE	Escala:	(A1)
	DETALLES 1 y 2		IND.



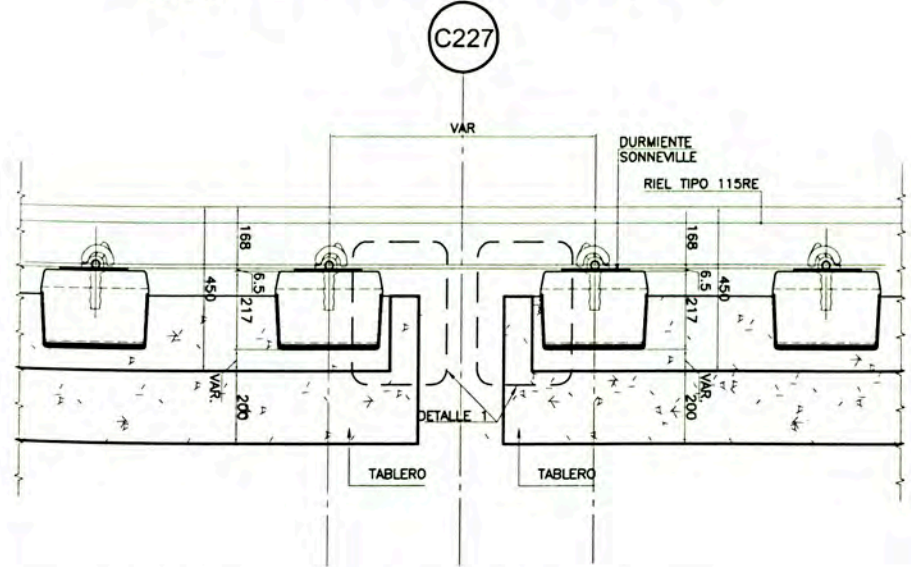
DETALLE 3 ESC. 1:10
EN CURVA DE TRANSICION



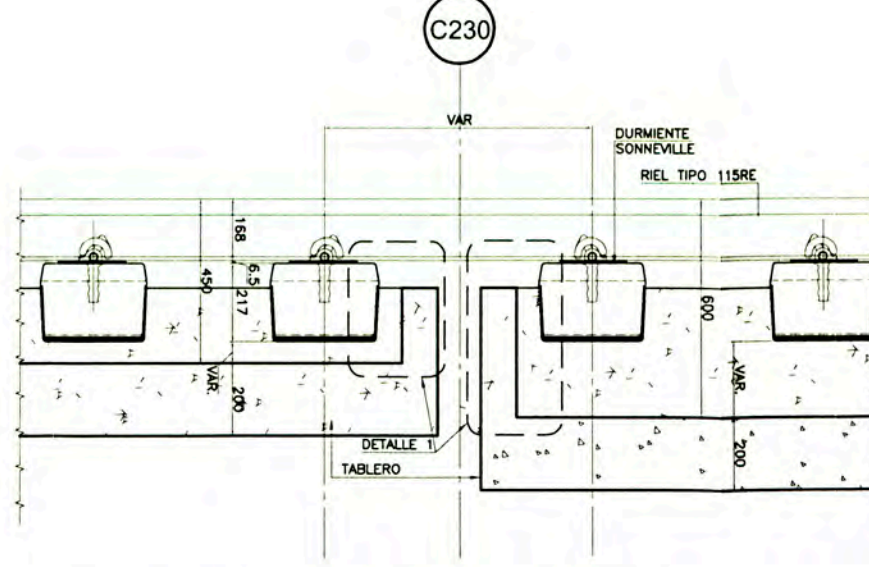
DETALLE - JUNTA EN LA COLUMNA C224
esc. 1:10



DETALLE 1
esc. 1:5

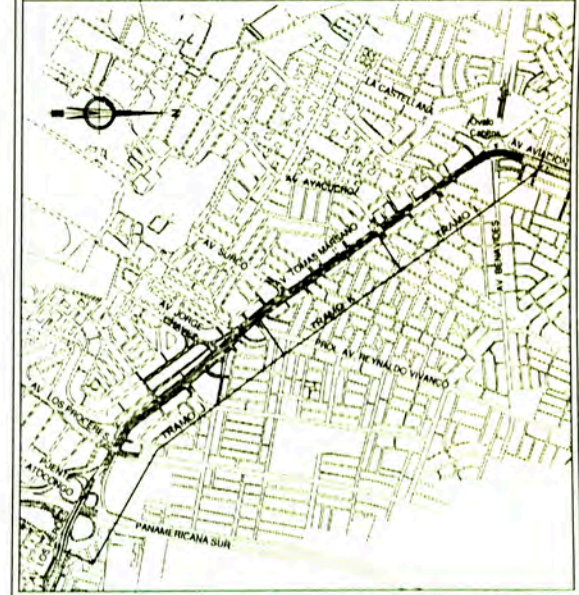


DETALLE - JUNTA EN LA COLUMNA C227
esc. 1:10



DETALLE - JUNTA EN LA COLUMNA C230
esc. 1:10

PLANO LLAVE



LEYENDA

S = PERALTE DE LA CURVA

- Notas:
- 1- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423.
 - 2- MEDIDAS EN MILIMETROS, EXCEPTO DONDE INDICADO.
 - 3- VER DETALLE DE CONFINAMIENTO DE LAS LOSAS DEL SI-00283

Referencias:
CTEL-FTE-VTL-VFE-DWG-50424.

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cod. 3	

51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RR	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	MBC	RR	GRI	WVI
01	19/Ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
OB	20/Jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI
OA	01/Jul/10	EMITIDO PARA REVISION	MBC	RR	JES	WVI

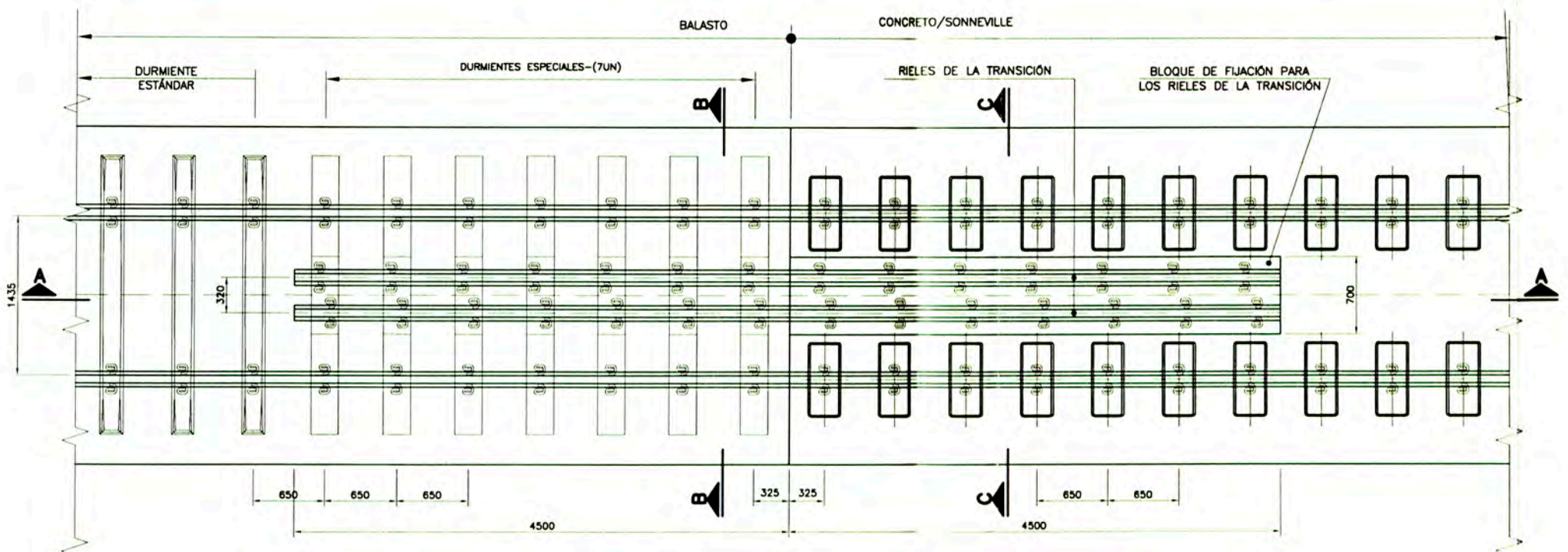
Cliente: **AATE** / **MTC**

Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**

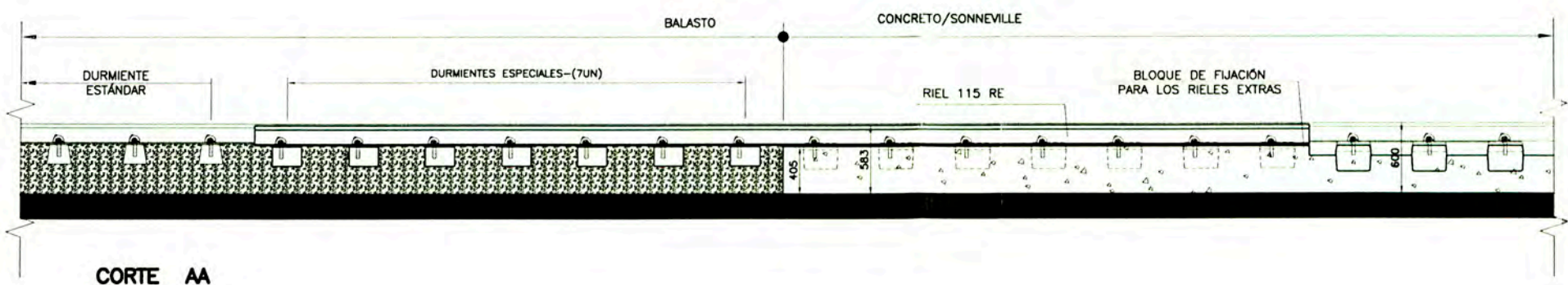
Proyectista: **ODEBRECHT** / **FIGUEROA FERRAZ**

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

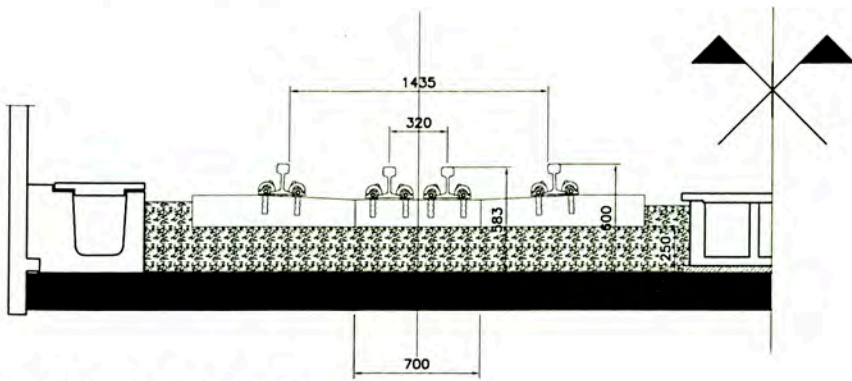
Cod. 1	Rev.
C T E L F F E V T L V F E D W G 5 0 4 3 0 5 1	
Plano:	Escala:
VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE	(A1)
DETALLES	IND.



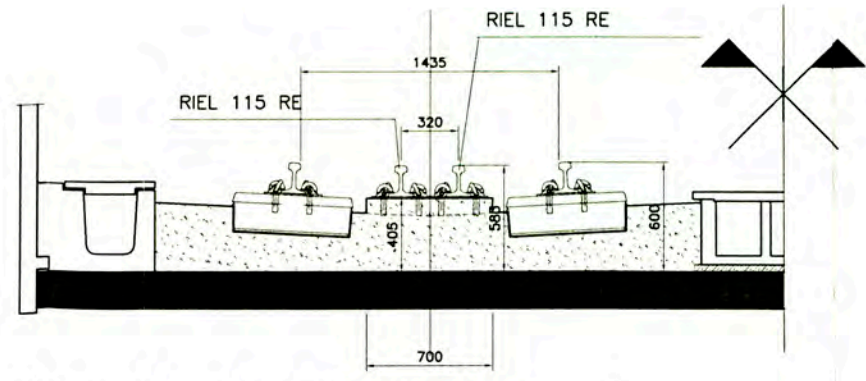
TRANSICIÓN BALASTO/SONNEVILLE-PLANTA
ESC. 1:25



CORTE AA
ESC. 1:25

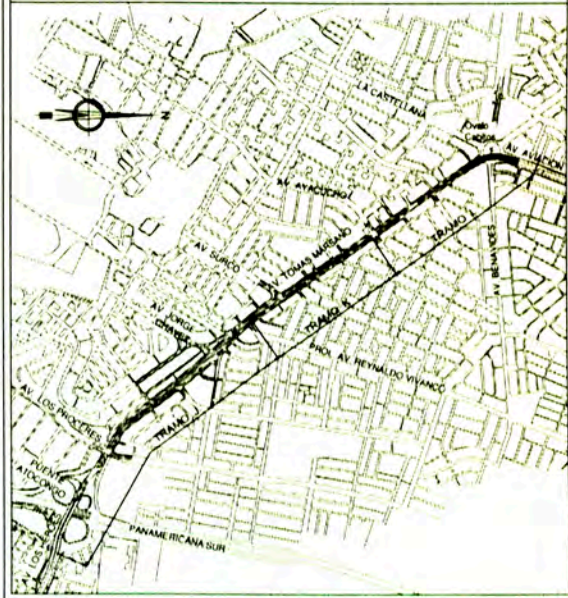


CORTE BB - VÍA CON BALASTO
ESC. 1:20



CORTE CC - VÍA CON SONNEVILLE
ESC. 1:20

PLANO LLAVE



LEYENDA

Notas:
1- PARA NOTAS GENERALES VER EL PLANO 50423.
2- COTAS EN MILIMETROS, EXCEPTO DONDE INDICADO.
3- DETALLES DE LA TRANSICIÓN SUMINISTRADOS POR SONNEVILLE INTERNACIONAL COOPERATION.

Referencias:
CTEL-FTE-VTL-VFE-DWG-50384 y 50385.

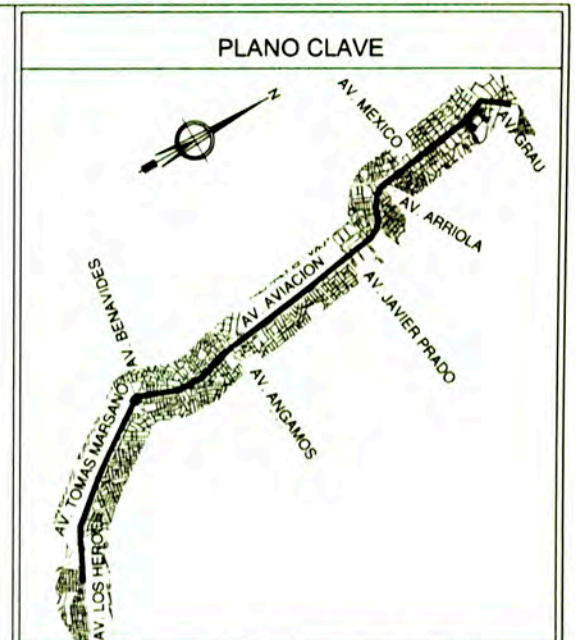
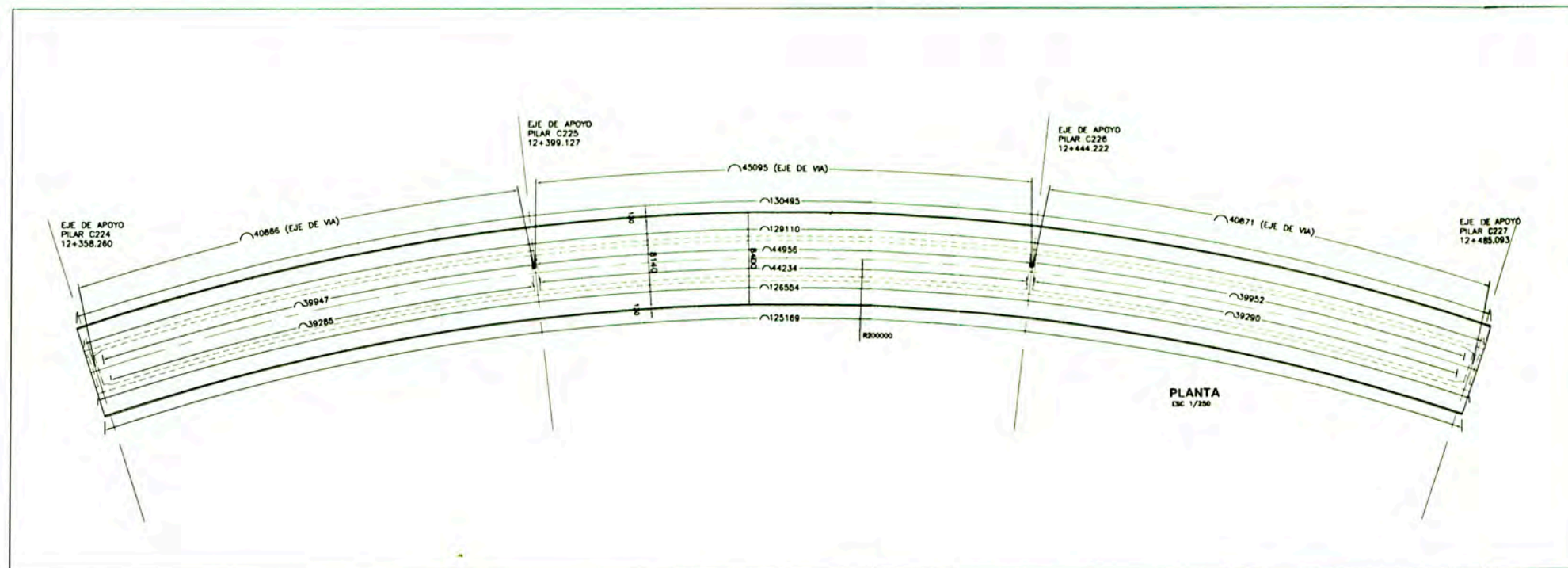
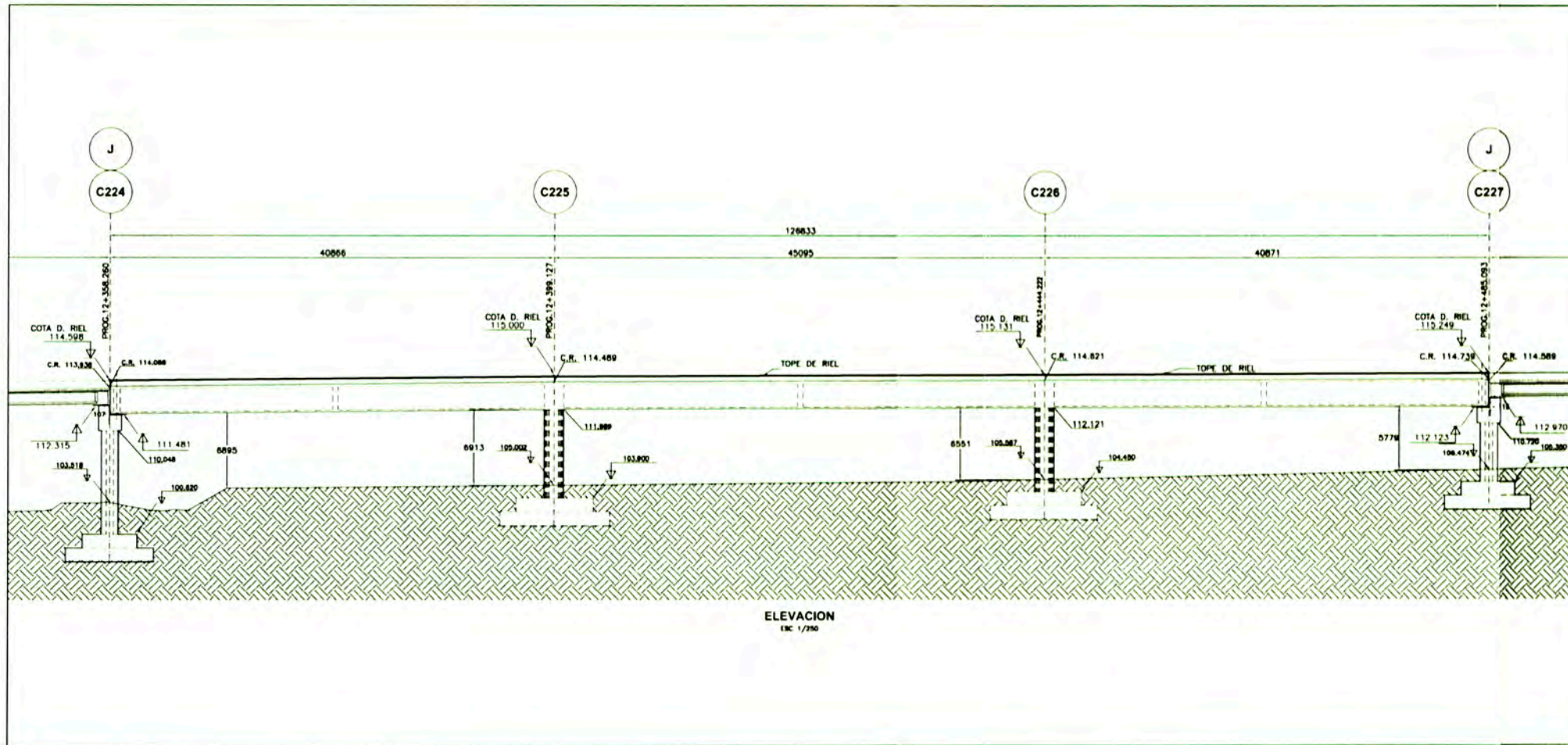
Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma
CESEL INGENIEROS	POYRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
		REVISAR Y REENVIAR	Cod. 3	

51	12/08/11	POST CONSTRUCCION	JOS	RHL	GRI	WVI
50	01/Ago/11	POST CONSTRUCCION	MBC	RHL	GRI	WVI
01	19/Ago/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MBC	RR	JES	WVI
0A	25/jun/10	EMITIDO PARA REVISIÓN	MBC	RR	JES	WVI
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

Cliente: **MTCA** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)
 Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**
 Proyectista: **ODEBRECHT** (FIGUEROA FERRAZ)
 T-09014/E-T05 DC-03-P04-108 R0

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

Codigo:	CTELFTEVTLVFE DWG 50431	Rev.	5.1
Plano:	VIA FERREA - SISTEMA SONNEVILLE TRANSICIÓN BALASTO / SONNEVILLE	Escala:	(A1) IND.



LEYENDA

	ESTRUCTURA EXISTENTE EN PLANTA Y VISTA.
	ESTRUCTURA EXISTENTE EN CORTE.
	ESTRUCTURA NOVA EN PLANTA Y VISTA.
	ESTRUCTURA NOVA EN CORTE.

- Notas:**
- 1.- MEDIDAS Y NIVELES EN MILIMETROS
 - 2.- CONCRETO f'c = 10 MPa PARA CAPA POBRE (5cm SOB CIMENTACIONES)
 - 3.- LAS FUNDACIONES DEBEN SER LIBERADAS POR ING. ESPECIALISTA
 - 4.- J= JUNTA DE DILATACION
 - 5.- LA ZAPATA DEBERA SER APOYADA EN MATERIAL GRANOSO CON PRESION ADMISIBLE DE 5.0 Kg/cm²
 - 6.- LA PROFUNDIDAD MINIMA ESTIMADA DE LA COTA DE APOYO DE LAS ZAPATAS ES DE 3.2m
 - 7.- LA LIBERACION FINAL DE LA COTA DE APOYO DE LAS ZAPATAS DEBERA SER HECHA POR INGENIERO GEOTECNICO DE FUNDACIONES.

Referencias:

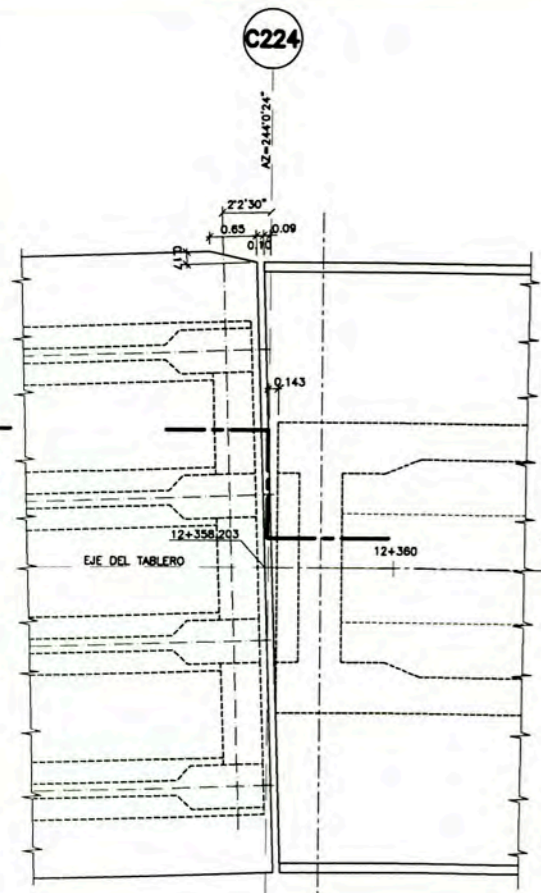
Supervision:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cam. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cam. 2	
	REVISAR Y REFINAR	Cam. 3	

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	20-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	JRF	JRF	MCO	WVI
0A	06-May-10	EMITIDO PARA REVISION	JRF	JRF	MCO	WVI

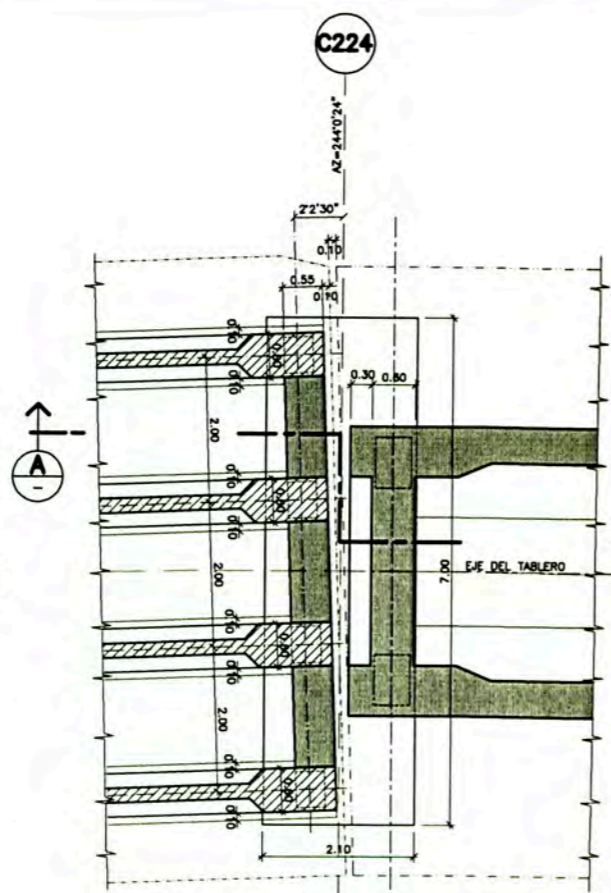
 MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones	 CONSORCIO TREN ELECTRICO	 ODEBRECHT SEINTEC División de Ingeniería, Construcción y Mantenimiento S.A.
--	------------------------------	---

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

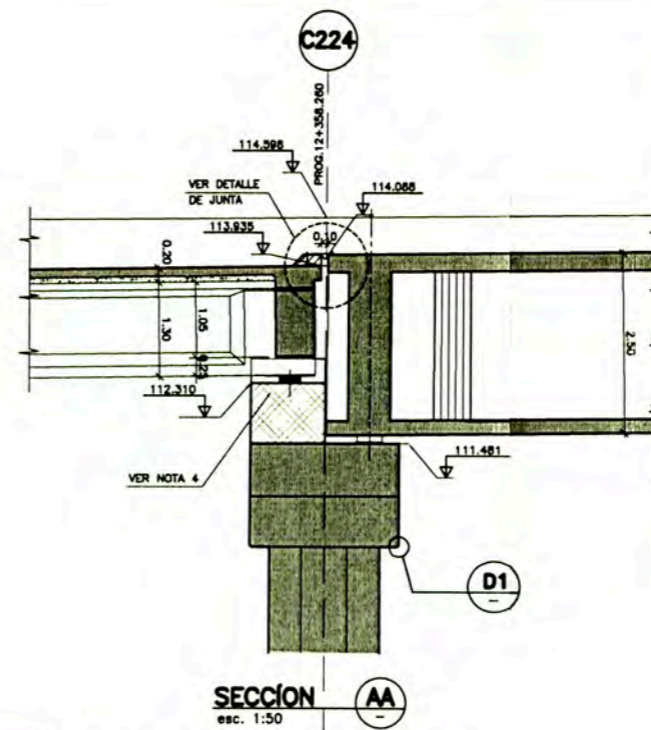
Código:	CTEL SIT VITL EST DWG 3,2,4,8,2 5,0	Rev:	
Plano:	IMPLANTACION - TRAMO "L"	Escala:	(A1)
	PLANTA Y ELEVACION - EJE C224 AL C227	Ind.	



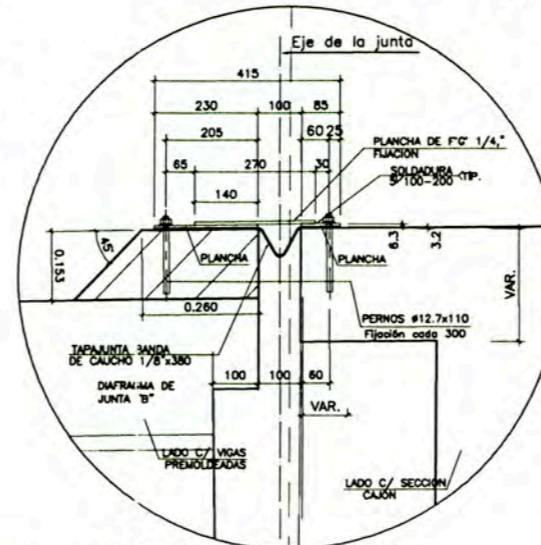
PLANTA SUPERIOR TABLERO
esc. 1:50



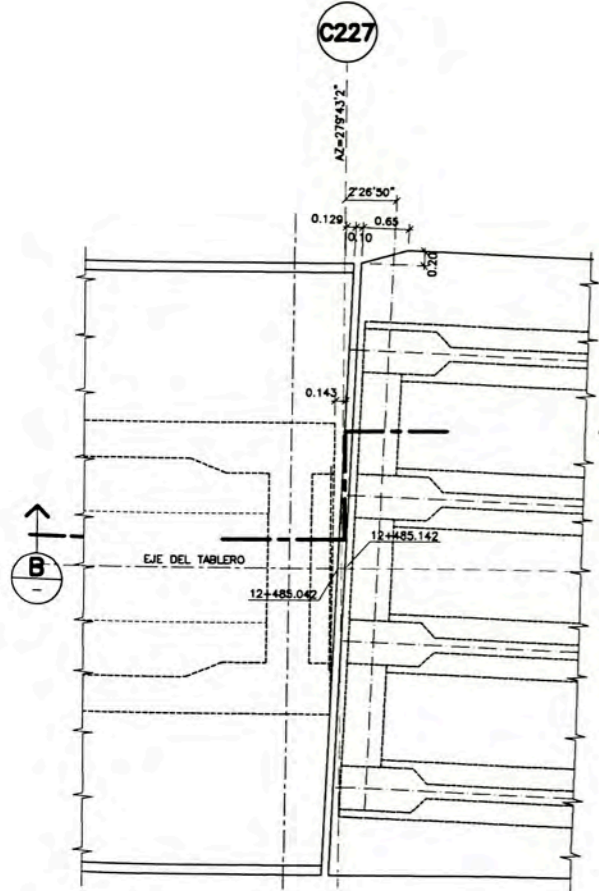
PLANTA VIGA DIAFRAGMA
esc. 1:50



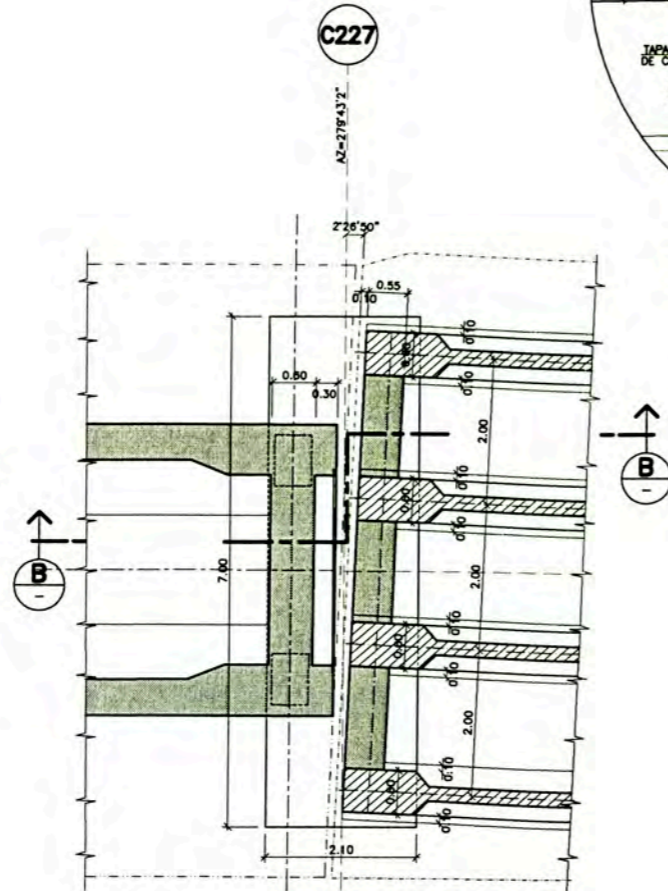
SECCIÓN AA
esc. 1:50



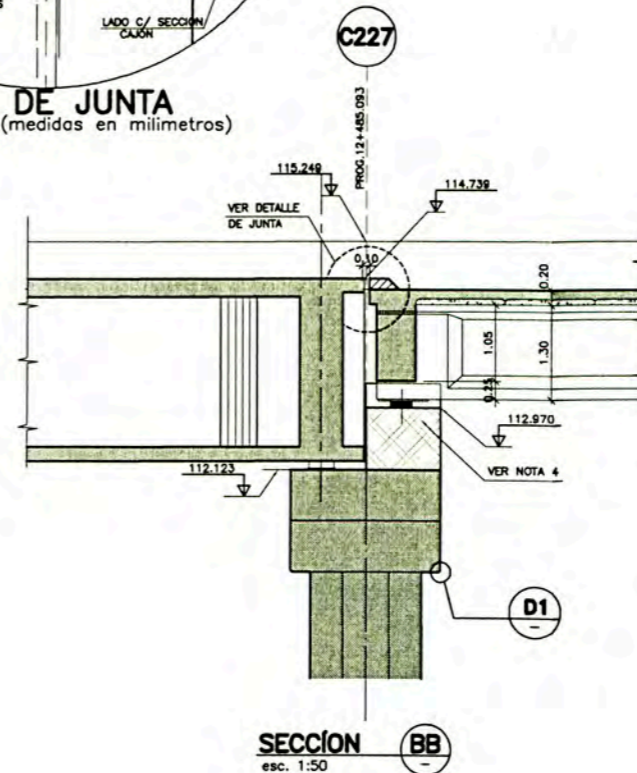
DETALLE DE JUNTA
esc. Sin escala (medidas en milímetros)



PLANTA SUPERIOR TABLERO
esc. 1:50



PLANTA VIGA DIAFRAGMA
esc. 1:50



SECCIÓN BB
esc. 1:50



LEYENDA

- ESTRUCTURA EXISTENTE EN PLANTA Y VISTA.
- ESTRUCTURA EXISTENTE EN CORTE.
- ESTRUCTURA NOVA EN PLANTA Y VISTA.
- ESTRUCTURA NOVA EN CORTE.
- SEGUNDA CONCRETAGEM

NOTAS:

- 1- MEDIDAS Y NIVELES EN METRO.
- 2- CONCRETO $f_c = 28$ MPa. PARA COLUMNAS Y VIGA CABEZAL. $f_c = 35$ MPa. PARA LOS TABLEROS.
- 3- DETALLE TÍPICO PARA TODAS LAS ESQUINAS A 90° DEL CABEZAL.
- 4- EJECUCIÓN DESPUES DEL POSTENSADO DE LA VIGA CAJÓN.

Referencias:

CTEL-FFE-VTL-DGE-DWG-32118

Supervisión:	CONSORCIO		Aprobado sin comentarios	Cód. 1	Firma:
CEBEL	POYRY	Aprobado con comentarios	Cód. 2		
		Revisar y reenviar	Cód. 3		

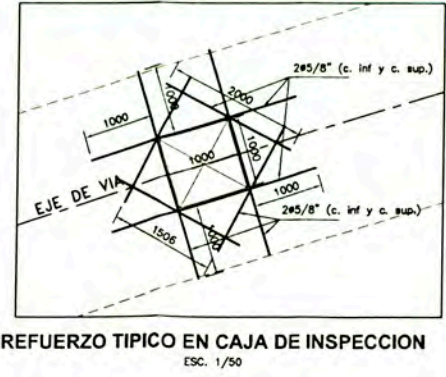
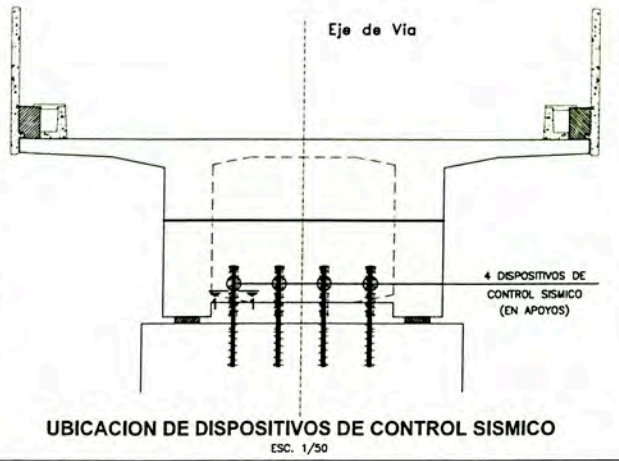
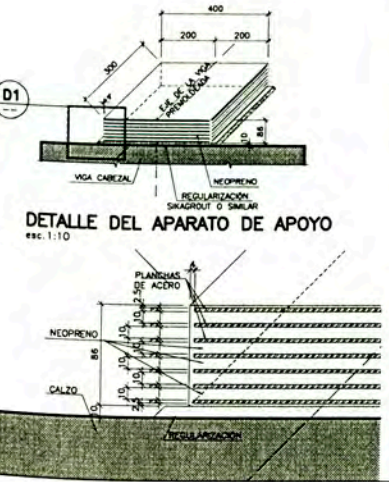
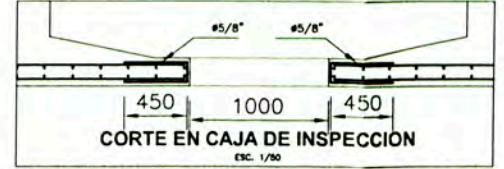
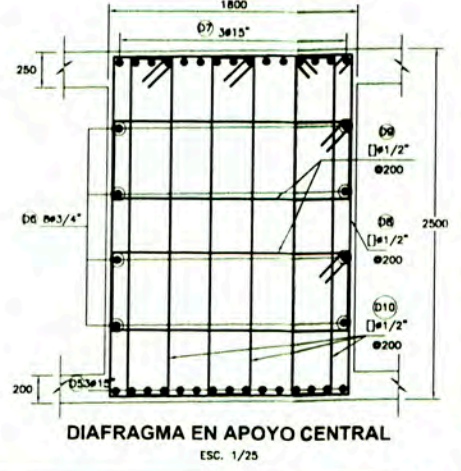
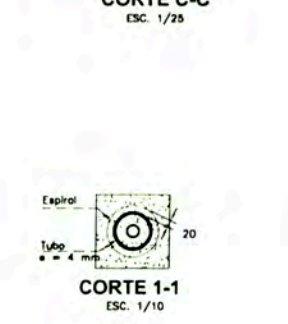
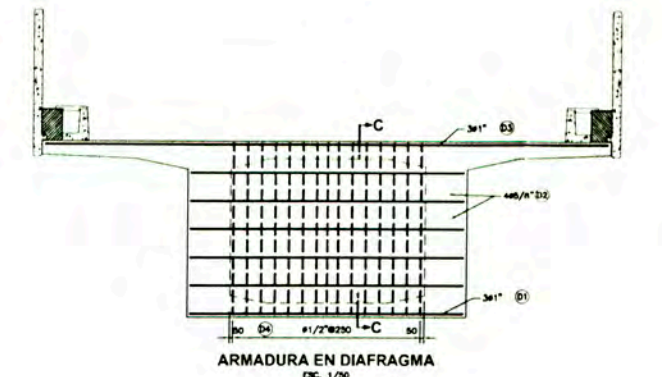
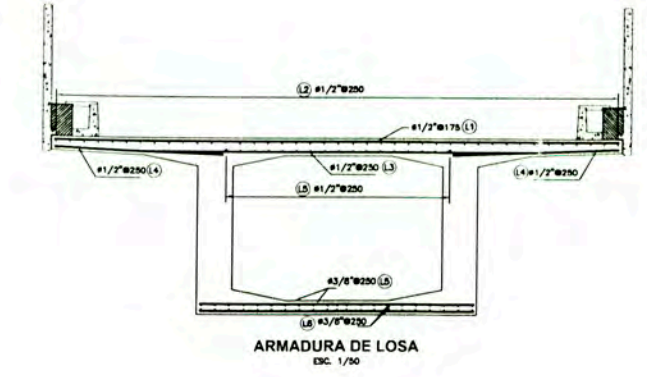
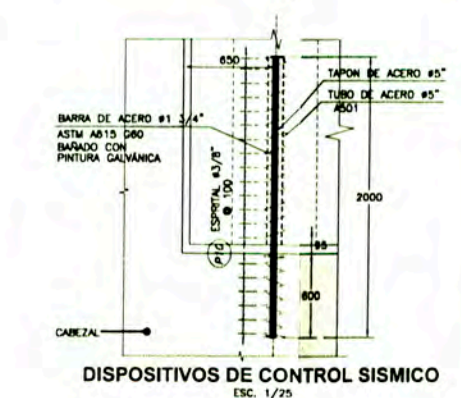
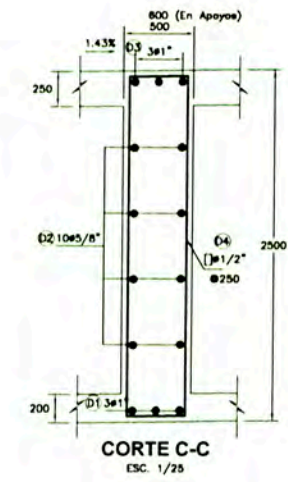
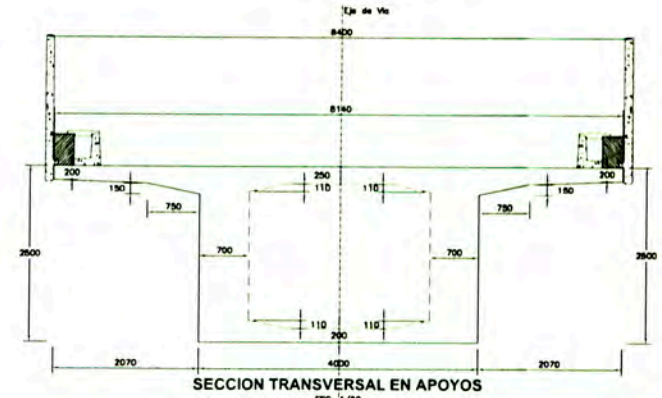
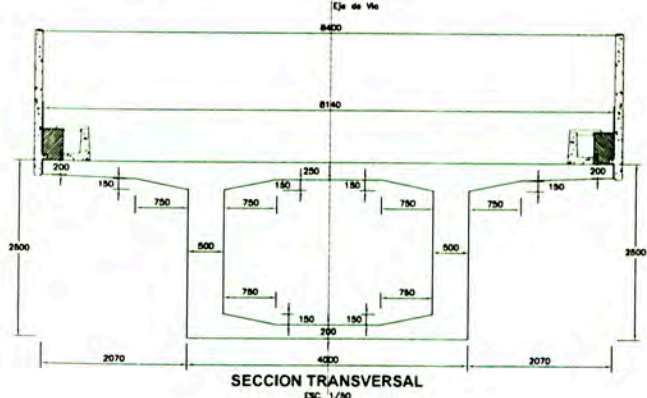
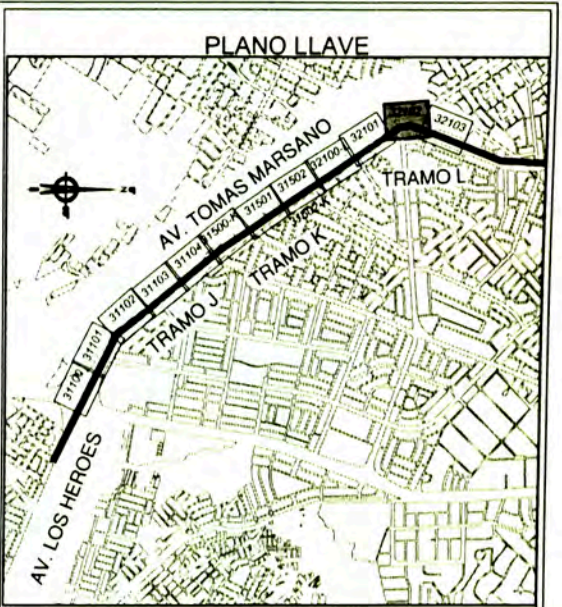
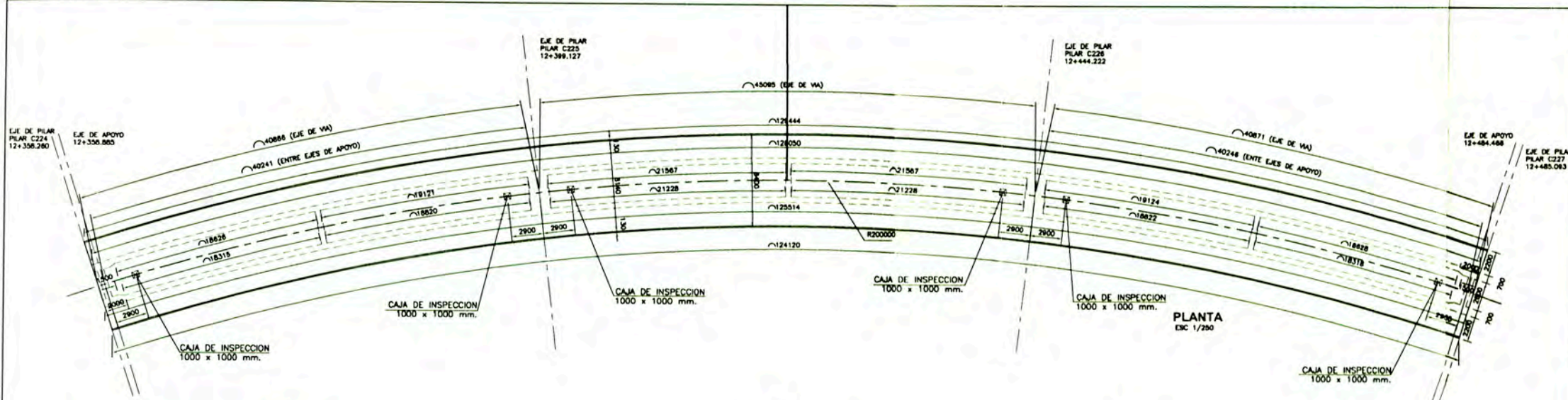
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	25-Jun-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	ALM	OLG	ROA	WVI
0A	26-May-10	EMITIDO PARA REVISION	ALM	OLG	ROA	WVI
Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

Cliente: **ATE** **MTC**
 Contratista: **CONSORCIO TERN ELÉCTRICO**
 Proyectista: **ODEBRECHT**
FIGUEROA FERRAZ
CONTRATISTA DE OBRAS DE CONCRETO S.A.S.
 T-08014/E-105 DE-03-PRO-080 R.O.

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO
 LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

C	T	E	L	F	F	E	V	T	L	E	S	T	D	W	G	3	2	1	6	9	5	0
Plano:	TRAMO "L" - EJES C224 Y C227																				Escala:	(A1)
	VIGAS DIAFRAGMA																					IND.

Este documento es propiedad de CTCL. No puede ser copiado o enviado a otros sin autorización previa.



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETO $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ EN VIGAS, LOSA Y DIAFRAGMA
- CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ EN VEREDAS Y PARAPETOS
- TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADOS : 3/4"
- ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE PRESFUERZO $f_s = 18000 \text{ Kg/cm}^2$
- $K = 6.6 \times E - 7$, $u = 0.20$, CABLE ADHERIDO
- RECUBRIMIENTOS LIBRES : LOSA RECUBRIMIENTO SUPERIOR 35 mm
- LOSA RECUBRIMIENTO INFERIOR 25 mm
- RECUBRIMIENTOS LIBRES : VIGAS Y DIAFRAGMA 40 mm
- CEMENTO PORTLAND TIPO I, CEMENTO PUZOLANICO TIPO IP O TIPO (IPM)
- REGLAMENTO ASSHTO 2007

LEYENDA

NOTAS:
1- MEDIDAS Y NIVELES EN MILIMETROS

Referencias:
- CCI-00037 INCORPORACION DE VENTANAS DE INSPECCION EN LOSA INFERIOR DE SUPERESTRUCTURA DEL MODULO 17.

Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cad. 1	Firma
CEBEL INGENIEROS	POYRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cad. 2	
		REVISAR Y REFINAR	Cad. 1	

50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	CCA	CMO	MCA	WVI
01	25-Jun-10	Aprobado para Construcción	JRF	JRF	MCV	WVI
0D	15-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	JRF	JRF	MCV	WVI
0C	14-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	JRF	JRF	MCV	WVI
0B	26May10	Emitido para revision	LSTS	SEITEC	MCV	WVI
0A	06/05/10	Emitido para revision	JRF	JRF	MCO	WVI
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR	DISEÑO	REVIS	APROB

Cliente: **AATE MTC** | Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO** | Proyectista: **ODEBRECHT SEINTEC**

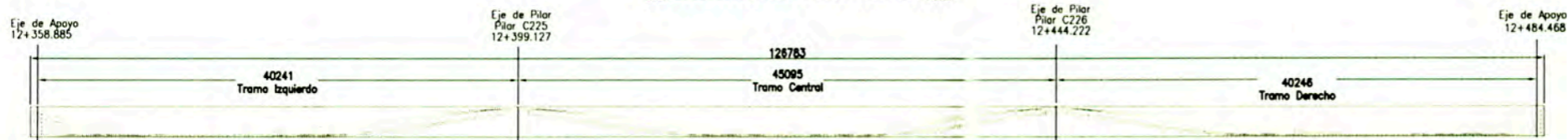
Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

Codigo: **C,T,E,L,S,I,T,V,I,L,E,S,T,D,W,G,3,2,4,8,3,5,0** | Rev: **5,0**

Plano: **TRAMO L** | Escala: **(A1)** | INDICADA

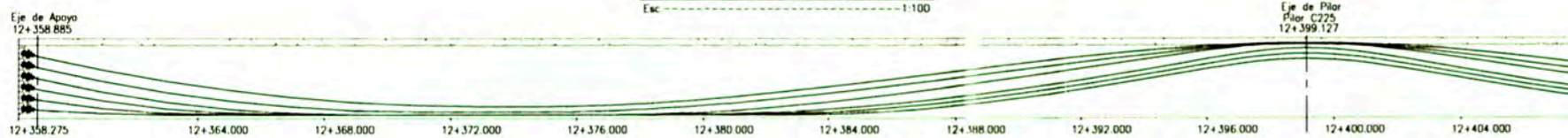
DISPOSICION DE CABLES VIGA PUENTE CABITOS

Esc.-----1:250



DISPOSICION DE CABLES TRAMO IZQUIERDO

Esc.-----1:100



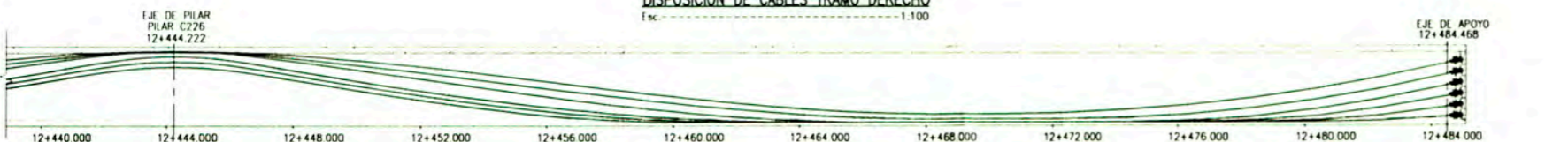
DISPOSICION DE CABLES TRAMO CENTRAL

Esc.-----1:100



DISPOSICION DE CABLES TRAMO DERECHO

Esc.-----1:100



ESPECIFICACION DE MATERIALES.

Concreto de Vigas Postensadas
Acero de Refuerzo

$f'_c = 5000 \text{ psi (35 Mpa)}$
 $f'_y = 60000 \text{ psi (420 Mpa)}$

Cables postensados de acuerdo a:
ASTM - A 416

$f'_s = 270000 \text{ psi (1890 Mpa)}$
 $f'_y = 230000 \text{ psi (1610 Mpa)}$

Emplear Torones $\phi 5/8"$ (Grado 270 K)
Se utilizara ducto semirigido galvanizado

Los cables tendran anclaje activo - activo en sus extremos
Una vez tensados los cables se inyectaran para proteccion con una lechada de agua y cemento, con relacion A/C ≤ 0.45
Aplicar aditivo expansor de mortero tipo Grout Fluidier de DEGUSSA o similar.

TENSIONAMIENTO DE CABLES.

El tensionamiento se hara en dos etapas

Primera: Sobre la viga sola cuando el concreto de esta tenga una resistencia de 4000 psi. El tensionamiento se hara con los siguientes cables y en el orden en que numeran: 4, 3, 2 y 1.

Segunda: Sobre la viga cuando el concreto de ésta tenga una resistencia de 5000 psi.

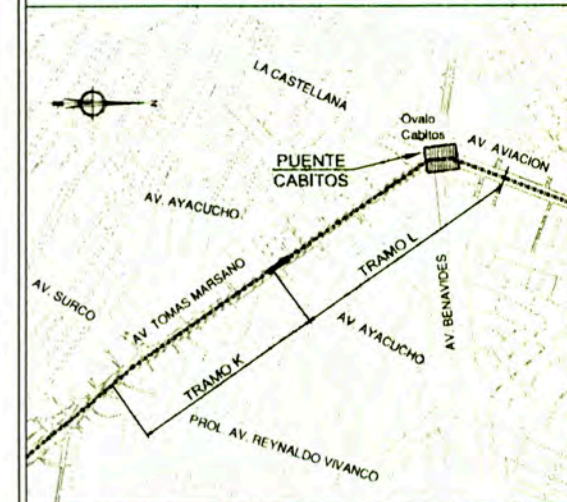
El tensionamiento se hará con los cables 5 y 6

Alargamientos : Se mediran antes de acuañar

Equipo de tensionamiento : multitoron.

$k = 0,002/m$
 $\mu = 0,20/rad$

PLANO LLAVE



LEYENDA

- Notas:
- 1 - Todas las medidas estan dadas en milímetros excepto donde se indique una unidad diferente.
 - 2 - Los detalles de anclajes presentados en estos planos corresponden a sistemas generales aceptados internacionalmente
 - 3 - La longitud de las vigas deberá ser verificada en obra por el contratista y de ser mayor a la indicada en estos planos, deberá informar a nuestra oficina para el respectivo rediseño.
 - 4 - Los fuerzas efectivos en los apoyos y centro de la luz seran de acuerdo con los planos emitidos por SEINTEC S.A.C.

Referencias:

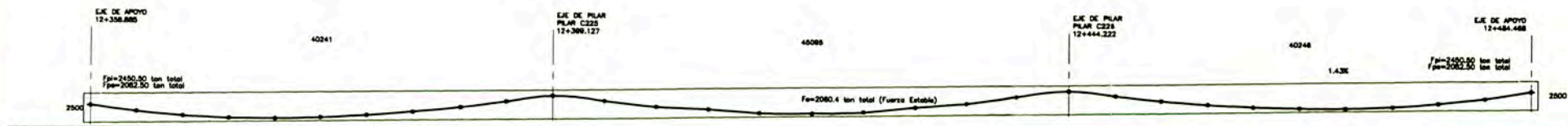
Supervisión	CONSORCIO CEBEL	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma
		APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
		REVISAR + REENVIAR	Cod. 3	

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	13-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MSA	JGA	MCO	WVI
0A	04-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	MSA	JGA	MCO	WVI

Cliente: Contralista: Proyecto: STUP de Colombia Ingenieros consultores

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Codigo:	Rev:
G T E L C T E V T L E S T D W G 3 2 1 8 5	5 0
Plano:	Escala (A1)
PUENTE CABITOS DISPOSICIÓN DE CABLES POSTENSADOS	INDICADA



X	Y	DIET. PARCIALES	DIET. ACUMULADAS	Y TENDON
4024	1537	4024	0	1537
4024	874	4024	874	874
4024	572	4024	12072	572
4024	330	4024	18098	330
4024	290	4024	20210	290
4024	301	4024	24144	301
4024	458	4024	28198	458
4024	713	4024	32182	713
4024	1074	4024	36218	1074
4024	1537	4024	40248	1537
4024	2000	4024	44288	2000

ELEVACION UNIDADES POSTENSIONADAS (TRAMO IZQUIERDO)

X	Y	DIET. PARCIALES	DIET. ACUMULADAS	Y TENDON
4024	2000	4024	0	2000
4024	1537	4024	1537	1537
4024	1074	4024	4088	1074
4024	713	4024	13074	713
4024	458	4024	18098	458
4024	301	4024	20123	301
4024	290	4024	24148	290
4024	330	4024	28172	330
4024	572	4024	32197	572
4024	874	4024	36221	874
4024	1537	4024	40246	1537

ELEVACION UNIDADES POSTENSIONADAS (TRAMO DERECHO)

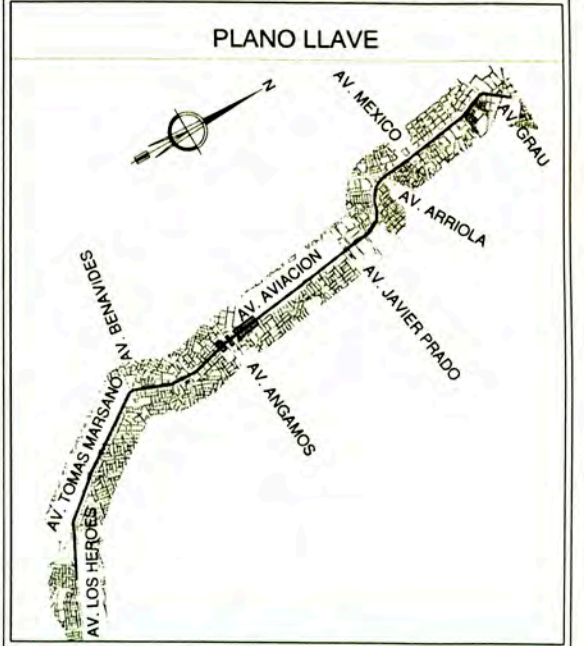
X	Y	DIET. PARCIALES	DIET. ACUMULADAS	Y TENDON
4508	2000	4508	0	2000
4508	4908	4508	4908	4908
4508	8018	4508	13538	8018
4508	13538	4508	18038	13538
4508	18038	4508	22547	18038
4508	27057	4508	31988	27057
4508	31988	4508	36078	31988
4508	40588	4508	40168	40588
4508	48088	4508	44258	48088
4508	50000	4508	48348	50000

ELEVACION UNIDADES POSTENSIONADAS (TRAMO CENTRAL)

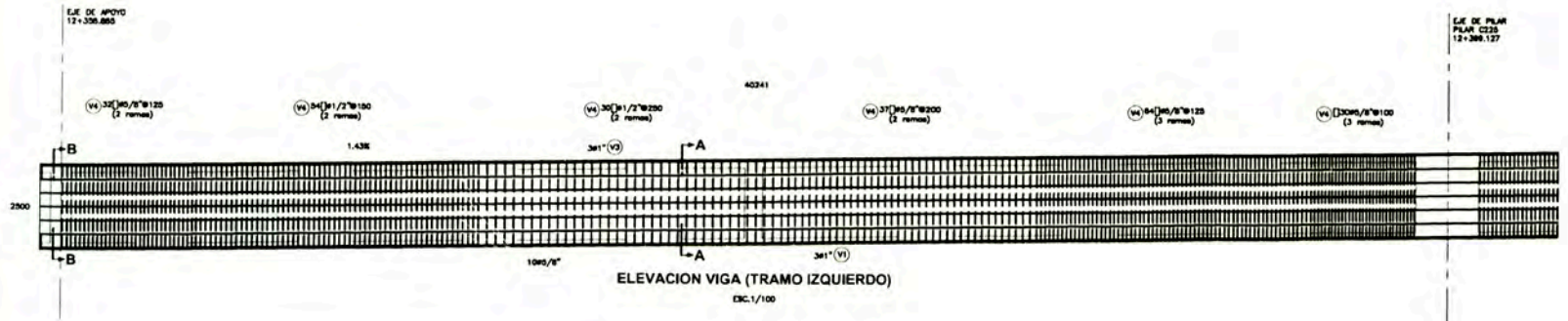
ESC. 1/250



ENSANCHE DE ANCLAJE
ESC. 1/75

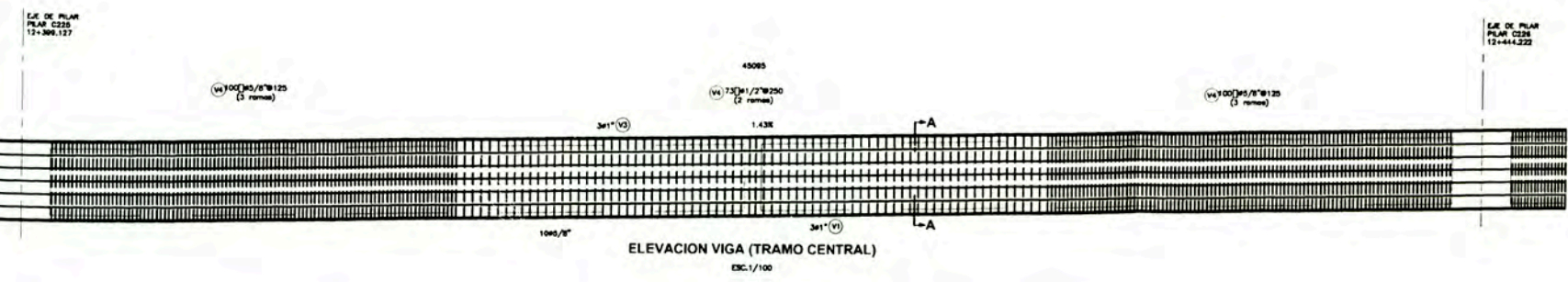


PLANO LLAVE



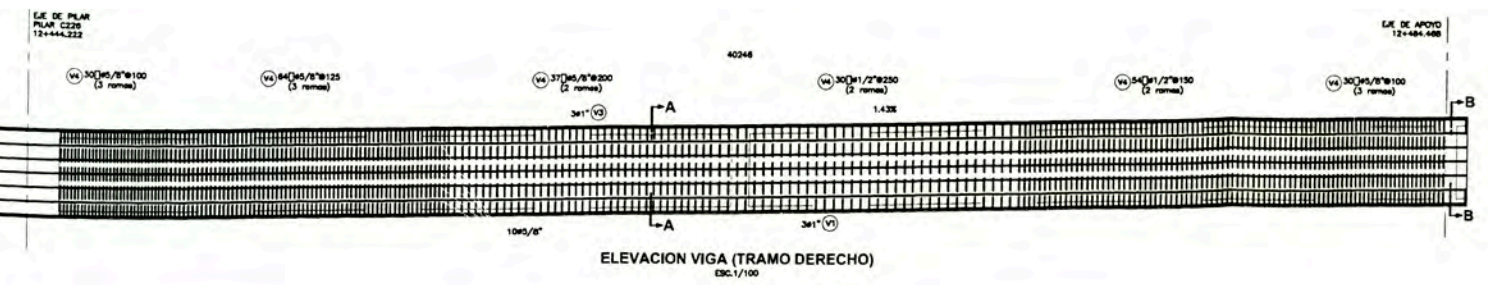
ELEVACION VIGA (TRAMO IZQUIERDO)

ESC. 1/100



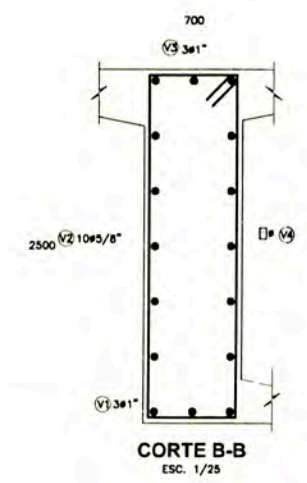
ELEVACION VIGA (TRAMO CENTRAL)

ESC. 1/100



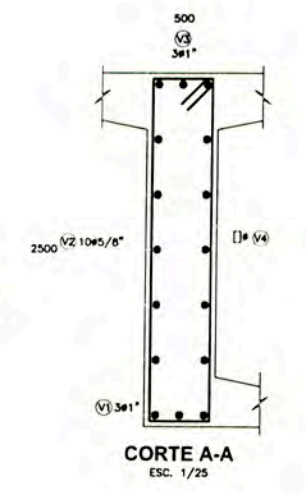
ELEVACION VIGA (TRAMO DERECHO)

ESC. 1/100



CORTE B-B

ESC. 1/25



CORTE A-A

ESC. 1/25

- ### ESPECIFICACIONES TECNICAS
- CONCRETO $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ EN VIGAS, LOSA Y DIAFRAGMA
 - CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ EN VEREDAS Y PARAPETOS
 - TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADOS : 3/4"
 - ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - ACERO DE PREESFUERZO IS = 18000 Kg/cm²
 - $K = 8.6 \times 10^{-7}$, $u = 0.20$, CABLE ADHERIDO
 - RECUBRIMIENTOS LIBRES : LOSA RECUBRIMIENTO SUPERIOR 35 mm
 - LOSA RECUBRIMIENTO INFERIOR 25 mm
 - RECUBRIMIENTOS LIBRES : VIGAS Y DIAFRAGMA 40 mm
 - CEMENTO PORTLAND TIPO I, CEMENTO PUZOLANICO TIPO IP O TIPO (PM)
 - REGLAMENTO ASSHTO 2007

LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma:
CONSORCIO	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
CEBEL INGENIERIA	REVISAR Y REENVIAR	Cod. 3	

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROR.
01	20/08/10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	JRF	JRF	MCO	WVI
02	26/05/10	Emitido para revision	JRF	JRF	MCO	WVI
03	06/05/10	Emitido para revision	JRF	JRF	MCO	WVI

Cliente: **AATE** / **MITC**

Contratista: **CONSORCIO TREN ELECTRICO**

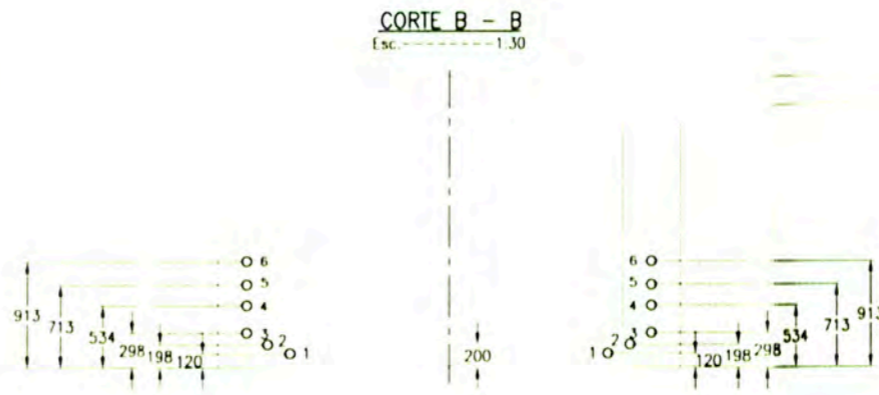
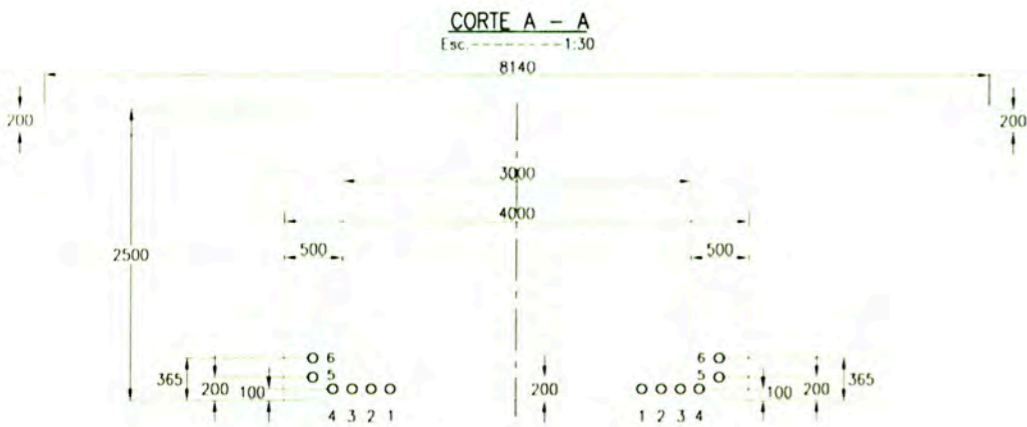
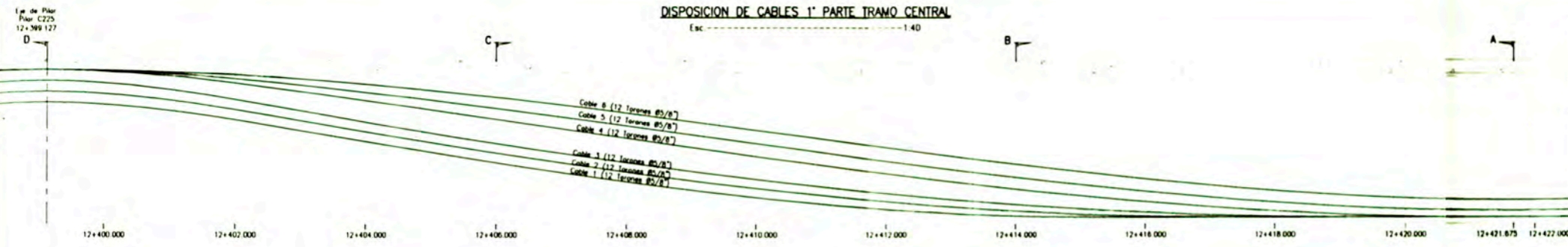
Proyectista: **ODEBRECHT** / **SEINTEC**

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

Código: **C T E L S I T V T L E S T D W G 3, 2, 4, 8, 4 0, 1**

Plano: **TRAMO L VIGA TIPO CAJON - ARMADURA**

Escala: **(A1) INDICADA**



CUADRO DE COORDENADAS

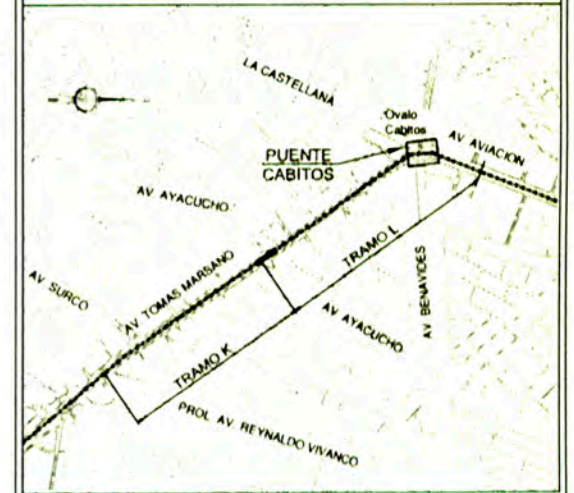
12+422	12+421.675	12+420	12+418	12+416	12+414	12+412	12+410	12+408	12+406	12+404	12+403.151*	12+402	12+400	12+399.127
100	100	100	100	100	120	224	406	649	938	1258	1400	1589	1825	1855
100	100	100	100	115	198	344	546	797	1086	1407	1550	1744	1989	2020
100	100	100	112	178	298	468	682	938	1230	1554	1700	1899	2153	2185
100	100	115	197	340	534	768	1030	1311	1599	1883	2000	2149	2328	2350
201	200	229	333	499	713	961	1229	1502	1766	2008	2100	2211	2335	2350
366	365	397	510	688	913	1168	1435	1697	1935	2133	2200	2272	2343	2350

VALORES DE TENSION

CABLE	No. TORONES	FUERZA DE ANCLAJE (Ton)
1	12	264.00
2	12	264.00
3	12	264.00
4	12	264.00
5	12	264.00
6	12	264.00

12+403.151* Cambio de curvatura
(ABCISAS EN METROS Y ORDENADAS EN MILIMETROS)

PLANO LLAVE



LEYENDA

Notas:
Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS <td>Cod. 2</td> <td></td>	Cod. 2	
	REVISAR Y REENAMAR	Cod. 3	

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR	DISENO	REVIS	APRUB
01	13-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MSA	JGA	MCO	WVI
0A	04-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	MSA	JGA	MCO	WVI






Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

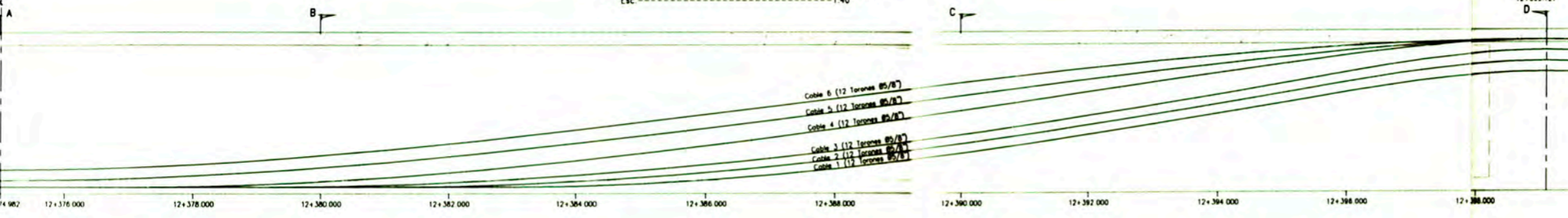
Codigo:	Rev.
G, T, E, L, C, T, E, V, T, L, E, S, T, D, W, G, 3, 2, 1, 8, 8	0, 1

Plano: PUENTE CABITOS - DISPOSICION DE CABLES POSTENSADOS 1ª PARTE - TRAMO CENTRAL

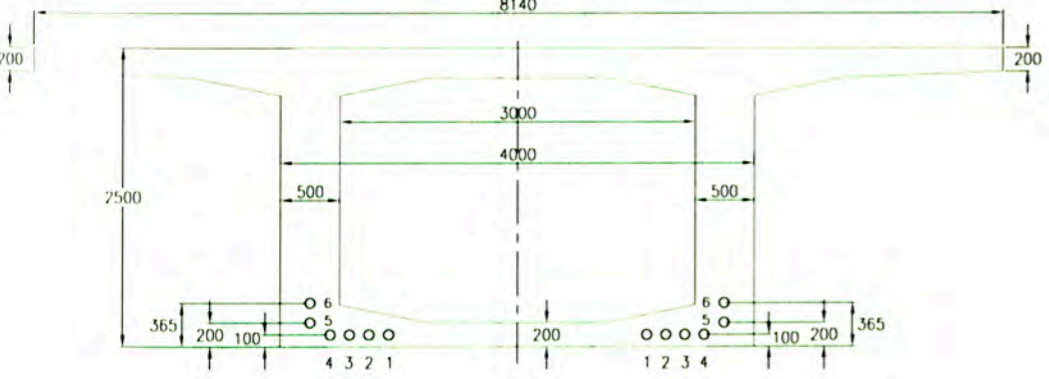
Escala: (A1) INDICADA

DISPOSICION DE CABLES 2° PARTE TRAMO IZQUIERDO
Esc.-----1:40

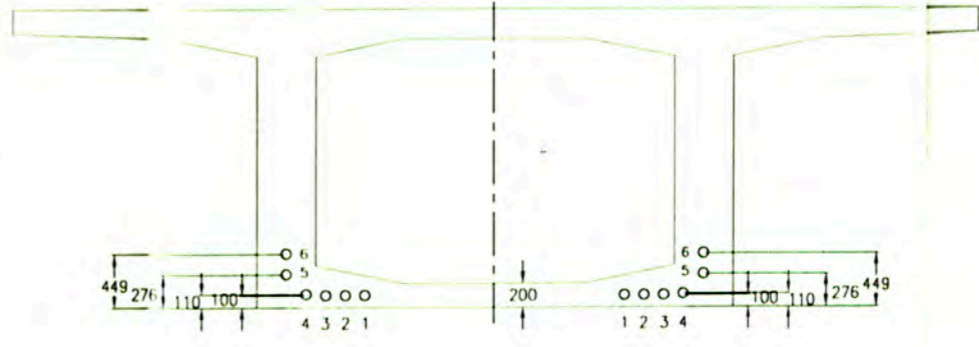
Eje de Pílor
Pilar C223
12+399.127



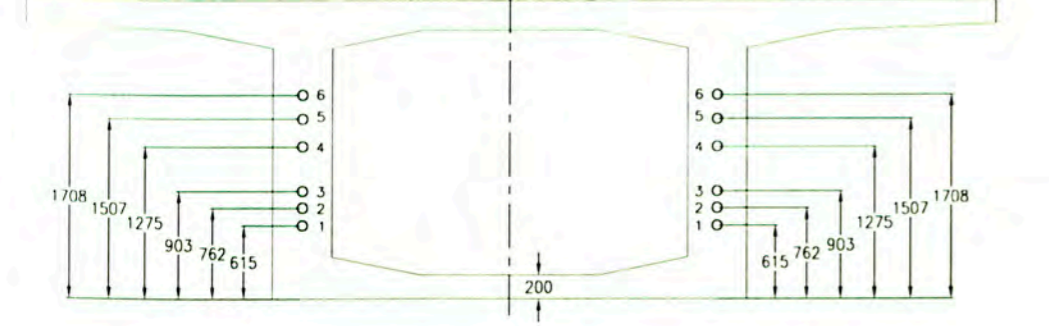
CORTE A - A
Esc.-----1:30



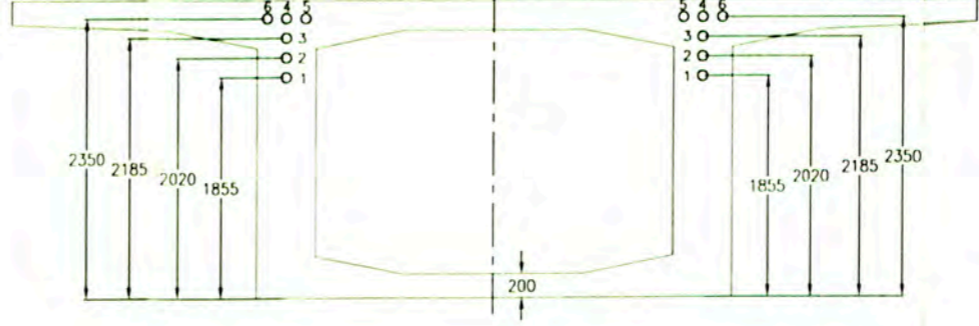
CORTE B - B
Esc.-----1:30



CORTE C - C
Esc.-----1:30



CORTE D - D
Esc.-----1:30



CUADRO DE COORDENADAS

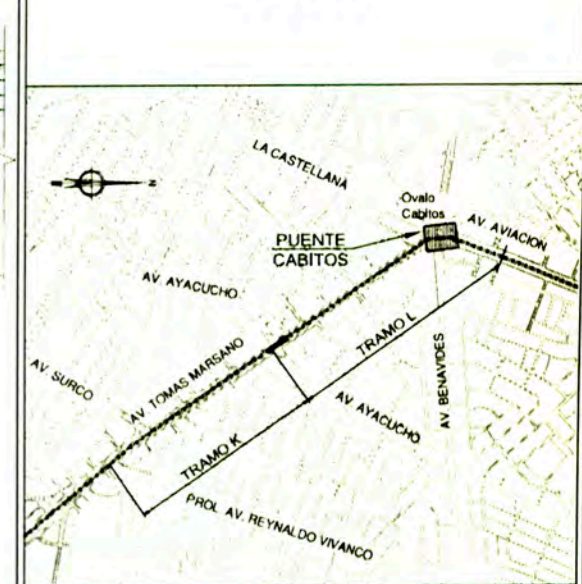
12+399.127	12+398	12+396	12+395.103*	12+394	12+392	12+390	12+388	12+386	12+384	12+382	12+380	12+378	12+376	12+374.982
1855	1806	1549	1400	1217	899	615	379	206	113	100	100	100	100	100
2020	1969	1702	1550	1364	1047	762	518	322	183	110	100	100	100	100
2185	2132	1857	1700	1511	1191	903	653	444	280	167	100	100	100	100
2350	2314	2118	2000	1848	1563	1275	996	736	507	319	110	110	100	100
2350	2325	2187	2100	1984	1753	1507	1255	1007	776	569	276	276	209	200
2350	2337	2257	2200	2116	1929	1708	1469	1223	985	767	449	449	375	365

12+395.103* Cambio de curvatura
(ABCISAS EN METROS Y ORDENADAS EN MILIMETROS)

VALORES DE TENSION

CABLE	No. TORONES	FUERZA DE ANCLAJE (Ton)
1	12	264.00
2	12	264.00
3	12	264.00
4	12	264.00
5	12	264.00
6	12	264.00

PLANO LLAVE



LEYENDA



Notas:

Referencias:

Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Col. 1	Firma
CEBEL	POYRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Col. 2	
		REVISAR Y REENVIAR	Col. 3	

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

50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	13-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MSA	JGA	MCO	WVI
0A	04-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	MSA	JGA	MCO	WVI

Rev. Fecha: DD/MM/AA Descripción de la revisión: ELABOR. DISEÑO. REVIS. APR. OBR.

Cliente: **AATE** **MTCA** **CONSORCIO TIEM ELECTRICO** **ODEBRECHT** **STUP** de Colombia Ingenieros consultores

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

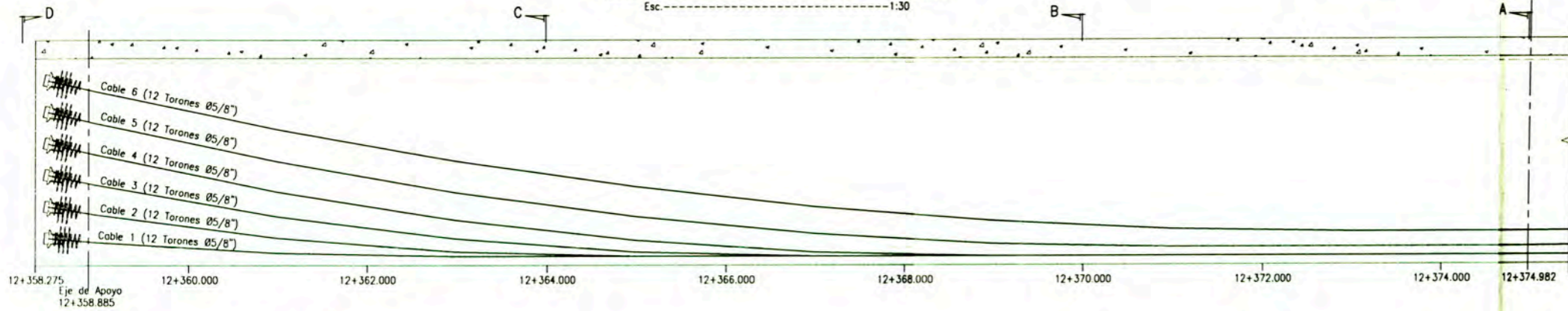
Código: G, T, E, L, C, T, E, V, T, L, E, S, T, D, W, G, 3, 2, 1, 8, 7, 5, 0

Plano: PUENTE CABITOS - DISPOSICION DE CABLES POSTENSADOS 2° PARTE - TRAMO IZQUIERDO

Escala: (A1) INDICADA

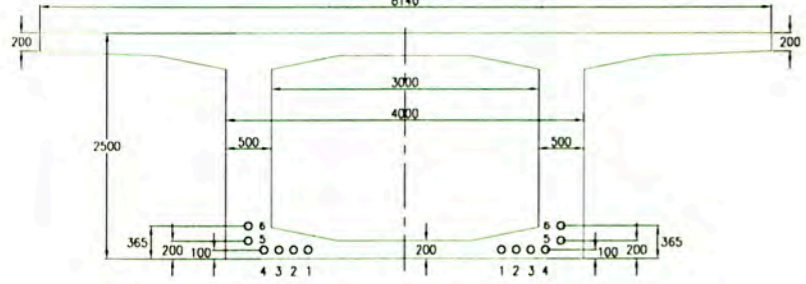
DISPOSICION DE CABLES 1° PARTE TRAMO IZQUIERDO

Esc. ---1:30



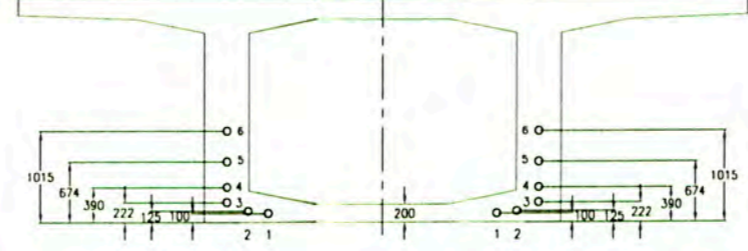
CORTE A - A

Esc. ---1:40



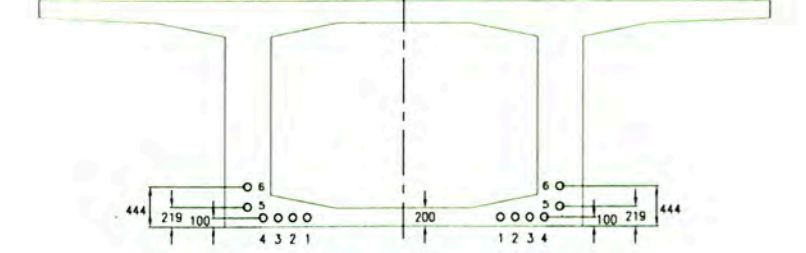
CORTE C - C

Esc. ---1:40



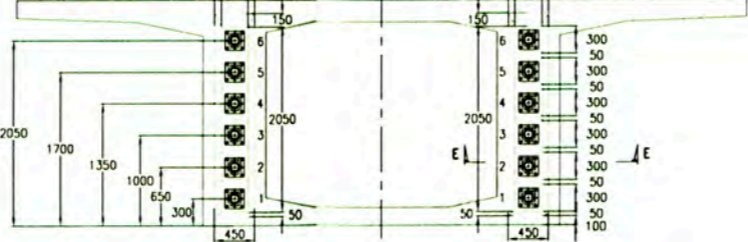
CORTE B - B

Esc. ---1:40



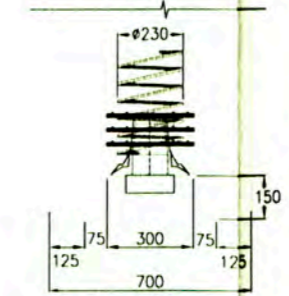
VISTA D - D

Esc. ---1:40



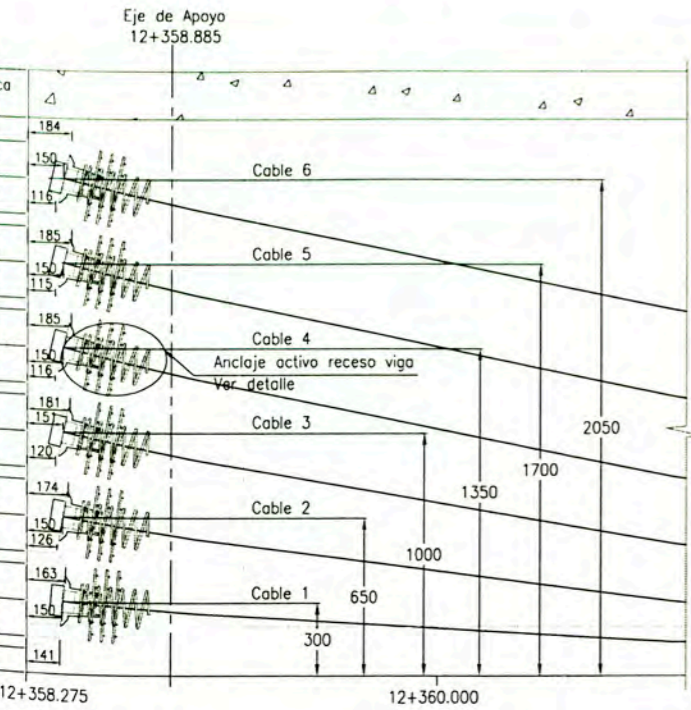
CORTE E - E

Esc. 1:12.5



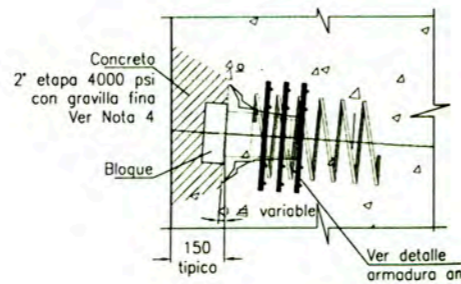
DETALLE RECESO FINAL VIGA

Esc. ---1:15



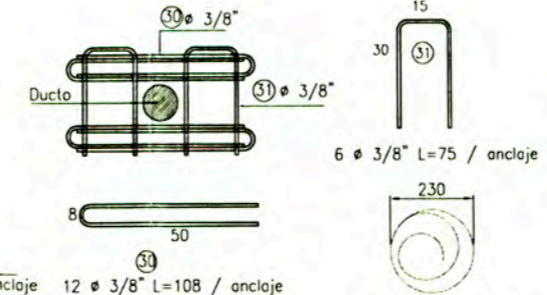
ANCLAJE ACTIVO RECESO VIGA

Esc. 1:10



ARMADURA ANCLAJE

(Medidas en centímetros)



CUADRO DE COORDENADAS

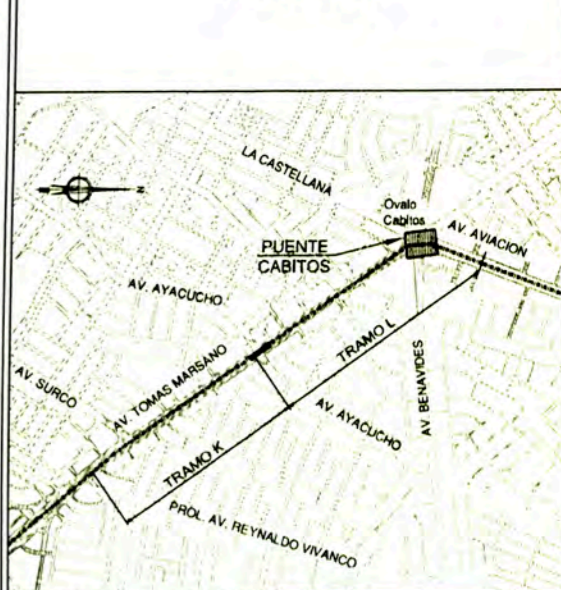
CABLE	12+374.982	12+374	12+372	12+370	12+368	12+366	12+364	12+362	12+360	12+358.275
1	100	100	100	100	100	100	100	119	195	300
2	100	100	100	100	100	100	125	227	431	650
3	100	100	100	100	100	124	222	418	713	1000
4	100	100	100	100	122	211	390	659	1018	1350
5	200	200	200	219	294	446	674	978	1359	1700
6	365	365	381	444	571	761	1015	1333	1715	2050

(ABSISAS EN METROS Y ORDENADAS EN MILIMETROS)

VALORES DE TENSION

CABLE	No. TORONES	FUERZA DE ANCLAJE (Ton)
1	12	264.00
2	12	264.00
3	12	264.00
4	12	264.00
5	12	264.00
6	12	264.00

PLANO LLAVE



LEYENDA

Notas:	
Referencias:	

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
PÖVRY	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

SO	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
O1	13-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MSA	JGA	MCO	WVI
DA	04-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	MSA	JGA	MCO	WVI

Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripcion de la revision	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
------	----------------	----------------------------	---------	--------	--------	--------

Cliente:	Contratista:	Proyectista:
MTC	COMORCO TREN ELECTRICO	ODEBRECHT
		STUP de Colombia
		Ingenieros consultores

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECHANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Código:	Rev.
GTELECTEVLLESTDWG3,2,1,8,6	5,0

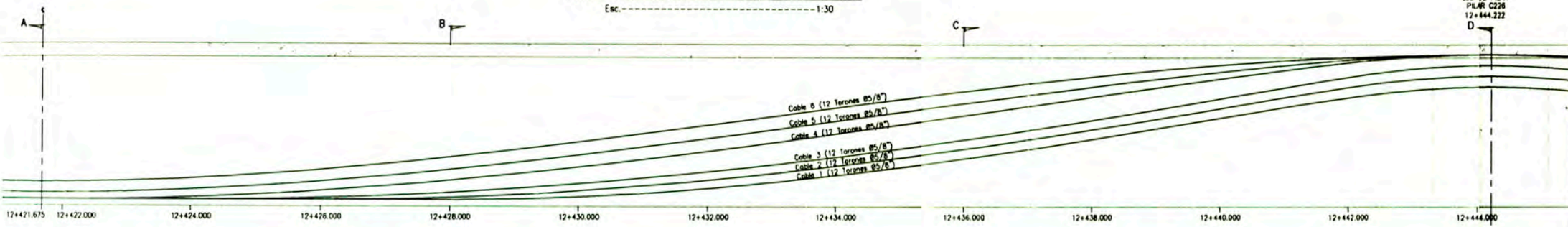
Plano: PUENTE CABITOS - DISPOSICION DE CAELES POSTENSADOS 1° PARTE - TRAMO IZQUIERDO

Este documento es propiedad de CTCL. No puede ser copiado o enviado a otros sin autorización previa

DISPOSICION DE CABLES 2ª PARTE TRAMO CENTRAL

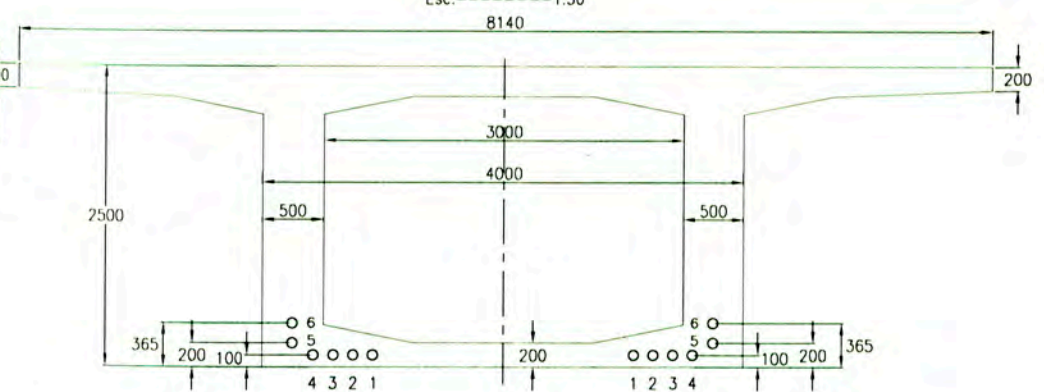
Esc.-----1:30

EJE DE PILAR
PILAR C226
12+444.222



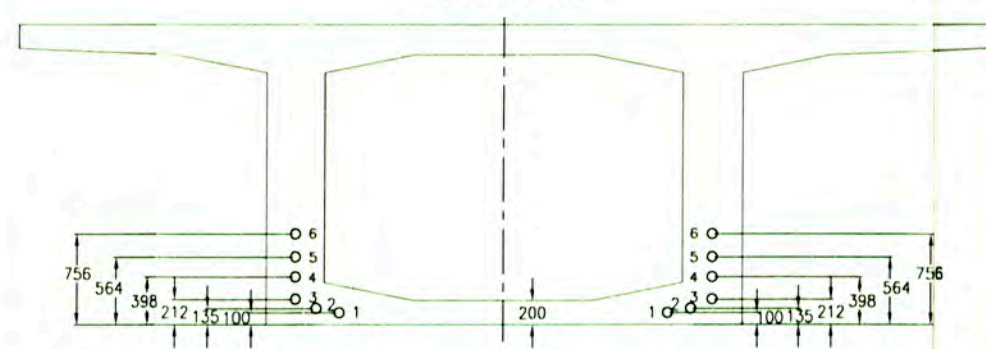
CORTE A - A

Esc.-----1:30



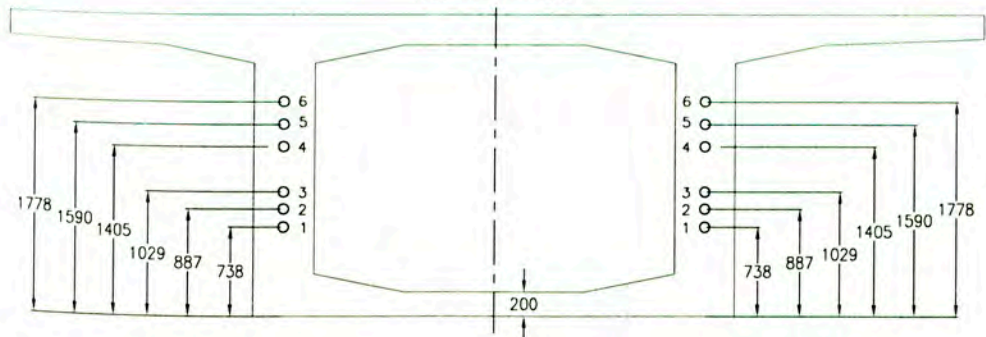
CORTE B - B

Esc.-----1:30



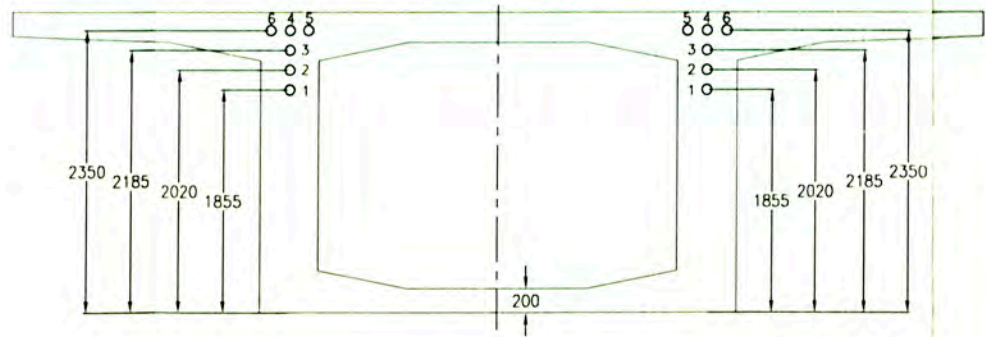
CORTE C - C

Esc.-----1:30



CORTE D - D

Esc.-----1:30



CUADRO DE COORDENADAS

12+444.222	12+444	12+442	12+440.198*	12+440	12+438	12+436	12+434	12+432	12+430	12+428	12+426	12+424	12+422	12+421.675
1855	1853	1685	1400	1367	1040	738	479	276	144	100	100	100	100	100
2020	2018	1843	1550	1516	1187	887	623	404	239	135	100	100	100	100
2185	2183	2001	1700	1665	1332	1029	761	533	348	212	127	100	100	100
2350	2350	2222	2000	1973	1693	1405	1120	850	606	398	237	135	100	100
2350	2350	2263	2100	2079	1848	1590	1318	1046	790	564	381	255	201	200
2350	2350	2303	2200	2185	2005	1778	1522	1255	993	756	561	426	366	365

VALORES DE TENSION

CABLE	No. TORONES	FUERZA DE ANCLAJE (Ton)
1	12	264.00
2	12	264.00
3	12	264.00
4	12	264.00
5	12	264.00
6	12	264.00

12+440.198* Cambio de curvatura
(ASCISAS EN METROS Y ORDENADAS EN MILIMETROS)

PLANO LLAVE



LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma
	CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	POYRY	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

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

50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	13-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MSA	JGA	MCO	WVI
0A	04-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	MSA	JGA	MCO	WVI

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
	DD-MMAA					

Cliente: **ASTE** **MTC**

Contratista: **CONSORCIO TITEN ELECTRICO**

Proyectista: **ODEBRECHT**

Proyecto: **STUP de Colombia**
Ingenieros consultores

Proyecto: **EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU**

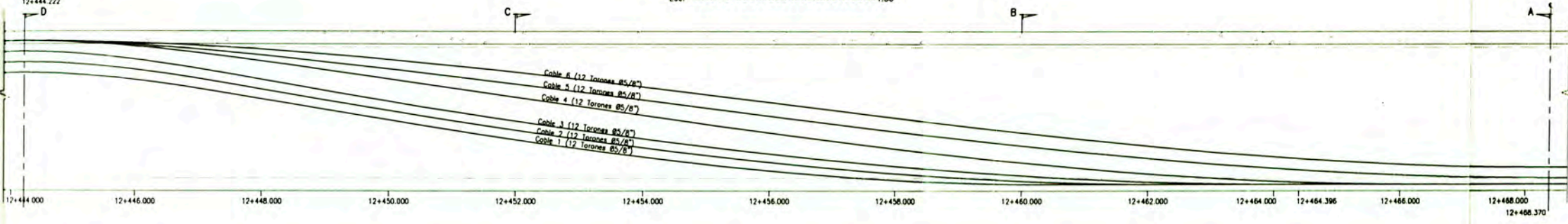
Código: **GTELCTE VTL EST DWG 3,2,1,8,9 5,0**

Plano: **PUENTE CABITOS - DISPOSICION DE CABLES POSTENSADOS 2ª PARTE - TRAMO CENTRAL**

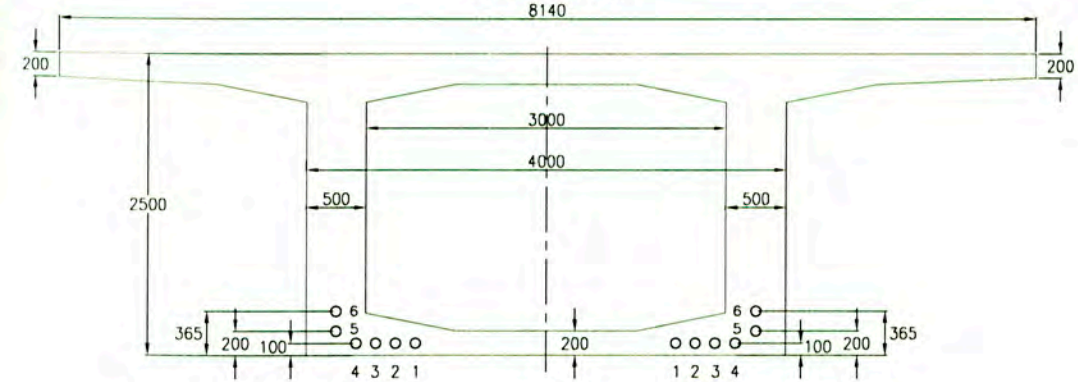
Escala: **(A1) INDICADA**

EJE DE PILAR
PILAR C226
12+444.222

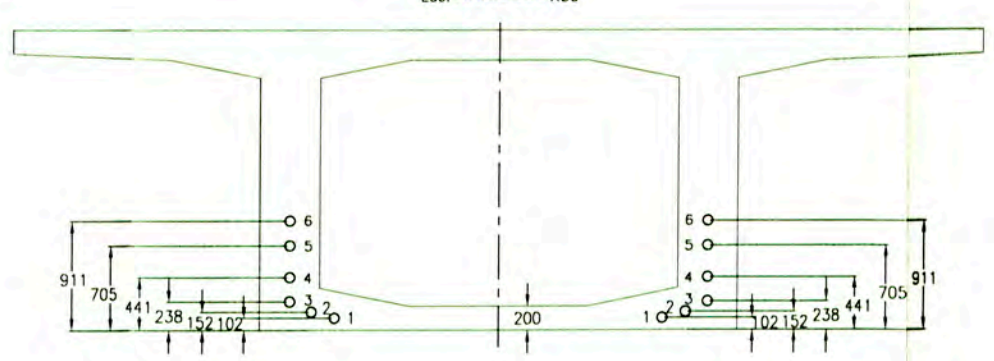
DISPOSICION DE CABLES 1° PARTE TRAMO DERECHO
Esc.-----1:30



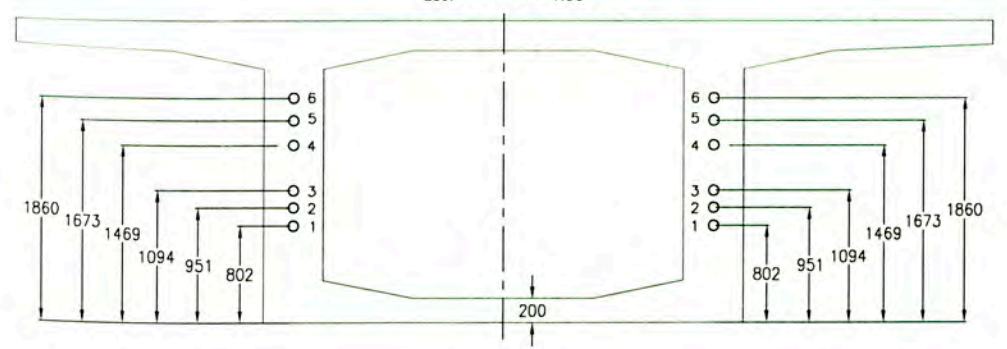
CORTE A - A
Esc.-----1:30



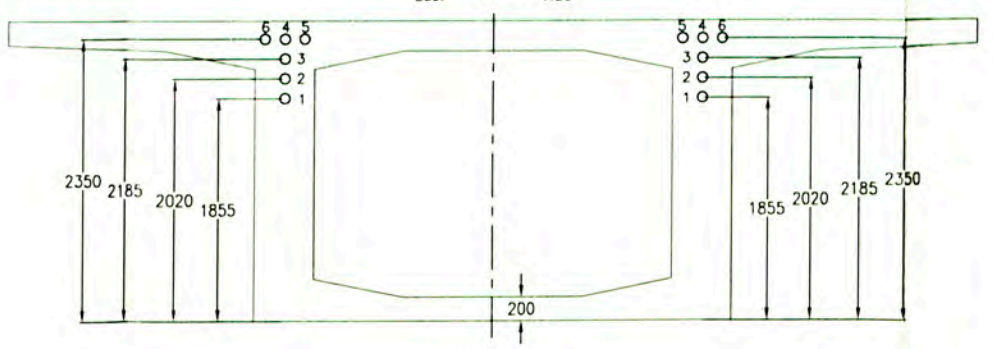
CORTE B - B
Esc.-----1:30



CORTE C - C
Esc.-----1:30



CORTE D - D
Esc.-----1:30



CUADRO DE COORDENADAS

CABLE	12+468.370	12+468	12+466	12+464	12+462	12+460	12+458	12+456	12+454	12+452	12+450	12+448.247*	12+448	12+446	12+444	12+444.222
1	100	100	100	100	100	102	167	315	532	802	1111	1400	1441	1741	1853	1855
2	100	100	100	100	101	152	270	448	678	951	1258	1550	1592	1901	2018	2020
3	100	100	100	100	141	238	385	580	817	1094	1404	1700	1743	2062	2183	2185
4	100	100	100	152	269	441	658	909	1183	1469	1756	2000	2033	2265	2350	2350
5	200	201	247	354	510	705	930	1173	1425	1673	1911	2100	2125	2291	2350	2350
6	365	366	418	535	703	911	1144	1389	1632	1860	2059	2200	2217	2318	2350	2350

VALORES DE TENSION

CABLE	No. TORONES	FUERZA DE ANCLAJE (Ton)
1	12	264.00
2	12	264.00
3	12	264.00
4	12	264.00
5	12	264.00
6	12	264.00

12+448.247* Cambio de curvatura
(ABCISAS EN METROS Y ORDENADAS EN MILIMETROS)

PLANO LLAVE



LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS Cod. 1	Firma:
CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS Cod. 2	
POYRY	REVISAR Y REENVIAR Cod. 3	

50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	13-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MSA	JGA	MCO	WVI
0A	04-Jun-10	EMITIDO PARA REVISION	MSA	JGA	MCO	WVI

Rev.	Fecha DD/MM/AA	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.

Cliente:	Contratista:	Proyectista:
MTCA	COMERCIO TREN ELECTRICO	ODEBRECHT
		STUP de Colombia

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO
LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

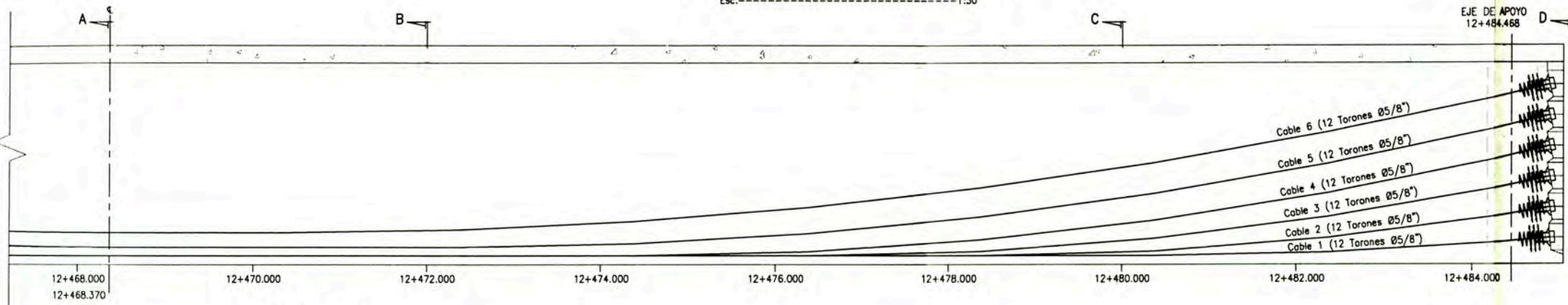
Código: G T E L C T E V T L E S T D W G 3 2 1 9 0 5 0

Plano: PUENTE CABITOS - DISPOSICIÓN DE CABLES POSTENSADOS
1° PARTE - TRAMO DERECHO

Escala: (A1)
INDICADA

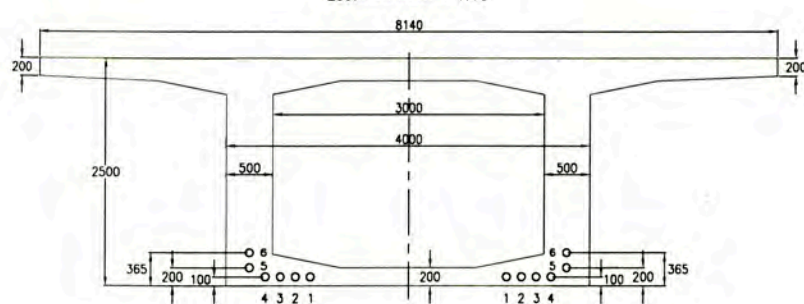
DISPOSICION DE CABLES 2ª PARTE TRAMO DERECHO

Esc.-----1:30



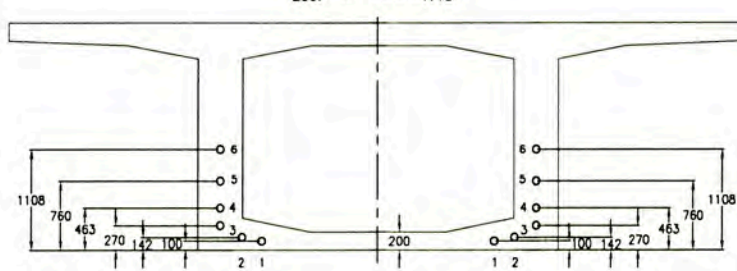
CORTE A - A

Esc.-----1:40



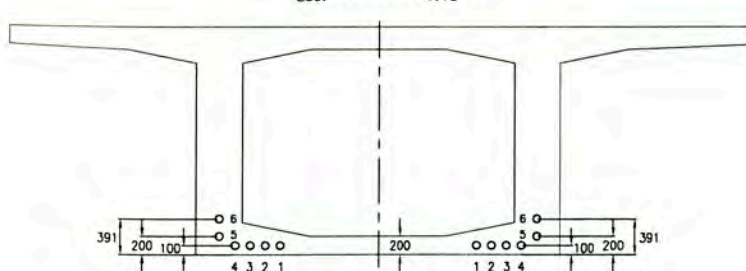
CORTE C - C

Esc.-----1:40



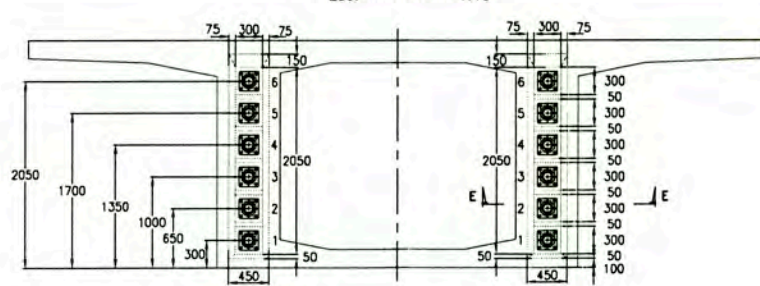
CORTE B - B

Esc.-----1:40



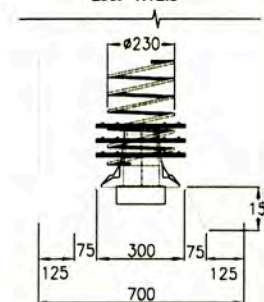
VISTA D - D

Esc.-----1:40



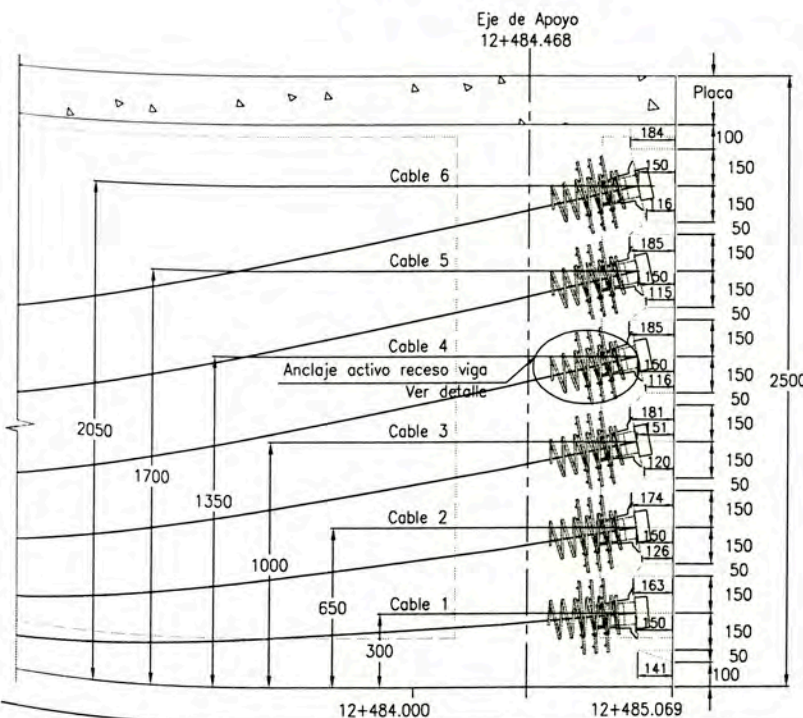
CORTE E - E

Esc. 1:12.5



DETALLE RECESO FINAL VIGA

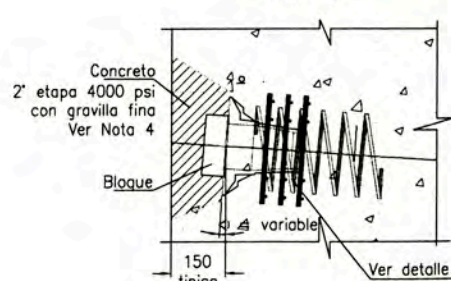
Esc.-----1:15



ANCLAJE ACTIVO

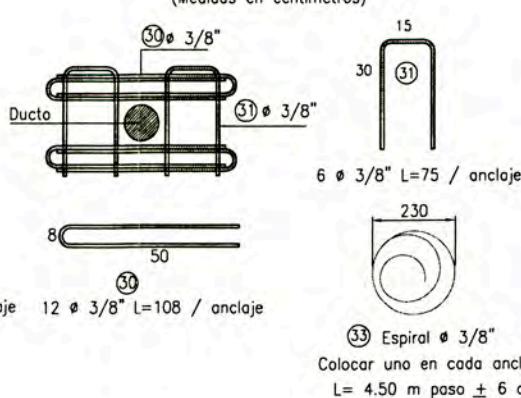
RECESO VIGA

Esc. 1:10



ARMADURA ANCLAJE

(Medidas en centímetros)



CUADRO DE COORDENADAS

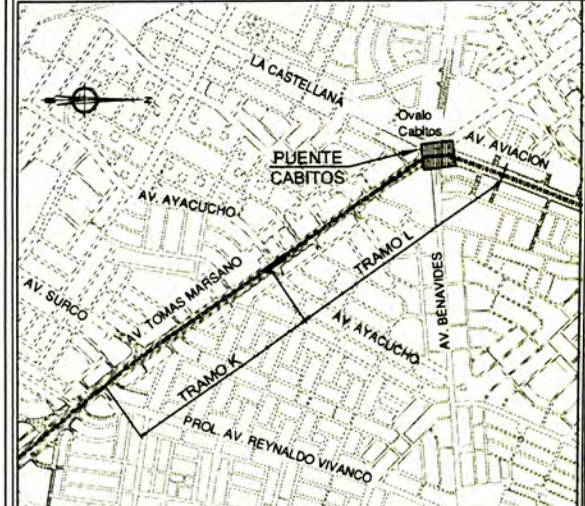
CABLE	12+374.982	12+374	12+372	12+370	12+368	12+366	12+364	12+362	12+360	12+358.275
1	100	100	100	100	100	100	100	119	195	300
2	100	100	100	100	100	100	125	227	431	650
3	100	100	100	100	100	124	222	418	713	1000
4	100	100	100	100	122	211	390	659	1018	1350
5	200	200	200	219	294	446	674	978	1359	1700
6	365	365	381	444	571	761	1015	1333	1715	2050

(ABSISAS EN METROS Y ORDENADAS EN MILIMETROS)

VALORES DE TENSION

CABLE	No. TORONES	FUERZA DE ANCLAJE (Tm)
1	12	264.00
2	12	264.00
3	12	264.00
4	12	264.00
5	12	264.00
6	12	264.00

PLANO LLAVE



LEYENDA

Notas:

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CONSORCIO CEBEL PÓVRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REENVIAR	Cód. 3	

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
50	30-Abr-11	POST CONSTRUCCION	JGU	CMO	MCA	WVI
01	13-Ago-10	APROBADO PARA CONSTRUCCION	MSA	JGA	MCO	WVI
0A	04-Jun-10	EMITIDO PARA REVISIÓN	MSA	JGA	MCO	WVI

Cliente: **MTC** Contralista: **CONSORCIO TREN ELÉCTRICO** Proyectista: **ODEBRECHT**

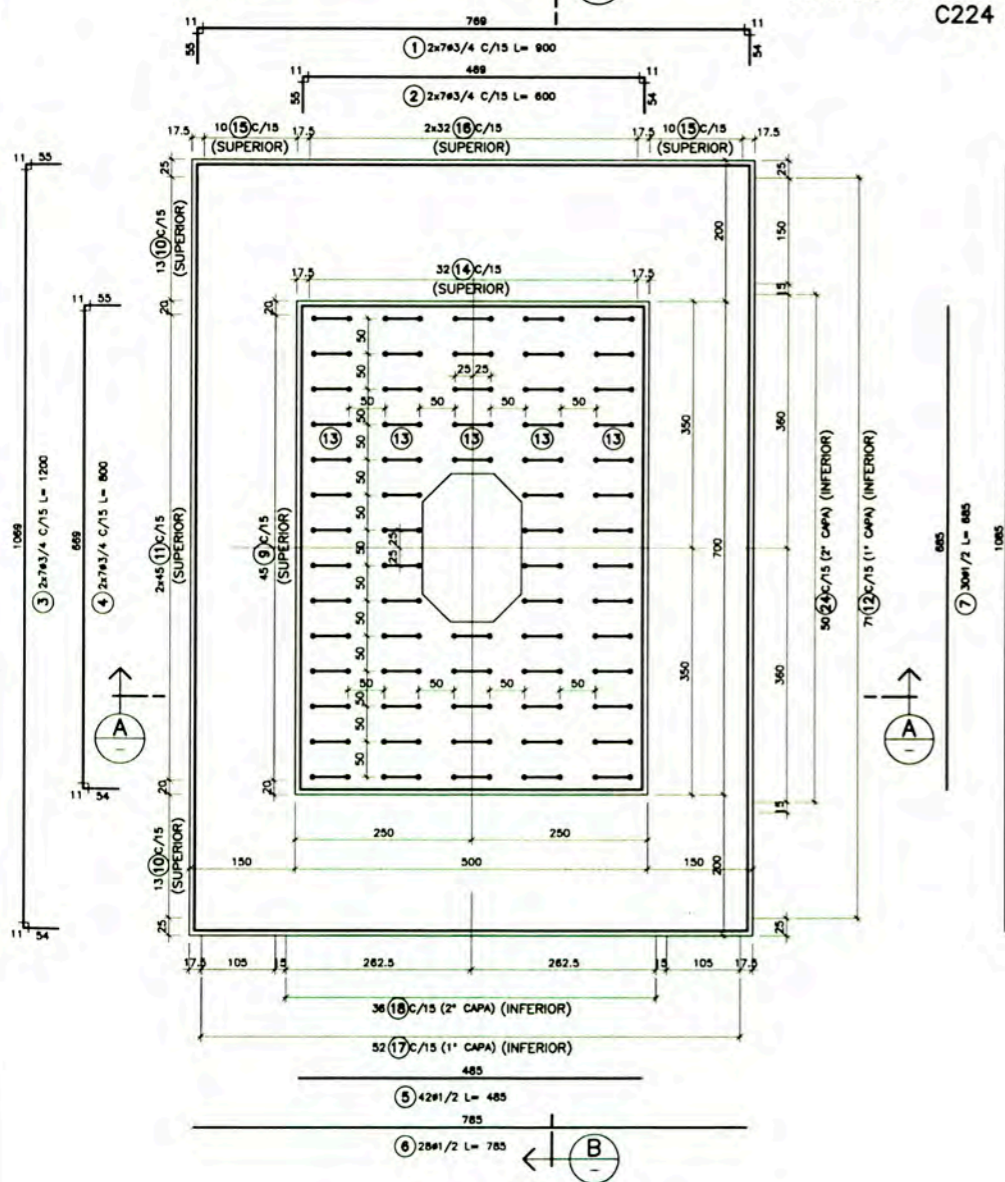
STUP de Colombia Ingenieros consultores

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

Código: C T E L C T E V T L E S T D W G 3 2 1 9 1 5 0 Rev. Escala: (A1) INDICADA

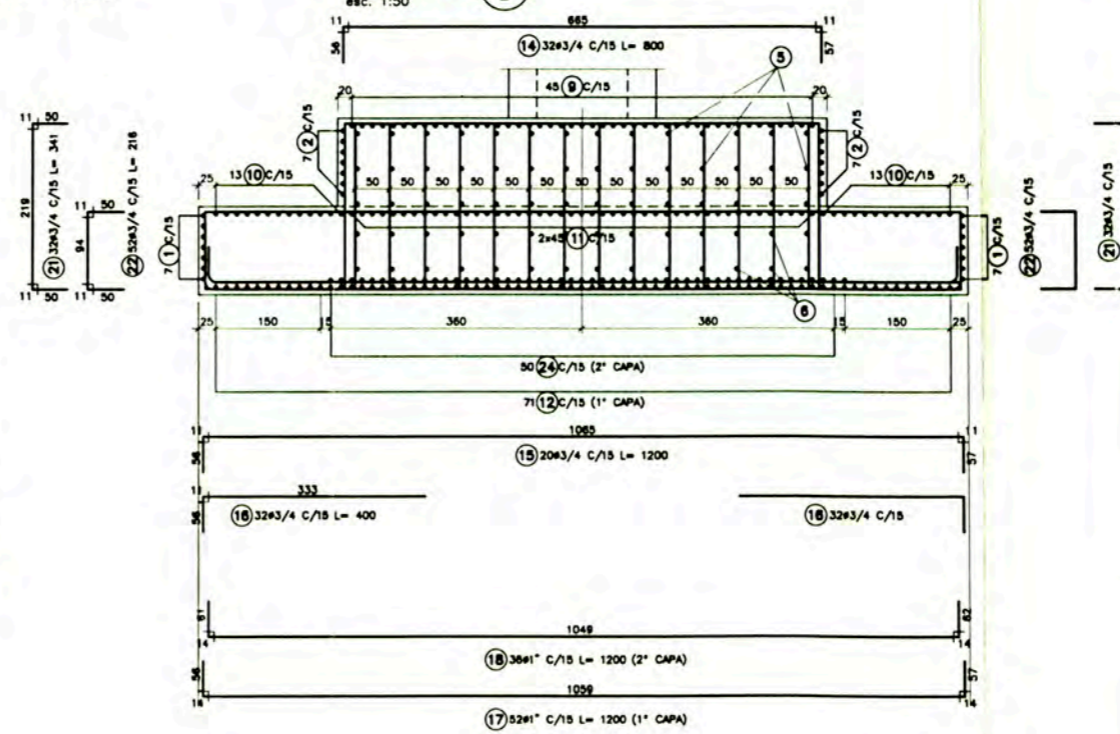
Plano: PUENTE CABITOS - DISPOSICIÓN DE CABLES POSTENSADOS 2ª PARTE - TRAMO DERECHO

PLANTA
esc. 1:50

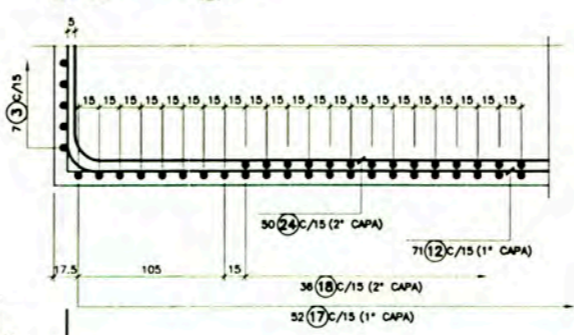


ARMADURA DE LA ZAPATA PARA LAS COLUMNAS C224 y C227 (2x)

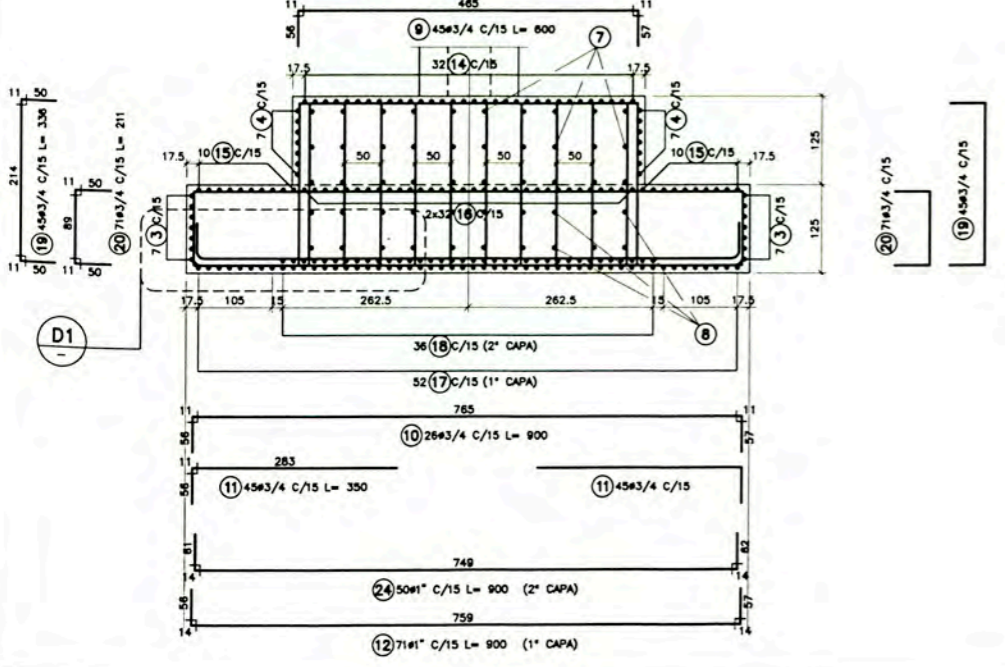
SECCIÓN BB
esc. 1:50



DETALLE D1
esc. 1:25



SECCIÓN AA
esc. 1:50



LISTA DE VARILLAS

POS.	Ø"	CANT.	LONGITUD (cm)	UNIT.	TOTAL
1	3/4	14	900		12600
2	3/4	14	600		8400
3	3/4	14	1200		16800
4	3/4	14	800		11200
5	1/2	42	485		20370
6	1/2	28	785		21980
7	1/2	30	685		20550
8	1/2	20	1085		21700
9	3/4	45	600		27000
10	3/4	26	900		23400
11	3/4	90	350		31500
12	1	71	900		63900
13	1/2	66	550		36300
14	3/4	32	800		25600
15	3/4	20	1200		24000
16	3/4	64	400		25600
17	1	52	1200		62400
18	1	36	1200		43200
19	3/4	90	336		30240
20	3/4	142	211		29962
21	3/4	64	341		21824
22	3/4	104	216		22464
23	1/2	246	127		31242
24	1	50	900		45000

RESUMEN

DIAMETRO N°	Ø"	kg/ml	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3	3/8	0.57		
4	1/2	1.00	1521.42	1522
5	5/8	1.55		
6	3/4	2.24	3105.90	6958
7	7/8	3.04		
8	1	3.97	2145.00	8516
11	1-3/8	7.91		
P/ 1 ZAPATA			PESO TOTAL (kg)	16996
P/ 2 ZAPATAS			PESO TOTAL (kg)	33992

TABLA DE DOBLES - ACERO fy=4200

GANCHOS			ESTRIBOS		
ESQUEMA	ESQUEMA	ESQUEMA	ESQUEMA	ESQUEMA	ESQUEMA
N°	Ø (pulg)	lc (cm)	N°	Ø (pulg)	lc (cm)
1	3/8	6.0	1	3/8	6.0
2	1/2	7.0	2	1/2	7.0
3	5/8	8.0	3	5/8	8.0
4	3/4	11.0	4	3/4	11.0
5	7/8	13.0	5	7/8	13.0
6	1	14.0	6	1	14.0
7	1 1/4	22.0	7	1 1/4	22.0

PLANO LLAVE

LEYENDA

VÁLIDO PARA EJES :
C224 y C227

Notas:

- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS, LOS DIAMETROS EN PULGADAS.
- MATERIALES : CONCRETO (f_c = 21MPa (210 kgf/cm²))
ACERO (ARMADURA PASIVA) (f_y = 420 MPa (4200 kgf/cm²))
- RECUBRIMIENTO: 7.5cm
- LAS MEDIDAS INDICADAS EN LOS DETALLES DE LAS BARRAS ESTAN REFERIDAS AL LADO EXTERIOR DE LAS MISMAS.

Referencias:

Supervisión:	CONSORCIO	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cod. 1	Firma:
CEBEL	PÖYRY	APROBADO CON COMENTARIOS	Cod. 2	
		REVISAR Y REENVIAR	Cod. 3	

Rev	Fecha	Descripción de la revisión	ELABOR.	DISEÑO	REVIS.	APROB.
-----	-------	----------------------------	---------	--------	--------	--------

Proyector: **ODEBRECHT**
FIGUEIREDO FERRAZ
CONSULTORES E INGENIEROS DE PROYECTO S.A.
T-09014/E-105 DE-03-PA03-003 R.D.

Proyecto: EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1: TRAMO VILLA EL SALVADOR - AVENIDA GRAU

C	G	T	E	L	F	F	E	V	T	L	E	S	T	D	1	W	G	3	2	3	0	2	0	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TRAMO L-ZAPATAS
ARMADURA - EJES C224 y C227

ANEXO 3

MEMORIA DE CALCULO
VERIFICACION DE LOS
APARATOS DE APOYO – TRAMOS
TIPICOS K y L



**EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y
ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE
TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO**

NOTAS DE CALCULO – APARATOS DE APOYO

Doc. N°	
C EL-F E-GEN-EST-CAL-30041	
Re. 0	Fecha 11-May-10
Página 3/9	

INDICE

HOJA DE REVISION.....	2
INDICE.....	3
INTRODUCCION.....	4
VERIFICACIÓN DE LOS APARATOS DE APOYO	4

INTRODUCCION

En el presente documento se presentan los cálculos de verificación de los aparatos de apoyo de Neopreno de los tramos típicos K y L del Tren Eléctrico de Lima, Línea 1.

VERIFICACIÓN DE LOS APARATOS DE APOYO

Para la obtención de las cargas verticales fueron elaborados modelos utilizando el programa STRAP 12.5, por medio de mallas de elementos planos (losas) y barras que representan las vigas longitudinales, con distancias entre ejes iguales a 2,00 m.

Las cargas verticales más desfavorables en cada aparato de apoyo son presentadas a seguir:

TREN ELECTRICO DE LIMA

REACCIONES EN APOYOS

un.: tf

fecha

12/02/2010

	eje 1 junta	eje 2	eje 3	eje 4
V. ext. izq.				
V. int. izq.				
V. int. der.				
V. ext. der.				

		eje 1 junta		eje 2		eje 3		eje 4	
Vert. izq.	DC	24,5	24,5	31	25,2	25,8	27,1	26,9	26,9
	DW	25	25	41,9	27,1	28,7	31,9	31,4	31,4
	LL máx	0	25,5	39,8	30,4	30,9	31,5	31,3	27,1
	Comb.Máx.	49,5	75	112,7	82,7	85,4	90,5	89,6	85,4
	Comb.Mín.	49,5	49,5	72,9	52,3	54,5	59	58,3	58,3

		eje 1 junta		eje 2		eje 3		eje 4	
Vint. izq.	DC	24,9	24,9	31	25,3	26	27,2	27	27
	DW	17,2	17,2	31,9	17,9	19,4	22,5	22,1	22,1
	LL máx	0	24,6	40,5	30,9	31,6	31,6	31,7	26,8
	Comb.Máx.	42,1	66,7	103,4	74,1	77	81,3	80,8	75,9
	Comb.Mín.	42,1	42,1	62,9	43,2	45,4	49,7	49,1	49,1

		eje 1 junta		eje 2		eje 3		eje 4	
Vint. der.	DC	24,9	24,9	31	25,3	26	27,2	27	27
	DW	17,2	17,2	31,9	17,9	19,4	22,5	22,1	22,1
	LL máx	0	24	39,5	30,1	30,8	30,8	30,9	26,1
	Comb.Máx.	42,1	66,1	102,4	73,3	76,2	80,5	80	75,2
	Comb.Mín.	42,1	42,1	62,9	43,2	45,4	49,7	49,1	49,1

		eje 1 junta		eje 2		eje 3		eje 4	
Vert. der.	DC	24,5	24,5	31	25,2	25,8	27,1	26,9	26,9
	DW	25	25	41,9	27,1	28,7	31,9	31,4	31,4
	LL máx	0	23,1	36,1	27,7	28,2	28,7	28,6	24,6
	Comb.Máx.	49,5	72,6	109	80	82,7	87,7	86,9	82,9
	Comb.Mín.	49,5	49,5	72,9	52,3	54,5	59	58,3	58,3

Fueron estudiados los efectos de fluencia (creep), retracción, variación de emperatura (-5°C) y frenado. Las cargas horizontales fueron obtenidas utilizando modelos de barras con las características del alfiler y de las pilas. Los aparatos de apoyo fueron modelados utilizando barras eólicas con características que representen la rigidez conforme tablas a seguir:

EJE INTERNO - NEOPRENE(300 X 400 X 86)mm - TREN ELECTRICO LIMA

TRANSVERSAL - barra vertical	Unidade	Valor
Longitud de la barra	m	0,200
E concreto de la barra	tf/m2	2.540.000
Área del Aparato de Apoyo	m2	0,120
H neoprene	m	0,0650
Cantidad de aparatos	unid.	8
K neoprene = K flexion Pila	tf / m	1.477
Modulo G	tf/m2	100
J pila equivalente = (K L³ / 3 E)	cm4	155

EJE JUNTA - NEOPRENE(300 X 400 X 86)mm - TREN ELECTRICO LIMA

TRANSVERSAL - barra vertical	Unidade	Valor
Longitud de la barra	m	0,200
E concreto de la barra	tf/m2	2.540.000
Área del Aparato de Apoyo	m2	0,120
H neoprene	m	0,0650
Cantidad de aparatos	unid.	4
K neoprene = K flexion Pila	tf / m	738
Modulo G	tf/m2	100
J pila equivalente = (K L³ / 3 E)	cm4	77,5



Modelo para las cargas longitudinales

TABLA DE REACCIONES EN LOS APARATOS CABEZAL DE JUNTA	
VERTICAL DC (tf)	24,5
VERTICAL DW (tf)	25,0
VERTICAL LL (tf)	25,5
HORIZONTAL CR+SH (tf)	4,3
HORIZONTAL BR+TU (tf)	4,1
ROTACIÓN θ_g (rad)	0,0025
ROTACIÓN θ_q (rad)	0,0010

TABLA DE REACCIONES EN LOS APARATOS CABEZAL INTERNO	
VERTICAL DC (tf)	31,0
VERTICAL DW (tf)	41,9
VERTICAL LL (tf)	39,8
HORIZONTAL CR+SH (tf)	2,6
HORIZONTAL BR+TU (tf)	3,2
ROTACIÓN θ_g (rad)	0,0016
ROTACIÓN θ_q (rad)	0,0004

A seguir son presentadas las tablas con las verificaciones de los aparatos de apoyo.

Local **MÁXIMA REACCIÓN - APOYO INTERNO**
Data: **26 de febrero de 2010**

Carga permanente	72900 kgf
Carga accidental	39800 kgf
Factor multiplicador carga vivas	1
Rotación long. permanente	1,60E-03 rad
Rotación long. accidental	4,40E-04 rad
Horizontal long. permanente	2550 kgf
Horizontal long. accidental	3178 kgf
Desplazamiento long. permanente	0 cm
Desplazamiento long. accidental	0 cm

longura do aparelho, l (cm)	30
comprimento do aparelho, b (cm)	40
espessura nominal do cilindro, ϕ (cm)	1
altura total elástica - $n \cdot \phi$ (cm)	6
σ (kgf/cm ²)	10
$f_{c,0}$ (kgf/cm ²)	2100
atrito: concreto (1) ou demais (2)	6

Verão: 0.0	Alocação em:	09/10/99
espessura da chapa externa	3	mm
espessura da chapa interna	3	mm
cobrimto vertical	2,5	mm
cobrimto horizontal	4	mm
nº de cilindros para uso	20	unidades
nº de aparelhos p-ansão	1	unidade

Deslocamento total permanente	1,38	cm
Deslocamento total accidental	0,86	cm
Tensão normal considerando área total do aparelho	94	kgf/cm ²
Tensão normal com área reduzida	106,8	kgf/cm ²
Tensão normal permanente com área reduzida	66,9	kgf/cm ²
T _{lim} - deslocamento - cargas permanentes	1,20	cm
T _{lim} - deslocamento - cargas totais	2,11	cm
T _{lim} - limitação deslocamento horizontal	3,20	cm
T _{lim} para estabilidade	15,27	cm
Soma dos defeitos dos cilindros internos	0,3077	cm
Soma dos defeitos dos cilindros do suporte	0,0042	cm
Deflexão total	0,3119	cm
Rotación admissível para análise de estabilidade	3,20E-02	rad
Rotación admissível sem considerar caméras cobrimto	3,16E-02	rad
Rotación adicional permanente pelo limite deformação δ	3,64E-02	rad
Deformação de cisalhamento por esforços normais	1,91	
Deformação de cisalhamento por esforços horizontais	0,34	
Deformação de cisalhamento devido às rotações	0,14	
Deformações totais por cisalhamento no estalamento	2,40	
Deformações totais por cisalhamento no cobrimto	1,61	
Espessura mínima para a chapa interna de aço	1,32	mm

Fator de forma λ	6,37	
Fator de forma cobrimto	23,91	
τ total	86,0	mm
τ_{adm} em área reduzida	150	kgf/cm ²
τ_{adm} em área reduzida	30	kgf/cm ²
Volumo Utilizado	10,320	cm ³
Volumo Total para Compr	216,720	cm ³

VERIFICAÇÃO PELO LIM-CODE		
Soma deflexões com internas	0,1878	cm
Soma deflexões com cobrim	0,0021	cm
Deflexão total	0,1899	cm
Rat. adm. por estabilidade (K=1)	3,80E-02	rad
Idem, sem cam. cobrimto (K=1)	3,76E-02	rad
Rat. adm. permanente	2,44E-02	rad

Local: **MINIMA REACCIÓN - APOYO DE JUNTA**
Data: **26 de febrero de 2010**

Carga permanente	42100	kgf
Carga accidental	0	kgf
Fator multiplicação cargas vivas	1	
Rotação long. permanente	2.50E-03	rad
Rotação long. accidental	0.00E+00	rad
Horizontal long. permanente	4325	kgf
Horizontal long. accidental	4075	kgf
Deslocamento long. permanente	0	cm
Deslocamento long. accidental	0	cm

Deslocamento total permanente	2.34	cm
Deslocamento total accidental	1.10	cm
Tensão normal considerando área total do aparelho	35	kgf/cm ²
Tensão normal com área reduzida	41.7	kgf/cm ²
Tensão normal permanente com área reduzida	40.0	kgf/cm ²
T _{min} - deslocamento - cargas permanentes	2.67	cm
T _{min} - deslocamento - cargas totais	5.32	cm
T _{min} - limitação deslocamento horizontal	4.93	cm
T _{max} para estabilidade	39.06	cm
Soma das deflexões das camadas internas	0.1635	cm
Soma das deflexões das camadas de cobertura	0.0016	cm
Deflexão total	0.1650	cm
Rotação admissível pela análise de estabilidade	1.70E-02	rad
Rotação admissível sem considerar camadas cobertura	1.68E-02	rad
Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5	4.99E-02	rad
Deformação de cisalhamento por esforços normais	0.75	cm
Deformação de cisalhamento por esforços horizontais	0.53	cm
Deformação de cisalhamento devida às rotações	0.18	cm
Deformações totais por cisalhamento no elastômero	1.46	cm
Deformações totais por cisalhamento no cobrimento	1.27	cm
Espessura mínima para a chapa interna de aço	0.52	mm

largura do aparelho (l) em long. eixo	30	cm	
comprimento do aparelho	40	cm	
espessura camada de elastômero (t)	1	cm	
altura total elastômero + t (h)	6	cm	
	0	10	kgf/cm ²
	1,4	2100	kgf/cm ²
valor concreto (f _c) ou ferro (f _t)	6	fator	

Versão 0.0 Aplicado em: 09/10/09

espessura da chapa externa	3	mm
espessura da chapa interna	3	mm
cobrimento vertical	2.5	mm
cobrimento horizontal	4	mm
n° de aparelhos para uso	20	unidades
n° de aparelhos previstos	1	unidades

Fator de forma k	8.37	
Fator de forma cobertura	23.91	
H total	86.0	mm
n _{adm} adm em área reduzida	1.50	kgf/cm ²
n _{adm} adm em área reduzida	30	kgf/cm ²
Volume Unitário	10.320	m ³
Volume Total para Compra	216.720	m ³

VERIFICAÇÃO PELO UIC-000E

Soma deflexões cam internas	0.0778	cm
Soma deflexões cam cobrim	0.0008	cm
Deflexão total	0.0786	cm
Rot. adm. por estabilidade (K+1)	1.57E-02	rad
Idem. sem cam. cobertura (K+1)	1.56E-02	rad
Rot. adm. permanente	1.50E-02	rad

Local: **MÁXIMA REACCIÓN - APOYO DE JUNTA**
Data: **26 de febrero de 2010**

Carga permanente	49500	kgf
Carga accidental	25500	kgf
Fator multiplicação cargas vivas	1	
Rotação long. permanente	2.50E-03	rad
Rotação long. accidental	1.00E-03	rad
Horizontal long. permanente	4325	kgf
Horizontal long. accidental	4075	kgf
Deslocamento long. permanente	0	cm
Deslocamento long. accidental	0	cm

Deslocamento total permanente	2.34	cm
Deslocamento total accidental	1.10	cm
Tensão normal considerando área total do aparelho	63	kgf/cm ²
Tensão normal com área reduzida	74.3	kgf/cm ²
Tensão normal permanente com área reduzida	47.0	kgf/cm ²
T _{min} - deslocamento - cargas permanentes	2.50	cm
T _{min} - deslocamento - cargas totais	4.03	cm
T _{min} - limitação deslocamento horizontal	4.93	cm
T _{max} para estabilidade	21.92	cm
Soma das deflexões das camadas internas	0.2413	cm
Soma das deflexões das camadas de cobertura	0.0028	cm
Deflexão total	0.2441	cm
Rotação admissível pela análise de estabilidade	2.51E-02	rad
Rotação admissível sem considerar camadas cobertura	2.48E-02	rad
Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5	4.07E-02	rad
Deformação de cisalhamento por esforços normais	1.33	cm
Deformação de cisalhamento por esforços horizontais	0.53	cm
Deformação de cisalhamento devida às rotações	0.25	cm
Deformações totais por cisalhamento no elastômero	2.11	cm
Deformações totais por cisalhamento no cobrimento	1.67	cm
Espessura mínima para a chapa interna de aço	0.92	mm

largura do aparelho (l) em long. eixo	30	cm	
comprimento do aparelho	40	cm	
espessura camada de elastômero (t)	1	cm	
altura total elastômero + t (h)	6	cm	
	0	10	kgf/cm ²
	1,4	2100	kgf/cm ²
valor concreto (f _c) ou ferro (f _t)	6	fator	

Versão 0.0 Aplicado em: 09/10/09

espessura da chapa externa	3	mm
espessura da chapa interna	3	mm
cobrimento vertical	2.5	mm
cobrimento horizontal	4	mm
n° de aparelhos para uso	20	unidades
n° de aparelhos previstos	1	unidades

Fator de forma k	8.37	
Fator de forma cobertura	23.91	
H total	86.0	mm
n _{adm} adm em área reduzida	1.50	kgf/cm ²
n _{adm} adm em área reduzida	30	kgf/cm ²
Volume Unitário	10.320	m ³
Volume Total para Compra	216.720	m ³

VERIFICAÇÃO PELO UIC-000E

Soma deflexões cam internas	0.1345	cm
Soma deflexões cam cobrim	0.0015	cm
Deflexão total	0.1359	cm
Rot. adm. por estabilidade (K+1)	2.72E-02	rad
Idem. sem cam. cobertura (K+1)	2.69E-02	rad
Rot. adm. permanente	1.75E-02	rad

Local
Data

MINIMA REACCION - APOYO INTERNO
26 de febrero de 2010

Carga permanente	43200 kg
Carga accidental	0 kg
Factor majoración cargas vivas	1
Rotación long. permanente	1.60E-03 rad
Rotación long. accidental	0.00E+00 rad
Horizontal long. permanente	2550 kgf
Horizontal long. accidental	3175 kgf
Desplacamiento long. permanente	0 cm
Desplacamiento long. accidental	0 cm

Desplacamiento total permanente	1.38 cm
Desplacamiento total accidental	0.86 cm
Tensión normal considerando área total do aparelho	36 kgf/cm ²
Tensión normal com área reduzida	40.9 kgf/cm ²
Tensión normal permanente com área reduzida	39.6 kgf/cm ²
T _{min} - deslocamento - cargas permanentes	1.53 cm
T _{min} - deslocamento - cargas totais	3.49 cm
T _{min} - limitação deslocamento horizontal	3.20 cm
T _{max} para estabilidade	39.85 cm
Soma das deflexões dos carretes internos	0.1677 cm
Soma das deflexões dos carretes do cobrimento	0.0016 cm
Deflexão total	0.1693 cm
Rotação admittiva pelo análise de estabilidade	1.74E-02 rad
Rotação admittiva sem considerar carretes cobrimento	1.72E-02 rad
Rotação adicional permanente pelo limite deformação S	5.36E-02 rad
Deformação de cisalhamento por esforços normais	0.73
Deformação de cisalhamento por esforços horizontais	0.34
Deformação de cisalhamento devido às rotações	0.11
Deformações totais por cisalhamento no elastómero	1.19
Deformações totais por cisalhamento no cobrimento	0.91
Estrutura mínima para a chapa interna do aço	0.51 mm

largura do aparelho - chapa long. aço	30 cm
comprimento do aparelho	40 cm
distância entre os distâncias B	1 cm
altura total elastómero + n B	6 cm
	0
	10 kgf/cm ²
	1A 2100 kgf/cm ²
atrito: carretes (R) ou distâncias (D)	6 fator

versão: 0.0

Atualizado em: 09-05-10

espessura da chapa externa	3 mm
espessura da chapa interna	3 mm
cobrimento vertical	2.5 mm
cobrimento horizontal	4 mm
n° de aparelhos para uso	20 unidades
n° de aparelhos p. ensaio	1 unidades

Fator de forma b	8.37
Fator de forma cobrimento	23.91
H total	86.0 mm
r _{adm} adm em área reduzida	150 kgf/cm ²
r _{adm} adm em área reduzida	30 kgf/cm ²
Volume Unitário	10.320 cm ³
Volume Total para Campo	216.720 cm ³

VERIFICAÇÃO PELO LIC-000E

Soma deflexões com internas	0.0764 cm
Soma deflexões com cobrim	0.0008 cm
Deflexão total	0.0772 cm
Rot. adm. por estabilidade (K=1)	1.54E-02 rad
idem. sem cam. cobrimento (K=1)	1.53E-02 rad
Rot. adm. permanente	1.48E-02 rad

**MEMORIA DE CALCULO: DISEÑO
ESTRUCTURAL DE LA VIA FÉRREA
TRAMOS K a G1**

INDICE

HOJA DE REVISION	2
INDICE	3
1. ALCANCES Y PROPOSITO	4
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
3. MEMORIA DE CALCULO DE LOS DISEÑOS	4
3.1 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL RIEL 115RE EN VÍAS CON BALASTO.....	4
3.2 CALCULO PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL BALASTO.....	7
3.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL RIEL 115RE EN VÍAS DE HORMIGÓN.....	10
3.3.1 METODOLOGÍA.....	11
3.3.2 ANÁLISIS.....	11
3.4. CASO DE CARGA PARA UN ESPACIAMIENTO DE 650MM.....	12
3.4.1 RESULTADOS.....	12
3.4.2 ANÁLISIS DE SALIDAS.....	12
3.4.3 MÁXIMA TENSIÓN.....	12
3.4.4 DEFLEXIÓN MÁXIMA.....	13
3.3.5 MÁXIMA TENSIÓN DE FATIGA.....	13
APÉNDICE I.- CARGA VIVA DE VEHÍCULOS	15
ANEXO I.- PERFIL DE RIEL 115 RE	16

1. ALCANCES Y PROPOSITO

Este documento tiene por finalidad presentar la memoria de cálculo del diseño estructural de la vía férrea, así como indicar los valores límites a observar en la vía para altura de balasto, tipo de riel, espaciamiento de durmientes, etc.

De la consideración y conciliación de estos valores límites resultará la elección del diseño a aplicar en tangente y en curva dada, para la confección de las secciones transversales y definición del material.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

2.1 Para la aplicación de la especificación se cumplirá lo establecido en los documentos técnicos oficiales o de aceptación de uso en el país del comprador relativos a:

- Calculo de estructuras de vía.
- Vías de Tren Británicas (British Railway Track), sexta edición [Instituto de Ingenieros de Superestructura de Vías, 1993].
- Cargas de balasto basado en la teorías de Timoshenko y Hay.

2.2 La documentación técnica complementaria: I.S.O., U.I.C., C.E.N., AREMA, ALAF podrán ser consultados o usados, siempre que no se incurra en incompatibilidades, no se disminuya la calidad y se conserve el carácter de obligatorio cumplimiento de la documentación técnica.

2.3 Lo establecido en esta Especificación prevalece sobre cualquiera de los documentos técnicos complementarios de exigencias menores a las de la presente Especificación.

3. MEMORIA DE CALCULO DE LOS DISEÑOS

La metodología de cálculo abajo fue extraída de la norma de Vías de Tren Británicas (British Railway Track), sexta edición [Instituto de Ingenieros de Superestructura de Vías, 1993]

3.1 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL RIEL 115RE EN VÍAS CON BALASTO

El comportamiento estructural de los rieles bajo la acción de cargas verticales de trenes en movimiento es complejo de modelar con precisión debido a la interacción de una gran cantidad de componentes de la vía. Mientras métodos modernos permiten tomar en consideración un número cada vez mayor de parámetros, es tradicional asumir que dado que los durmientes se encuentran tan cercanos entre si en comparación con el largo total de los rieles, que éstos pueden ser considerados como un apoyo continuo. Las fórmulas utilizadas son conocidas como las ecuaciones de Zimmerman, nombradas así en honor de un ingeniero que realizó investigaciones en el área a comienzos del siglo XX.

A una distancia x desde un punto de aplicación de la carga de rueda del tren, el momento flector M , fuerza de corte F y deflexión, y , son:

$$M = \frac{Ql_c}{2} \cdot e^{-\frac{x}{l_c\sqrt{2}}} \cdot \cos\left[\frac{x}{l_c\sqrt{2}} + \frac{\pi}{4}\right]$$

$$F = -\frac{Q}{2} \cdot e^{-\frac{x}{l_c\sqrt{2}}} \cdot \cos\left[\frac{x}{l_c\sqrt{2}}\right]$$

$$y = \frac{Ql_c^3}{2EI_{xx}} \cdot e^{-\frac{x}{l_c\sqrt{2}}} \cdot \cos\left[\frac{x}{l_c\sqrt{2}} - \frac{\pi}{4}\right]$$

Donde:

- M = Momento flector [N.mm]
- F = Fuerza de corte [N]
- y = Deflexión del riel [mm]
- M₀ = Momento flector bajo la carga
- F₀ = Fuerza de corte bajo la carga
- y₀ = Deflexión bajo la carga
- Q = Carga de la rueda [N]
- E = Módulo de Young para rieles de acero [N/mm²]
- I_{xx} = Momento de inercia de la sección de riel [mm⁴]
- $l_c = \sqrt[4]{\frac{EI}{K_T}} [mm]$

Donde KT es el Módulo de Via [N/mm²]

En el punto donde la rueda se encuentra en contacto con el riel, x=0 y los valores para M, F e y son:

$$M_0 = \frac{Ql_c}{2}$$

$$F = -\frac{Q}{2}$$

$$y = \frac{Ql_c^3}{2\sqrt{2}EI_{xx}}$$

Para el Proyecto del Tren Ligero de Lima, la carga por eje es de 17t. Efectos dinámicos pueden aumentar la carga instantánea en algún punto del Riel; se incorpora un factor de carga dinámico conservador de 1,8, lo que contemplaría las fuerzas generadas por una locomotora de rescate viajando a velocidad moderada.

$$Q = \text{peso por rueda} = \frac{1}{2} \times 1,8 \times 17,000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 150,1 \text{ kN}$$

E = Módulo de Young para acero de riel = 206 Gpa

I_{xx} = Momento de Inercia de riel 115 RE (57 kg/m) = 27,4 x 10⁶ mm⁴

K_t = Módulo de vía, asumido como 50 N/mm² (valor conservador)

$$l_c = \sqrt[4]{\frac{EI}{K_T}} [mm] = \sqrt[4]{\frac{2,06 \times 10^5 \times 27,4 \times 10^6}{50}}$$

$$= 580 \text{ mm}$$

En x=0

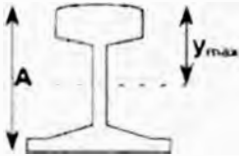
$$M_0 = \frac{Ql_c}{2} = \frac{150,1 \times 10^3 \times 580}{2} = 43,5 \text{ kNm}$$

$$F = -\frac{Q}{2} = -75,1 \text{ kN}$$

$$y = \frac{Ql_c^3}{2\sqrt{2}EI_{xx}} = \frac{(150,1 \times 10^3) \times 580^3}{2\sqrt{2} \times (2,06 \times 10^5) \times (27,4 \times 10^6)} = 1,834 \approx 2 \text{ mm}$$

Esta deflexión se encuentra de acuerdo a las tolerancias requeridas.

Tensión Verticales



La tensión máxima en el riel se calcula de acuerdo a las fórmulas de flexión de vigas normales

Para el riel de sección 115E:

Altura de riel, A= 168.27 mm

Distancia del eje neutro al extremo superior del riel = 92.20mm

La tensión máxima ocurre donde la distancia medida desde el eje neutro es la mayor en la sección.

El extremo superior del riel se encuentra a 92.20 mm del eje neutro.

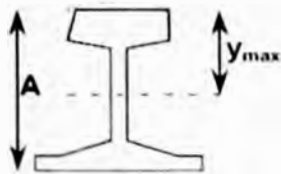
La base del riel a 168.27 – 92.20 = 76.07 mm

La tensión máxima se produce entonces en el extremo superior del riel.

$$\sigma_{\max} = \frac{My_{\max}}{I_{xx}} = \frac{43.5 \times 10^6 \times 92.2}{27.4 \times 10^6} = 146.4 \text{ N/mm}^2$$

La tensión última del acero de riel es de 960 N/mm².

Por ello, $\sigma_{\max} \ll \sigma_{\text{uts}}$, por lo que el riel no entrará en fluencia.



Con el paso del tiempo, la cabeza del riel será desgastada por el tráfico del tren de pasajeros pasando sobre él (ver figura más abajo). Esto reducirá la sección del riel, reduciendo su capacidad de flexión. Para los propósitos de cálculo, se asume que el momento de inercia de la sección se reduce en un 20% y que la altura en el extremo superior del riel se reduce en 11mm. Se asume que el eje neutro se mantiene aproximadamente en el mismo lugar.

$$\sigma_{\max} = \frac{My_{\max}}{I_{xx}} = \frac{43.5 \times 10^6 \times 81.2}{27.4 \times 10^6 \times 80\%} = 161.1 \text{ N/mm}^2$$

Aún cuando el riel se desgaste, las tensiones en el riel serán mucho menores que la tensión de fluencia y no habrá riesgo de que el riel falle por flexión.

Tensión Laterales

Aún cuando el momento de flexión lateral puede ser calculado teóricamente utilizando el Momento de Inercia I_{yy} en lugar de I_{xx} y "módulo de vía lateral" teórico, existen muchas incertidumbres y por ello generalmente se aplica un enfoque empírico, el cual asume la siguiente fórmula

$$M_y = \frac{Y \cdot s}{4}$$

Donde: Y = carga lateral

s = espaciamiento de durmientes

La carga lateral máxima es calculada basado en el menor radio de curvatura de 100 m con el tren viajando a 20 km/h, con una deficiencia de peralte del 50%:

En este caso:

$$\text{Aceleración Lateral} = \frac{V^2}{r} = \frac{\left(\frac{20,000}{3600}\right)^2}{100} = 0.3086 \text{ m/s}^2$$

La carga lateral es entonces igual a 0.3086 x carga vertical de rueda

$$M_y = \frac{Y \cdot s}{4} = \frac{0.3086 \times 150.1 \times 10^3 \times 650 \times 10^{-3}}{4} = 7.52 \text{ kNm}$$

La distancia máxima desde el eje vertical, x_{\max} , es la mitad de del ancho de la base del riel, la cual para un riel 115RE es de $\frac{1}{2} \times 140 \text{ mm} = 70 \text{ mm}$.

Con esto, la tensión máxima es de:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_y \times x_{\max}}{I_{yy}} = \frac{7.52 \times 10^6 \times 70}{4.47 \times 10^6} = 117.8 \text{ N/mm}^2$$

La tensión lateral es mucho menor que la tensión de fluencia del riel, por lo que el riel no fallará por fluencia lateral.

3.2 CÁLCULO PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL BALASTO

En esta memoria se calculan las cargas de balasto basadas en la teorías de Timoshenko y Hay.

Sección de Riel:	115RE
Módulo de Elasticidad	E=206 Gpa
Momento de Inercia	I = 27.4 x 10 ⁶ mm ⁴
Carga de Eje de Vehículo	=17 t = 167 kN
Factor de carga dinámica	= 1.8
Espaciamiento de Durmientes	= 650 mm
Módulo de Via	= 34.5 N/mm ²
Carga de Durmiente	= $\beta \cdot a \cdot P$

Donde: a = espaciamiento de durmiente
P= carga de eje

$$\beta = \left(\frac{u}{4EI} \right)^{\frac{1}{4}} \quad \text{donde } u = \text{módulo de via}$$

$$= 0.0011 \text{ mm}^{-1}$$

Carga de Durmiente	= 119.4 KN
Tipo de Durmiente:	Monobloque
Largo de Durmiente	= 2510 mm
Ancho de Durmiente	= 210 mm

Los datos anteriores corresponden a durmientes contemplados en las normas AREMA 2009 (Chapter 30: Ties, Appendix - Crosstie Performance Matrix, Table 30-A-1, Mechanical Properties)

$$Carga\ de\ Balasto = \frac{Carga\ de\ Durmiente}{\frac{2}{3} \times \text{Área de soporte de durmiente}} = \frac{119400N}{\frac{2}{3} \times 2.5\ m \times 0.21\ m}$$

$$Carga\ de\ Balasto = 0.341\ Mpa$$

Profundidad de Balasto:

La tensión se asume que se distribuye como sigue:

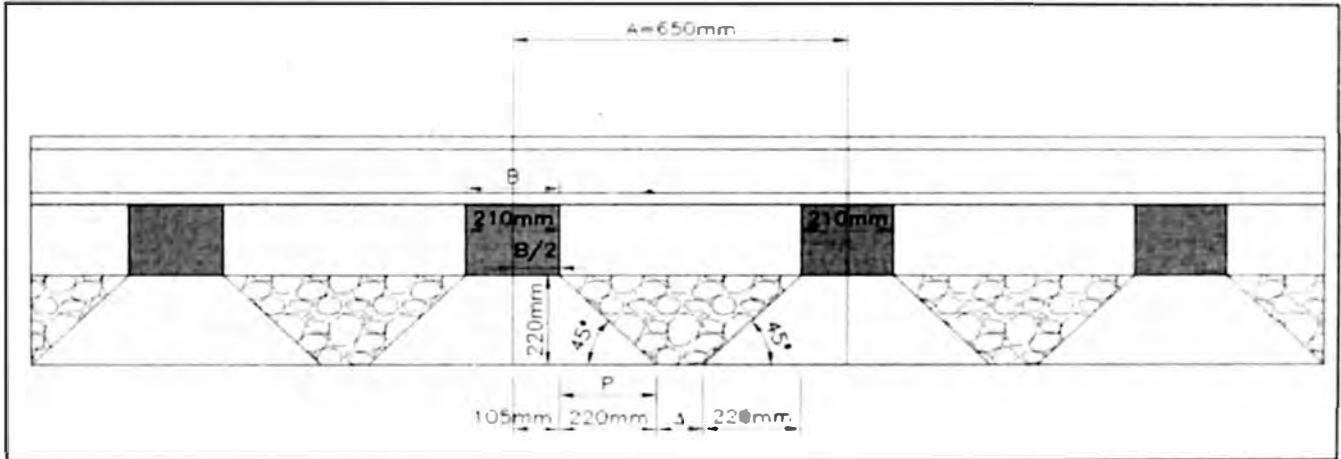


Figura N° 1

$$\text{Profundidad de balasto mínima} = \left(\frac{a - b}{2 \tan \alpha} \right)$$

Donde α es el ángulo de fricción del balasto, a es el espaciamiento de los durmientes y b es el ancho de los durmientes.

El Ángulo de fricción tomado es de $\alpha = 45$ grados, este ángulo de fricción se sacó del criterio europeo tomado del libro "Tratado de Ferrocarriles I", Autor: F. Oliveros, Editorial Rueda, Capítulo 5. Balasto, Fig 5.16.

El valor correspondiente al ángulo de fricción es mayor que 45° en condiciones de confinamiento como es el caso de los parapetos en el viaducto (Figura N°2), pero para nuestro caso tomamos un valor conservador de 45° .

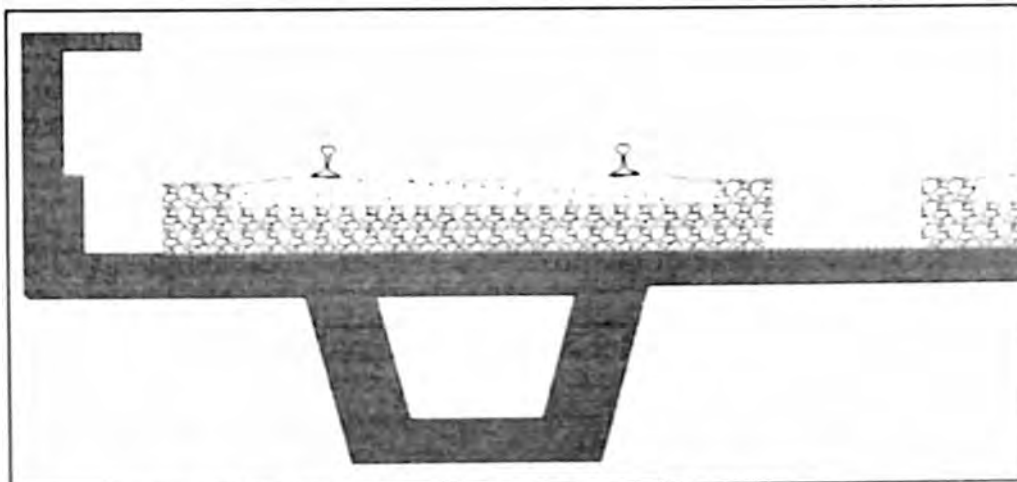


Figura N° 2. Gráfico del confinamiento del balasto

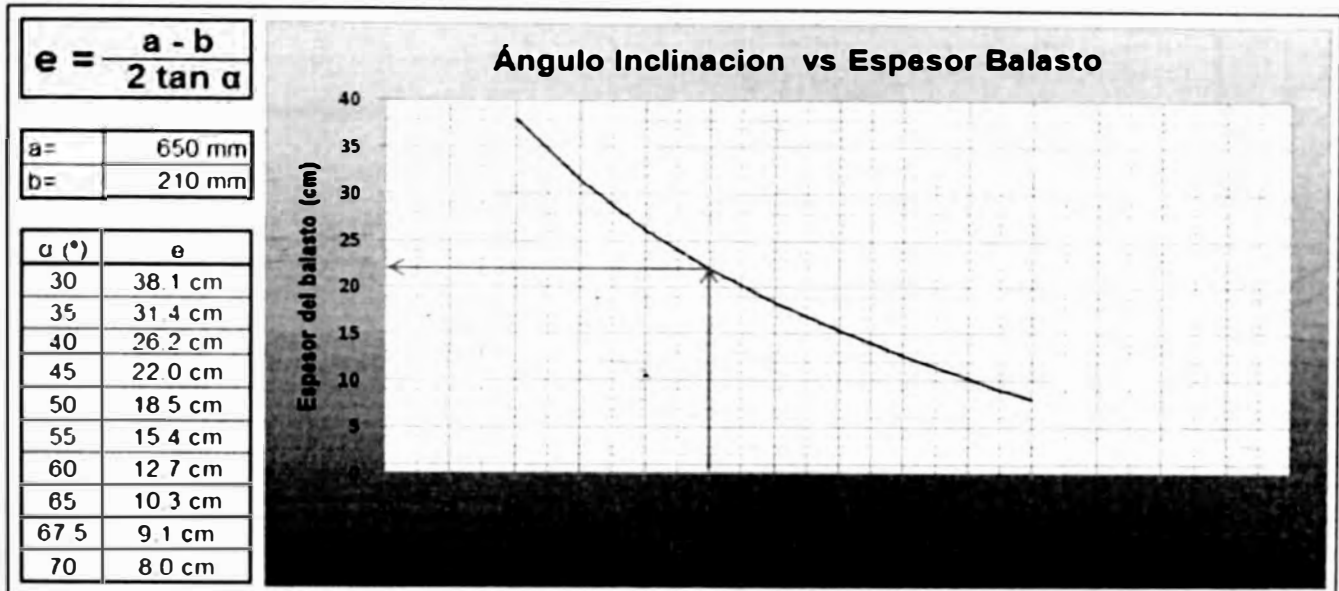


Figura N° 3

Como se observa en la figura N°3, la profundidad mínima de balasto = 220 mm para un ángulo de 45°.

Entonces la profundidad de balasto mínima debe lograr que la carga se distribuya a lo largo de la base del balasto.

A continuación se determina el espesor mínimo de balasto (220mm) (Figura N°1) para que los conos de tensión alcancen el fondo del balasto y no exista una interferencia entre los conos de tensión de dos durmientes consecutivos, por eso en los siguientes cálculos se muestra $\Delta = 0mm$ (Figura N°1)

$$\Delta = A - \left(\frac{B}{2} \times 2 + 2P\right)$$

$$\Delta = A - (B + 2P)$$

$$\Delta = 650mm - (210mm + 440mm)$$

$$\Delta = 650mm - 650mm = 0mm$$

Esta profundidad variará de acuerdo al espaciamiento del durmiente seleccionado. Por eso es que una pequeña cantidad adicional de balasto (10% adicional) se recomienda para asegurar que la carga se distribuya a lo largo de todo el material de soporte.

Las cifras en la columna "Cantidad aproximada de durmientes" representan la cantidad de durmientes por cada 18.288m de riel.

Espaciamiento (mm)	Cantidad aproximada durmientes	Balasto Min + 10% (mm)
750	24	297.0
700	26	269.5
650	28	242.0
600	30	214.5
550	33	187.0
500	37	159.5

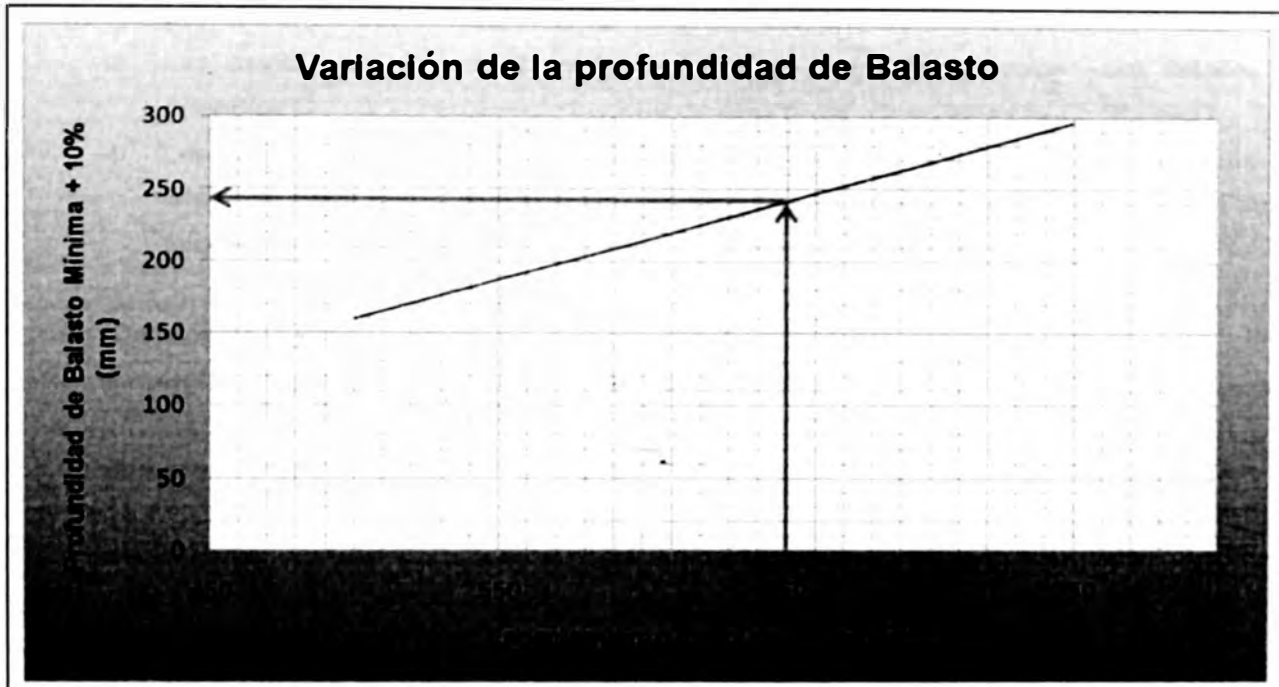


Figura N° 4

De acuerdo a lo demostrado en la Figura N°4 el espaciamiento de durmientes de 65 cm es coherente con 242 mm de Balasto por debajo de los durmientes para que no haya sobreposición de cargas en el balasto originada por dos durmientes seguidos. Entretanto para cumplir la recomendación de las bases y también para mantener la altura de balasto utilizado en la vía ya construida utilizamos el valor de 25 cm de balasto.

Espaciamiento resultante de durmientes: 65cm
Espesor de Balasto: 25cm

3.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL RIEL 115RE EN VÍAS DE HORMIGÓN

Elementos de salida requeridos

Cálculos documentados de los siguientes elementos, para los dos tipos de configuraciones de carga y los 4 diferentes espaciamientos de soporte de rieles especificados en los datos de entrada indicados más abajo.

1. Tensiones máximas en rieles bajo la carga vertical del paso de un vehiculo
2. Tensiones máximas en rieles bajo la carga lateral del paso de un vehiculo
3. Deflexiones máximas en rieles bajo la carga vertical del paso de un vehiculo
4. Deflexiones máximas en rieles bajo la carga lateral del paso de un vehiculo
5. Tensiones de fatiga máximas en rieles bajo carga vertical
6. Tensiones de fatiga máximas en rieles bajo carga lateral

Datos de Entrada

1. Cargas

- Las cargas verticales de 2 configuraciones de carga de vehiculos - ver detalles en el Apéndice I.
- Las cargas laterales de 2 configuraciones de carga de vehiculos asumiendo una carga lateral en cada rueda debido a fuerzas centrifugas cuando se trate de una curva de radio pequeño más una fuerza de empuje de acuerdo a la norma BS5400 parte (2 8.2.8 Nosing)

2. Detalles de la sección de riel:

La sección de riel es 115RE (Ver Anexo 1: Perfil del Riel 115 RE)

3. Espaciamiento del soporte del riel = 650 mm

4. Tensión última del riel = 960 N/mm²

3.3.1 METODOLOGÍA

Bajo la carga vertical producida por el paso de un vehiculo, el riel será modelado como viga continua sobre durmientes con sección equivalente utilizando el método de la línea de influencia al aplicar una carga axial en varias ubicaciones tanto verticales como laterales para obtener el máximo momento de flexión. Luego se verificará si la flexión máxima se encuentra dentro de la máxima resistencia a la tracción del riel.

Aunque la sección característica asumida en el software computacional es aproximadamente una sección de la viga, es posible utilizar sólo el valor de salida de momento de flexión y fuerza de corte ya que su valor depende de las características de la sección transversal y se deberá calcular la tensión y deflexión con las actuales propiedades de sección transversal.

La máxima deflexión ocurre en el punto medio del espacio entre apoyos bajo carga axial máxima de 166,6 KN, la cual fue modelada como una viga simplemente apoyada dada las siguientes razones:

- ❖ El espacio mínimo en cargas axiales es de 2.2 m el cual debe tener al menos 3 apoyos entre 2 cargas axiales, estos contribuyen a su propia deflexión y no se influyen entre ellos.

La tensión de fatiga será calculada a base de la reducción de la sección principal del riel bajo el paso de un vehiculo en 120 años de vida útil de diseño, consecuentemente la reducción de la sección de los módulos Z-zz (eje menor) y Z-yy (eje mayor) en ambos ejes para un análisis vertical y lateral.

3.3.2 ANÁLISIS

A través del análisis, hemos aplicado 2 casos de carga al riel, el caso más crítico fue el de carga B, es por esto que se evaluará todas las condiciones de espaciamiento utilizando este caso de carga.

Utilizando el método de Línea de Influencia para aplicar una carga (caso b) en varias ubicaciones: 325mm, 455mm, 500mm y 650mm @ espaciamiento de 650mm, se obtuvieron varios valores para el momento de flexión y fuerza de corte. La flexión máxima se produce al aplicar una carga máxima axial de 17 ton. (166,6 kN) aplicado a una distancia de 0.57s (s= espaciamiento de apoyo), la fuerza de corte ocurre a una carga máxima axial de 17 ton. (166,6

kN) aplicada a una distancia de 0.5s. Para considerar la carga dinámica, todas las cargas serán incrementadas por un factor de 1.8 que consideraran las fuerzas generadas por una locomotora a una velocidad moderada.

En el análisis lateral, se puede evaluar utilizando el supuesto de que el riel es una viga continua, tiene las mismas condiciones de apoyo y espaciamiento entre apoyos como el análisis vertical, la única variables es la fuerza lateral = 0,3086 x carga axial.

Carga máxima axial por riel = 150,1 kN

Carga máxima lateral axial por riel = 46,3 kN

3.4. CASO DE CARGA PARA UN ESPACIAMIENTO DE 650MM

3.4.1 RESULTADOS

$$\text{Máx. Deflexión lateral} = 0,282mm$$

$$\text{Máx. Deflexión vertical} = 0,149mm$$

$$\text{Máx. Tensión de fatiga bajo carga lateral} = 42,68 N/mm^2$$

$$\text{Máx. Tensión de fatiga bajo carga vertical} = 29,89 N/mm^2$$

$$\text{Máx. Tensión en rieles bajo carga lateral} = 34,14 N/mm^2$$

$$\text{Máx. Tensión en rieles bajo carga vertical} = 23,91 N/mm^2$$

3.4.2 ANÁLISIS DE SALIDAS

$$\text{Máx. Momento de flexión} = 7,102kNm$$

$$\text{Máx. Momento de flexión lateral} = 2,185kNm$$

3.4.3 MÁXIMA TENSIÓN

Tensión de flexión vertical

$$\sigma = \frac{M_v}{Z} = 23,91 N/mm^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M = 7,102kNm \\ Z = 297 \times 10^3 mm^3 \quad (\text{eje mayor}) \end{array} \right.$$

$$\sigma = 23,91 N/mm^2 < f_u = 960 N/mm^2 \Rightarrow OK$$

Tensión de flexión lateral

$$\sigma = \frac{M_l}{Z_y} = 34,14 N/mm^2$$

$$\begin{cases} M = 2.185kNm \\ Z = 64 \times 10^3 mm^3 \end{cases}$$

$$\sigma = 34,14 \frac{N}{mm^2} < f_u = 960 \frac{N}{mm^2} \Rightarrow OK$$

3.4.4 DEFLEXIÓN MÁXIMA

El espaciamento mínimo entre cargas axiales es 2.2m, con 3 soportes internos. La deflexión máxima es causada por una carga axial máxima de 300.2KN actuando en el punto medio de la luz, y por lo tanto podemos utilizar la ecuación de deflexión para viga simplemente apoyada para calcular deflexión:

Deflexión máxima vertical:

$$\begin{cases} P = 150,1kN \\ L = 650mm \\ E = 210000 N/mm^2 \\ I_{yy} = 2743 \times 10^4 mm^4 \end{cases}$$

$$d_{max} = \frac{PL^3}{48EI_{yy}} = 0,149mm < d_{limite}$$

$$d_{limite} = \frac{650}{360} = 1,87mm$$

$$d_{max} < d_{limite} \quad \therefore OK$$

Deflexión máxima lateral:

$$\begin{cases} P = 46,3kN \\ L = 650mm \\ E = 210000 N/mm^2 \\ I_{zz} = 447 \times 10^4 mm^4 \end{cases}$$

$$d_{max} = \frac{PL^3}{48EI_{zz}} = 0,282mm < d_{limite}$$

$$d_{limite} = \frac{650}{360} = 1,81mm$$

$$d_{max} < d_{limite} \quad \therefore OK$$

3.3.5 MÁXIMA TENSIÓN DE FATIGA

Tensión de fatiga vertical

$$\sigma = \frac{M_s}{Z} = 29,89 \frac{N}{mm^2} \leq f_u \rightarrow ok$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M = 7.102 kNm \\ Z = (80\%) \times 297 \times 10^3 mm^3 = 237,6 \times 10^3 mm^3 \\ [20\% \text{ reducción sección}] \end{array} \right.$$

Tensión de fatiga lateral

$$\sigma = \frac{M}{Z} = 42,68 \frac{N}{mm^2} \leq f_u \rightarrow ok$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M = 2.185 kNm \\ Z = (80\%) \times 64 \times 10^3 mm^3 = 51,2 \times 10^3 mm^3 \\ [20\% \text{ reducción sección}] \end{array} \right.$$

Verificación fatiga

$n = 43940$ por año $\times 120$ años = $5,27 \times 10^6$

Grado de tensión asumida de $25 N/mm^2$, vida útil de diseño = 120 años, detalles Clase F, número de repeticiones a la falla $N=10000000$

De Tabla 8. BS5400 – 10, Cláusula 11.3

$m = 3$

$$\sigma_0 = 40 \frac{N}{mm^2}$$

$$\therefore \frac{n}{N} = \frac{n}{10^7} \left(\frac{\sigma_s}{\sigma_0} \right)^{(m+2)} \quad \text{donde } \sigma_s \leq \sigma_0$$

$$\Rightarrow \frac{n}{N} = \frac{5,27 \times 10^6}{10^7} \left(\frac{25}{40} \right)^{(3+2)} = 0,05 \leq 1$$

$\therefore OK$

APÉNDICE I.- CARGA VIVA DE VEHÍCULOS

Las cargas vivas no deben ser menores a las conformadas por un tren con carros cargados (Figura N° 5) y una con dos carros cargados sobre la locomotora de maniobras (Figura N° 6).

Cada carga debe ser ubicada sobre la estructura en varias posiciones para así determinar los momentos flectores máximos y mínimos.

Carga máxima de eje de carro cargado: 11.58 Ton = 113,5 KN

Carga de eje de la locomotora de maniobra: 17.00 Ton = 166.6 KN

Caso de Carga (a)

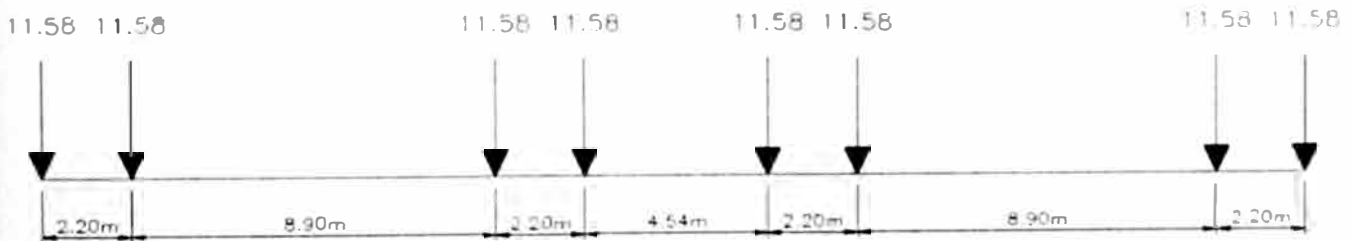


Figura N° 5

Caso de Carga (b)

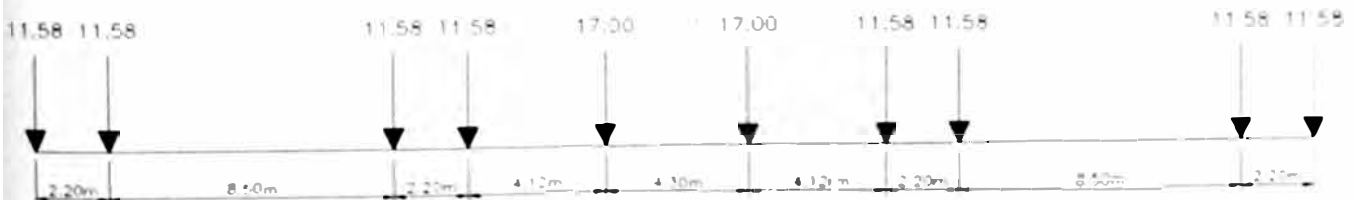


Figura N° 6

Memoria de Cálculo - Losas

L=20,0m – Tramo L

Módulos 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18

ÍNDICE

HOJA DE REVISIÓN	2
ÍNDICE	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	4
2.1 MODELOS PARA LOS TABLEROS	4
3. CARGAS EN LOS TABLEROS	6
3.1 CARGAS MUERTAS	6
3.1.1 Cargas Muertas Estructurales (DC)	6
3.1.2 Cargas Muertas No Estructurales (DW)	7
3.2 CARGA VIVA DEL TREN ELECTRICO (LL)	8
4. COMBINACIONES	11
5. ESFUERZOS SOLICITANTES EN LAS LOSAS	11
6. DIMENSIONAMIENTO DE LAS LOSAS	26
7. DIMENSIONAMIENTO DE LAS PRE-LOSAS	29

1. INTRODUCCIÓN

Este memorial de cálculo tiene por finalidad presentar el diseño de las losas de los tableros de 20 m del tramo L, en los módulos 10, 11, 13, 14, 15, 16 y 18.

Los tableros tienen 20 m de longitud y 8.40 m de ancho y son compuestos por 4 vigas longitudinales prefabricadas de concreto (en forma de I) y 2 vigas transversales cada. Cada módulo entre juntas presenta 4, 5 o 6 vanos, con un total, respectivamente, 80m, 100m o 120m. Serán utilizadas losas pre-moldeadas apoyadas en las vigas longitudinales para el vaciado de la losa, la cual tendrá 20 cm de altura (ver detalle a seguir). Los esfuerzos serán obtenidos a partir de modelos estructurales (STRAP) que representan los tableros, por medio de mallas de elementos planos (losas) y barras que representan las vigas longitudinales, con distancias entre ejes iguales a 2,00 m.

Materiales utilizados

Concreto para losas: $f'c \geq 350 \text{ Kg/cm}^2$

Concreto para vigas prefabricadas: $f'c \geq 350 \text{ Kg/cm}^2$

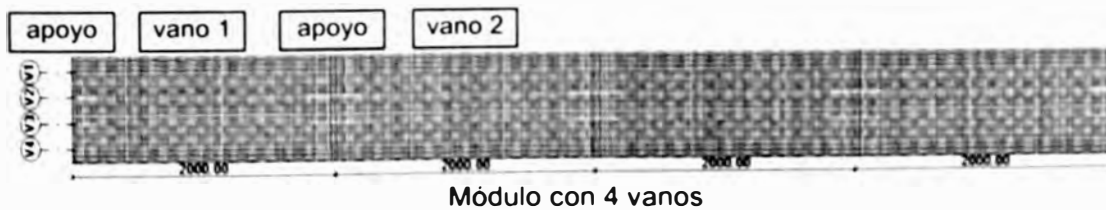
Acero para armadura pasiva: $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

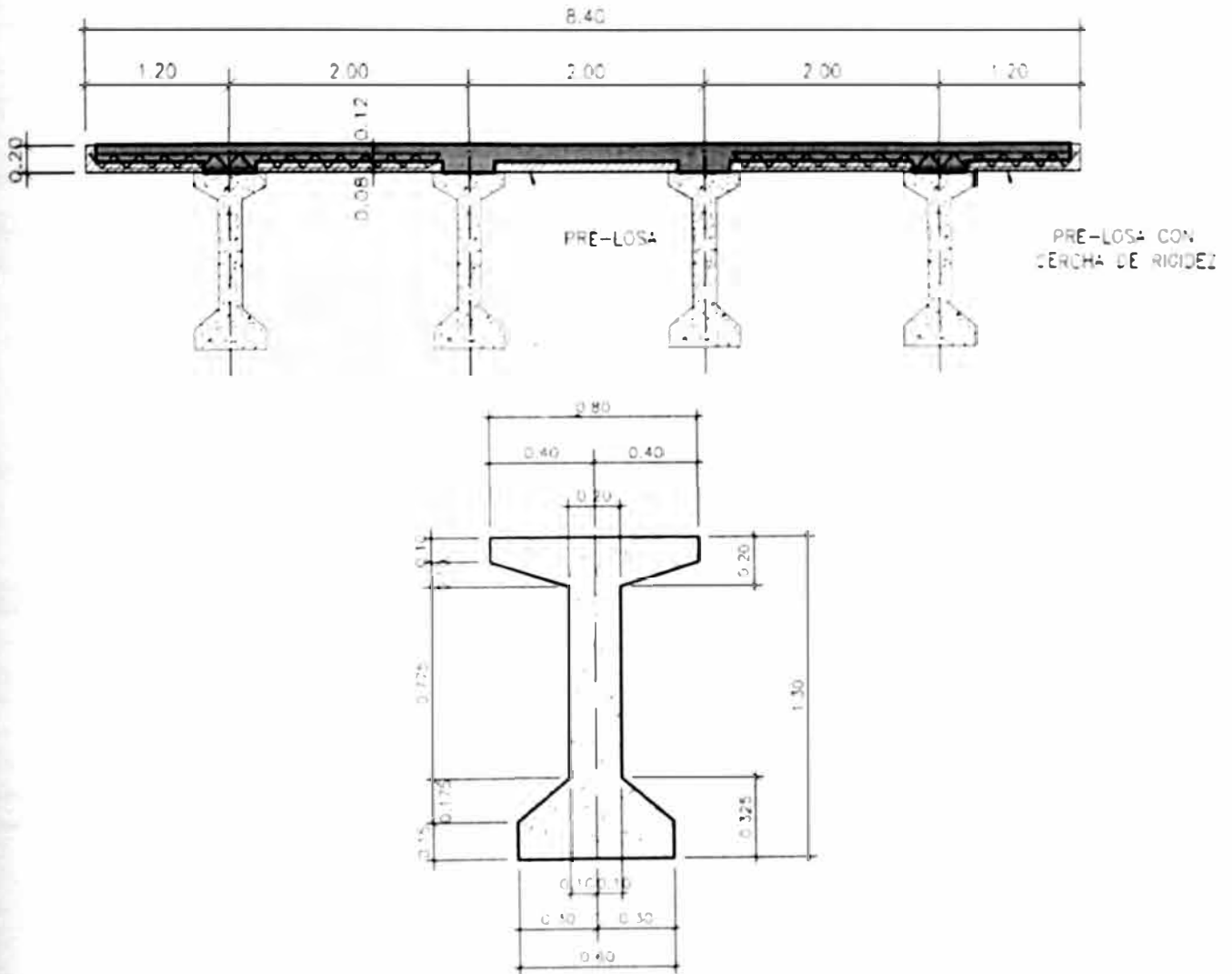
2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

2.1 MODELOS PARA LOS TABLEROS

Fueron elaborados modelos que representan los módulos con 4, 5 y 6 vanos de 20 m para obtener los esfuerzos en las losas.

A seguir son presentados los modelos elaborados, con las nomenclaturas utilizada en este documento.





Tren Eletrico Lima - Caracteristicas Viga de Borde - TIPO 1

Características Geométricas - Vão				
1. etapa	altura total	1,30		
	n elementos	5		
2. etapa	b=	1,550	h=	0,20
SEÇÃO 1. etapa				
Elemento	B inf.	B sup.	h	Área
1	0,600	0,600	0,150	0,090
2	0,600	0,200	0,175	0,070
3	0,200	0,200	0,775	0,155
4	0,200	0,800	0,100	0,050
5	0,800	0,800	0,100	0,080
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,000	0,000
altura total		1,300	0,445	
Características	inicial	final	unid.	
Área	0,445	0,755	m ²	
Y inf.	0,653	0,960	m	
Y sup.	0,647	0,540	m	
Inércia	0,093	0,196	m ⁴	
W inf.	0,143	0,204	m ³	
W sup1.	0,144	0,576	m ³	
W sup2.	0,000	0,363	m ³	

Características Geométricas - Apoyo				
1. etapa	altura total	1,30		
	n elementos	3		
2. etapa	b=	1,550	h=	0,20
SEÇÃO 1. etapa				
Elemento	B inf.	B sup.	h	Área
1	0,600	0,600	1,167	0,700
2	0,600	0,800	0,033	0,023
3	0,800	0,800	0,100	0,080
4	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,000	0,000
altura total		1,300	0,803	
Características	inicial	final	unid.	
Área	0,803	1,113	m ²	
Y inf.	0,667	0,871	m	
Y sup.	0,633	0,629	m	
Inércia	0,118	0,239	m ⁴	
W inf.	0,177	0,274	m ³	
W sup1.	0,186	0,557	m ³	
W sup2.	0,000	0,380	m ³	

3. CARGAS EN LOS TABLEROS

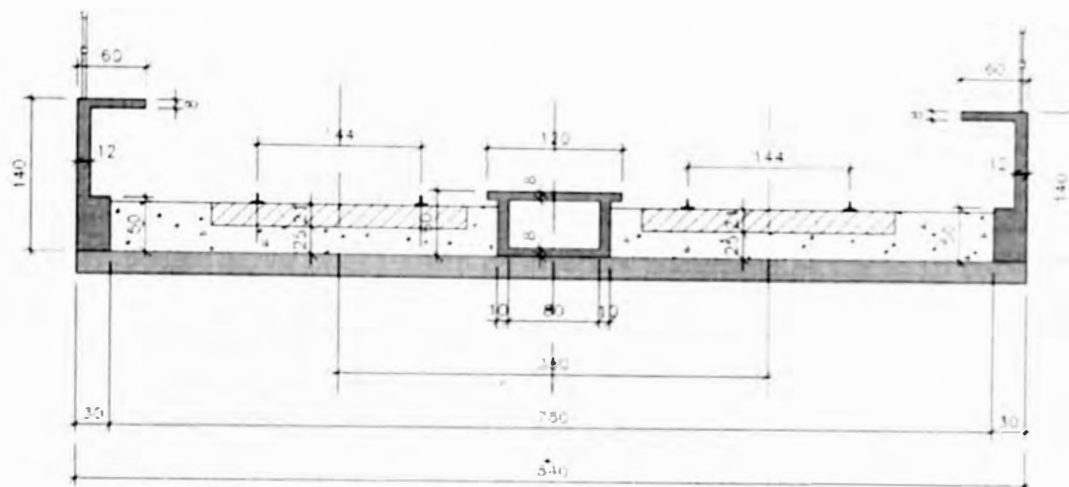
3.1 CARGAS MUERTAS

3.1.1 Cargas Muertas Estructurales (DC)

DC1 - peso de las vigas prefabricadas = $2,5 \cdot 0,445 = 1,113$ tf/m (sección del Vano)
 = $2,5 \cdot 0,803 = 2,008$ tf/m (sección del apoyo)

DC2 - peso de las losas = $2,5 \cdot 0,2 = 0,5$ tf/m²

3.1.2 Cargas Muertas No Estructurales (DW)



Caja Central

$$1,20 \times 0,08 \times 2,50 = 0,24 \quad \text{tf/m}$$

$$0,52 \times 0,20 \times 2,50 = 0,26 \quad \text{tf/m}$$

$$0,08 \times 0,80 \times 2,50 = 0,16 \quad \text{tf/m}$$

Pasarela

$$0,48 \times 0,16 \times 2,50 = 0,19 \quad \text{tf/m}$$

$$0,90 \times 0,24 \times 2,50 = 0,54 \quad \text{tf/m}$$

$$0,60 \times 0,50 \times 2,50 = 0,75 \quad \text{tf/m}$$

Baranda

$$0,10 \times 2,00 = 0,20 \quad \text{tf/m}$$

Balasto en Recta (1)

$$6,80 \times 0,46 \times 2,25 = 7,04 \quad \text{tf/m}$$

o

Balasto Curva (2)

$$7,85 \times 0,46 \times 2,25 = 8,12 \quad \text{tf/m}$$

Rieles

$$0,30 \times 2,00 = 0,60 \quad \text{tf/m}$$

Sellado

$$0,01 \times 8,80 \times 2,20 = 0,19 \quad \text{tf/m}$$

Utilidad

$$0,05 \times 8,40 = 0,42 \quad \text{tf/m}$$

Total en Recta 10,59tf/m

Total Curva 11,68tf/m

3.2 CARGA VIVA DEL TREN ELECTRICO (LL)

Las cargas vivas no deben ser menores a las constituidas por un tren de dos coches cargados (fig. 1) y por un tren de dos coches cargados más la locomotora de maniobra (fig. 2). Cada carga será puesta sobre la estructura en diversas posiciones en forma tal como para determinar los máximos y mínimos momentos flectores y otras solicitaciones.

- Carga máxima por eje de un coche cargado = 115,8 kN (11,58 tf).
- Carga máxima por eje de la locomotora de maniobra = 170,0 kN (17,00 tf).

Fig. 1

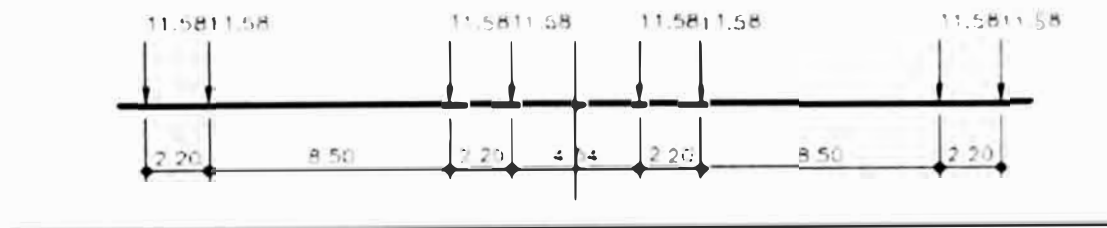
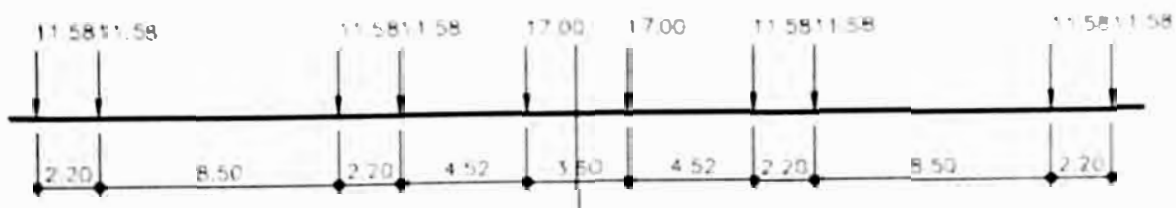


Fig. 2



Se aplica a la carga viva un coeficiente de incremento por efectos dinámicos IM, determinado según AREMA - Manual for Railway Engineering - Part 1 - ítem 1.3.5

- $IM = RE + 40 - 3L^2 / 1600$. (para luces $L < 80' = 24,38m$).
- $IM = RE + 16 + 600 / (L - 30)$. (para luces $L > 80' = 24,38m$).

Observaciones:

- RE = 10% - considerándose la carga total por eje.
- Para vías con balasto, el valor final del coeficiente IM puede ser considerado 90% del valor de las fórmulas presentadas.

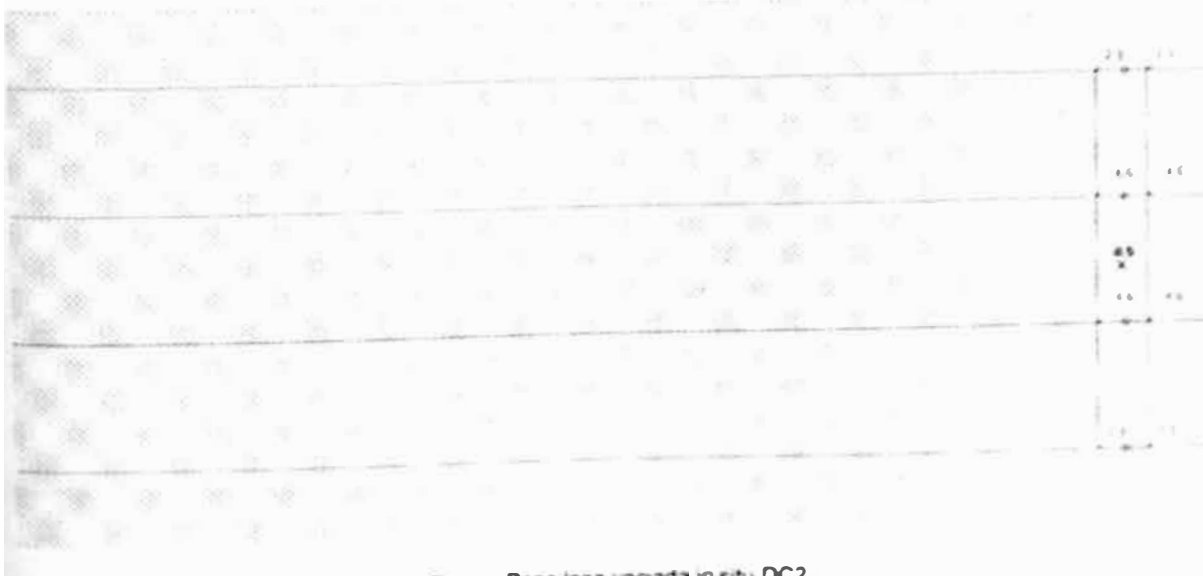
La tabla a seguir indica valores de IM para algunas luces del proyecto:

Luz (m)	IM (%)
15,0	40,9
20,0	37,7
25,0	33,8
30,0	31,3
35,0	29,8

Obs : El valor minimo de IM será de acuerdo con AASHTO 2007 - $IM_{min} = 33\%$



Figura: Peso de las vigas prefabricadas DC1.



Peso losa vaciada in situ DC2

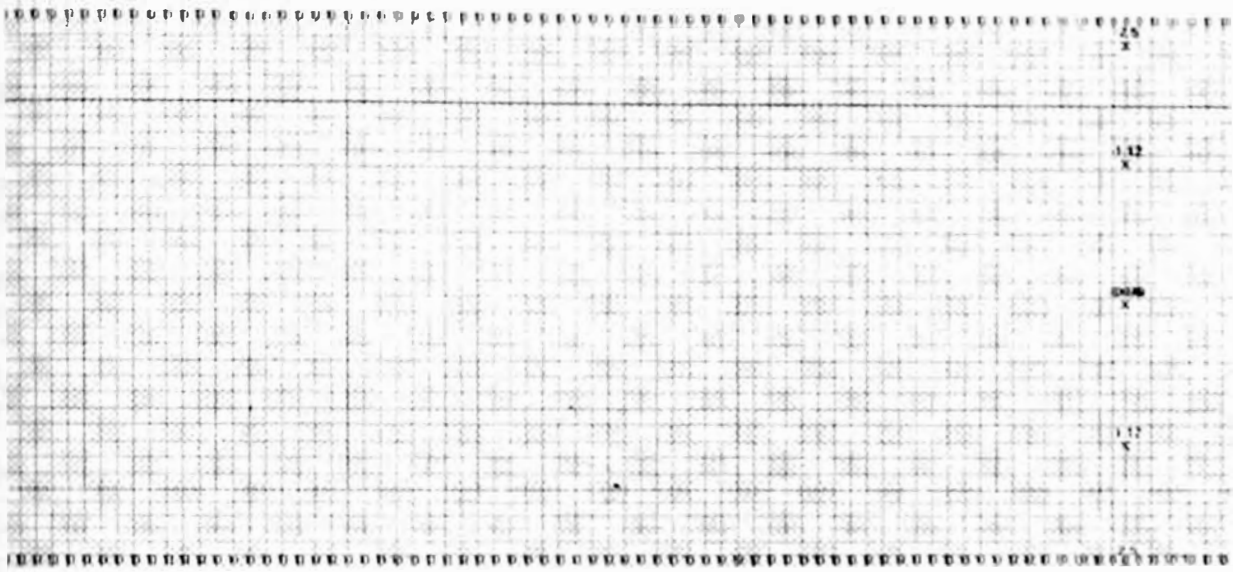


Figura: Cargas muertas no estructurales.

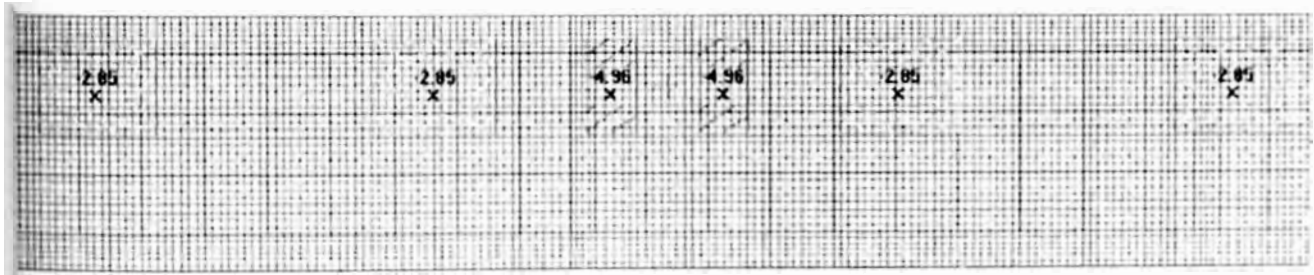


Figura: Ejemplo de carga del tren para Via1.

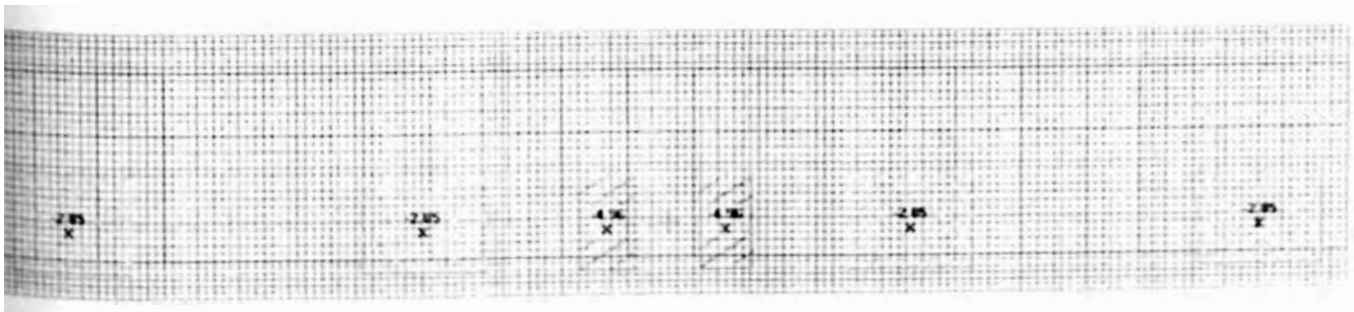


Figura: Ejemplo de carga del tren para Via2

El impacto para las losas es de $I_m = 44,9\%$

4. COMBINACIONES

Siguen las combinaciones consideradas, según AASHTO LRFD:

Strength

1,25DC + 1,5DW + 1,75LL
0,90DC + 0,65DW + 1,75LL

Servicio – fisuración
1DC + 1DW + 1LL

Fadiga
1DC + 1DW + 0,75LL

Para los estados limites "strength", fue considerado, según AASTHO LRFD 1.3.2.1.:

$$\sum \eta_i \cdot \gamma_i \cdot Q_i$$

Donde,

$$\eta_i = \eta_D \cdot \eta_R \cdot \eta_L \geq 0,95 \quad (\text{Para cargas con máximo valor de } \gamma_i)$$

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \cdot \eta_R \cdot \eta_L} \leq 1,00 \quad (\text{Para cargas con mínimo valor de } \gamma_i)$$

$$\eta_D = 1,00$$

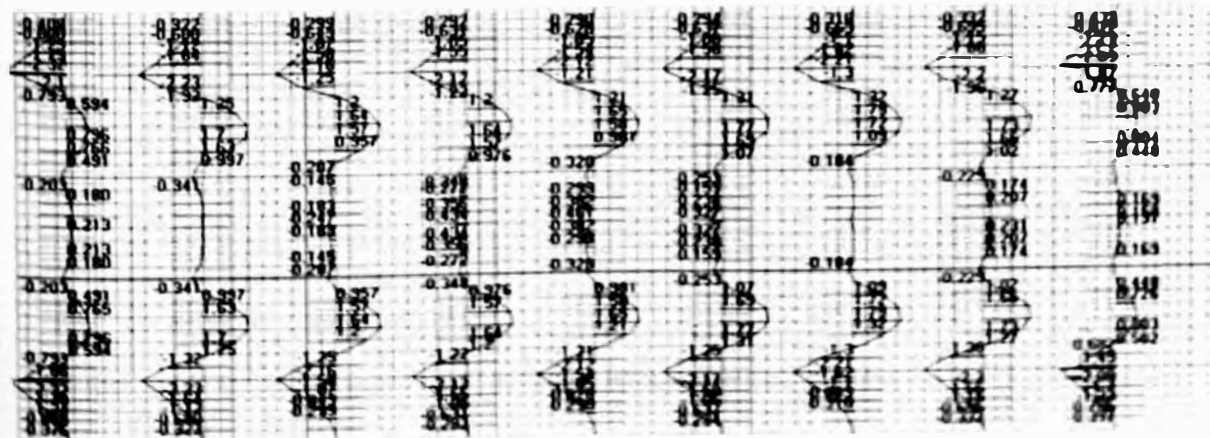
$$\eta_R = 1,05$$

$$\eta_L = 1,05$$

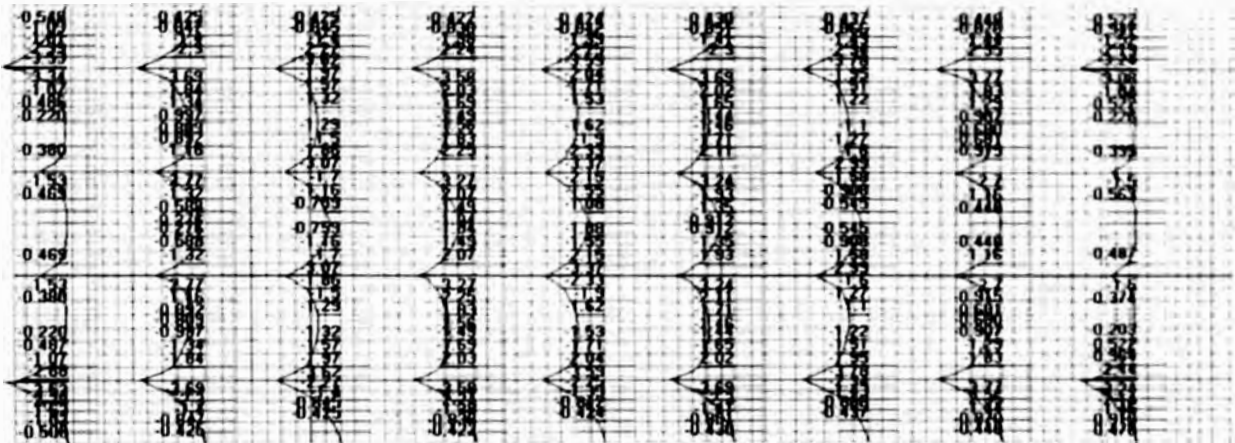
$$\therefore \eta_i = 1,10$$

5. ESFUERZOS SOLICITANTES EN LAS LOSAS

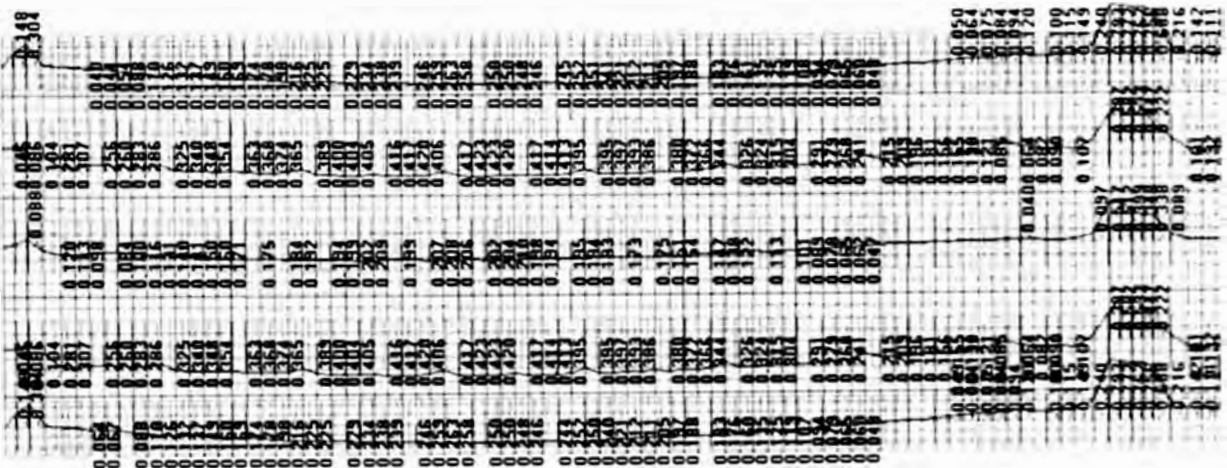
- **STRENGTH**



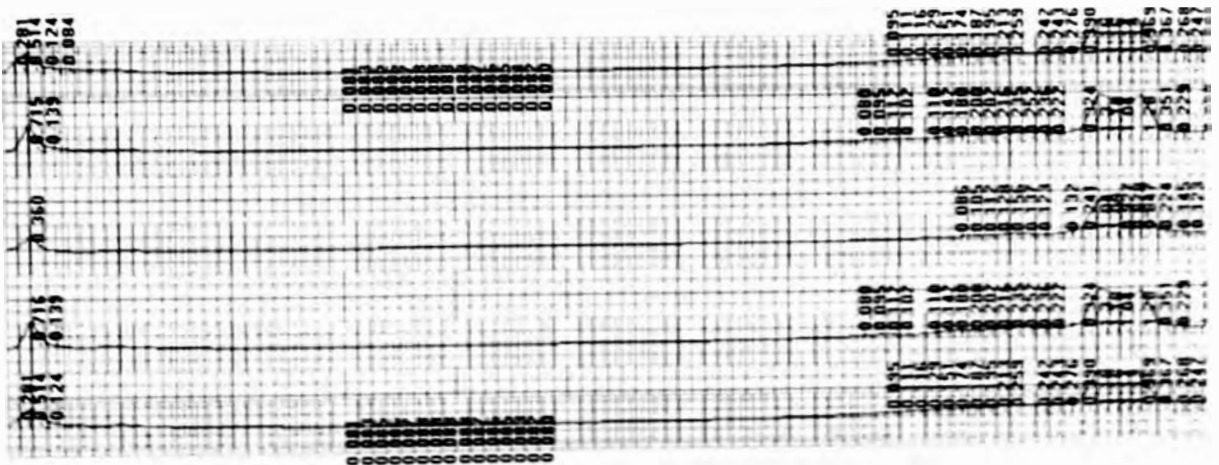
vano 1 – Mu – resultados máximos – tf.m/m



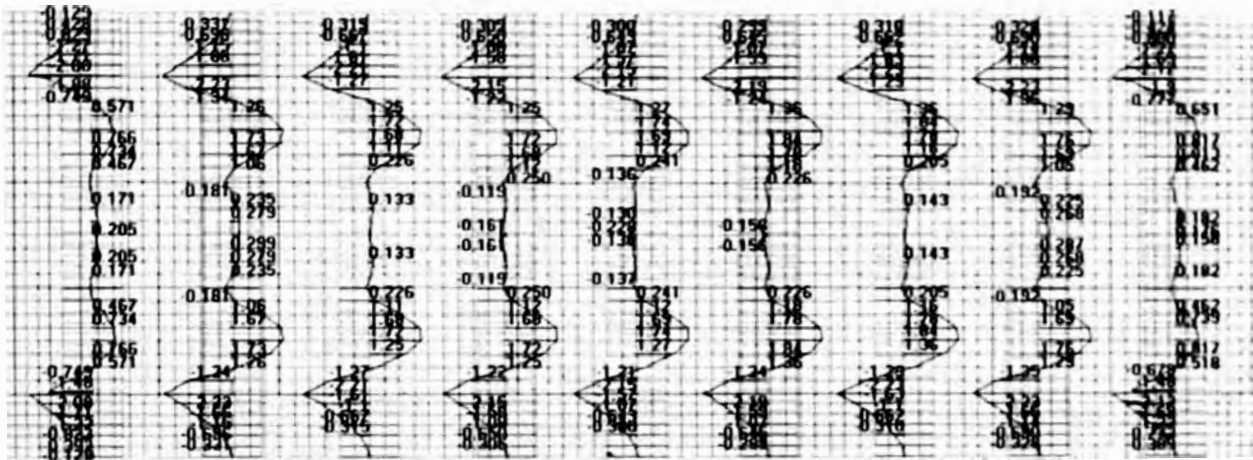
vano 1 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



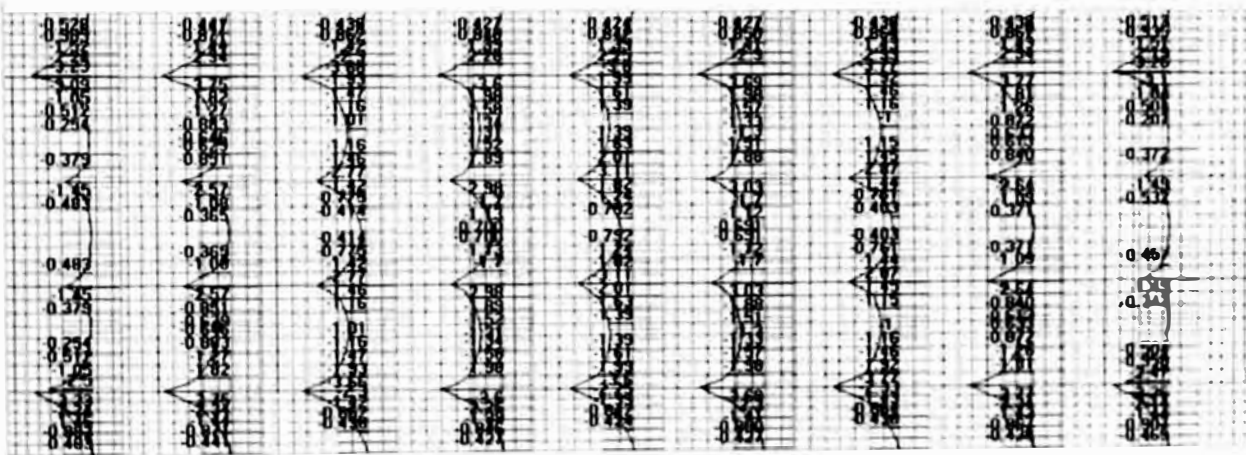
vano 1 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



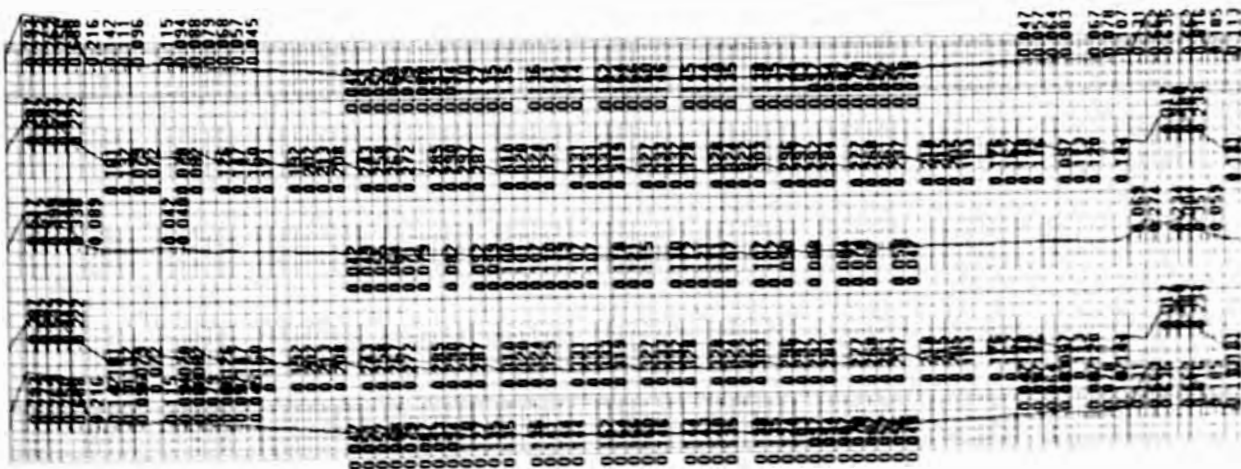
vano 1 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



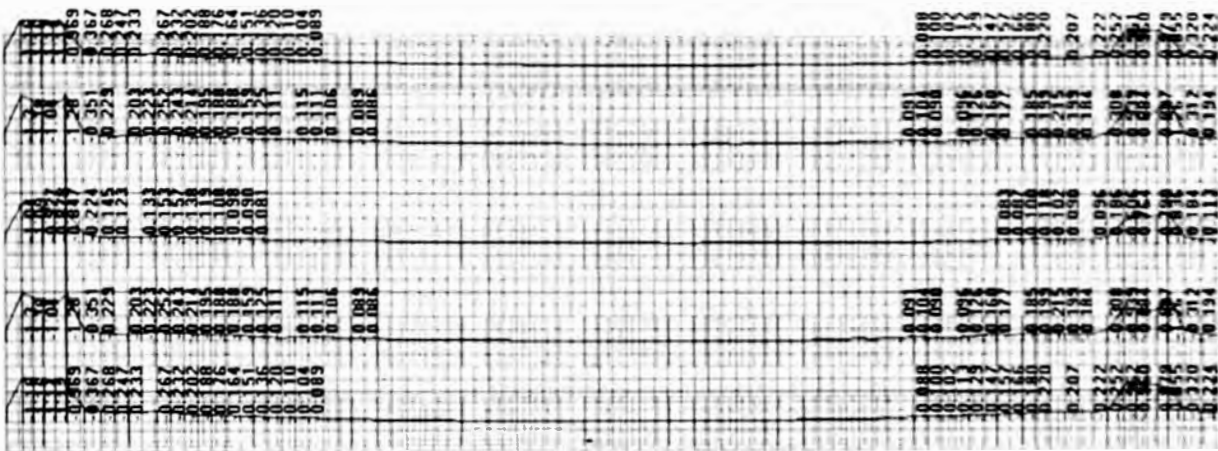
vano 2 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



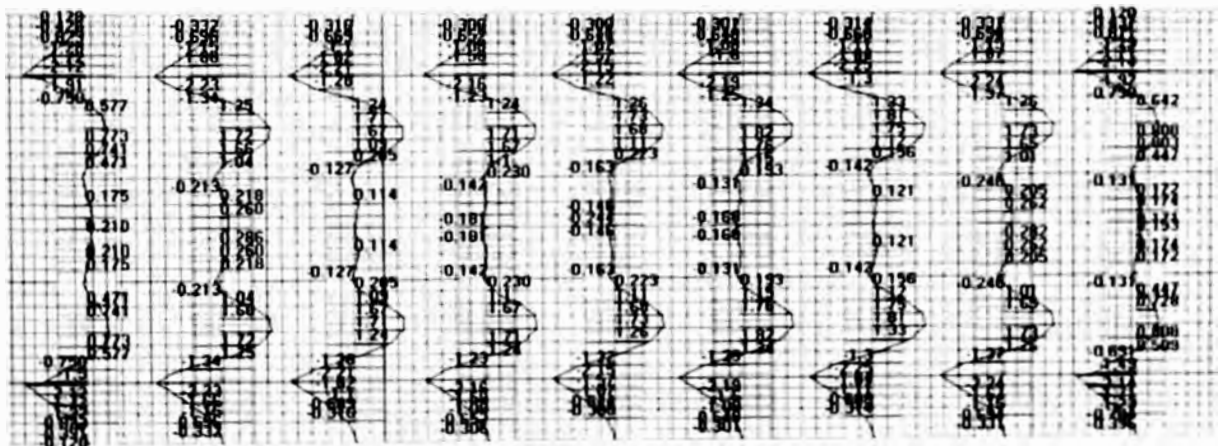
vano 2 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



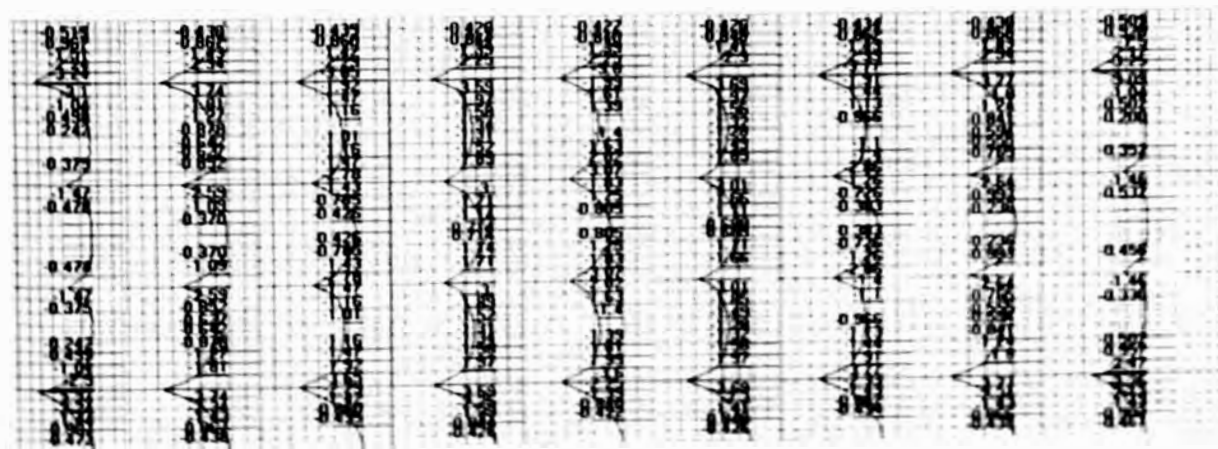
vano 2 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



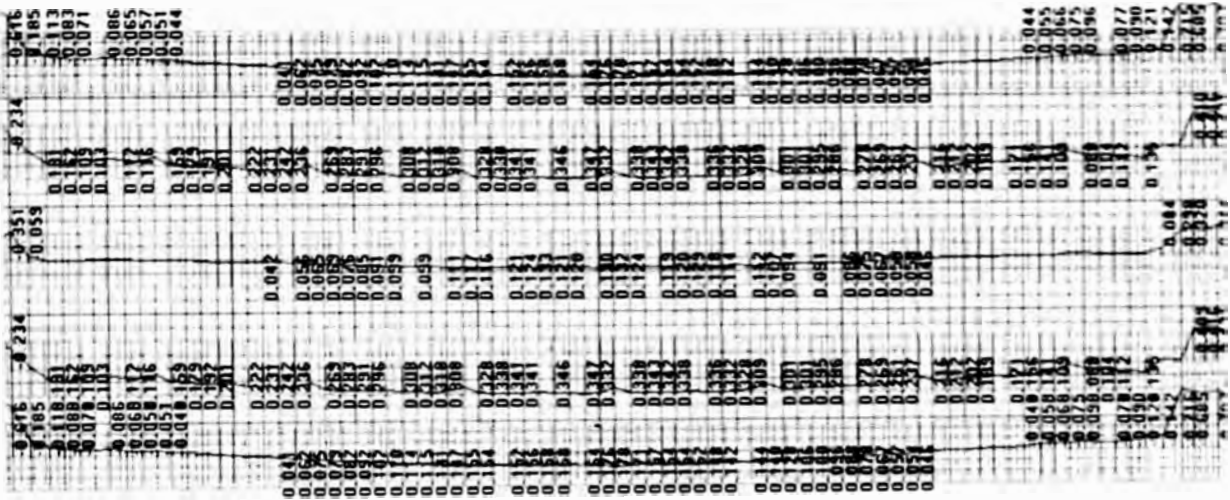
vano 2 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



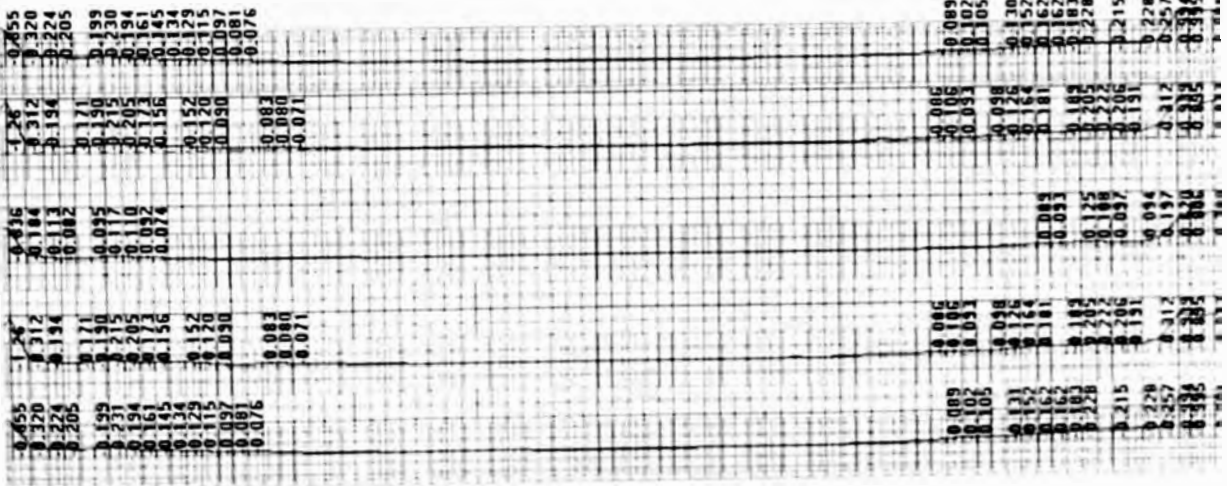
vano 3 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



vano 3 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m

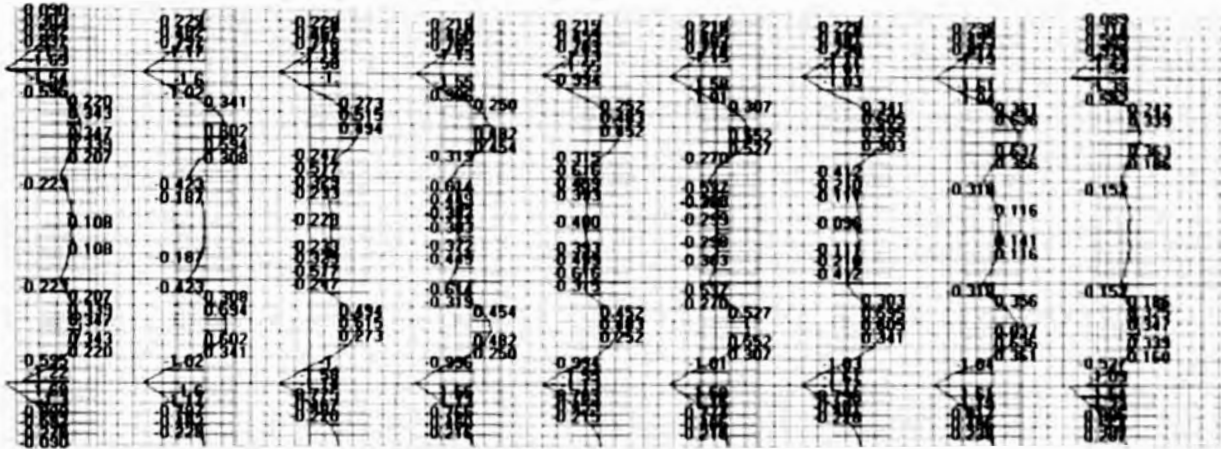


vano 3 - Mu - resultados máximos - tf.m/m

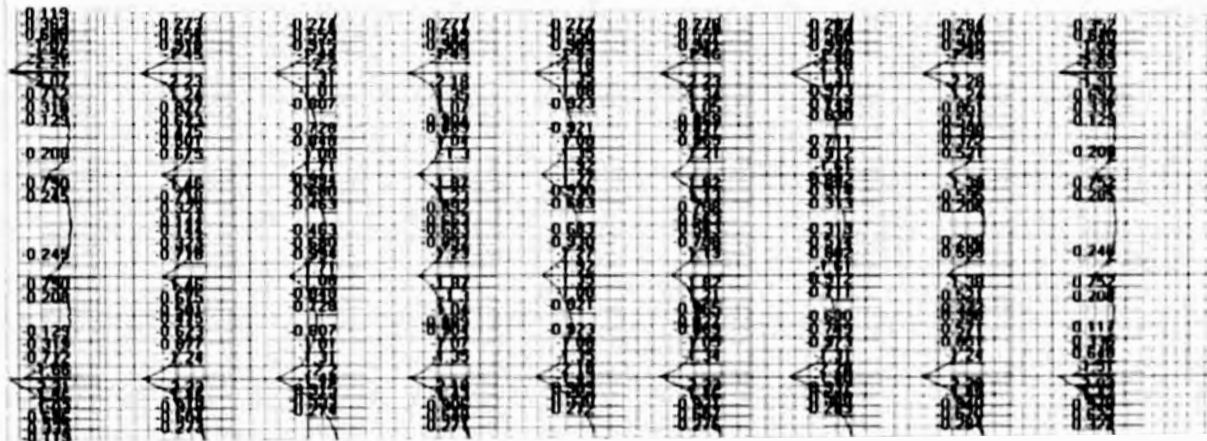


vano 3 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m

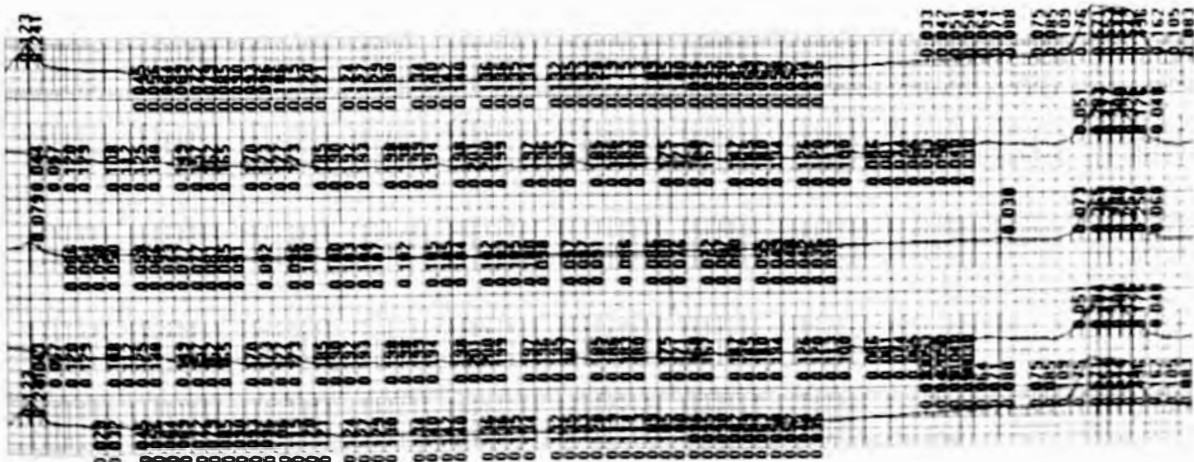
• **FATIGA**



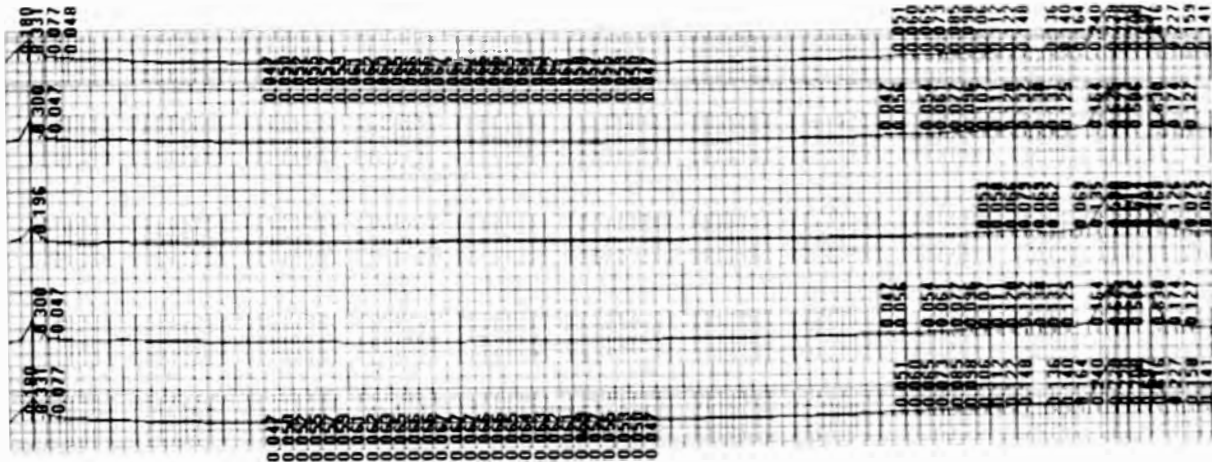
vano 1 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



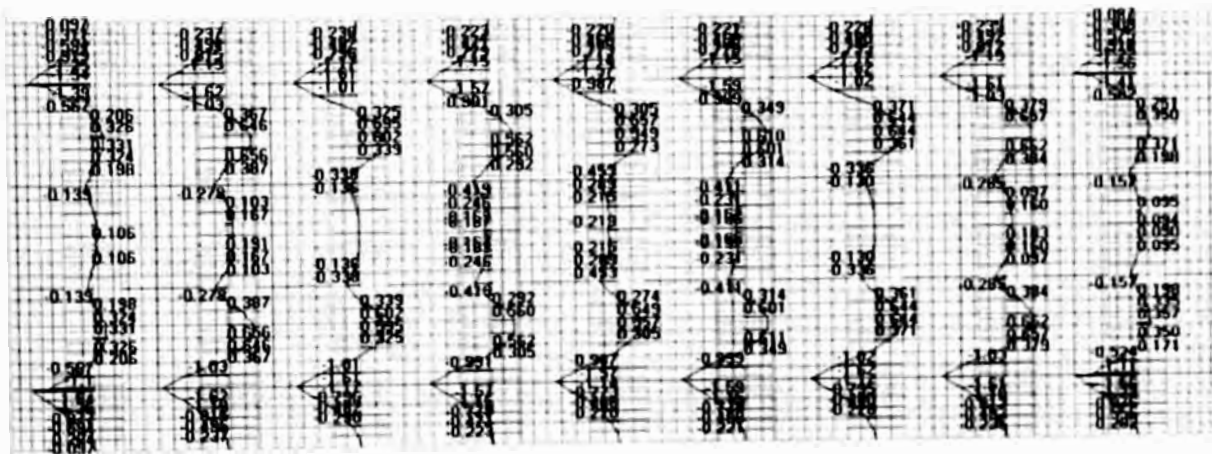
vano 1 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



vano 1 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



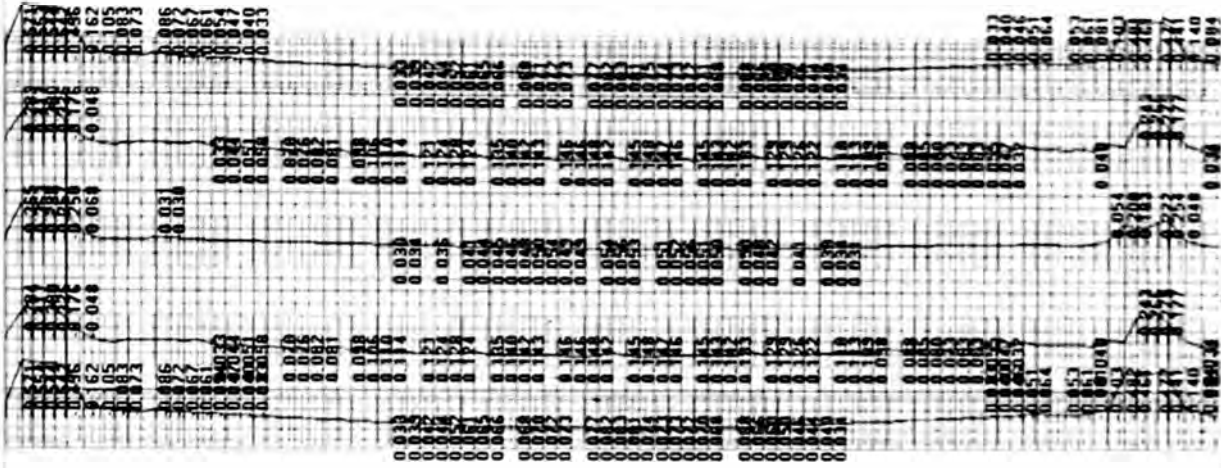
vano 1 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



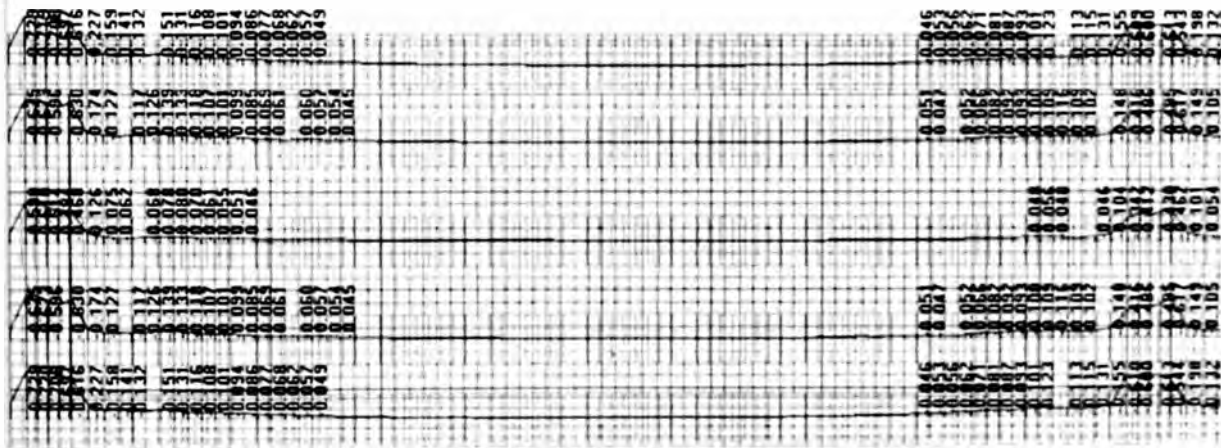
vano 2 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



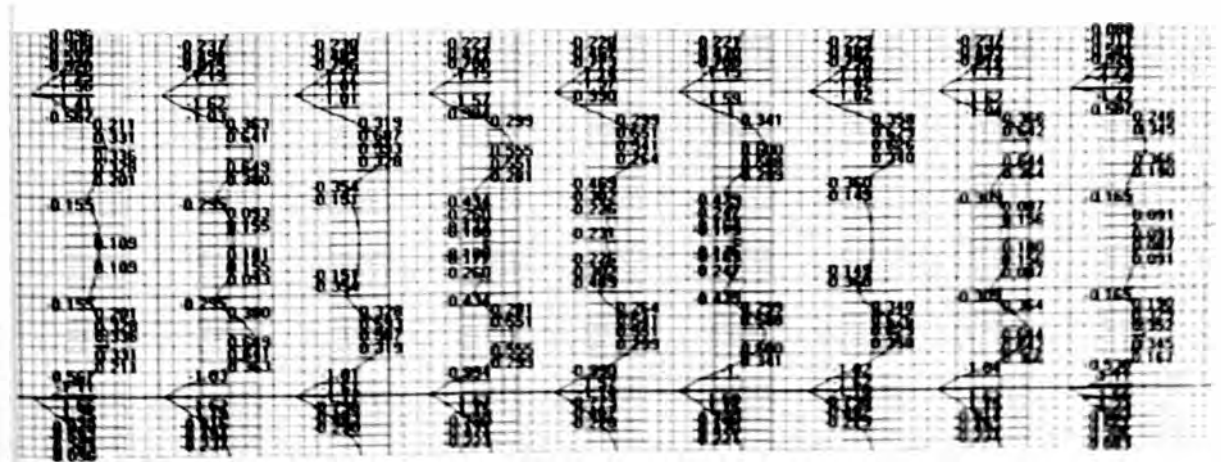
vano 2 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



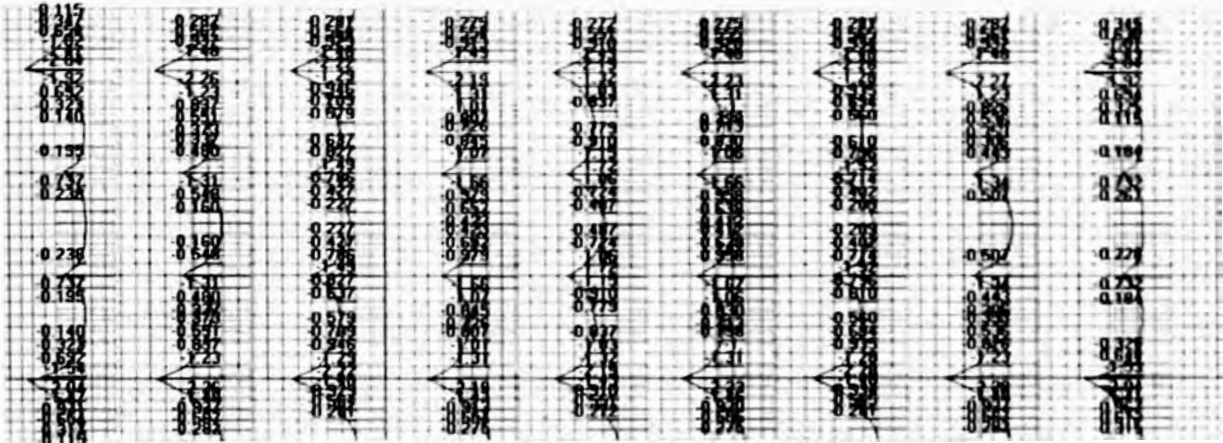
vano 2 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



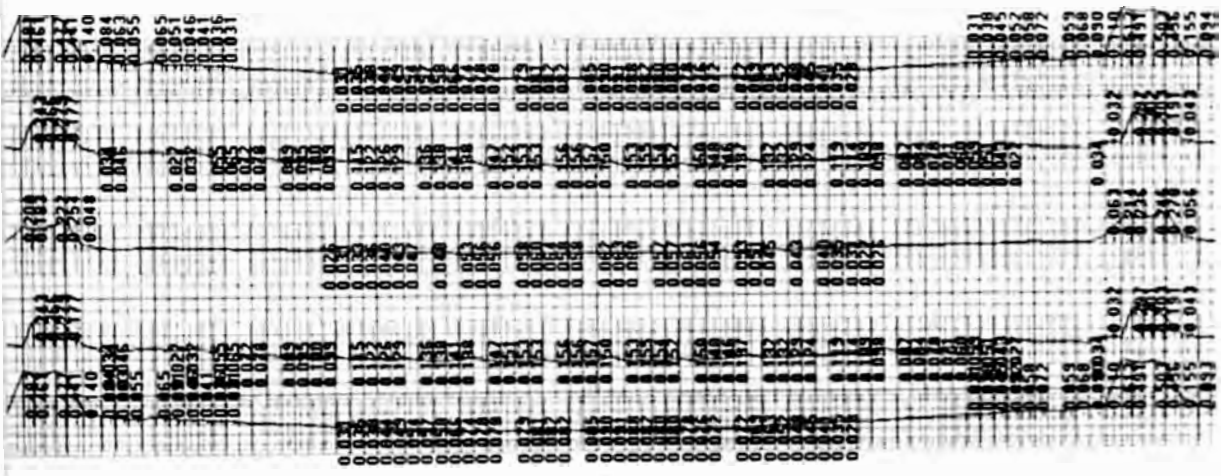
vano 2 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



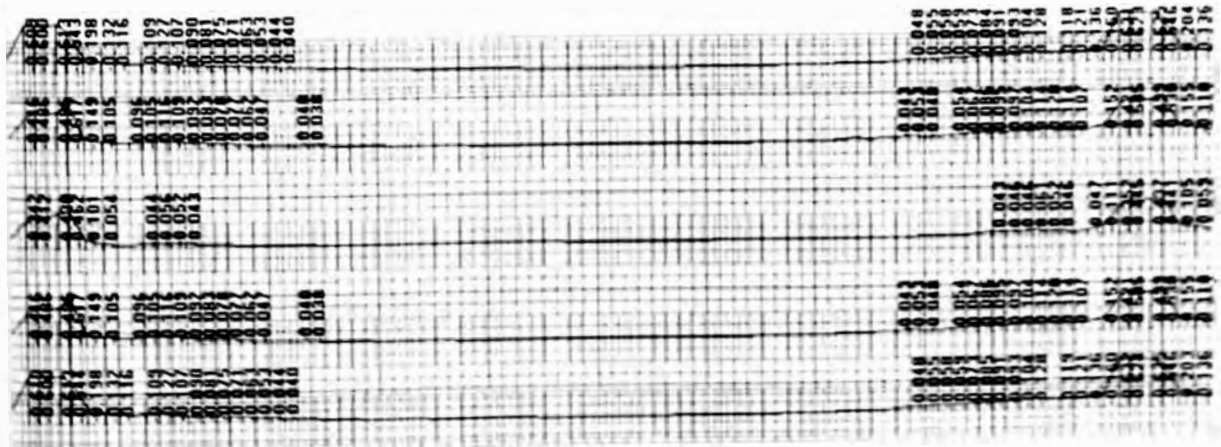
vano 3 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



vano 3 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m

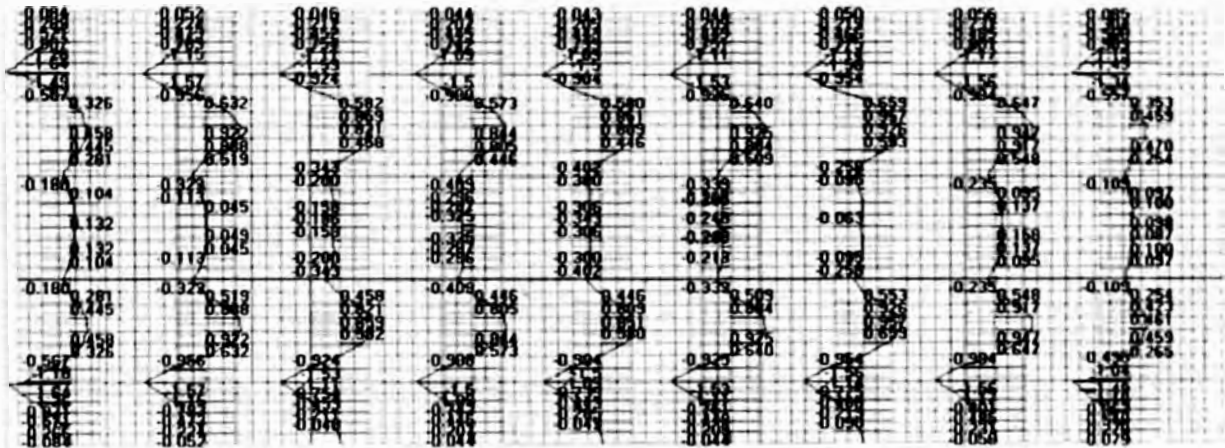


vano 3 - Mu - resultados máximos - tf.m/m

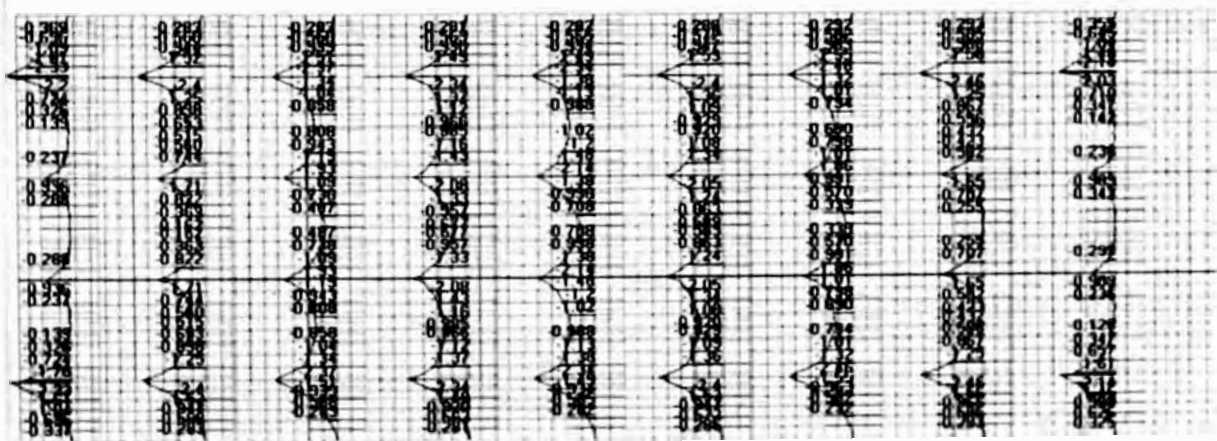


vano 3 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m

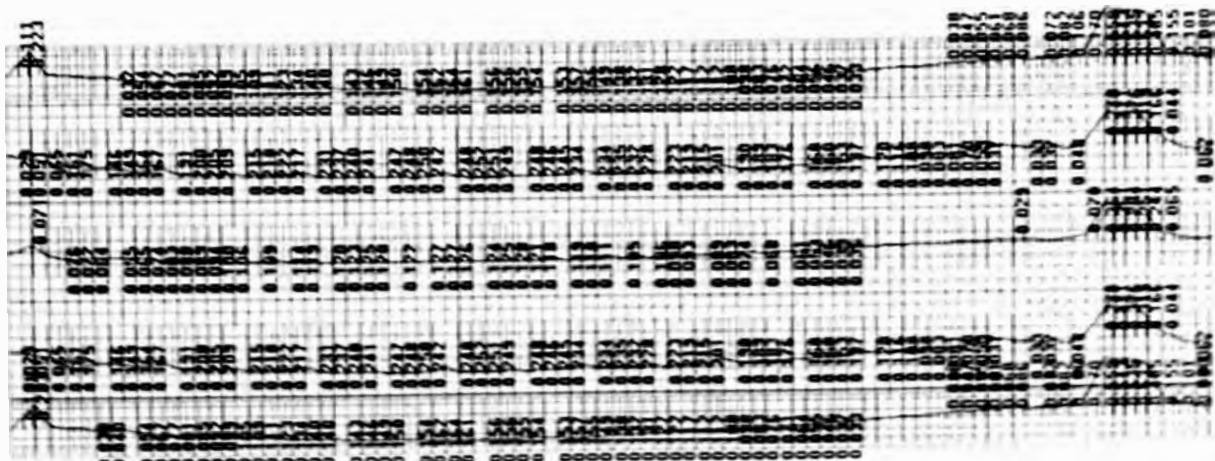
• **FISURACIÓN**



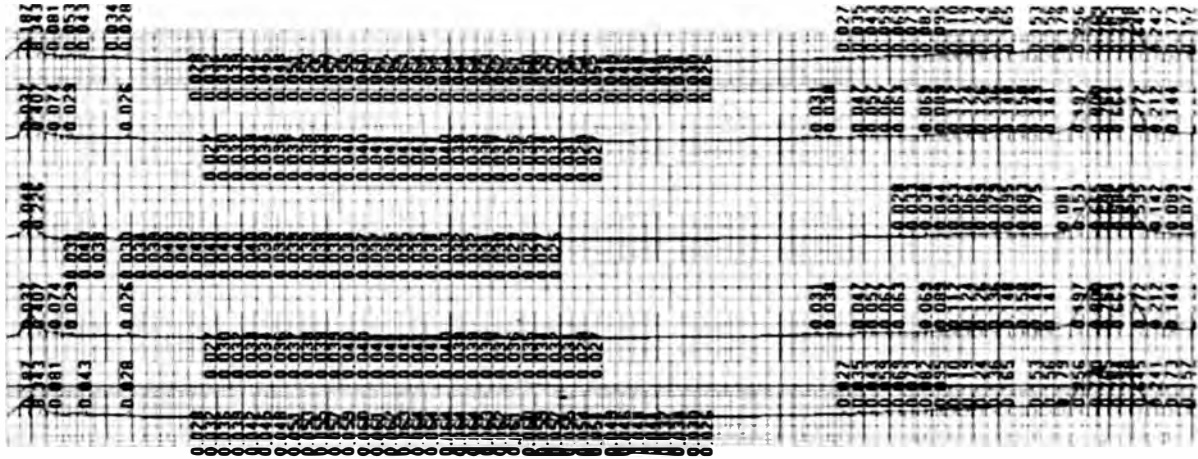
vano 1 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



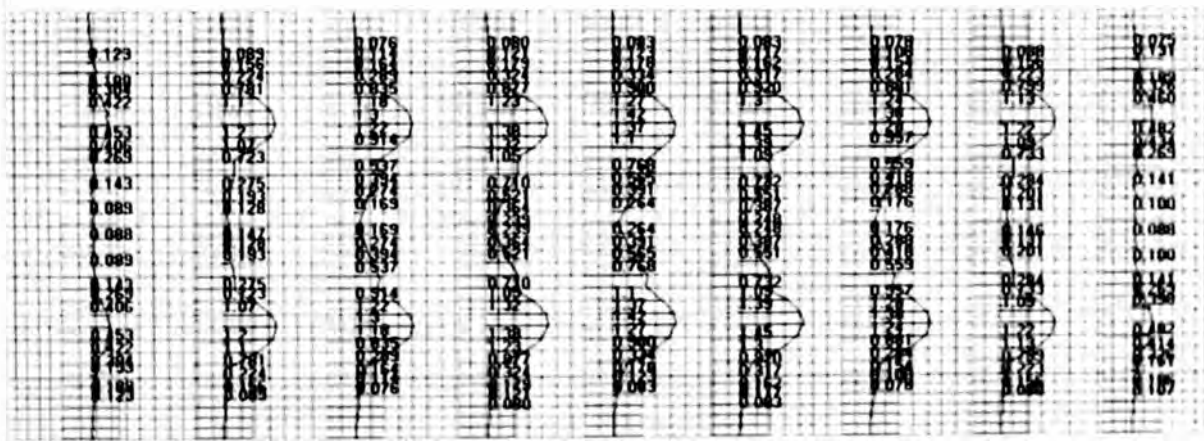
vano 1 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



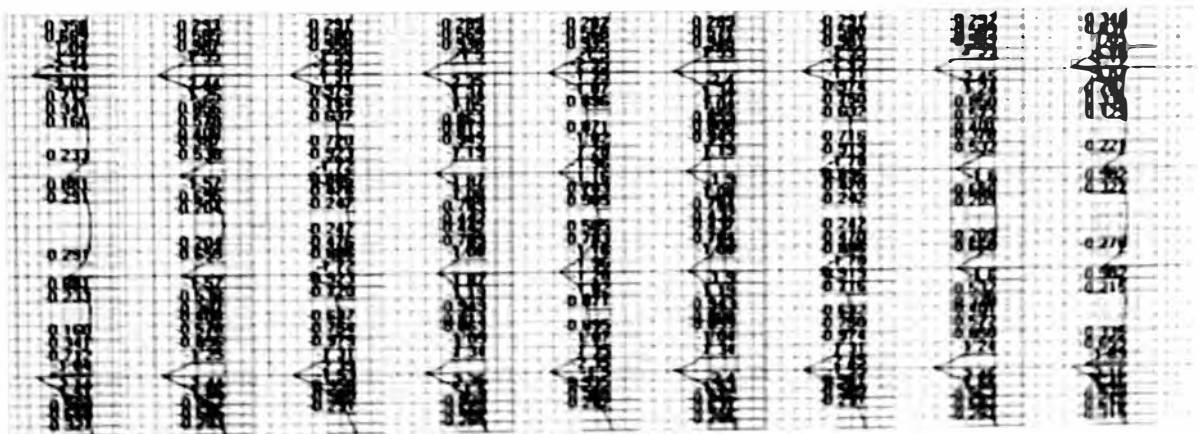
vano 1 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



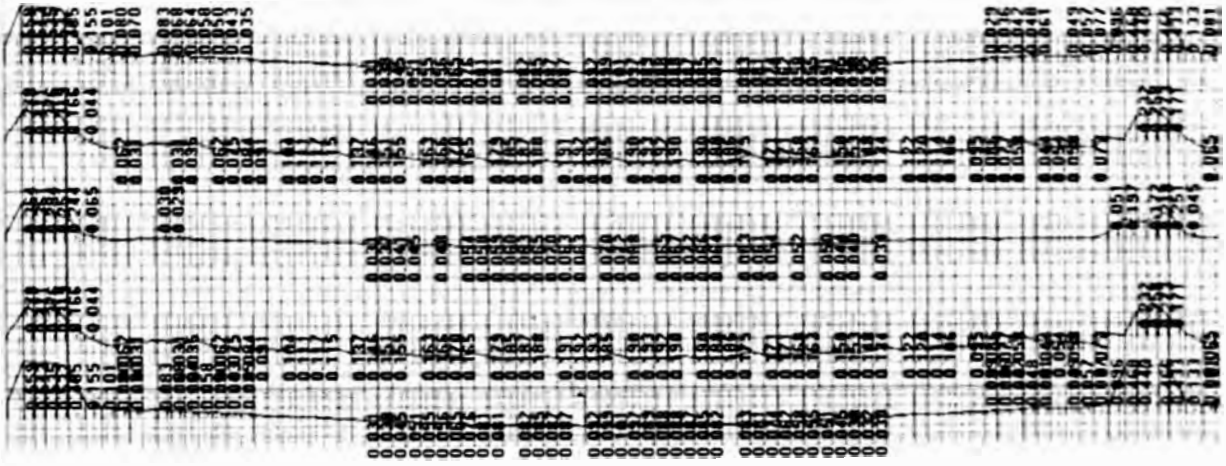
vano 1 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



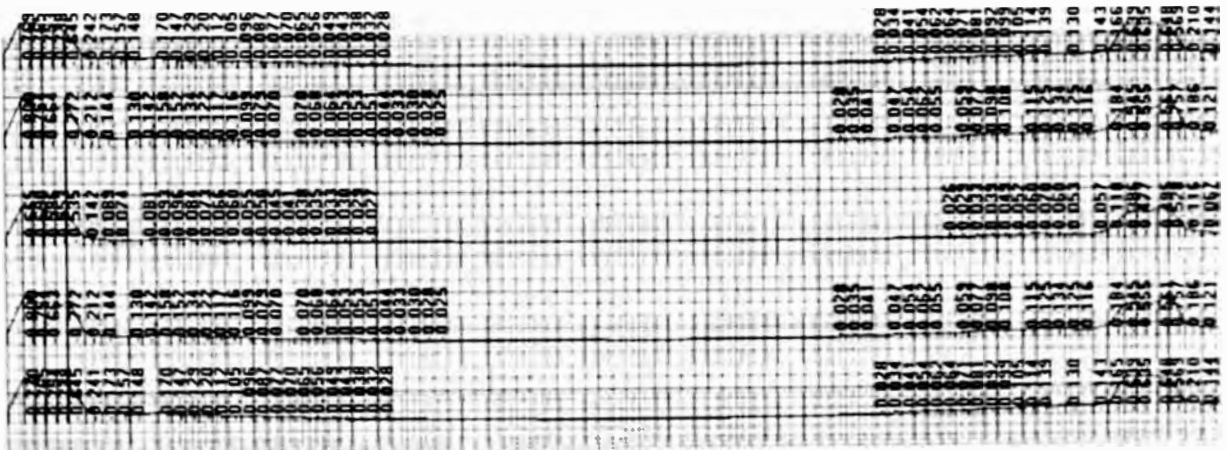
vano 2 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



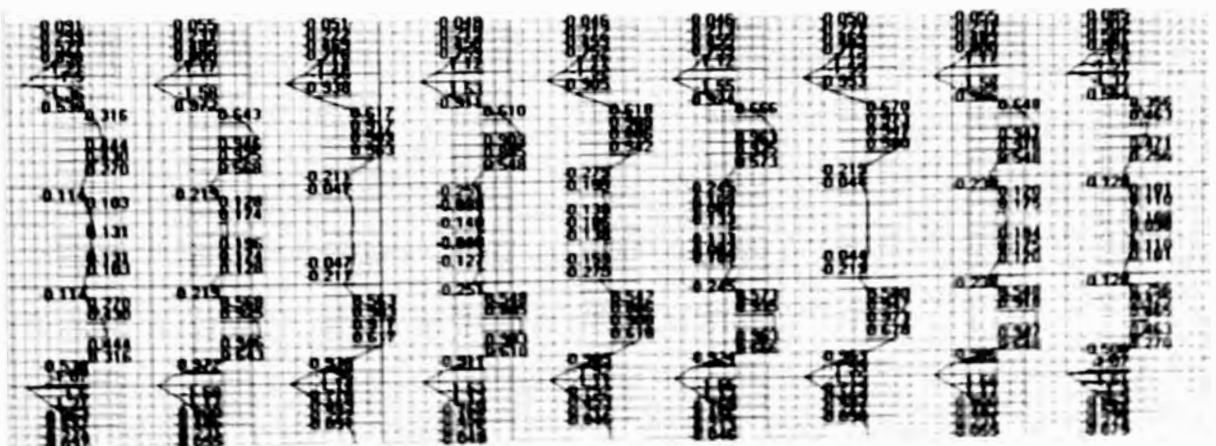
vano 2 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



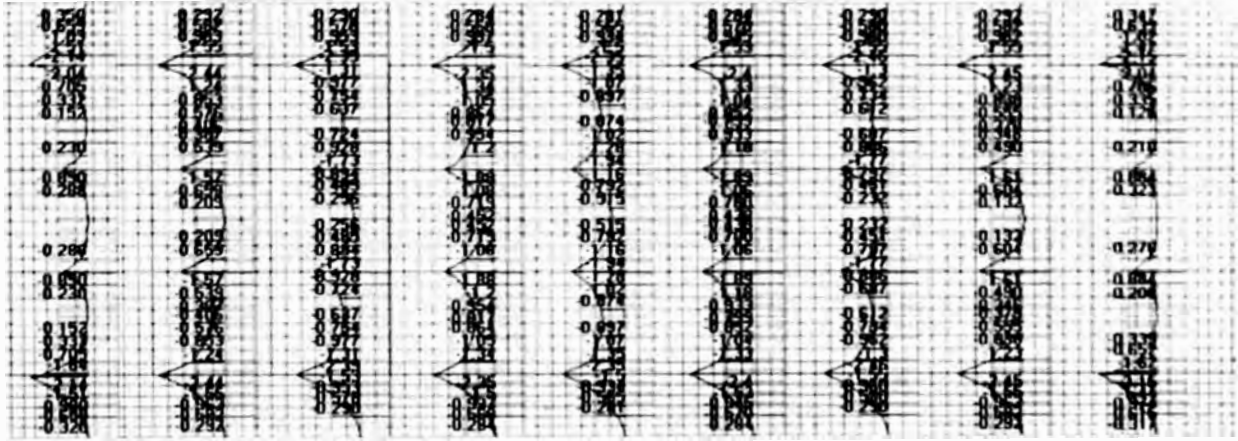
vano 2 - Mu - resultados máximos - tf.m/m



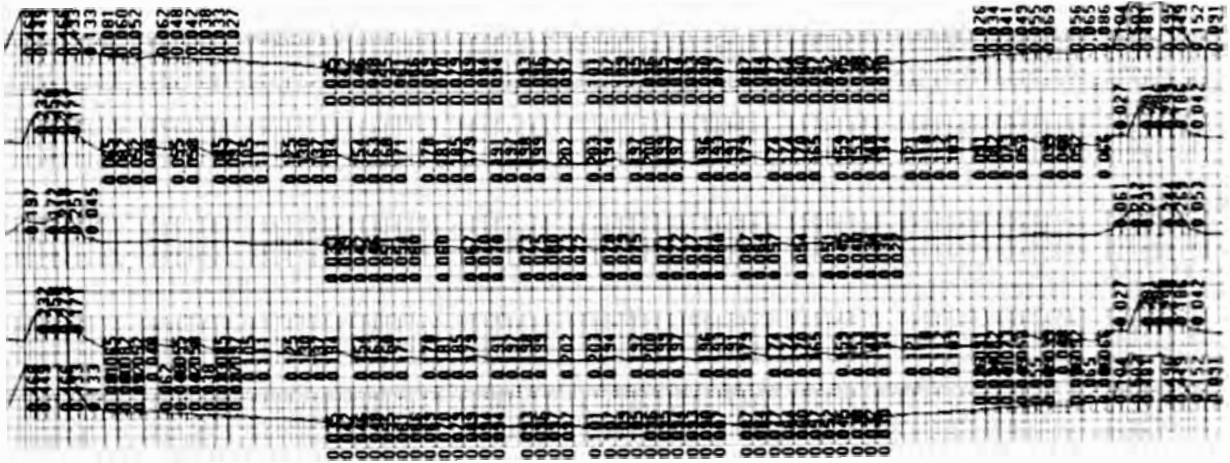
vano 2 - Mu - resultados mínimos - tf.m/m



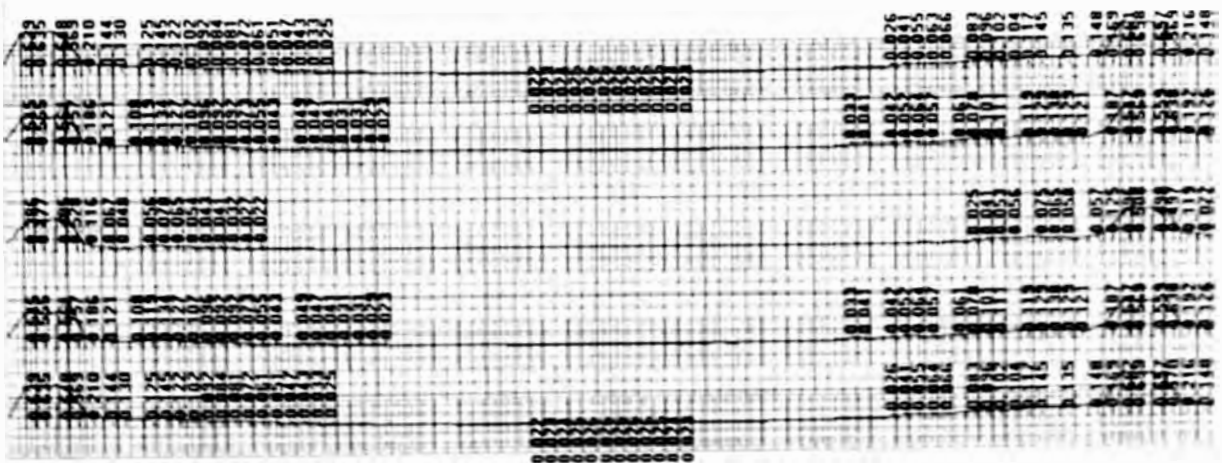
vano 3- Mu - resultados máximos - tf.m/m



vano 3- Mu - resultados mínimos - tf.m/m

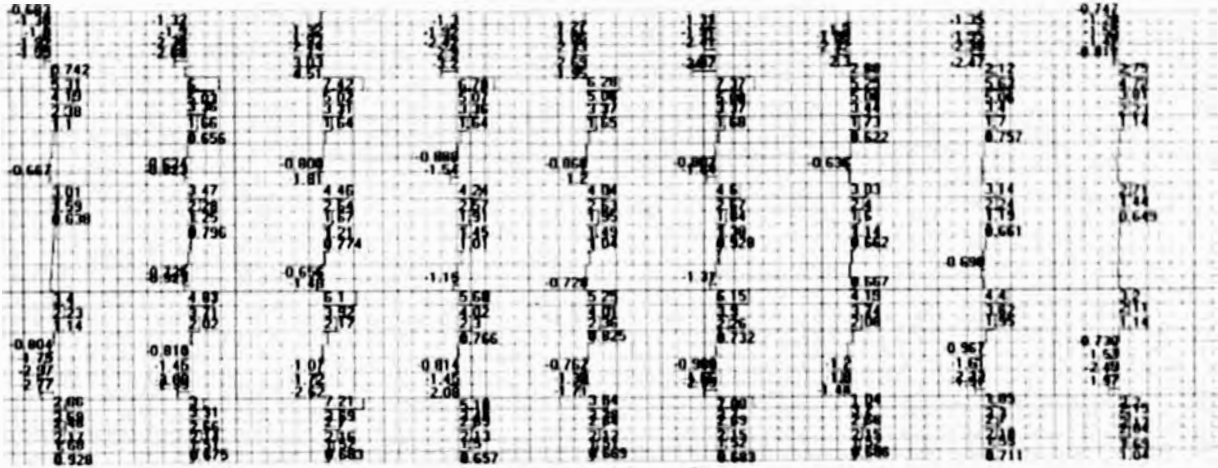


vano 3- Mu - resultados máximos - tf.m/m

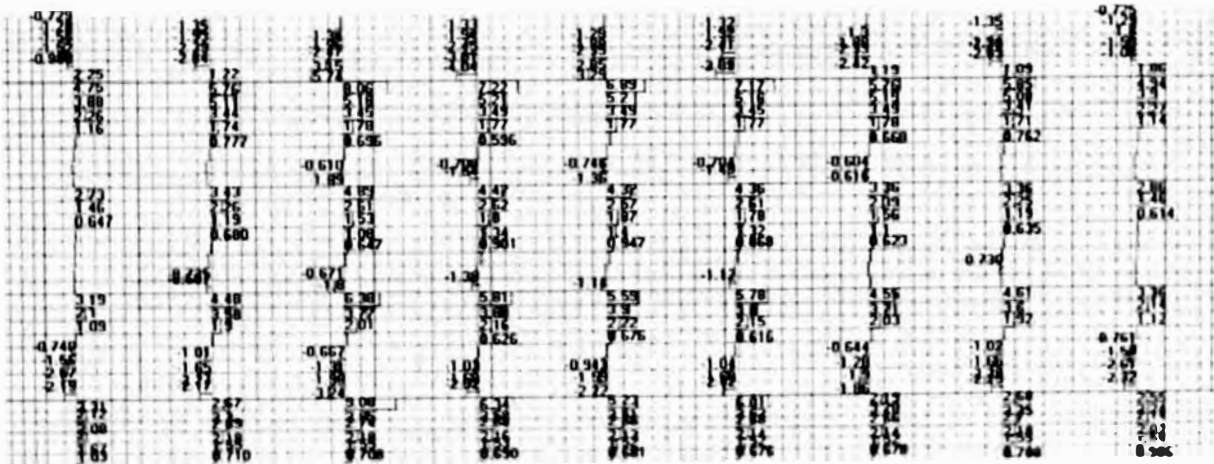


vano 3- Mu - resultados mínimos - tf.m/m

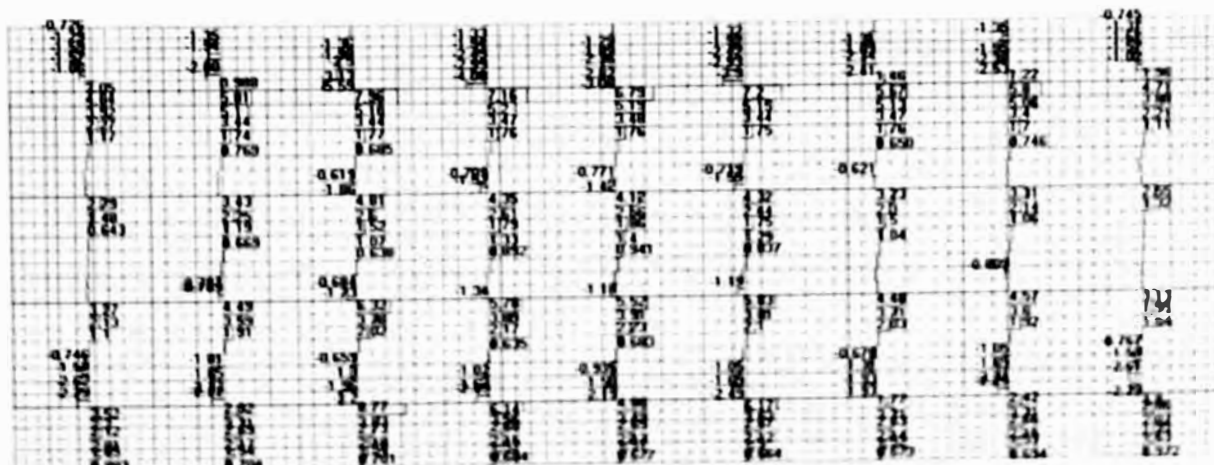
• **CORTE-STRENGTH**



vano 1- Vu - tf/m



vano 2- Vu - tf/m



vano 3- Vu - tf/m

• **Tabla de Resumen de Esfuerzos**

Esfuerzos en las losas

Dirección transversal

	MOMENTO - STRENGTH (tfm/m)			
	sobre V1	entre V1-V2	sobre V2	entre V2-V3
TRAMO 1	-3,78	1,79 -1,53	-3,37	0,23 -1,08
TRAMO 2	-3,77	1,84 -1,39	-3,11	0,30 -0,79
TRAMO 3	-3,77	1,82 -1,34	-3,07	0,29 -0,81

Dirección transversal

	MOMENTO - FATIGUE (tfm/m)			
	sobre V1	entre V1-V2	sobre V2	entre V2-V3
TRAMO 1	-2,28 -1,61	0,64 -0,92	-1,92 -0,62	0,14 -0,68
TRAMO 2	-2,28 -1,61	0,66 -0,80	-1,73 -0,45	0,19 -0,48
TRAMO 3	-2,27 -1,62	0,63 -0,80	-1,72 -0,47	0,18 -0,49

Dirección transversal

	MOMENTO - FISURACIÓN (tfm/m)			
	sobre V1	entre V1-V2	sobre V2	entre V2-V3
TRAMO 1	-2,46	0,96 -0,97	-2,14	0,16 -0,71
TRAMO 2	-2,45	0,99 -0,86	-1,96	0,21 -0,50
TRAMO 3	-2,46	0,97 -0,87	-1,94	0,20 -0,52

Dirección longitudinal

	M STRENGTH (tfm/m)		M FATIGUE (tfm/m)		M FISURACIÓN (tfm/m)	
	vano	apoyo	vano	apoyo	vano	apoyo
TRAMO 1	0,42	-1,30	0,20 0,00	-0,73 -0,57	0,25	-0,80
TRAMO 2	0,33	-0,96	0,15 0,00	-0,61 -0,46	0,19	-0,64
TRAMO 3	0,35	-1,00	0,16 0,00	-0,63 -0,51	0,20	-0,66

* Los valores de los momentos para las combinaciones "strength" se presentan sin el factor "γ_f". El momento "strength" fue multiplicado por este factor en la tabla de dimensionamiento del ítem 6

6. DIMENSIONAMIENTO DE LAS LOSAS

DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN COMPUESTA

DESCRIPCIÓN	Mu (tf.m)	Nu (tf)	b (m)	h (m)	d (m)	Φ	beta1	Fc (tf/m²)	Fy (tf/m²)	ka=a/d	Asnec (cm²)	Ø	mm	n° barras	cm²	As adot cm²
transv V1 M-	4.16	0.00	1.00	0.200	0.160	0.90	0.800	3500	42000	0.059	7.10	12.5	6.67	1.27	8.47	
transv V1aV2 M+	2.02	0.00	1.00	0.200	0.160	0.90	0.800	3500	42000	0.028	3.39	10	6.67	0.71	4.73	
transv V1aV2 M-	1.68	0.00	1.00	0.200	0.160	0.90	0.800	3500	42000	0.023	2.81	12.5	6.67	1.27	8.47	
transv V2 M-	3.71	0.00	1.00	0.200	0.160	0.90	0.800	3500	42000	0.053	6.31	12.5	6.67	1.27	8.47	
transv V2aV3 M+	0.33	0.00	1.00	0.200	0.160	0.90	0.800	3500	42000	0.005	0.55	10	6.67	0.71	4.73	
transv V2aV3 M-	1.19	0.00	1.00	0.200	0.160	0.90	0.800	3500	42000	0.017	1.99	12.5	6.67	1.27	8.47	
long. M+	0.46	0.00	1.00	0.120	0.080	0.90	0.800	3500	42000	0.026	1.54	10	6.67	0.71	4.73	
long. M-	1.43	0.00	1.00	0.120	0.080	0.90	0.800	3500	42000	0.082	4.95	12.5	6.67	1.27	8.47	

Z = Mu/e * I c * b * d'

As = Mu/e * fy * Ju * d

Kc = c/d

Ka = a/d

VERIFICACIÓN DE LA FATIGA - AASHTO

DESCRIPCIÓN	Mu (tf.m)	Mmáx (tf.m)	Mmín (tf.m)	Asreq. (cm²)	Asprop. (cm²)	bw (m)	d (m)	X (m)	J (m³)	fc máx (tf/m²)	fs máx (tf/m²)	fs mín (tf/m²)	Δfs (tf/m²)	f lim (tf/m²)	Kfcd
transv V1 M-	4.16	2.26	1.61	7.10	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	612	16689	13338	5551	12198	1.00
transv V1aV2 M+	2.02	0.66	0.00	3.39	4.73	1.00	0.160	0.041	0.00012	220	9531	0	9531	16600	1.00
transv V1aV2 M-	1.68	0.92	0.00	2.81	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	247	7622	0	7622	16600	1.00
transv V2 M-	3.71	1.92	0.45	6.31	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	515	15907	3728	12178	15370	1.00
transv V2aV3 M+	0.33	0.18	0.00	0.55	4.73	1.00	0.160	0.041	0.00012	63	2744	0	2744	16600	1.00
transv V2aV3 M-	1.19	0.68	0.00	1.99	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	182	5634	0	5634	16600	1.00
long. M+	0.46	0.20	0.00	1.54	4.73	1.00	0.080	0.027	0.00003	206	5961	0	5961	16600	1.00
long. M-	1.43	0.73	0.46	4.95	8.47	1.00	0.080	0.034	0.00004	623	12565	7917	4647	13987	1.00

M_{max} = 1.0 * Cargas Muertas + 0.75 * Cargas Vivas

f_r = 166 - 0.33f_{cu}

M_s = f_r * J_s - f_r * J_c

M_{min} = 1.0 * Cargas Muertas

Δf_s < f_r

VERIFICACIÓN DE LA FISURACIÓN (Control of Cracking) - AASHTO 2007 - Article 5.7.3.4

DESCRIPCIÓN	Mmáx (tf.m)	h (m)	d _c (m)	βs	Asprop. (cm²)	bw (m)	d (m)	X (m)	J (m³)	fc máx (tf/m²)	fs máx (tf/m²)	s (cm)
transv V1 M-	2.46	0.20	0.04	1.36	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	660	20380	25
transv V1aV2 M+	0.99	0.20	0.04	1.36	4.73	1.00	0.160	0.041	0.00012	329	14296	40
transv V1aV2 M-	0.97	0.20	0.04	1.36	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	260	8036	77
transv V2 M-	2.14	0.20	0.04	1.36	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	574	17729	30
transv V2aV3 M+	0.21	0.20	0.04	1.36	4.73	1.00	0.160	0.041	0.00012	70	3033	216
transv V2aV3 M-	0.71	0.20	0.04	1.36	8.47	1.00	0.160	0.052	0.00019	190	5882	108
long. M+	0.25	0.12	0.04	1.71	4.73	1.00	0.080	0.027	0.00003	258	7451	64
long. M-	0.80	0.12	0.04	1.71	8.47	1.00	0.080	0.034	0.00004	683	13789	31

M_{max} = 1.0 * Cargas Muertas + 1.0 * Cargas Vivas

s < ((123000 * fc) / (bs * fs)) - 2 * dc

βs = 1 + (dc / (10.7 * (h - dc)))

f_s = exposure condition (1.0 Class1 or 0.75 Class2)

0.75

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	$V_{D\infty}$	V_u (+ torsion)	$V_{u\lim}$
A	9,1	0,0	0,0	3,3	0,0	9,1	121,3

SECCION	θ (deg)	β	ϕ	A_{cr} (cm ²)	P_h (cm)	b_v (cm)	A_{ct} (cm ²)
A	35,9	2,170	0,90	1104	208,0	100,0	1000

SECCION	v	v / f'_c	ϵ_s (‰)	s_v (cm)	s_{se} (mm)	V_c	V_n
A	0,007	0,019	1,568	16,00	131,5	16,4	16,4

Isn't necessary shear reinforcement

Como $V_u < V_n$, no es necesario refuerzo para corte.

VERIFICACION DEL REFUERZO DE LA LOSA EN UBICACIÓN DE POSTE DE CATENARIA

Se considera una franja de diseño en zona de poste de catenaria de 1.28m

Cargas actuantes

Las cargas consideradas son:

DC: Peso Propio

Peso propio de la losa = $2.5 \times 0.2 \times 1.28 = 0.64 \text{ ton/m}$ (longitud de volado = 0.68m)

DW: Cargas Muertas No Estructurales

Parapeto de concreto = $2.08 \times 0.12 \times 1.28 \times 2.5 = 0.799 \text{ ton} +$

$= 0.07 \times 0.07 \times 1.28 \times 2.5 = 0.016 \text{ ton}$

0.815ton (ubicado a 0.74m de la sección)

Concreto de anclaje = $0.128 \times 1.28 \times 2.4 = 0.394 \text{ ton}$ (ubicado a 0.53m de la sección)

Canaleta lateral = $0.0792 \times 1.28 \times 2.4 = 0.2433 \text{ ton}$ (ubicado a 0.53m de la sección)

Tapa de canaleta = $0.0238 \times 1.28 \times 2.4 = 0.073 \text{ ton}$ (ubicado a 0.25m de la sección)

DW2: Cargas de Poste de Catenaria

$P = 7.8 \text{ ton}$ (ubicada a 0.54m de la sección)

$M = 4 \text{ tonxm}$ (ubicada a 0.54m de la sección)

Momentos Flectores

$MDC1=0.64 \times 0.68^2 / 2 = 0.148 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m}$

$MDW1=0.815 \times 0.74 + 0.394 \times 0.53 + 0.073 + 0.0731 \times 0.25 + 0.2433 \times 0.11 = 0.857 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m}$

$MDW2=7.8 \times 0.54 = 4.212 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m}$

$MDW3=4 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m}$

$MDLL=0.256 \times 0.45^2 / 2 = 0.02592 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m}$

Fuerzas Cortantes

$VDC1=0.64 \times 0.68 = 0.4352 \text{ ton} / 1.28 \text{ m}$

$VDW1=0.815 + 0.394 + 0.0731 + 0.2433 = 1.554 \text{ ton} / 1.28 \text{ m}$

$VDW2=7.8 \text{ ton} / 1.28 \text{ m}$

$VLL=0.256 \times 0.45 = 0.1152 \text{ ton} / 1.28 \text{ m}$

STRENGHT

$M_u = 1.10(-1.25 \times 0.148 - 1.5 \times 0.857 + 0.65 \times 4 - 1.75 \times 0.02592) = -1.19 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m}$ equivale a $-0.93 \text{ tonxm} / \text{m}$

$M_u = 1.10(-0.9 \times 0.148 - 0.65 \times 0.857 + 1.5 \times 4) = -5.84 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m}$ equivale a $4.56 \text{ tonxm} / \text{m}$

$V_u = 1.10(1.25 \times 0.4352 + 1.5(1.525 + 7.8) + 1.75 \times 0.1152) = 16.203 \text{ ton} / 1.28 \text{ m}$ equivale a $12.66 \text{ ton} / \text{m}$

SERVICIO FISURACION

$M_s = 0.148 + 0.857 + 4.212 - 4 + 0.02592 = 1.115 \text{ tonxm} / 1.28 \text{ m} = 0.87 \text{ tonxm} / \text{m}$

DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN COMPUESTA

DESCRIPCIÓN	Mu (t.m)	Nu (t)	b (m)	h (m)	d (m)	β	bata	fc (t/m²)	fy (t/m²)	ka-e/d	Asreq (cm²)	Ø	mm	n° barras	cm²	As estot (cm²)
transv.V1 M	0.87	0.00	1.00	0.300	0.160	0.40	0.800	3000	<3000	0.013	1.96	12.5	8.57	1.27	8.47	
transv.V1 M+	4.56	0.00	1.00	0.300	0.160	0.40	0.800	3000	<3000	0.006	7.81	12.5	9.35	1.27	11.97	

VERIFICACIÓN DE LA FISURACIÓN (Control of Cracking) - AASHTO 2007 - Article 5.7.3.4

DESCRIPCIÓN	M máx (t.m)	h (m)	d _c (m)	β _s	As prop. (cm²)	bw (m)	d (m)	X (m)	J (m³)	fc máx (t/m²)	fs máx (t/m²)	s (cm)
transv.V1 M+	0.87	0.20	0.04	1.36	11.97	1.00	0.160	0.060	0.00024	208	5230	122

Se refiere que el refuerzo proporcionado en las losas cumple con las especificaciones en la ubicación de los puntos de catenaria.

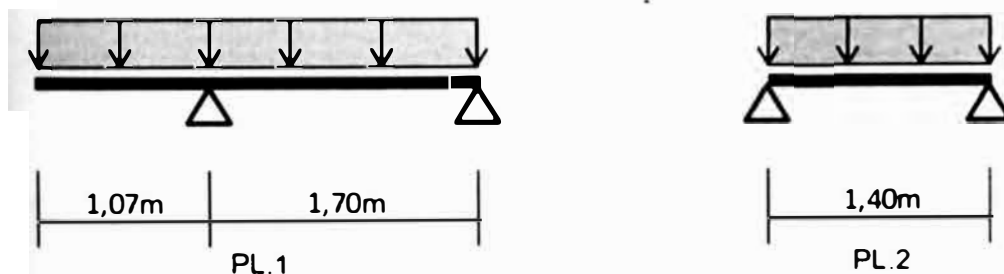
7. DIMENSIONAMIENTO DE LAS PRE-LOSAS

Fueron consideradas las siguientes cargas para el dimensionamiento de las pre-losas:

- peso propio de las pre-losas: $0,08 \text{ m} \times 2,5 \text{ tf/m}^3 = 0,2 \text{ tf/m}^2$
- peso del 2° vaceado: $0,12\text{m} \times 2,5 \text{ tf/m}^3 = 0,3 \text{ tf/m}^2$
- sobrecarga de construcción: $0,1 \text{ tf/m}^2$

Las pre-losas son dimensionadas isostáticas, es decir, el concreto de segundo vaceado aún no se ha endurecido.

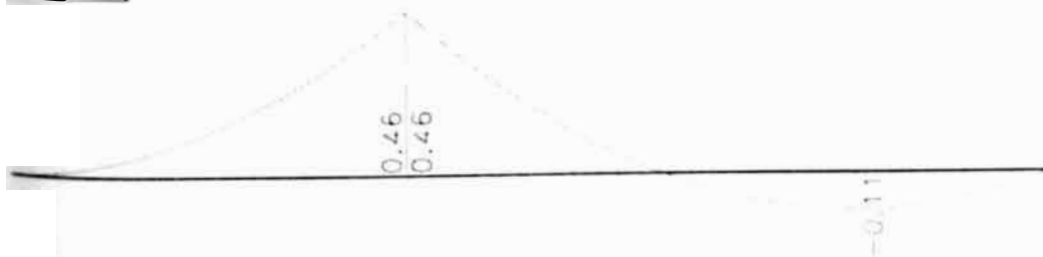
Esquemas estáticos de las placas



La combinación considerada es la siguiente:

$$M_u = 1,25 \times M_{DC} + 1,75 \times M_{SC}$$

Placa PL.1



Placa PL.2



DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN COMPUESTA - ACI

DESCRIPCIÓN	Mu (tf.m)	Nu (tf)	b (m)	h (m)	d (m)	Φ	beta1	Fc (tf/m²)	Fy (tf/m²)	ka=a/d	Asnec (cm²)
montaje M+	0.20	0.00	1.00	0.080	0.040	0.90	0.800	3500	42000	0.045	1.36

Para momento en el vano, tenemos $A_{s,nec} = 1,36 \text{ cm}^2/\text{m}$

En una placa tenemos: $1,36 \text{ cm}^2/\text{m} \times 1,24 \text{ m} = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m}$

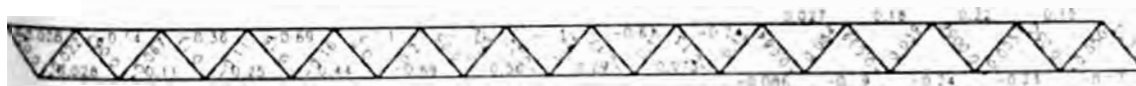
Los esfuerzos debidos al voladizo de la pre-losa PL.1 son resistidos pela celosia. Fue construido un modelo de celosia en el programa STRAP. La varilla longitudinal tiene diámetro de 1/2" e las demás varillas tienen diámetro de 3/8".



En las placas PL.1 tenemos 3 celosias (cerchas). Entonces, para cada celosia tenemos:

$$\text{Carga DC: } \frac{1,24\text{m} \times 0,5\text{tf} / \text{m}^2}{3} = 0,21\text{tf} / \text{m}$$

$$\text{Sobrecarga: } \frac{1,24\text{m} \times 0,1\text{tf} / \text{m}^2}{3} = 0,04\text{tf} / \text{m}$$



Máxima tracción en $\phi 1/2'' = 1,7 \text{ tf}$

Máxima compresión en $\phi 3/8'' = 0,69 \text{ tf}$

Para $\phi 1/2'' \rightarrow N_u = 0,9 \times 4,2 \text{ tf}/\text{cm}^2 \times 1,27 \text{ cm}^2 = 4,8 \text{ tf} > 1,7 \text{ tf} \rightarrow \text{ok}$

Para $\phi 3/8'' \rightarrow N_u = 0,9 \times 4,2 \text{ tf}/\text{cm}^2 \times 0,71 \text{ cm}^2 = 2,7 \text{ tf} > 0,69 \text{ tf} \rightarrow \text{ok}$

Memorial de Cálculo – Vigas

Cabecal parte 1 – Tramo L

Módulos 10, 11, 13, 14, 15, 16 y

ÍNDICE

HOJA DE REVISIÓN.....	2
ÍNDICE.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	4
1.2 MATERIALES EMPLEADOS.....	4
2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	4
3. CARGAS EN LOS TABLEROS.....	7
3.1 CARGAS MUERTAS.....	7
3.1.1 Cargas Muertas Estructurales (DC).....	7
3.1.2 Cargas Muertas No Estructurales (DW).....	7
3.2 CARGA VIVA DEL TREN ELECTRICO (LL).....	8
4. COMBINACIONES.....	11
5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS CABEZAL.....	12
5.1 REACIONES DE LOS TABLEROS Y ESFUERZOS SOLICITANTES.....	12
5.1.1 Dirección vertical.....	12
5.1.2 Dirección Horizontal.....	19
5.2 VERIFICACIÓN DEL ESTADO LIMITE ÚLTIMO (FLEXION, CORTE Y TORSION).....	20
5.2.1 Dirección vertical.....	20
5.2.2 Dirección horizontal.....	27
5.2.3 Armaduras utilizadas.....	28
5.3 ARMADURAS MINIMAS.....	28
5.4 LIMITACIÓN DE LA FISURACIÓN (ÍTEM 5.7.3.4 DE LA AASHTO).....	28
5.5 VERIFICACIÓN DE LA FATIGA (ÍTEM 5.5.3 DE LA AASHTO).....	28
6. LLAVE DE CORTE.....	29
6.1 VERIFICACIÓN "SHEAR FRICTION" (AASHTO 5.8.4).....	29
7. VERIFICACIÓN DE LA REGIÓN DE LA RESTRICCIÓN LONGITUDINAL.....	30
8. ARMADURA DE ZUNCHADO.....	30

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Este memorial de cálculo tiene por finalidad presentar el diseño de las vigas cabezal de los tableros de 20m del tramo L, en los módulos 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17 y 18.

Los tableros tienen 20m de longitud y 8,40m de ancho y son compuestos por 4 vigas longitudinales prefabricadas de concreto (en forma de I) y 2 vigas transversales en los apoyos. Las reacciones de los tableros en las vigas cabezal serán obtenidas a partir de modelos estructurales que representan los tableros, por medio de mallas de elementos planos (losas) y barras que representan las vigas longitudinales, con distancias entre ejes iguales a 2,00m. Los modelos son elaborados en el programa STRAP 12.5.

Las vigas están soportadas en vigas cabezal que tienen sección variable, de 1,70m x 1,70m sobre la columna hasta 1,70m x 1,00m en el extremo.

1.2 MATERIALES EMPLEADOS

Concreto para losas: $f_c \geq 350 \text{ kgf/cm}^2$

Concreto para vigas prefabricadas: $f_c \geq 350 \text{ kgf/cm}^2$

Concreto para vigas cabezal $f_c \geq 280 \text{ kgf/cm}^2$

Acero para armadura pasiva: $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

Módulo de elasticidad del concreto $f_c = 350 \text{ kgf/cm}^2$
 $E_{cs} = 4800 \cdot (35)^{1/2} = 28397,20 \text{ MPa} = 283972 \text{ kgf/cm}^2$

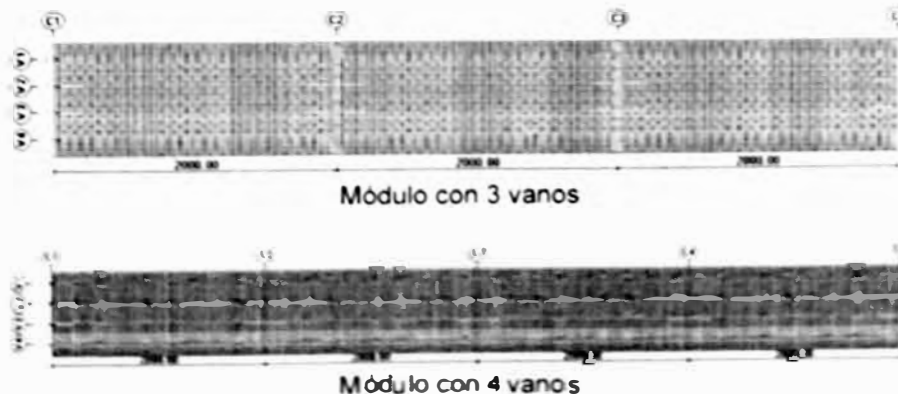
Módulo de elasticidad del concreto $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
 $E_{cs} = 4800 \cdot (28)^{1/2} = 25399,20 \text{ MPa} = 253992 \text{ kgf/cm}^2$

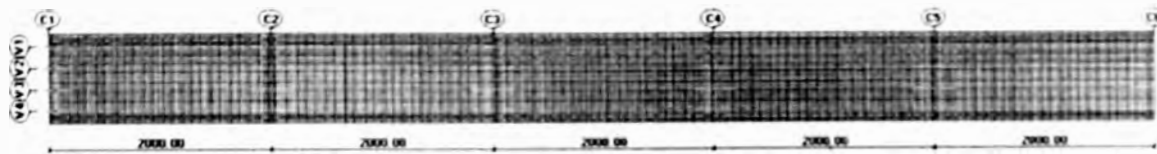
Módulo de elasticidad del acero $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$
 $E_s = 210 \text{ GPa} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

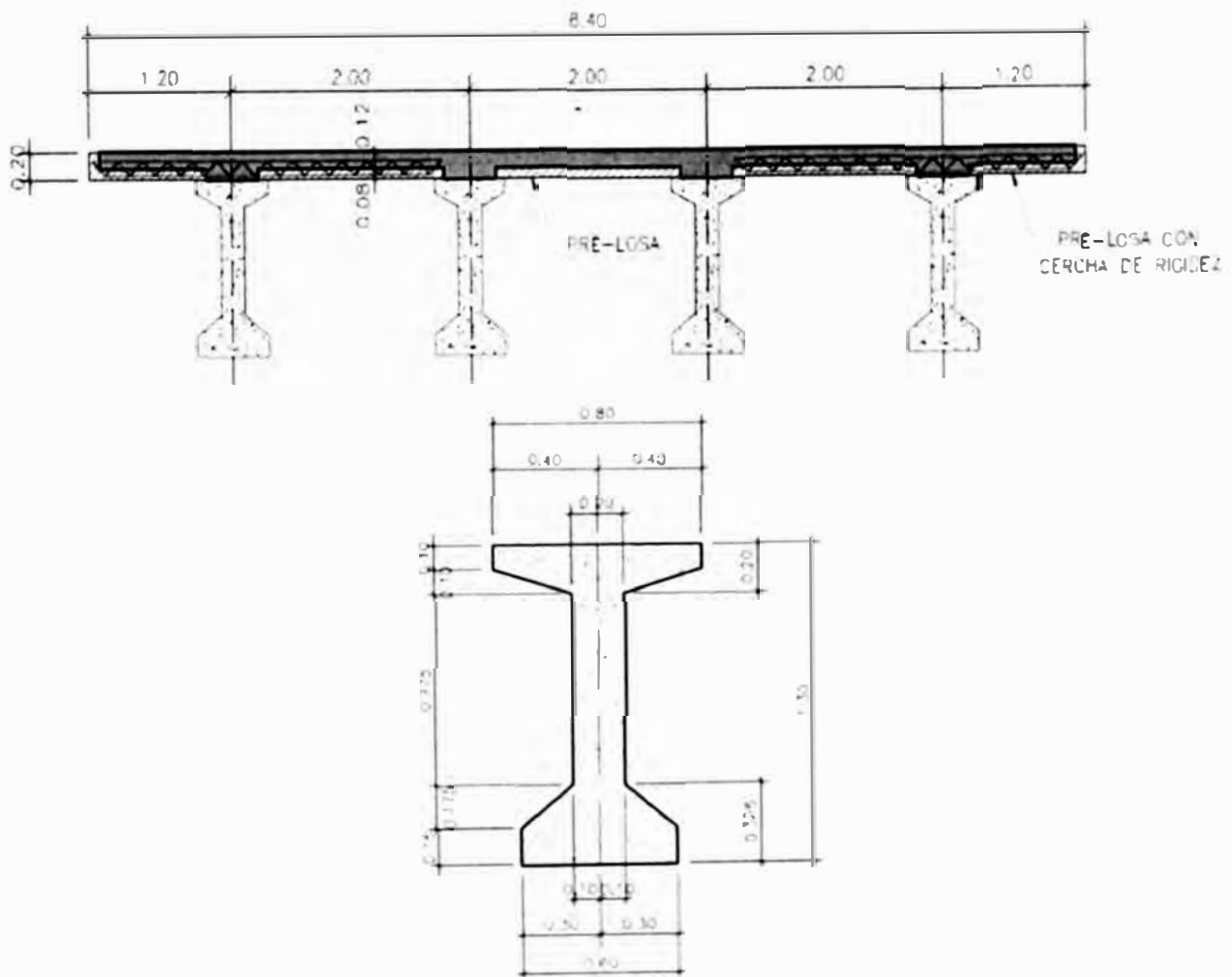
Fueron elaborados modelos que representan los módulos con 3, 4 y 5 vanos de 20 m para obtener las reacciones en las vigas cabezal.

A seguir son presentados los modelos elaborados, con las nomenclaturas utilizada en este documento.





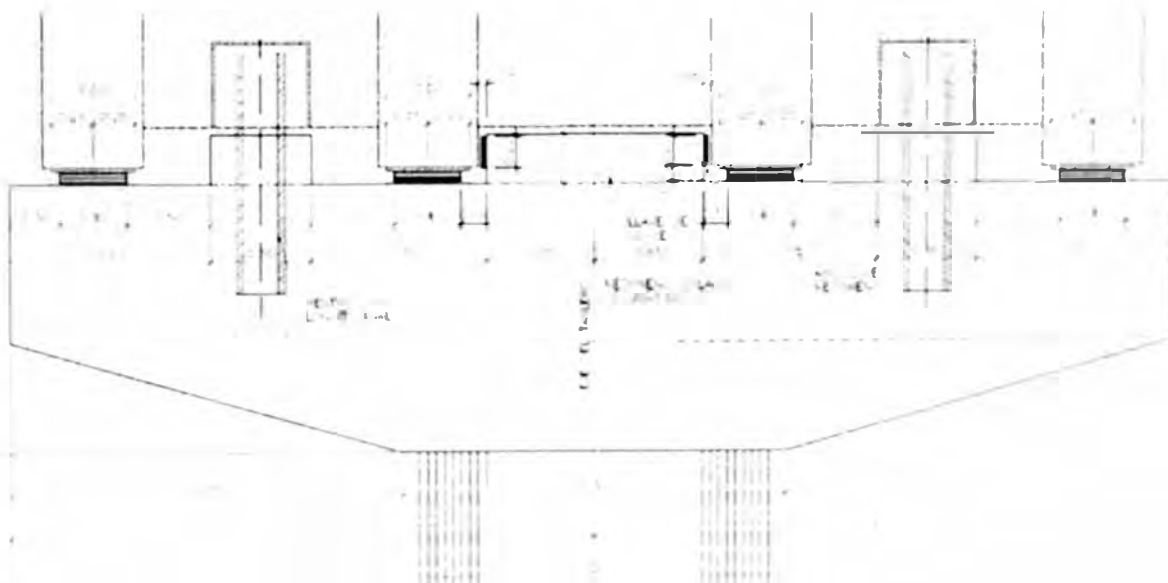
Módulo con 5 vanos



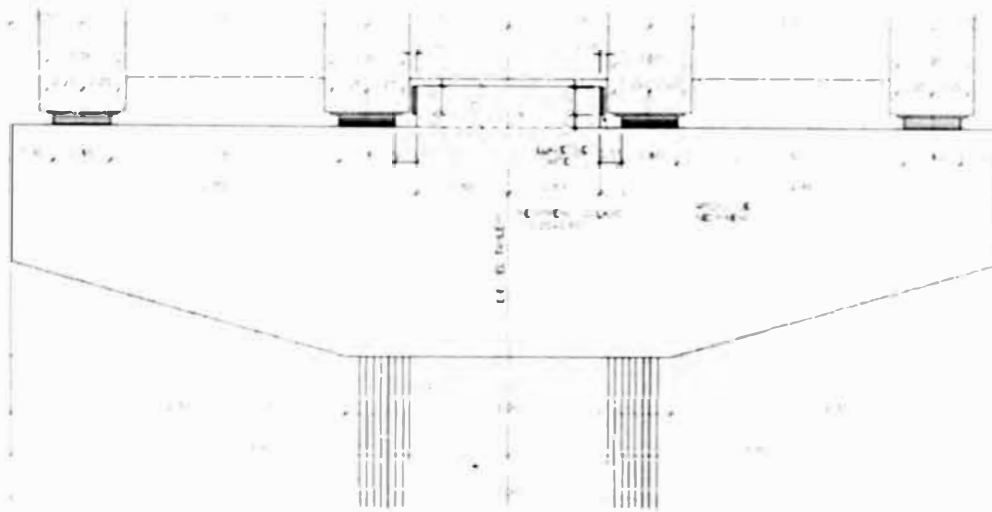
Tren Eléctrico Lima - Características Viga de Borde - TIPO 1

Características Geométricas - Vão				
1. etapa	altura total	1,30		
	n elementos	5		
2. etapa	b=	1.550	h= 0.20	
SEÇÃO 1. etapa				
Elemento	B inf.	B sup.	h	Area
1	0.600	0.600	0.150	0.090
2	0.600	0.200	0.175	0.070
3	0.200	0.200	0.775	0.155
4	0.200	0.800	0.100	0.050
5	0.800	0.800	0.100	0.080
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
altura total		1.300	0.445	
Características	inicial	final	unid.	
Área	0.445	0.755	m ²	
Y inf.	0.653	0.960	m	
Y sup.	0.647	0.540	m	
Inércia	0.093	0.196	m ⁴	
W inf.	0.143	0.204	m ³	
W sup1.	0.144	0.576	m ³	
W sup2.	0.000	0.363	m ³	

Características Geométricas - Apoyo				
1. etapa	altura total	1,30		
	n elementos	3		
2. etapa	b=	1.550	h= 0.20	
SEÇÃO 1. etapa				
Elemento	B inf.	B sup.	h	Area
1	0.600	0.600	1.167	0.700
2	0.600	0.800	0.033	0.023
3	0.800	0.800	0.100	0.080
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
altura total		1.300	0.803	
Características	inicial	final	unid.	
Área	0.803	1.113	m ²	
Y inf.	0.667	0.871	m	
Y sup.	0.633	0.629	m	
Inércia	0.118	0.239	m ⁴	
W inf.	0.177	0.274	m ³	
W sup1.	0.186	0.557	m ³	
W sup2.	0.000	0.380	m ³	



Viga cabezal - interna



Viga cabezal – junta

3. CARGAS EN LOS TABLEROS

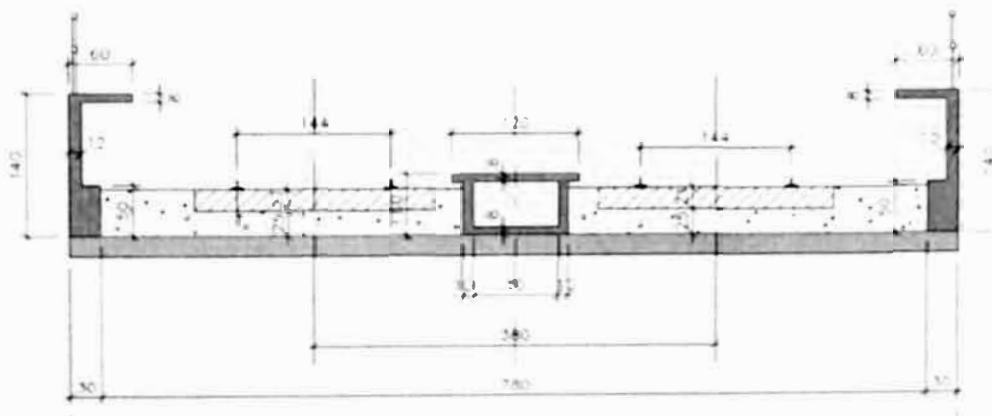
3.1 CARGAS MUERTAS

3.1.1 Cargas Muertas Estructurales (DC)

DC1 – peso de las vigas prefabricadas = $2,5 \cdot 0,445 = 1,113 \text{ tf/m}$ (sección del vano)
= $2,5 \cdot 0,803 = 2,008 \text{ tf/m}$ (sección del apoyo)

DC2 – peso de las losas = $2,5 \cdot 0,2 = 0,5 \text{ tf/m}^2$

3.1.2 Cargas Muertas No Estructurales (DW)



Caja Central	$1,20 \times 0,08 \times 2,50 = 0,24$	tf/m
	$0,52 \times 0,20 \times 2,50 = 0,26$	tf/m
	$0,08 \times 0,80 \times 2,50 = 0,16$	tf/m
Pasarela	$0,48 \times 0,16 \times 2,50 = 0,19$	tf/m
	$0,90 \times 0,24 \times 2,50 = 0,54$	tf/m
	$0,60 \times 0,50 \times 2,50 = 0,75$	tf/m
Baranda	$0,10 \times 2,00 = 0,20$	tf/m
Balasto en Recta (1)	$6,80 \times 0,46 \times 2,25 = 7,04$	tf/m
o Balasto Curva (2)	$7,85 \times 0,46 \times 2,25 = 8,12$	tf/m
Rieles	$0,30 \times 2,00 = 0,60$	tf/m
Sellado	$0,01 \times 8,80 \times 2,20 = 0,19$	tf/m
Utilidad	$0,05 \times 8,40 = 0,42$	tf/m
Total en Recta	10,59tf/m	
Total Curva	11,68tf/m	

3.2 CARGA VIVA DEL TREN ELECTRICO (LL)

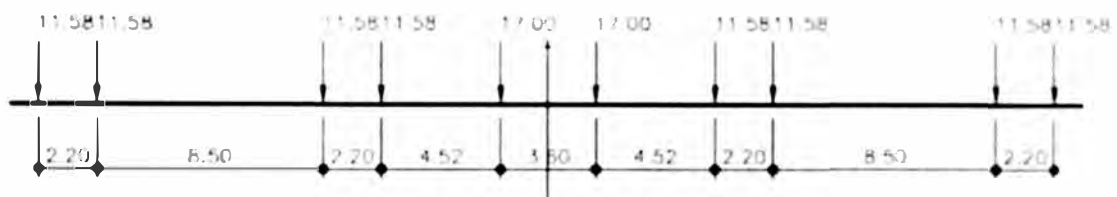
Las cargas vivas no deben ser menores a las constituidas por un tren de dos coches cargados (fig. 1) y por un tren de dos coches cargados más la locomotora de maniobra (fig. 2). Cada carga será puesta sobre la estructura en diversas posiciones en forma tal como para determinar los máximos y mínimos momentos flectores y otras sollicitaciones.

- Carga máxima por eje de un coche cargado = 115,8 kN (11,58 tf)
- Carga máxima por eje de la locomotora de maniobra = 170,0 kN (17,00 tf)

Fig. 1



Fig. 2



Se aplica a la carga viva un coeficiente de incremento por efectos dinámicos IM, determinado según AREMA – Manual for Railway Engineering – Part 1 – ítem 1.3.5

- $IM = RE + 40 - 3L^2 / 1600$. (para luces $L < 80' = 24,38m$).
- $IM = RE + 16 + 600 / (L - 30)$. (para luces $L > 80' = 24,38m$).

Observaciones:

- RE = 10% - considerándose la carga total por eje.
- Para vías con balasto, el valor final del coeficiente IM puede ser considerado 90% del valor de las fórmulas presentadas.

La tabla a seguir indica valores de IM para algunas luces del proyecto:

Luz (m)	IM (%)
15,0	40,9
20,0	37,7
25,0	33,8
30,0	31,3
35,0	29,8

Obs . El valor mínimo de IM sera de acuerdo con AASHTO 200⁺ - IM_{min}= 33 %



Figura: Peso de las vigas prefabricadas DC1.



Figura: Peso losa vaciada in situ DC2.

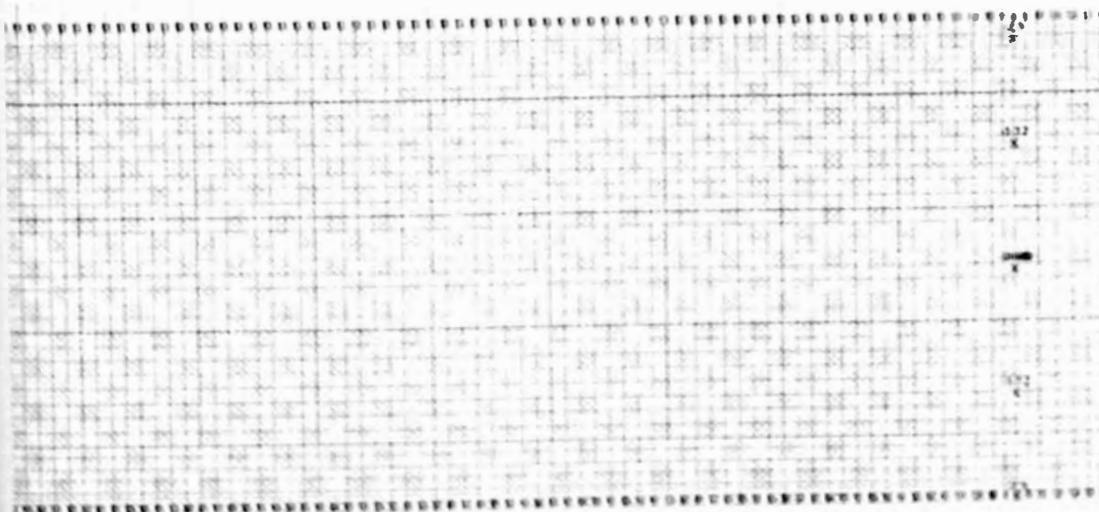


Figura: Cargas muertas no estructurales



Ejemplo de carga del tren para Via1.

Figura

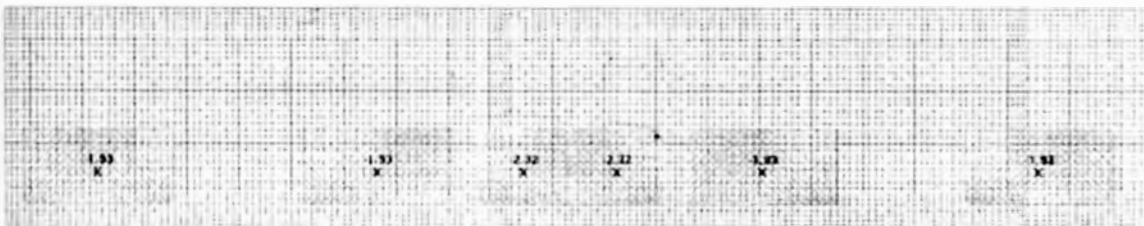


Figura: Ejemplo de carga del tren para Via2

4. COMBINACIONES

SERVICE	$1,0 \cdot DC1 + 1,0 \cdot DC2 + 1,0 \cdot DW + 1,0 \cdot LL$
STRENGTH	$\eta_i \cdot (1,25 \cdot DC1 + 1,25 \cdot DC2 + 1,50 \cdot DW + 1,75 \cdot LL)$
FATIGUE	$1,0 \cdot DC1 + 1,0 \cdot DC2 + 1,0 \cdot DW + 0,75 \cdot LL$
EXTREME EVENT	$1,0 \cdot DC1 + 1,0 \cdot DC2 + 1,0 \cdot DW + 0,5 \cdot LL + 1,0 \cdot EQ$

Factor para la modificación de carga compuesto de tres factores: $\eta_i = \eta_D \cdot \eta_R \cdot \eta_I$

η_D = Factor de Ductilidad = 1,00

η_R = Factor de Redundancia = 1,05

η_I = Factor de Importancia = 1,05

$\eta_i = 1,10$

5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS CABEZAL

5.1 REACIONES DE LOS TABLEROS Y ESFUERZOS SOLICITANTES

Entre los casos estudiados para el diseño de las vigas cabezal, para estructuras de 6 a 4 tramos de 20m cada, los mayores esfuerzos son presentados en las hojas abajo para cada sección de estudio. El diseño fue dividido en las direcciones vertical y horizontal.

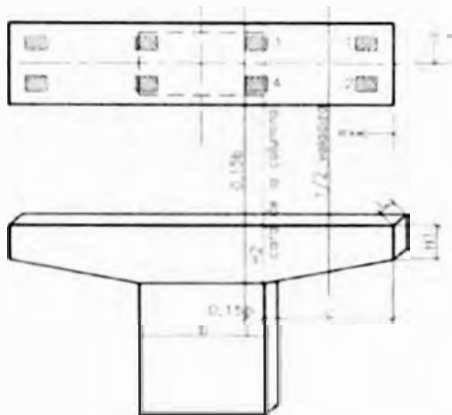
5.1.1 Dirección vertical

TREN ELECTRICO DE LIMA Esfuerzos en la Viga Cabezal

Eje: C1

Caso: Torsión

Fecha: 25/02/2010



Dimensiones Columna / Cabezal

H1 =	1,000 m
H2 =	1,700 m
b =	1,870 m
c =	2,565 m
L =	1,700 m

Ubicación de los apoyos

apoyo	ex (T) (m)	ay (L) (m)
1	0.500	0.550
2	0.500	-0.500
3	2.500	0.550
4	2.500	-0.500

REACCIONES EN LOS APOYOS

Cargas	apoyo					
	1	2	3	4		
DC1	12.9	12.9	12.9	12.9		
DC2	11.6	11.6	12.0	12.0		
DW	25.0	25.0	17.2	17.2		
LL	25.0	0.0	16.6	0.0		
R DC	24.5	24.5	24.9	24.9	0.0	0.0
R service	74.5	49.5	58.7	42.1	0.0	0.0
R strength	111.9	68.1	86.0	56.9	0.0	0.0

Esfuerzos

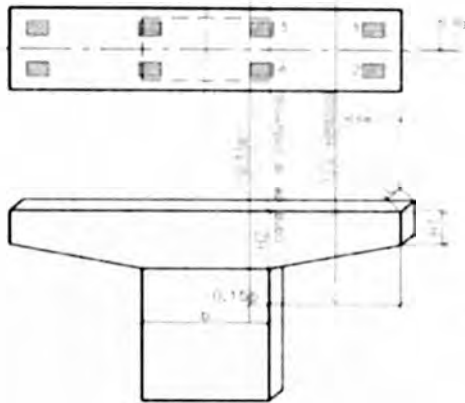
Sección	Md (tf.m)	Mfls (tf.m)	Mfad-max (tf.m)	Mfad-min (tf.m)	Vd (tf)	Ted (tf.m)
0.15 b	548.1	347.0	330.9	282.7	375.4	50.9
cara columna	442.8	279.9	266.7	227.2	375.4	50.9
1/2 voladizo	160.3	100.9	96.0	81.4	203.4	30.2

TREN ELECTRICO DE LIMA
Esfuerzos en la Viga Cabezal

Eje: C2

Caso: Torsión

Fecha: 25/02/2010



Dimensiones Columna / Cabezal

H1 =	1,000 m
H2 =	1,700 m
b =	1,870 m
c =	2,565 m
L =	1,700 m

Ubicación de los apoyos

apoyo	ex (T) (m)	ey (L) (m)
1	0.500	0.500
2	0.500	-0.550
3	2.500	0.500
4	2.500	-0.550

REACCIONES EN LOS APOYOS

Cargas	apoyo					
	1	2	3	4		
DC1	12,9	12,9	12,9	12,9		
DC2	12,3	18,1	12,4	18,1		
DW	27,1	41,9	17,9	31,9		
LL	11,6	37,5	6,9	26,3		
R DC	25,2	31,0	25,3	31,0	0,0	0,0
R service	63,9	110,4	50,1	89,2	0,0	0,0
R strength	92,5	167,2	70,6	132,6	0,0	0,0

Esfuerzos

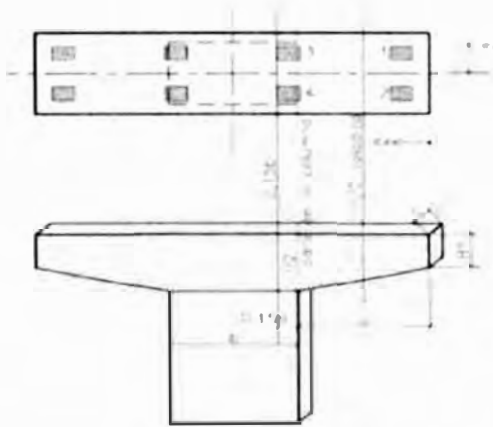
Sección	Md (tf.m)	Mfms (tf.m)	Mfad-max (tf.m)	Mfad-min (tf.m)	Vd (tf)	Tsd (tf.m)
0,15 b	776,6	478,3	446,7	351,7	529,4	-91,8
cara columna	626,1	386,2	360,3	282,7	529,4	-91,8
1/2 voladizo	228,9	140,3	130,7	101,9	291,0	-50,3

TREN ELECTRICO DE LIMA
Esfuerzos en la Viga Cabezal

Eje: C2

Caso: Momento

Fecha: 25/02/2010



Dimensiones Columna / Cabezal

H1 = 1.000 m
H2 = 1.700 m
b = 1.870 m
c = 2.565 m
L = 1.700 m

Ubicación de los apoyos

apoyo	ax (T) (m)	ay (L) (m)
1	0.500	0.500
2	0.500	-0.550
3	2.500	0.500
4	2.500	-0.550

REACCIONES EN LOS APOYOS

Cargas	apoyo					
	1	2	3	4		
DC1	12.9	12.9	12.9	12.9		
DC2	12.3	18.1	12.4	18.1		
DW	27.1	41.9	17.9	31.9		
LL	26.0	28.8	17.8	19.9		
R DC	25.2	31.0	25.3	31.0	0.0	0.0
R service	78.3	101.7	61.0	82.8	0.0	0.0
R strength	117.7	152.0	89.6	121.4	0.0	0.0

Esfuerzos

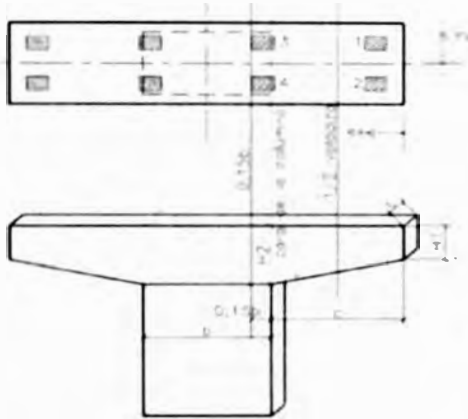
Sección	Md (tf.m)	Mfls (tf.m)	Mfad-max (tf.m)	Mfad-min (tf.m)	Vd (tf)	Tsd (tf.m)
0.15 b	805.3	493.2	457.9	351.7	549.0	-51.4
cara columna	651.3	398.3	369.4	282.7	549.0	-51.4
1/2 voladizo	237.5	144.8	134.0	101.9	302.0	-27.3

TREN ELECTRICO DE LIMA
Esfuerzos en la Viga Cabezal

Eje: C3

Caso: Torsión

Fecha: 25/02/2010



Dimensiones Columna / Cabezal

H1 =	1.000 m
H2 =	1.700 m
b =	1.870 m
c =	2.565 m
L =	1.700 m

Ubicación de los apoyos

apoyo	ex (T) (m)	ey (L) (m)
1	0.500	0.550
2	0.500	-0.500
3	2.500	0.550
4	2.500	-0.500

REACCIONES EN LOS APOYOS

Cargas	apoyo					
	1	2	3	4		
DC1	12,9	12,9	12,9	12,9		
DC2	14,2	12,9	14,3	13,0		
DW	31,9	28,7	22,5	19,4		
LL	18,9	2,7	13,4	1,4		
R DC	27,1	25,8	27,2	25,9	0,0	0,0
R service	77,9	57,2	63,1	46,7	0,0	0,0
R strength	114,8	80,0	91,2	63,9	0,0	0,0

Esfuerzos

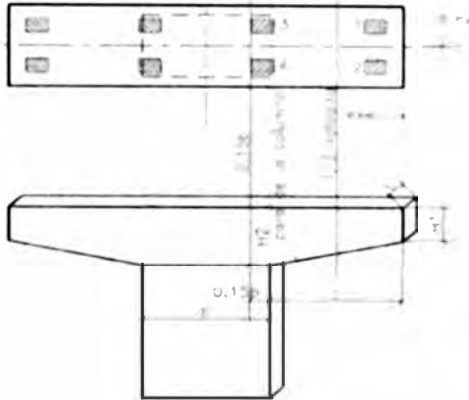
Sección	Md (tf.m)	Mfiss (tf.m)	Mfad-max (tf.m)	Mfad-min (tf.m)	Vd (tf)	Tsd (tf.m)
0,15 b	591,0	376,2	362,2	320,4	405,2	45,5
cara columna	477,3	303,4	292,0	257,8	405,2	45,5
1/2 voladizo	173,1	109,6	105,4	92,7	219,7	25,4

TREN ELECTRICO DE LIMA
Esfuerzos en la Viga Cabezal

Eje: C3

Caso: Momento

Fecha: 25/02/2010



Dimensiones Columna / Cabezal

H1 =	1.000 m
H2 =	1.700 m
b =	1.870 m
c =	2.565 m
L =	1.700 m

Ubicación de los apoyos

apoyo	ex (T) (m)	ey (L) (m)
1	0.500	0.550
2	0.500	-0.500
3	2.500	0.550
4	2.500	-0.500

REACCIONES EN LOS APOYOS

Cargas	apoyo					
	1	2	3	4		
DC1	12.9	12.9	12.9	12.9		
DC2	14.2	12.9	14.3	13.0		
DW	31.9	28.7	22.5	19.4		
LL	26.8	26.4	18.4	18.1		
R DC	27.1	25.8	27.2	25.9	0.0	0.0
R service	85.8	80.9	68.1	63.4	0.0	0.0
R strength	128.6	121.5	100.0	93.2	0.0	0.0

Esfuerzos

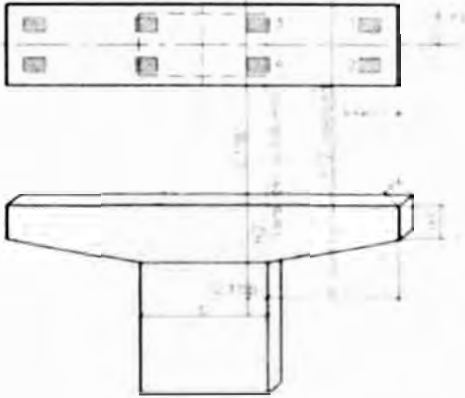
Sección	Md (tf.m)	Mflee (tf.m)	Mfad-max (tf.m)	Mfad-min (tf.m)	Vd (tf)	Ted (tf.m)
0.15 b	748.1	457.8	423.5	320.4	507.8	20.2
cara columna	605.7	370.0	342.0	257.8	507.8	20.2
1/2 voladizo	220.7	134.3	123.9	92.7	280.5	11.0

TREN ELECTRICO DE LIMA
Esfuerzos en la Viga Cabezal

Eje: C4

Caso: Torsion

Fecha: 25/02/2010



Dimensiones Columna / Cabezal

H1 =	1.000 m
H2 =	1.700 m
b =	1.870 m
c =	2.565 m
L =	1.700 m

Ubicación de los apoyos

apoyo	ax (T) (m)	ay (L) (m)
1	0.500	0.500
2	0.500	-0.550
3	2.500	0.500
4	2.500	-0.550

REACCIONES EN LOS APOYOS

Cargas	apoyo					
	1	2	3	4		
DC1	12.9	12.9	12.9	12.9		
DC2	14.0	14.0	14.1	14.1		
DW	31.4	31.4	22.1	22.1		
LL	14.1	29.8	9.0	20.7		
R DC	26.9	26.9	27.0	27.0	0.0	0.0
R service	72.4	88.1	58.1	69.8	0.0	0.0
R strength	105.4	132.9	82.7	103.1	0.0	0.0

Esfuerzos

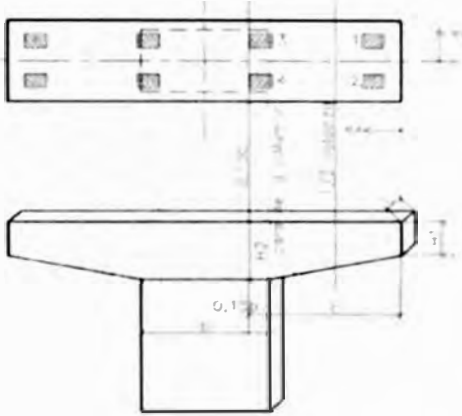
Sección	Md (tf.m)	Mfls (tf.m)	Mfcd-max (tf.m)	Mfcd-min (tf.m)	Vd (tf)	Tsd (tf.m)
0.15 b	714.8	442.0	413.7	328.8	486.7	-39.4
cara columna	578.2	357.0	333.8	284.4	486.7	-39.4
1/2 voladizo	210.5	129.5	120.9	95.1	287.5	-22.4

TREN ELECTRICO DE LIMA
Esfuerzos en la Viga Cabezal

Eje: C4

Caso: Momento

Fecha: 25/02/2010



Dimensiones Columna / Cabezal

H1 =	1.000 m
H2 =	1.700 m
b =	1.870 m
c =	2.565 m
L =	1.700 m

Ubicación de los apoyos

apoyo	ex (T) (m)	ey (L) (m)
1	0.500	0.550
2	0.500	-0.500
3	2.500	0.550
4	2.500	-0.500

REACCIONES EN LOS APOYOS

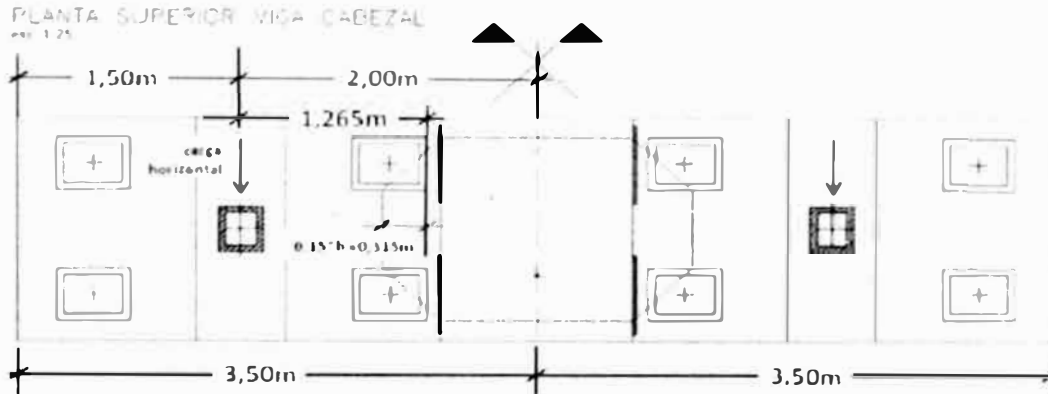
Cargas	APOYO					
	1	2	3	4		
DC1	12,9	12,9	12,9	12,9		
DC2	14,0	14,0	14,1	14,1		
DW	31,4	31,4	22,1	22,1		
LL	26,8	26,3	18,4	18,0		
R DC	26,9	26,9	27,0	27,0	0,0	0,0
R service	85,1	84,6	67,5	67,1	0,0	0,0
R strength	127,6	126,8	99,1	98,4	0,0	0,0

Esfuerzos

Sección	Md (tf.m)	Mflee (tf.m)	Mfad-max (tf.m)	Mfad-min (tf.m)	Vd (tf)	Tsd (tf.m)
0,15 b	760,7	465,9	431,6	328,8	517,3	13,3
cara columna	615,6	376,4	348,4	284,4	517,3	13,3
1/2 voladizo	224,3	136,7	126,3	95,1	285,2	7,5

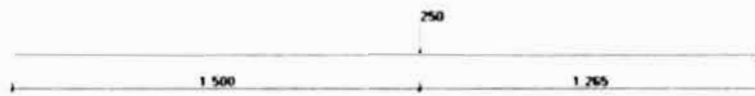
5.1.2 Dirección Horizontal

Debido al gran tamaño de la columna se consideró que lo peor momento sería a una distancia de $0,15 \cdot b$ para dentro de la columna, donde b es el ancho de la columna (2,10m).



La carga horizontal considerada fue de 250tf para cada aparelho de restricción longitudinal, valor resultante del sismo longitudinal.

En las combinaciones para cargas de sismo (EXTREME EVENT) lo factor de mayoracion es 1,00.



Modelo utilizado

- Esfuerzos



Flexión – tf.m



Corte – tf



Torsión – tf.m

5.2 VERIFICACIÓN DEL ESTADO LIMITE ÚLTIMO (FLEXION, CORTE Y TORSION)

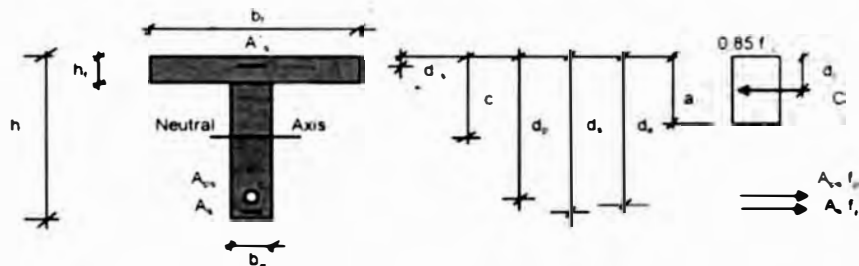
5.2.1 Dirección vertical

Los peores casos de corte e flexión ocurren simultáneamente en las secciones de estudio, el peor caso de torsión ocurre solo. Abajo son presentados los diseños de los principales casos para cada sección.

FLEXURAL RESISTANCE (AASHTO)

Sección (0,15*b) - Flexión y Corte

Components with bonded tendons and "T" and Rectangular section behavior



MATERIALS	f_c	f_y (long)	f_y (transv)	f_{pu}	f_{py}	k	β_1	f_{ps}
(tf/cm ²)	0.28	4.2	4.2	19.0	17.1	0.28	0.850	-97.9

AREAS	A_s	A_s	A_{ps}	PPR	N_{p00}	$f_{ps} = 0.7 f_{py}$	C_{ps}
(cm ²)	0.0	180.00	0.00	0.000	0.0	13.3	22.0

SECCION A	b_s	b_f	h	h_f	d_s	d_p	d_c	d_e
(cm)	170.0	170.0	170.0	0.0	0.0	1.0	155.0	155.00

SECCION BEHAVIOR	Type	c	$a = \beta_1 c$	d_c	d_e	A_{se} (skin)
	q	22.0	18.7	9.3	145.7	7.90

Maximum reinforcement	$c/d_s =$	0.142	(OK)
-----------------------	-----------	-------	------

Resistance factor (PPR)	$\phi =$	0.900
-------------------------	----------	-------

	REINFORCED SECCION	OVERREINFORCED SECCION ($c/d_s > 0.42$)
Nominal resistance M_n (tf.m)	1101.2	
Factored resistance $M_r = \phi \cdot M_n$ (tf.m)	991.1	

For Rectangular section use $b_f = b_s$ and $h_f = 0$

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	$V_{p,00}$	$V_{p,transv}$	$V_{p,lon}$	$A_{se}(mm)$
A	549.0	51.4	0.0	805.3	0.0	558.6	1560.0	17.78

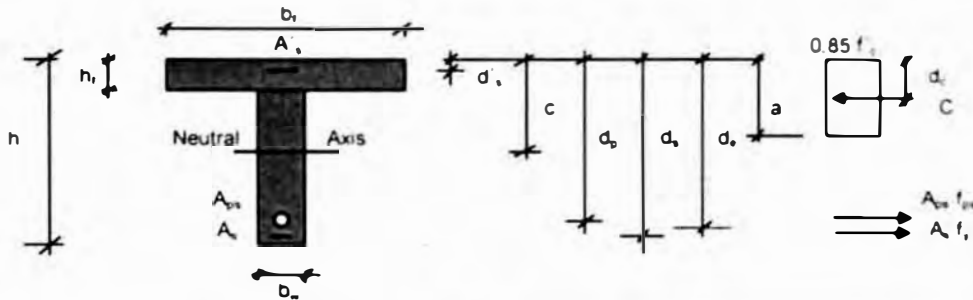
SECCION	θ (deg)	β	ϕ	A_{ps} (cm ²)	P_u (cm)	b_s (cm)	A_{se} (cm ²)	F_s
A	37.1	2.110	0.90	16900	640.0	170.0	14450	0.095

SECCION	v	$v + f_c$	f_s / f_{ps}	V_u	V_p	A_{se} / s	A_{ps} / s
A	0.037	0.134	1.220	229.5	380.5	47.06	3.58

FLEXURAL RESISTANCE (AASHTO)

Sección (cara columna) - Flexión y Corte

Components with bonded tendons and "T" and Rectangular seccion behavior



MATERIALS	f'_c	f_y (long)	f_y (transv)	f_{pu}	f_{py}	k	β_1	f_{ps}
(tf/cm ²)	0.28	4.2	4.2	19.0	17.1	0.28	0.850	-97.9

AREAS	A'_s	A_s	A_{ps}	PPR
(cm ²)	0.0	180.00	0.00	0.000

N_{p00}	$f_{p0} = 0.7 \cdot f_{pu}$	c_{mic}
0.0	13.3	22.0

SECCION A	b_w	b_f	h	h_f	d'_s	d_p	d_s	d_e
(cm)	170.0	170.0	170.0	170.0	0.0	1.0	155.0	155.00

SECCION BEHAVIOR	Type	c	$a = \beta_1 \cdot c$	d_c	d_e	$A_{sb} (skin)$
R	R	22.0	18.7	9.3	145.7	7.90

Maximum reinforcement	$c/d_e =$	0.142
-----------------------	-----------	-------

(OK)

Resistance factor (PPR)	$\phi =$	0.900
-------------------------	----------	-------

	REINFORCED SECCION	OVERREINFORCED SECCION ($c/d_e > 0.42$)
Nominal resistance M_n (tf.m)	1101.2	
Factored resistance $M_f = \phi \cdot M_n$ (tf.m)	991.1	

For Rectangular seccion use $b_f = b_w$ and $h_f = 0$

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	V_{p00}	$V_u (+ torsion)$	$V_u \text{ lim}$	$A_{sb} \text{ (min)}$
A	549.0	51.4	0.0	651.3	0.0	558.6	1560.0	17.78

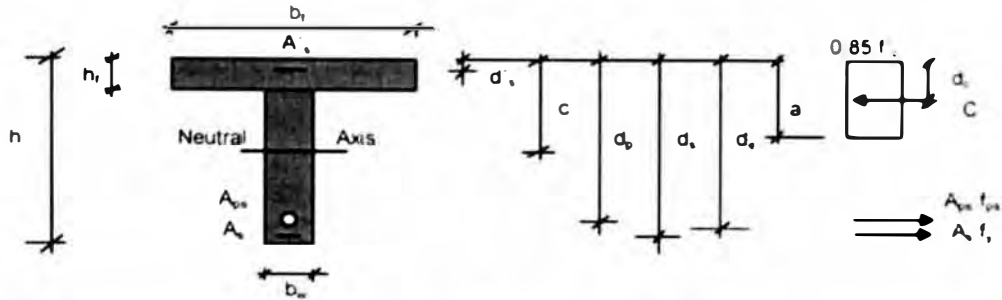
SECCION	θ (deg)	β	ϕ	$A_{cs} \text{ (cm}^2\text{)}$	$P_n \text{ (cm)}$	$b_s \text{ (cm)}$	$A_{cs} \text{ (cm}^2\text{)}$	F_s
A	37.1	2.110	0.90	16900	640.0	170.0	14450	0.095

SECCION	v	v / f'_c	$F_s \text{ (kN)}$	V_c	V_s	A_{sb} / s	A_{st} / s
A	0.037	0.134	1.080	229.5	380.5	47.06	3.58

FLEXURAL RESISTANCE (AASHTO)

Sección (1/2 voladizo) - Flexión y Corte

Components with bonded tendons and "T" and Rectangular seccion behavior



MATERIALS	f'_c	f_y (long.)	f_y (transv.)	f_{pu}	f_{py}	k	β_1	f_{ps}
(tf/cm ²)	0,28	4,2	4,2	19,0	17,1	0,28	0,850	-97,9

AREAS	A_s'	A_s	A_{ps}	PPR
(cm ²)	0,0	180,00	0,00	0,000

N_{p00}	$f_{p0} = 0.7 \cdot f_{pu}$	c_{unc}
0,0	13,3	22,0

SECCION A	b_w	b_f	h	h_f	d_s	d_p	d_v	d_t
(cm)	170,0	170,0	135,0	135,0	0,0	1,0	120,0	120,00

SECCION BEHAVIOR	Type	c	$a = \beta_1 c$	d_c	d_v	A_{sk} (skin)
R	R	22,0	18,7	9,3	110,7	4,40

Maximum reinforcement	$c/d_s =$	0,183
-----------------------	-----------	-------

(OK)

Resistance factor (PPR)	$\phi =$	0,900
-------------------------	----------	-------

	REINFORCED SECCION	OVERREINFORCED SECCION ($c/d_s > 0,42$)
Nominal resistance M_n (tf.m)	836,6	
Factored resistance $M_f = \phi \cdot M_n$ (tf.m)	752,9	

For Rectangular seccion use $b_f = b_w$ and $h_f = 0$

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	$V_{p,00}$	V_u (+ torsion)	V_u lim	A_{ps} (mm ²)
A	302,0	27,3	0,0	237,5	0,0	308,1	1185,1	17,78

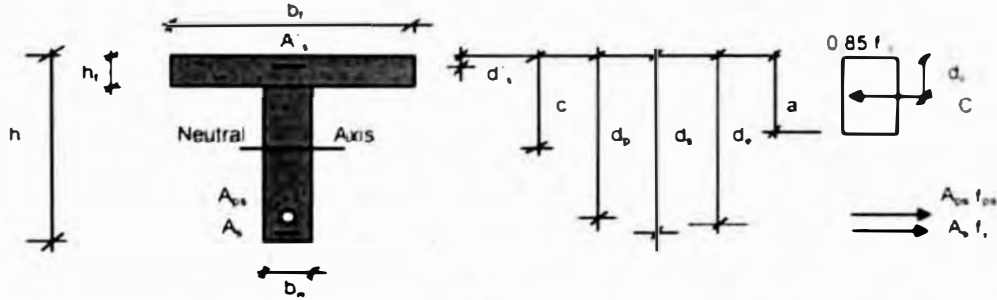
SECCION	θ (deg)	β	ϕ	A_{ch} (cm ²)	P_h (cm)	b_v (cm)	A_{cv} (cm ²)	F_s
A	32,2	2,430	0,90	13500	570,0	170,0	11475	0,116

SECCION	v	v / f'_c	f_{sv} / f_{sy}	V_c	V_s	A_{ps} / s	A_{st} / s
A	0,027	0,098	0,608	200,8	134,8	18,24	1,98

FLEXURAL RESISTANCE (AASHTO)

Sección (0,15*b) - Torsión

Components with bonded tendons and "T" and Rectangular section behavior



MATERIALS	f'_c	f_y (long)	f_y (transv)	f_{pu}	f_{py}	k	β_1	f_{ps}
(tf/cm ²)	0,28	4,2	4,2	19,0	17,1	0,28	0,850	-97,9

AREAS	A_s	A_s	A_{ps}	PPR
(cm ²)	0,0	180,00	0,00	0,000

N_{p00}	$f_{p0}=0,7 \cdot f_{pu}$	C_{inc}
0,0	13,3	22,0

SECCION A	b_w	b_t	h	h_f	d_s	d_p	d_t	d_e
(cm)	170,0	170,0	170,0	170,0	0,0	1,0	155,0	155,00

SECCION BEHAVIOR	Type	c	$a = \beta_1 \cdot c$	d_c	d_v	$A_{sw} (sk/m)$
R	R	22,0	18,7	9,3	145,7	7,90

Maximum reinforcement	$c/d_e =$	0,142
-----------------------	-----------	-------

(OK)

Resistance factor (PPR)	$\phi =$	0,900
-------------------------	----------	-------

	REINFORCED SECCION	OVERREINFORCED SECCION ($c/d_e > 0,42$)
Nominal resistance M_n (tf.m)	1101,2	
Factored resistance $M_r = \phi \cdot M_n$ (tf.m)	991,1	

For Rectangular section use $b_t = b_w$ and $h_f = 0$

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	$V_{p,00}$	V_u (+ torsión)	V_u km	$A_{sw} (sk/m)$
A	529,4	91,8	0,0	776,6	0,0	560,5	1560,0	17,78

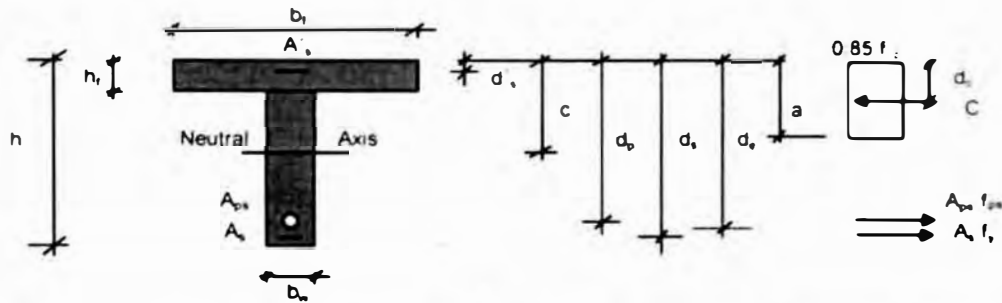
SECCION	θ (deg)	β	ϕ	A_{ch} (cm ²)	P_n (cm)	b_w (cm)	A_{cs} (cm ²)	F_s
A	37,0	2,000	0,90	16900	640,0	170,0	14450	0,095

SECCION	v	v/f'_c	$c_u (kN)$	V_c	V_t	A_{sw}/s	A_{st}/s
A	0,047	0,166	1,198	217,5	370,7	45,63	6,37

FLEXURAL RESISTANCE (AASHTO)

Sección (cara columna) - Torsión

Components with bonded tendons and "T" and Rectangular section behavior



MATERIALS	f'_c	f_y (long)	f_y (transv)	f_{pu}	f_{py}	k	β_1	f_{ps}
(tf/cm ²)	0,28	4,2	4,2	19,0	17,1	0,28	0,850	-97,9

AREAS	A'_s	A_s	A_{ps}	PPR	N_{poo}	$f_{po}=0.7 \cdot f_{pu}$	C_{min}
(cm ²)	0,0	180,00	0,00	0,000	0,0	13,3	22,0

SECCION A	b_w	b_f	h	h_f	d'_s	d_o	d_c	d_s
(cm)	170,0	170,0	170,0	170,0	0,0	1,0	155,0	155,00

SECCION BEHAVIOR	Type	c	$a = \beta_1 \cdot c$	d_c	d_o	A_{sa} (sa/in)
	R	22,0	18,7	9,3	145,7	7,90

Maximum reinforcement	$c/d_o =$	0,142
-----------------------	-----------	-------

(OK)

Resistance factor (PPR)	$\phi =$	0,900
-------------------------	----------	-------

	REINFORCED SECCION	OVERREINFORCED SECCION ($c/d_o > 0,42$)
Nominal resistance M_n (tf.m)	1101,2	
Factored resistance $M_r = \phi \cdot M_n$ (tf.m)	991,1	

For Rectangular section use $b_f = b_w$ and $h_f = 0$

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	$V_{p,dc}$	V_u (+ torsion)	V_u (lim)	A_{sa} (lim)
A	529,4	91,8	0,0	628,1	0,0	560,5	1560,0	17,78

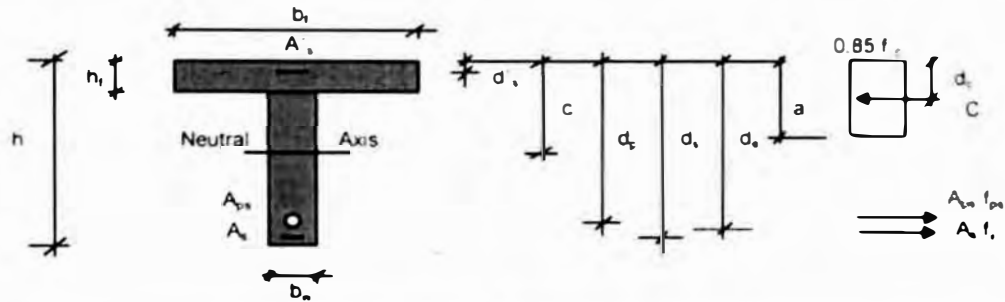
SECCION	θ (deg)	β	ϕ	A_{ch} (cm ²)	P_h (cm)	b, (cm)	A_{ct} (cm ²)	F_s
A	37,0	2,000	0,90	16900	640,0	170,0	14450	0,095

SECCION	v	v/f'_c	K_u (ksi)	V_c	V_s	A_{sa}/s	A_{st}/s
A	0,047	0,166	1,063	217,5	370,7	45,63	6,37

FLEXURAL RESISTANCE (AASHTO)

Sección (1/2 voladizo) - Torsión

Components with bonded tendons and "T" and Rectangular seccion behavior



MATERIALS	f'_c	f_y (long)	f_y (transv)	f_{pu}	f_{py}	k	β_1	f_{ps}
(tf/cm ²)	0,28	4,2	4,2	19,0	17,1	0,28	0,850	-97,9

AREAS	A_s	A_s	A_{ps}	PPR	N_{poo}	$f_{po}=0.7 \cdot f_{pu}$	C_{tinc}
(cm ²)	0,0	180,00	0,00	0,000	0,0	13,3	22,0

SECCION A	b_w	b_f	h	h_f	d'_s	d_p	d_s	d_o
(cm)	170,0	170,0	135,0	135,0	0,0	1,0	120,0	120,00

SECCION BEHAVIOR	Type	c	$a = \beta_1 c$	d_c	d_v	$A_{sa} (skm)$
	R	22,0	18,7	9,3	110,7	4,40

Maximum reinforcement	$c/d_o =$	0,183
-----------------------	-----------	-------

(OK)

Resistance factor (PPR)	$\phi =$	0,900
-------------------------	----------	-------

	REINFORCED SECCION	OVERREINFORCED SECCION ($c/d_o > 0,42$)
Nominal resistance M_n (tf.m)	836,6	
Factored resistance $M_r = \phi \cdot M_n$ (tf.m)	752,9	

For Rectangular seccion use $b_f = b_w$ and $h_f = 0$

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	$V_{p,oo}$	V_u (+ torsion)	V_u lim	$A_{ps} (mm^2)$
A	291,0	50,3	0,0	228,9	0,0	312,0	1185,1	17,78

SECCION	θ (deg)	β	ϕ	$A_{cs} (cm^2)$	$P_h (cm)$	$b_s (cm)$	$A_{cs} (cm^2)$	F_s
A	32,5	2,360	0,90	13500	570,0	170,0	11475	0,116

SECCION	v	v/f_c	f_s/f_{cs}	V_c	V_s	A_{ps}/s	A_{ps}/s
A	0,035	0,124	0,597	195,0	128,3	17,62	3,70

V_u (tf) = factored shear force

T_u (tf.m) = factored torsional moment

N_u (tf) = factored axial force taken as positive if tensile (not prestressing force)

M_u (tf.m) = factored moment

V_p (tf) = component in the direction of the applied shear of the effective prestressing force,
positive if resisting the applied shear

$A_{c,n}$ (cm²) = area enclosed by centerline of exterior closed transverse torsions reinforcement,
including area of any holes

P_n (cm) = perimeter of centerline of the closed transverse torsion reinforcement

A_{c1} (cm²) = area of concrete on the flexural tension side of the member

A_{sw}/s (cm²/m) = area of shear reinforcement within a distance s

A_{s1}/s (cm²/m) = area of one leg of closed transverse torsion reinforcement within a distance s

A_s (cm²) = area of longitudinal reinforcement

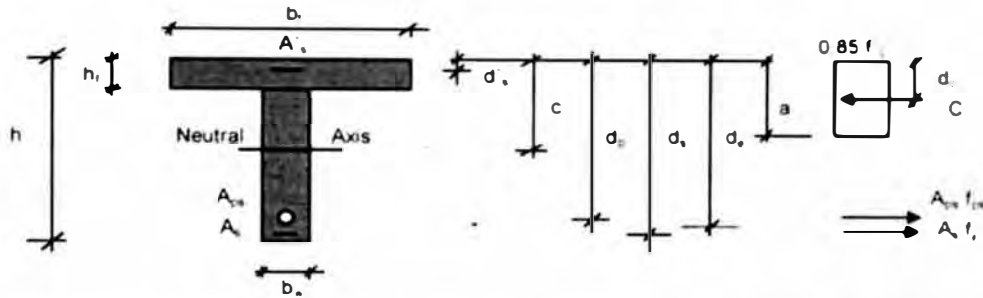
N_{poo} (tf) = axial prestressing force at a section after all losses

5.2.2 Dirección horizontal

FLEXURAL RESISTANCE (AASHTO)

Sección (0,15*b) - Flexión, Corte y Torsion

Components with bonded tendons and "T" and Rectangular seccion behavior



MATERIALS	f_c	f_y (long)	f_y (transv)	f_{pu}	f_{py}	k	β_1	f_{ps}
(tf/cm ²)	0.28	4.2	4.2	19.0	17.1	0.28	0.850	-39.5

AREAS	A_s	A_w	A_{ps}	PPR	N_{p00}	$f_{p0} = 0.7 * f_{pu}$	C_{min}
(cm ²)	0.0	90.00	0.00	0.000	0.0	13.3	11.0

SECCION A	b_w	b_f	h	h_1	d_s	d_p	d_c	d_e
(cm)	170.0	170.0	170.0	0.0	0.0	1.0	155.0	155.00

SECCION BEHAVIOR	Type	c	$a = \beta_1 c$	d_c	d_e	A_{sb} (skin)
q		11.0	9.3	4.7	150.3	7.90

Maximum reinforcement	$c/d_e =$	0.071
-----------------------	-----------	-------

(OK)

Resistance factor (PPR)	$\phi =$	0.900
-------------------------	----------	-------

	REINFORCED SECCION	OVERREINFORCED SECCION ($c/d_e > 0.42$)
Nominal resistance M_n (tf.m)	568.2	
Factored resistance $M_f = \phi * M_n$ (tf.m)	511.4	

For Rectangular seccion use $b_f = b_w$ and $h_1 = 0$

SHEAR + TORSION RESISTANCE (AASHTO)

SECCION	V_u	T_u	N_u	M_u	V_{p00}	V_u (+ torsion)	V_u (lim)	A_{sb} (lim)
A	250.0	287.0	0.0	316.0	0.0	627.4	1610.0	17.78

SECCION	θ (deg)	β	ϕ	A_{ch} (cm ²)	P_u (cm)	b_v (cm)	A_{cv} (cm ²)	F_u
A	35.8	1.500	0.90	16900	640.0	170.0	14450	0.050

SECCION	v	v / f_c	k_u / ρ_u	V_c	V_s	A_{sb} / s	A_{cv} / s
A	0.082	0.294	1.707	168.4	109.4	12.50	19.06

5.2.3 Armaduras utilizadas:

- Flexión vertical
36 ϕ 1"
- Flexión horizontal:
18 ϕ 1"
- Transversal vertical (torsión + corte)
2 ramos ϕ 5/8" + 4 ramos ϕ 1/2" c/ 15cm o c/7,5cm dependiendo de la región de la viga cabezal.
- Transversal horizontal (torsión + corte)
2 ramos ϕ 5/8" c/ 15cm o c/7,5cm dependiendo de la región de la viga cabezal.

5.3 ARMADURAS MINIMAS

- Armadura mínima longitudinal (5.7.3.3.2 AASHTO):
 $f_r = 0,97 \cdot (f'_c)^{1/2} = 0,97 \cdot (28)^{1/2} = 5,13 \text{ MPa}$
 $M = 1,2 \cdot M_r = 1,2 \cdot 0,82 \cdot 513 = 504 \text{ tf.m}$
 $A_{s_{min}} = 89 \text{ cm}^2$
- Armadura mínima transversal (5.8.2.5 AASHTO):
 $A_{s_{min}} \geq 0,083 \cdot (f'_c)^{1/2} \cdot b_w \cdot s / f_y$
 $A_{s_{min}} = 0,083 \cdot (28)^{1/2} \cdot 1700 / 420 = 1,78 \text{ mm}^2/\text{mm} = 17,8 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Armadura de pele (5.7.3.4 AASHTO):
 $Ask \geq 0,001 \cdot (d_e - 760) = 0,001 \cdot (1550 - 760)$
 $Ask = 0,8 \text{ mm}^2/\text{mm} = 8 \text{ cm}^2/\text{m}$

5.4 LIMITACIÓN DE LA FISURACIÓN (ÍTEM 5.7.3.4 DE LA AASHTO)

Sección (0,15*b)
 -Ms = 493,2 tf.m
 -Armadura 38 ϕ 1"

Tensión en la armadura inferior bajo cargas de servicio: $\sigma_s = 191 \text{ MPa}$

$$\beta_s = 1 + d_c / (0,7 \cdot (h - d_c)) = 1 + 70 / (0,7 \cdot (1700 - 70)) = 1,06135$$

$$s \leq (123000 \cdot \gamma_d) / (\beta_s \cdot f_{ss}) - 2 \cdot d_c = (123000 \cdot 0,75) / (1,06135 \cdot 191) - 2 \cdot 70 = 315 \text{ mm}$$

5.5 VERIFICACIÓN DE LA FATIGA (ÍTEM 5.5.3 DE LA AASHTO)

Fueron verificados los casos de mayores variaciones del momento de fatiga para cada sección de estudio.
 Abajo se presenta la tabla de diseño para fatiga.

DESCRIPCIÓN	Mu (t.m)	Mmáx (t.m)	Mmín (t.m)	Asreq. (cm²)	Asprop. (cm²)	bw (m)	d (m)	X (m)	J (m²)	fc máx (t/cm²)	fs máx (t/cm²)	fs mín (t/cm²)	Δfs (t/cm²)	It lim (t/cm²)	Klad
Sección-(0.18*b)	605.30	457.80	351.70	142.94	192.66	1.70	1.550	0.576	0.38245	689	17500	13441	4059	12164	1.00
Sección-(cara pila)	651.30	399.40	282.70	114.70	192.66	1.70	1.550	0.576	0.38245	556	14118	10804	3313	13035	1.00
Sección-(1/2 voladizo)	237.50	134.00	101.80	40.99	192.66	1.70	1.550	0.576	0.38245	202	5121	3894	1227	15315	1.00

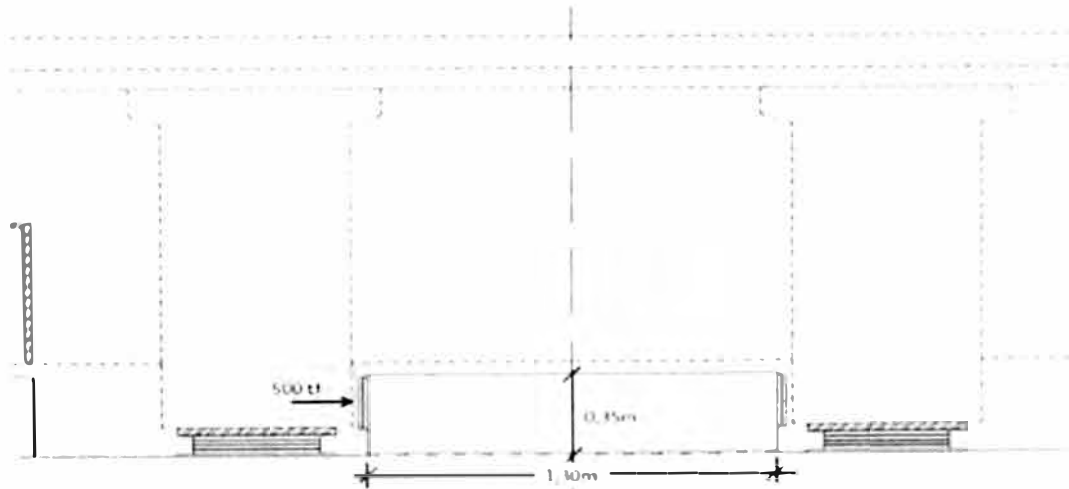
6. LLAVE DE CORTE

6.1 VERIFICACIÓN "SHEAR FRICTION" (AASHTO 5.8.4)

$$V_n \geq V_u$$

$$V_n = \phi \cdot V_{n1}$$

$$V_{n1} = c \cdot A_{cv} + \mu \cdot (A_{vf} \cdot f_y + P_c)$$



Detalle de la llave de corte

Para la combinación de cargas de sismo "EXTREME EVENT" el factor $\phi = 1.0$.

$$V_u = 500 \text{ tf}$$

Para concreto de densidad normal vaciado contra superficie rugosa tenemos

$$\mu = 1.00$$

$$c = 1.70 \text{ MPa}$$

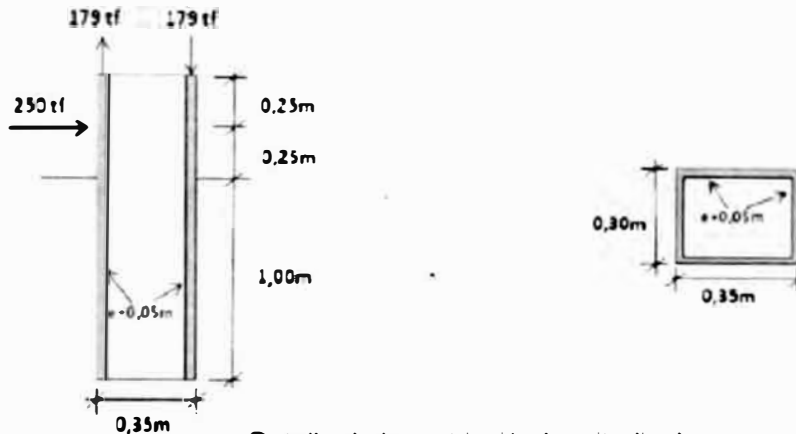
$$V_n \geq V_u$$

$$V_n = 1 \cdot (c \cdot A_{cv} + 1.00 \cdot (A_{vf} \cdot 4.2 + 0)) \geq 500 \text{ tf}$$

$$A_{vf} \geq 500 / 4.2 \geq 119 \text{ cm}^2$$

7. VERIFICACIÓN DE LA REGIÓN DE LA RESTRICCIÓN LONGITUDINAL

Carga de sismo longitudinal = 250tf



Detalle de la restricción longitudinal

- Presión en el concreto:

$$P_d = 250 / (0,5 \cdot 0,3) = 1666,7 \text{ tf/m}^2$$

$$P_u = 0,85 \cdot f'c / 1,4 = 0,85 \cdot 2800 / 1,4 = 1700 \text{ tf/m}^2$$

$P_d \leq P_u$ por tanto, ok!

- Compresión en el tubo metálico debido a flexión:

$$F = M / d = 250 \cdot 0,25 / 0,35 = 179 \text{ tf}$$

$$T = 179 / (0,3 \cdot 0,05) = 11933,3 \text{ tf/m}^2 \leq 0,6 \cdot f_y = 0,6 \cdot 42000 = 25200 \text{ tf/m}^2 \text{ por tanto, ok!}$$

- Corte en el tubo metálico:

$$T_{vd} = 250 / (0,05 \cdot 0,35 \cdot 2) = 7143 \text{ tf/m}^2 \leq 0,4 \cdot f_y = 0,4 \cdot 42000 = 16800 \text{ tf/m}^2 \text{ por tanto, ok!}$$

- Armadura de zunchado

$$Z_d = 0,25 \cdot 250 = 62,5 \text{ tf}$$

$$A_s = 62,5 / (0,9 \cdot 4,2) = 16,5 \text{ cm}^2$$

8. ARMADURA DE ZUNCHADO

- Máxima reacción en el aparato de apoyo:

$$DC = 31,0 \cdot 1,25 = 38,75 \text{ tf}$$

$$DW = 41,9 \cdot 1,50 = 62,85 \text{ tf}$$

$$LL = 39,8 \cdot 1,75 = 69,65 \text{ tf}$$

$$R_{dmax} = (38,75 + 62,85 + 69,65) = 171,25 \text{ tf}$$

$$Z_d = 0,3 \cdot 171,25 \cdot (1 - 0,3/06) = 25,7 \text{ tf}$$

$$A_s = 25,7 / (0,9 \cdot 4,2) = 6,8 \text{ cm}^2$$

Entre apoyos

$$Z = 0,2 \cdot 171 \cdot 2 = 68,4 \text{ tf}$$

$$A_s = 68,4 / (0,9 \cdot 4,2) = 18,1 \text{ cm}^2$$

Memoria de Cálculo - Columnas

Y Zapatas – Tramo L

Módulo 17

ÍNDICE

HOJA DE REVISIÓN	2
ÍNDICE	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. CONDICIONES GENERALES DEL PROYECTO	4
3. CARGAS CONSIDERADAS	8
3.1 CARGAS MUERTAS.....	9
3.1.1 Cargas Muertas Estructurales (DC).....	9
3.1.2 Cargas Muertas no Estructurales (DW).....	9
3.1.3 Carga Viva del Tren Eléctrico (LL).....	9
3.2 SISMO (EQ).....	10
4. MODELO ESTRUCTURAL	11
4.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	11
4.2 CARGAS APLICADAS.....	13
4.2.1 Cargas para Los Modelos Completos.....	13
4.2.2 Cargas para Los Modelos de las Zapatas.....	14
5. ESFUERZOS SOLICITANTES	15
5.1 MODOS DE VIBRACIÓN.....	15
5.2 ESFUERZOS EN LOS TOPES DE LAS COLUMNAS.....	16
5.3 ESFUERZOS EN LAS BASES DE LAS COLUMNAS (PRIMER ORDEN).....	16
5.4 ESFUERZOS EN LAS BASES DE LAS COLUMNAS (SEGUNDO ORDEN).....	17
5.5 COMBINACIONES UTILIZADAS.....	17
6. CÁLCULO DE ARMADURAS DE LAS COLUMNAS	18
6.1 DIAGRAMAS DE ITERACIÓN PARA LAS COLUMNAS.....	19
6.2 ARMADURA DE CORTE PARA RÓTULA PLÁSTICA.....	27
7. CÁLCULO DE ARMADURAS DE LAS ZAPATAS	28
7.1 MOMENTO MÁXIMO TRANSMITIDO POR LA COLUMNA PARA ZAPATA POR PLASTIFICACIÓN.....	28
7.2 PRESIONES APLICADAS EN EL SUELO DE APOYO DE LAS ZAPATAS.....	29
7.3 ESFUERZOS SOLICITANTES.....	31
7.4 DISEÑO DE LAS ARMADURAS.....	37

1. INTRODUCCIÓN

Este memorial técnico tiene por finalidad presentar el cálculo ejecutivo de las columnas y respectivas zapatas del Ovalo Los Cabitos.

Materiales adoptados:

- Concreto para zapatas $f'c = 21 \text{ MPa}$ (210 kgf/cm^2).
- Concreto para pilas $f'c = 28 \text{ MPa}$ (280 kgf/cm^2).
- Acero de refuerzo $f_y = 420 \text{ MPa}$ (4.200 kgf/cm^2).

En razón de los valores de la aceleración sísmica $A = 0,50g$, todos los cálculos para fundaciones y columnas son hechos bajo solicitaciones sísmicas (EXTREME), que son mucho más grandes do que las solicitaciones de servicio (STRENGTH).

2. CONDICIONES GENERALES DEL PROYECTO

El tablero continuo, en sección cajón con dos vigas, externa y interna, tiene tres vanos con 40,866m, 45,095m y 40,871m de longitud y 8,40 m de ancho, vigas transversales con espesor de 2,0m en los apoyos centrales y 0,60m en los apoyos extremos. El tablero es porticado con las dos columnas centrales y apoyado en aparatos de apoyo de neopreno en los apoyos extremos.

La cimentación del viaducto consiste de zapatas de concreto armado cuyo nivel de cimentación promedio se encuentra a aproximadamente 3,5 m del nivel del terreno natural. La presión admisible máxima en el terreno es de 5,0 kgf/cm^2 .

El diseño de la sub-estructura (zapatas y pilares) es controlado fundamentalmente por las consideraciones del diseño sísmico.

En las figuras siguientes se muestra la geometría de la estructura:

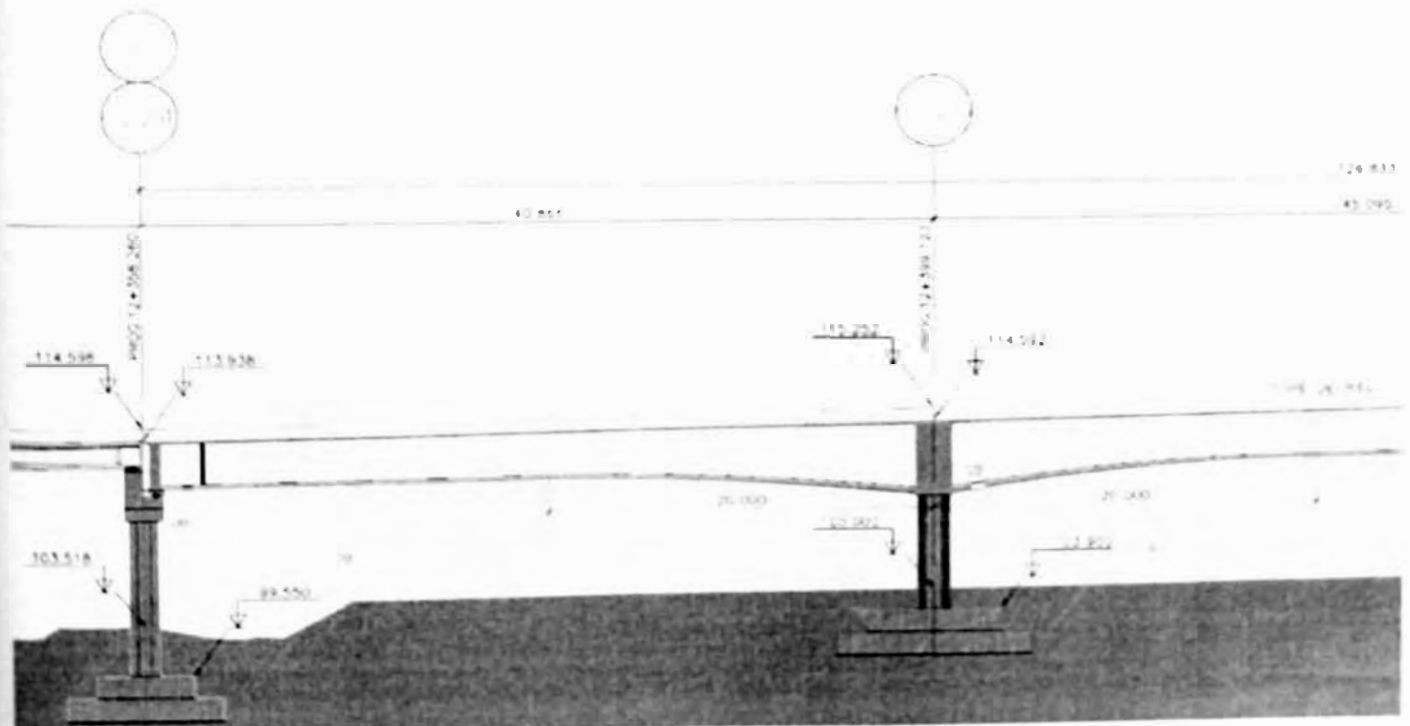


Figura 2.1 – Corte Longitudinal de la Obra (ejes 224 y 225)

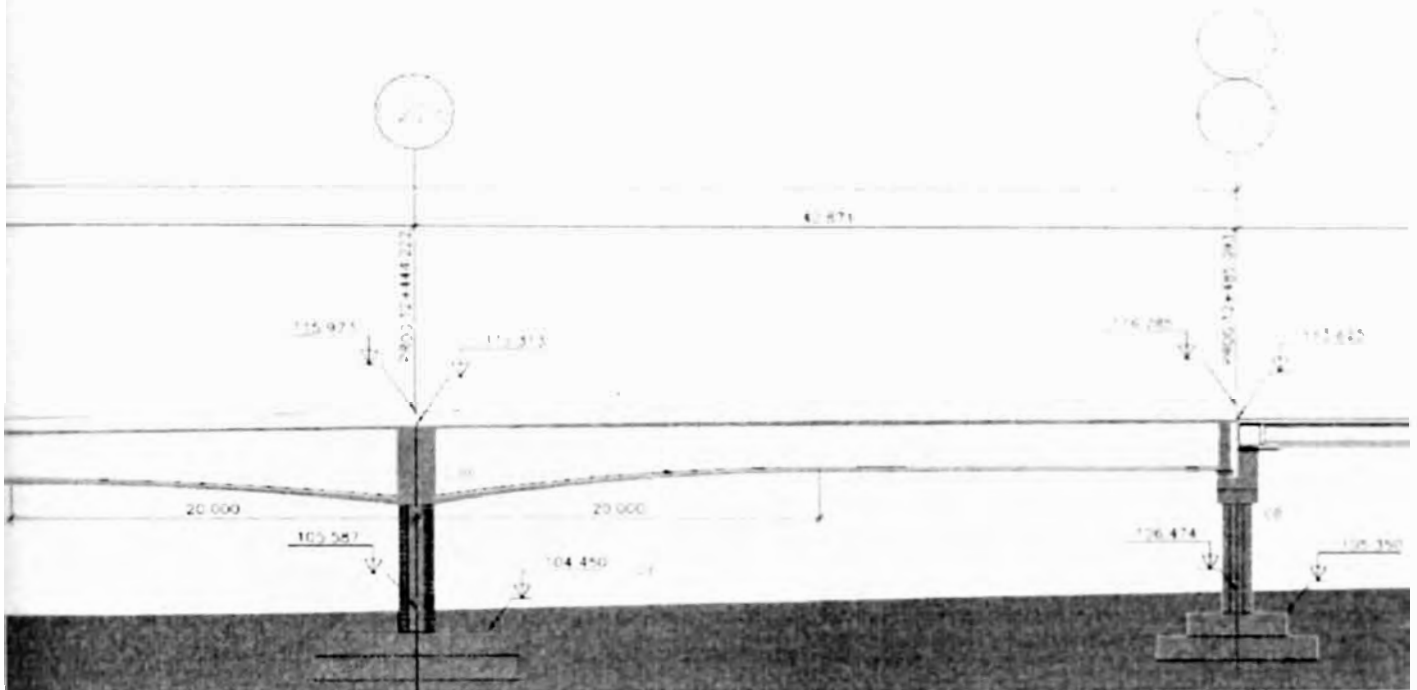


Figura 2.2 - Corte Longitudinal de la Obra (ejes 226 y 227)

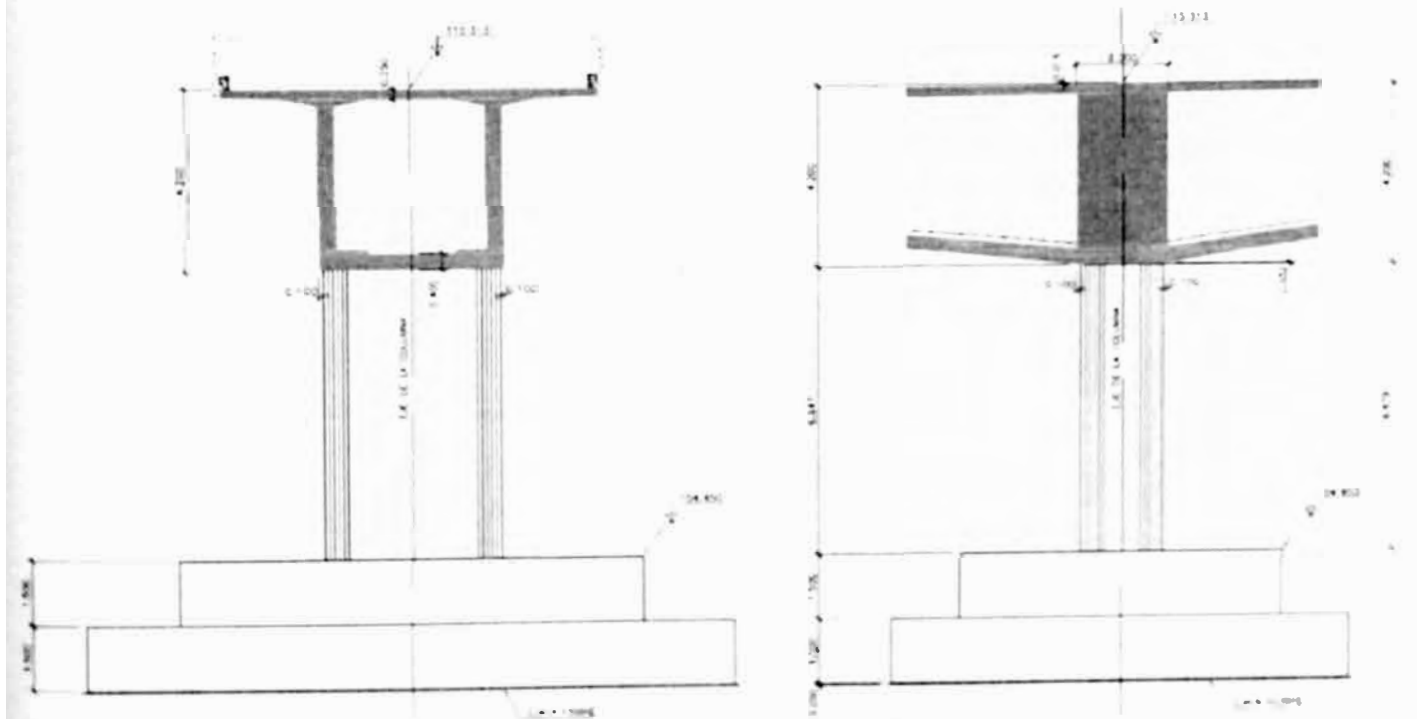


Figura 2.3 - Ejemplo de los ejes Centrales (ejes 225 y 226)

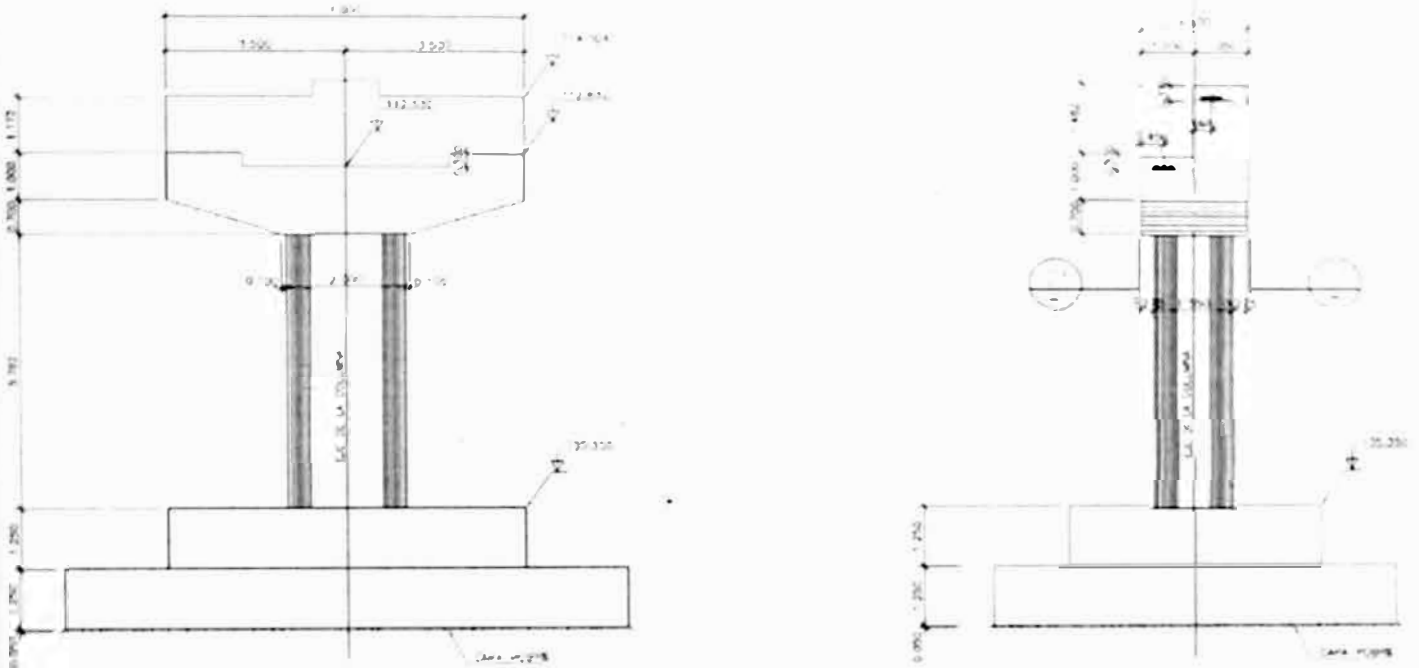


Figura 2.4 – Ejemplo de los ejes Laterales (ejes 224 y 227)

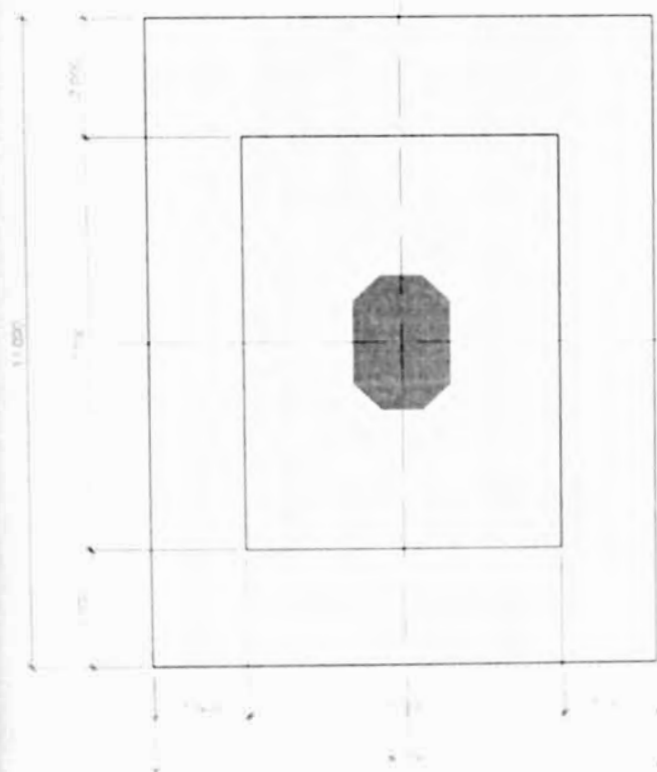


Figura 2.5 – Zapata de los ejes 224 y 227

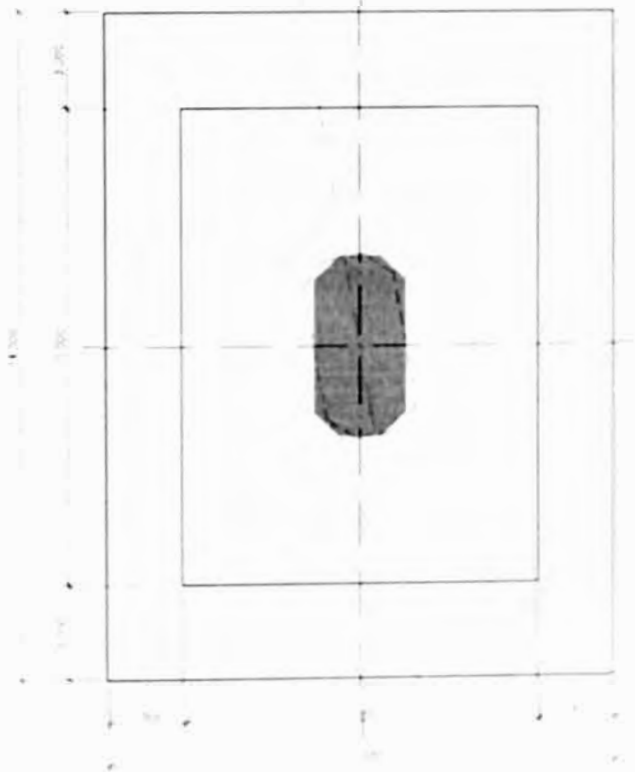


Figura 2.6 – Zapata de los ejes 225 y 226

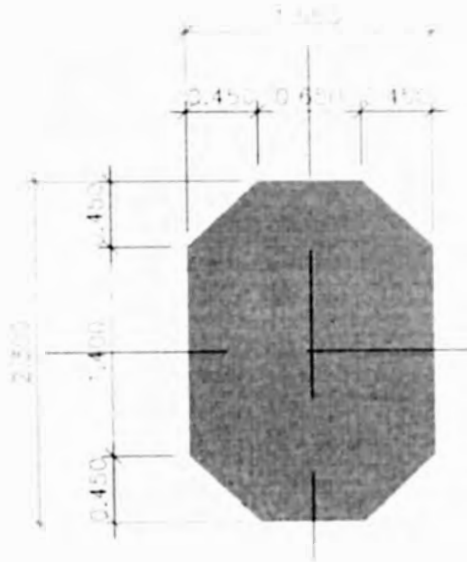


Figura 2.7 – Columnas de los ejes 224 y 227

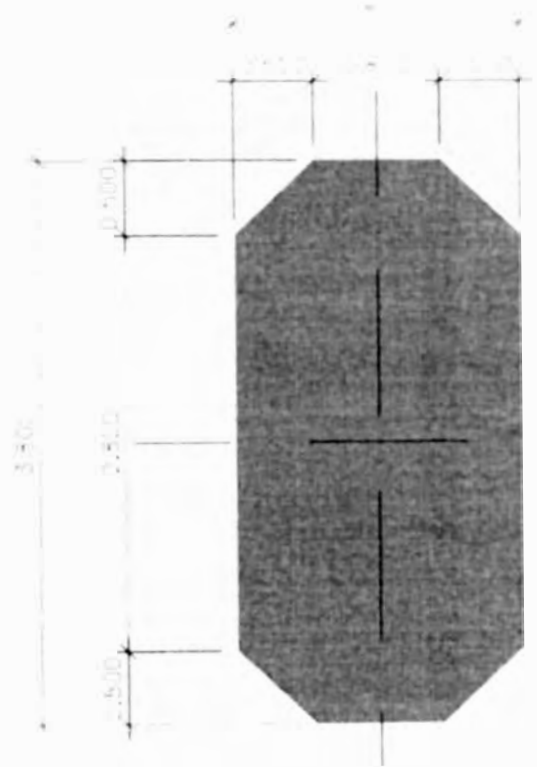


Figura 2.8 – Columnas de los ejes 225 y 226

3. CARGAS CONSIDERADAS

A continuación describimos las cargas basadas principalmente en la norma AASHTO LRFD. Estas cargas y combinaciones serán las consideradas en el análisis y en el diseño de las estructuras. Los criterios de combinación y los coeficientes de ponderación de las acciones serán los establecidos en AASHTO:

SECTION 3.01: LOADS AND LOAD FACTORS

A-13

Table 3.4.1-1 Load Combinations and Load Factors.

Load Combination Limit State	DC DD DH EH EL ES E1	LL IM CE BR PL LS	WC	WS	WL	TR	TL CR SI	TG	SF	Use One of These at a Time			
										EQ	IC	CT	CV
STRENGTH I (unless noted)	γ_r	1.75	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TC}	γ_{SD}	—	—	—	—
STRENGTH II	γ_p	1.35	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TC}	γ_{SD}	—	—	—	—
STRENGTH III	γ_p	—	1.00	1.40	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TC}	γ_{SD}	—	—	—	—
STRENGTH IV	γ_r	—	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	—	—	—	—	—	—
STRENGTH V	γ_p	1.35	1.00	0.40	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TC}	γ_{SD}	—	—	—	—
EXTREME EVENT I	γ_r	γ_{EQ}	1.00	—	—	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—
EXTREME EVENT II	γ_r	0.50	1.00	—	—	1.00	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00
SERVICE I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TC}	γ_{SD}	—	—	—	—
SERVICE II	1.00	1.30	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	—	—	—	—	—	—
SERVICE III	1.00	0.80	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	γ_{TC}	γ_{SD}	—	—	—	—
SERVICE IV	1.00	—	1.00	0.70	—	1.00	1.00/1.20	—	1.0	—	—	—	—
FATIGUE	—	0.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 3.4.1-2 Load Factors for Permanent Loads, γ_p

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag	Load Factor		
	Maximum	Minimum	
DC: Component and Attachments	1.25	0.90	
DC: Strength IV only	1.50	0.90	
DD: Downdrag	Piles, α Tomlinson Method	1.4	0.25
	Piles, λ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (1999) Method	1.25	0.35
DH: Wearing Surfaces and Utilities	1.50	0.65	
EH: Horizontal Earth Pressure	Active	1.50	0.90
	At-Rest	1.35	0.90
	AEP for anchored walls	1.35	N/A
	Locked-in Erection Stresses	1.00	1.00
EV: Vertical Earth Pressure	Overall Stability	1.00	N/A
	Retaining Walls and Abutments	1.35	1.00
	Rigid Buried Structure	1.30	0.90
	Rigid Frames	1.35	0.90
	Flexible Buried Structures other than Metal Box Culverts	1.95	0.90
	Flexible Metal Box Culverts	1.50	0.90
	Earth Surcharge	1.50	0.75

3.1 CARGAS MUERTAS

3.1.1 Cargas Muertas Estructurales (DC)

Carga muerta de los componentes estructurales y elementos adicionales no estructurales adheridos a los mismos.

Carga distribuida en el vano tablero:

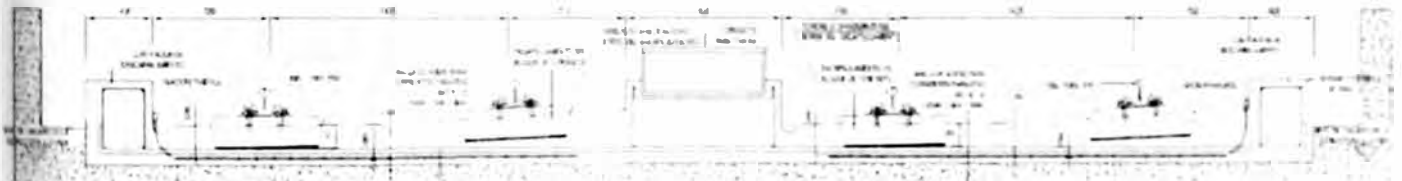
Sección apoyo	= 8,84 m ² x 2,5 tf/m ³ = 22,1 tf/m
Sección 5	= 8,36 m ² x 2,5 tf/m ³ = 20,9 tf/m
Sección 4	= 7,84 m ² x 2,5 tf/m ³ = 19,6 tf/m
Sección 3	= 7,45 m ² x 2,5 tf/m ³ = 18,6 tf/m
Sección 2	= 7,20 m ² x 2,5 tf/m ³ = 18,0 tf/m
Sección 1	= 7,08 m ² x 2,5 tf/m ³ = 17,7 tf/m

Columnas

Ejes C224 y C227	= 3,16 m ² x 2,5 tf/m ³ = 7,9 tf/m
Ejes C225 y C226	= 6,34 m ² x 2,5 tf/m ³ = 15,85 tf/m

3.1.2 Cargas Muertas no Estructurales (DW)

O sistema que será utilizado para fijación de los rieles será do tipo "Sonneville". Abajo se muestra una sección típica:



• Impermeabilización y utilidades	→	0,61 tf/m	} TOTAL = 10,54 tf/m
• Parapeto	→	1,17 tf/m	
• Fijación del parapeto	→	0,72 tf/m	
• Cajas laterales	→	1,00 tf/m	
• Via 1 a	→	1,70 tf/m	
• Via 2 b	→	2,63 tf/m	
• Cajas centrales	→	1,20 tf/m	
• Riel y fijación	→	0,60 tf/m	
• Conducto para cables	→	0,25 tf/m	
• Δ bloques	→	0,66 tf/m	

3.1.3 Carga Viva del Tren Eléctrico (LL)

Las cargas vivas no deben ser menores a las constituidas por un tren de dos coches cargados (fig. 1) y por un tren de dos coches cargados más la locomotora de maniobra (fig. 2). Cada carga será puesta sobre la estructura en diversas posiciones en forma tal como para determinar los máximos y mínimos momentos flectores y otras solicitaciones.

- Carga máxima por eje de un coche cargado = 115,8 kN (11,58 tf).
- Carga máxima por eje de la locomotora de maniobra = 170,0 kN (17,00 tf).

Para las verificaciones sísmicas no se considera la presencia de la carga viva

3.2 SISMO (EQ)

Los parámetros utilizados para el diseño sismo resistente en este trecho fueron basados en el espectro abajo:

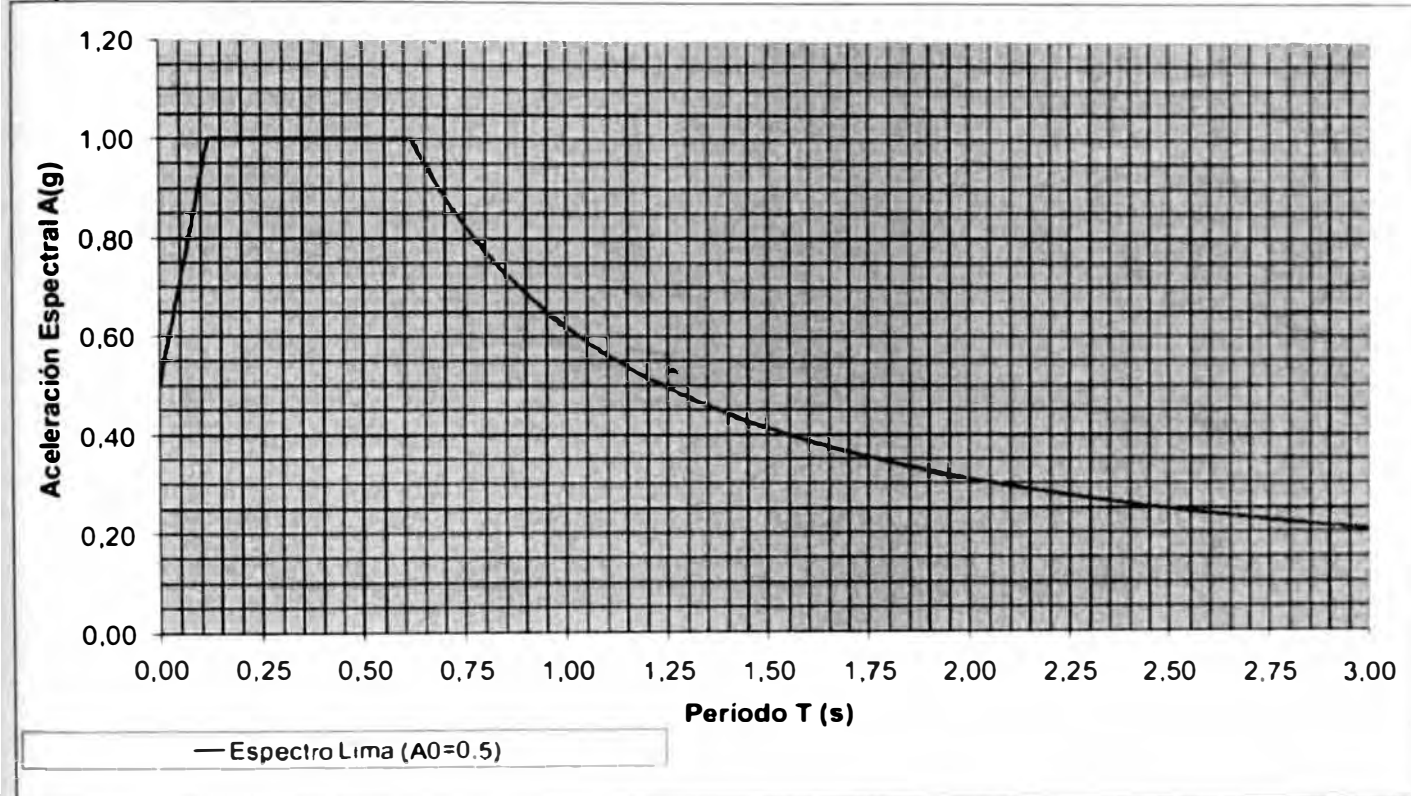


Figura 3.1 – Espectro elástico de aceleración

Espectro Lima (A0=0.5)	
FRECUENCIA	A
0,0020000	0,0012400
0,0100000	0,0062000
0,0250000	0,0155000
0,0500000	0,0310000
0,1000000	0,0620000
0,2000000	0,1240000
0,2500000	0,1550000
0,3330000	0,2064600
0,3570000	0,2213400
0,3850000	0,2387000
0,4170000	0,2585400
0,4550000	0,2821000
0,5000000	0,3100000
0,5260000	0,3261200
0,5560000	0,3447200
0,5880000	0,3645600
0,6250000	0,3875000
0,6670000	0,4135400
0,7140000	0,4426800
0,7690000	0,4767800
0,8330000	0,5164600
0,9090000	0,5635800

Espectro Lima (A0=0.5)	
FRECUENCIA	A
1,0000000	0,6200000
1,0530000	0,6528600
1,1110000	0,6888200
1,1760000	0,7291200
1,2500000	0,7750000
1,3330000	0,8264600
1,4290000	0,8859800
1,5380000	0,9535600
1,6670000	1,0000000
1,8180000	1,0000000
2,0000000	1,0000000
2,2220000	1,0000000
2,5000000	1,0000000
2,8570000	1,0000000
3,3330000	1,0000000
5,0000000	1,0000000
10,0000000	0,9166667
11,1110000	0,8750038
20,0000000	0,7083334
1000,0000000	0,5041667

Figura 3.2 – Tabla de Frecuencia y aceleración

4. MODELO ESTRUCTURAL

4.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

La estructura será modelada por medio del programa Strap, versión 12.5, por barras que representarán los elementos estructurales. El modelo presentará 3 tramos de 40.866, 45.095 y 40.871m para el diseño, con juntas en las extremidades. Las Columnas tendrán para los modelos la altura indicada en las figuras abajo:



Figura 4.1 – Geometría de las Columnas de los ejes C224 y C225.



Figura 4.2 – Geometría de las Columnas de los ejes C226 y C227.

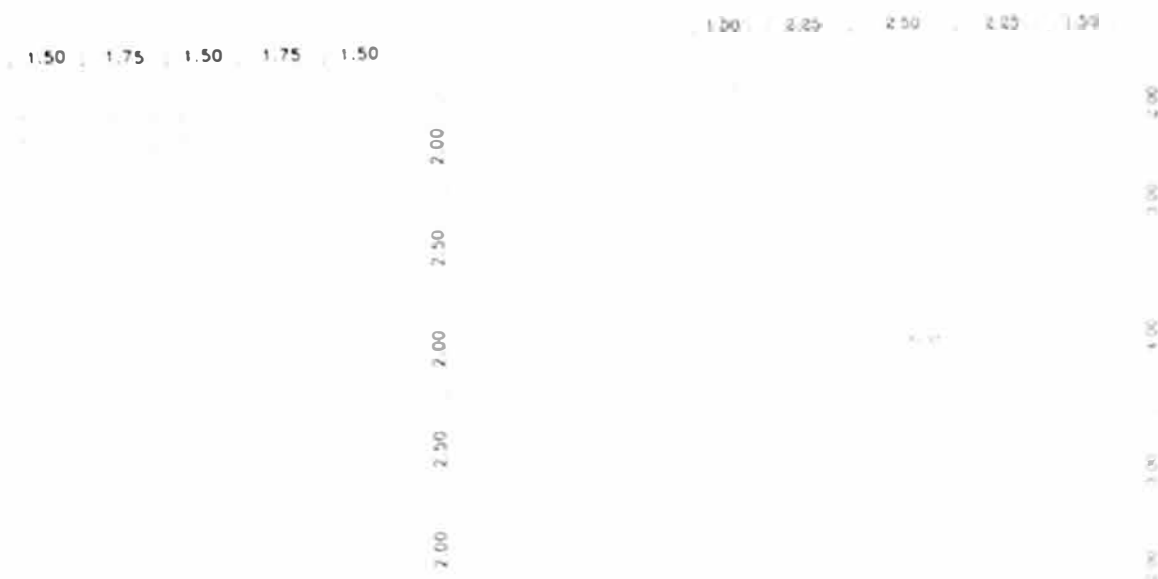


Figura 4.3 – Geometría de la Zapata
de los ejes C224 y C227.
Dimensiones: 8.0 x 11.0 x 2.5

Figura 4.4 – Geometría de la Zapata
de los ejes C225 y C226
Dimensiones: 10.0 x 14.0 x 3.0

A continuación describimos las características geométricas de las barras del modelo.

Tablero variable entre secciones 1 a apoyo:

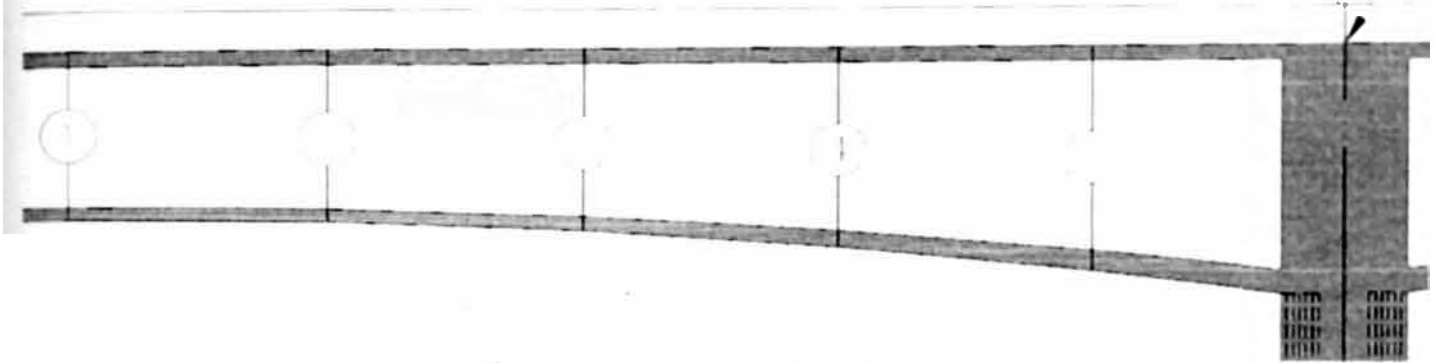


Figura 4.5 – Secciones del Tablero.

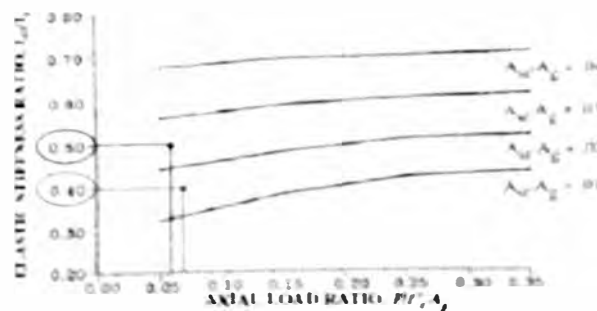
Sección apoyo	Sección 5	Sección 4	Sección 3	Sección 2	Sección 1
$A = 8,84 \text{ m}^2$	$A = 8,36 \text{ m}^2$	$A = 7,84 \text{ m}^2$	$A = 7,45 \text{ m}^2$	$A = 7,20 \text{ m}^2$	$A = 7,08 \text{ m}^2$
$I_2 = 23,90 \text{ m}^4$	$I_2 = 18,45 \text{ m}^4$	$I_2 = 13,45 \text{ m}^4$	$I_2 = 10,27 \text{ m}^4$	$I_2 = 8,42 \text{ m}^4$	$I_2 = 7,58 \text{ m}^4$
$I_3 = 35,56 \text{ m}^4$	$I_3 = 34,45 \text{ m}^4$	$I_3 = 33,24 \text{ m}^4$	$I_3 = 32,31 \text{ m}^4$	$I_3 = 31,69 \text{ m}^4$	$I_3 = 31,37 \text{ m}^4$
$J = 25,48 \text{ m}^4$	$J = 21,69 \text{ m}^4$	$J = 17,51 \text{ m}^4$	$J = 14,62 \text{ m}^4$	$J = 12,52 \text{ m}^4$	$J = 11,50 \text{ m}^4$
$E_c = \text{módulo de elasticidad del concreto} = 0,284 \text{ E}+08 \text{ kN/m}^2$					

Columnas

Ejes C224 y C227	Ejes C225 y C226
$A = 3,16 \text{ m}^2$	$A = 6,34 \text{ m}^2$
$I_2 = 0,55 \text{ m}^4$	$I_2 = 1,57 \text{ m}^4$
$I_3 = 1,16 \text{ m}^4$	$I_3 = 6,72 \text{ m}^4$
$J = 1,45 \text{ m}^4$	$J = 4,84 \text{ m}^4$

$E_c = \text{módulo de elasticidad del concreto fisurado, según el ítem 5.6.2 de la norma AASHTO 2009 (Guide Specifications for Seismic Bridge Design)}$

- Para columnas de los ejes 224 y 227 $\rightarrow 0,50 \cdot 0,254\text{E}+08 = 0,127\text{E}+08 \text{ kN/m}^2$
- Para columnas de los ejes 225 y 226 $\rightarrow 0,40 \cdot 0,254\text{E}+08 = 0,102\text{E}+08 \text{ kN/m}^2$



(a) Circular Sections

Zapatas rectangulares (8.0 x 11.0 x 2.5m) y (10.0 x 14.0 x 3.0m)

$K_{\text{roca}} = 5.000 \text{ tf/m}^3$

Tensión admisible de concreto a para apoyo el s apo s = 0.5 Pa = 5 c

4.2 CARGAS APLICADAS

4.2.1 Cargas para Los Modelos Completos

load 1: DC

ESCALA = 1/300	UNID: ton m	DATA 25/03/10
----------------	-------------	---------------



Figura 4.6 – CARGAS DC1 y DC2

load 2: DW

ESCALA = 1/300	UNID: ton m	DATA 25/03/10
----------------	-------------	---------------



Figura 4.7 – CARGAS DW

El espectro sísmico será aplicado sobre la combinación de cargas DC+DW

4.2.2 Cargas para Los Modelos de las Zapatas

Los esfuerzos serán ahora aplicados en el modelo de la zapata, representada por placas de elementos finitos con espesor de 1,25 y 2,50 para los ejes 224 y 227 y 1,50 y 3,00 m para los ejes 225 y 226.

Los esfuerzos de momentos flectores serán transformados en fuerzas opuestas (brazo de palanca para dirección longitudinal y para dirección transversal) para que se haga mejor representación de las dimensiones de las bases de las columnas.

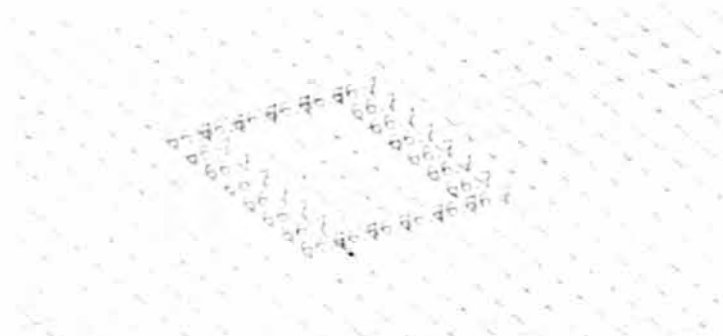


Figura 4.8 – Ejemplo de Fuerzas Axiales en las Bases de las Columnas



Figura 4.9 – Ejemplo de Momentos Flectores Longitudinales en las Bases de las Columnas



Figura 4.10 – Ejemplo de Momentos Flectores Transversales en las Bases de las Columnas



Figura 4.11 – Peso Propio de la Zapata

5. ESFUERZOS SOLICITANTES

5.1 MODOS DE VIBRACIÓN

- LONGITUDINAL

RESULTADOS						
Modo	T	Wn/Wtol	Fn	Qn	Vn	An
1	0.478543	0.000434	1.5564	-0.001560	-0.006540	-0.027417
2	0.420907	0.609840	2186.5796	0.031482	0.150047	0.715133
3	0.401415	0.277821	996.1278	-0.026193	-0.130899	-0.654165
4	0.330853	0.000964	3.4576	0.001313	0.007962	0.048276
5	0.298504	0.000579	2.0752	-0.000765	-0.005142	-0.034555
6	0.251198	0.062831	225.2805	-0.007512	-0.059990	-0.479083
7	0.245371	0.005481	19.6523	-0.007736	-0.063250	-0.517109
8	0.197444	0.013882	49.7216	-0.008219	-0.083508	-0.848458
9	0.190891	0.000001	0.0040	0.000020	0.000214	0.002253
10	0.189809	0.000438	1.5624	-0.000363	-0.003834	-0.040519
11	0.144016	0.000041	0.1436	0.000069	0.000967	0.013463
12	0.099750	0.000192	0.6318	0.000056	0.001126	0.022651
13	0.097715	0.000001	0.0028	-0.000003	-0.000058	-0.001198
14	0.092232	0.002711	8.6026	-0.000188	-0.004097	-0.089103
15	0.085408	0.000000	0.0001	0.000000	-0.000010	-0.000239
16	0.082271	0.000006	0.0181	0.000005	0.000132	0.003220
17	0.073856	0.000000	0.0005	-0.000001	-0.000020	-0.000549
18	0.055040	0.000039	0.1046	0.000006	0.000204	0.007419
19	0.052265	0.000000	0.0000	0.000000	0.000002	0.000081
20	0.050075	0.000296	0.7519	0.000012	0.000474	0.019006
Soma Tot		0.975558	3496.2732			
CQC resultados			3076.5940	0.025647	0.182131	1.487365
Espectro de Resposta						
Direção*Fator: (1.000, 0.000, 0.000) Amortec. =0.050						

- TRANSVERSAL

RESULTADOS						
Modo	T	Wn/Wtol	Fn	Qn	Vn	An
1	0.506327	0.822737	3268.1575	0.097488	0.386246	1.530305
2	0.488559	0.010947	43.4841	-0.023085	-0.094788	-0.389207
3	0.442071	0.119125	473.2006	-0.025376	-0.115155	-0.522561
4	0.416336	0.002784	11.0587	0.003027	0.014586	0.070283
5	0.394250	0.003748	14.8891	0.008386	0.042673	0.217132
6	0.341385	0.000616	2.4483	0.000875	0.005143	0.030224
7	0.318942	0.001742	6.9212	0.001462	0.009199	0.057857
8	0.251098	0.000006	0.0238	0.000078	0.000621	0.004960
9	0.217904	0.000872	3.4626	-0.000530	-0.004880	-0.044931
10	0.190935	0.000012	0.0473	0.000070	0.000735	0.007721
11	0.164615	0.000393	1.5330	0.000198	0.002414	0.029416
12	0.107698	0.000003	0.0116	-0.000007	-0.000133	-0.002484
13	0.097722	0.000025	0.0887	-0.000016	-0.000328	-0.006726
14	0.092483	0.000000	0.0002	0.000001	0.000022	0.000468
15	0.085972	0.000046	0.1591	0.000021	0.000487	0.011361
16	0.082597	0.000000	0.0012	-0.000001	-0.000035	-0.000842
17	0.077942	0.002076	6.9488	0.000092	0.002372	0.061057
18	0.057481	0.000000	0.0001	0.000000	-0.000006	-0.000207
19	0.055115	0.000000	0.0001	0.000000	-0.000008	-0.000290
20	0.052777	0.000005	0.0155	0.000002	0.000090	0.003428
Soma Tot		0.965138	3832.4512			
CQC resultados			3508.7776	0.074949	0.296094	1.178565
Espectro de Resposta						
Direção*Fator: (0.000, 1.000, 0.000) Amortec. =0.050						

5.2 ESFUERZOS EN LOS TOPES DE LAS COLUMNAS

SOLICITACIONES TOPE DE LA COLUMNA - LOS CABITOS - MODULO 17									
COLUMNAS	REACCIONES TABLERO			MOMENTOS DE LAS CARGAS DEL TABLERO					
	N (tf)			ML (tf.m)			MT (tf.m)		
	DC	DW	LL	DC	DW	LL	DC	DW	LL
C ₂₂₄	324	238	-	-	-	-	14	12	-
C ₂₂₅	737	513	-	167	141	-	44	38	-
C ₂₂₆	735	512	-	166	141	-	40	31	-
C ₂₂₇	415	240	-	-	-	-	19	16	-

COLUMNAS	SISMO " ELÁSTICO " R = 1					
	m	m	Sismo L (tf.m)		Sismo T (tf.m)	
	dL sism	dT sism	MLs	MTs	MLs	MTs
C ₂₂₄	-	-	24	303	38	2.045
C ₂₂₅	-	-	4.382	300	499	2.320
C ₂₂₆	-	-	4.276	266	674	2.228
C ₂₂₇	-	-	-	175	-	994

5.3 ESFUERZOS EN LAS BASES DE LAS COLUMNAS (PRIMER ORDEN)

SOLICITACIONES BASE DE LA COLUMNA - LOS CABITOS - MODULO 17									
COLUMNAS	REACCIONES TABLERO			MOMENTOS DE LAS CARGAS DEL TABLERO					
	N (tf)			ML (tf.m)			MT (tf.m)		
	DC	DW	LL	DC	DW	LL	DC	DW	LL
C ₂₂₄	430	238	-	-	-	-	-	-	-
C ₂₂₅	840	513	-	83	70	-	65	52	-
C ₂₂₆	841	512	-	86	72	-	64	52	-
C ₂₂₇	464	240	-	3	2	-	12	11	-

COLUMNAS	SISMO " ELÁSTICO " R = 1					
	m	m	Sismo L (tf.m)		Sismo T (tf.m)	
	dL sism	dT sism	MLs	MTs	MLs	MTs
C ₂₂₄	0.150	0.150	1.604	600	243	3.903
C ₂₂₅	0.034	0.025	4.845	1.334	477	7.486
C ₂₂₆	0.033	0.029	4.652	1.022	588	8.358
C ₂₂₇	0.014	0.062	440	527	309	4.684

5.4 ESFUERZOS EN LAS BASES DE LAS COLUMNAS (SEGUNDO ORDEN)

Los efectos de segundo orden serán estimados basados en los desplazamientos del topo de la columna solamente para los ejes C224 y C227, así:



$$(N_{DC} + N_{DW}) \cdot e = M_{2^{o \text{ orden}}}$$

5.5 COMBINACIONES UTILIZADAS

Sismo Longitudinal mínimo	$N_d = 0.9 \cdot DC + 0.65 \cdot DW + 1.0 \cdot LL$
	$ML_d = N_d \cdot dL_{\text{sism}} + ML_{\text{sism}L/2} + (ML_{\text{sism}T/2}) \cdot 0.3 + 0.9 \cdot ML_{DC} + 0.65 \cdot ML_{DW} + 1.0 \cdot ML_{LL}$
	$MT_d = 0.3 \cdot (Nd \cdot dT_{\text{sism}} + MT_{\text{sism}T/2}) + MT_{\text{sism}L/2} + 0.9 \cdot MT_{DC} + 0.65 \cdot MT_{DW} + 1.0 \cdot MT_{LL}$
Sismo Longitudinal máximo	$N_d = 1.25 \cdot DC + 1.5 \cdot DW + 1.0 \cdot LL$
	$ML_d = N_d \cdot dL_{\text{sism}} + ML_{\text{sism}L/2} + (ML_{\text{sism}T/2}) \cdot 0.3 + 1.25 \cdot ML_{DC} + 1.5 \cdot ML_{DW} + 1.0 \cdot ML_{LL}$
	$MT_d = 0.3 \cdot (Nd \cdot dT_{\text{sism}} + MT_{\text{sism}T/2}) + MT_{\text{sism}L/2} + 1.25 \cdot MT_{DC} + 1.5 \cdot MT_{DW} + 1.0 \cdot MT_{LL}$
Sismo Transversal mínimo	$N_d = 0.9 \cdot DC + 0.65 \cdot DW + 1.0 \cdot LL$
	$ML_d = 0.3 \cdot (N_d \cdot dL_{\text{sism}} + ML_{\text{sism}L/2}) + ML_{\text{sism}T/2} + 0.9 \cdot ML_{DC} + 0.65 \cdot ML_{DW} + 1.0 \cdot ML_{LL}$
	$MT_d = N_d \cdot dT_{\text{sism}} + MT_{\text{sism}T/2} + (MT_{\text{sism}L/2}) \cdot 0.3 + 0.9 \cdot MT_{DC} + 0.65 \cdot MT_{DW} + 1.0 \cdot MT_{LL}$
Sismo Transversal máximo	$N_d = 1.25 \cdot DC + 1.5 \cdot DW + 1.0 \cdot LL$
	$ML_d = 0.3 \cdot (N_d \cdot dL_{\text{sism}} + ML_{\text{sism}L/2}) + ML_{\text{sism}T/2} + 1.25 \cdot ML_{DC} + 1.5 \cdot ML_{DW} + 1.0 \cdot ML_{LL}$
	$MT_d = N_d \cdot dT_{\text{sism}} + MT_{\text{sism}T/2} + (MT_{\text{sism}L/2}) \cdot 0.3 + 1.25 \cdot MT_{DC} + 1.5 \cdot MT_{DW} + 1.0 \cdot MT_{LL}$

6. CÁLCULO DE ARMADURAS DE LAS COLUMNAS

Los esfuerzos en las columnas fueron obtenidos en el análisis dinámico con espectro elástico. Estos esfuerzos fueron reducidos por el coeficiente de reducción de respuesta = 2. Por lo tanto, los esfuerzos utilizados para el diseño de las Columnas son los siguientes:

- TOPE DE LAS COLUMNAS

COLUMNAS	SOLICITACIONES PLÁSTICAS R = 2					
	Dirección Longitudinal			Dirección Transversal		
	Nd	MLd	MTd	Nd	MLd	MTd
C ₂₂₄ - Extreme mín	446	18	479	446	22	1.088
C ₂₂₄ - Extreme máx	762	18	494	762	22	1.104
C ₂₂₅ - Extreme mín.	997	2.508	562	997	1.149	1.269
C ₂₂₅ - Extreme máx.	1.691	2.686	610	1.691	1.327	1.317
C ₂₂₆ - Extreme mín.	994	2.480	524	994	1.219	1.210
C ₂₂₆ - Extreme máx.	1.687	2.658	564	1.687	1.397	1.251
C ₂₂₇ - Extreme mín.	530	-	265	530	-	551
C ₂₂₇ - Extreme máx.	879	-	285	879	-	572

- BASE DE LAS COLUMNAS

COLUMNAS	SOLICITACIONES PLÁSTICAS R = 2					
	Dirección Longitudinal			Dirección Transversal		
	Nd	MLd	MTd	Nd	MLd	MTd
C ₂₂₄ - Extreme mín	542	920	967	542	443	2.123
C ₂₂₄ - Extreme máx	895	973	1.020	895	496	2.176
C ₂₂₅ - Extreme mín.	1.089	2.614	1.883	1.089	1.085	4.036
C ₂₂₅ - Extreme máx.	1.820	2.703	1.950	1.820	1.174	4.103
C ₂₂₆ - Extreme mín.	1.090	2.538	1.856	1.090	1.116	4.424
C ₂₂₆ - Extreme máx.	1.819	2.630	1.923	1.819	1.207	4.491
C ₂₂₇ - Extreme mín.	574	278	1.020	574	233	2.475
C ₂₂₇ - Extreme máx.	940	287	1.056	940	241	2.511

Los esfuerzos en las bases de las columnas son más desfavorables, por lo tanto, lo dimensionamiento será hecho para estas solicitaciones.

6.1 DIAGRAMAS DE ITERACIÓN PARA LAS COLUMNAS

- COLUMNA DE LOS EJES 224 y 227

```

                                00000                                (TM)
                                00  00
                                00  00
0000000  00000  00000  00  00000  00  00  00  00000000  0000
00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00
00  00  00  0000000  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00
0000000  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00  00
00  00000  00  00  00000  00000  00000  00000  00  00  00  00

```

=====
Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections
=====

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or adequacy of the material supplied as input for processing by the pcaColumn(tm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the pcaColumn(tm) program. Although PCA has endeavored to produce pcaColumn(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensees. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the pcaColumn(tm) program.

General Information:

```

Project: Lima-Peru
Column:
Code: ACI 318-05
Engineer:
Units: Metric

Run Option: Investigation
Run Axis: Biaxial
Slenderness: Not considered
Column Type: Structural

```

Material Properties:

```

f'c = 28 MPa
Ec = 24870.1 MPa
Ultimate strain = 0.003 mm/mm
Beta1 = 0.846954
fy = 420 MPa
Es = 200000 MPa

```

Section:

Exterior Points								
No.	X (mm)	Y (mm)	No.	X (mm)	Y (mm)	No.	X (mm)	Y (mm)
1	1150	-325	2	1150	325	3	750	775
4	-750	775	5	-1150	325	6	-1150	-325
7	-750	-775	8	750	-775			

```

Gross section area, Ag = 3.205e+006 mm^2
Ix = 5.69068e+011 mm^4
Iy = 1.19627e+012 mm^4
Xo = 1.24805e-006 mm
Yo = -2.4961e-006 mm

```

Reinforcement:

Bar Set: ASTM A615								
Size	Diam (mm)	Area (mm^2)	Size	Diam (mm)	Area (mm^2)	Size	Diam (mm)	Area (mm^2)
# 3	10	71	# 4	13	129	# 5	16	200
# 6	19	284	# 7	22	387	# 8	25	510
# 9	29	645	# 10	32	819	# 11	36	1006
# 14	43	1452	# 18	57	2581			

Confinement: Tied; #3 ties with #10 bars, #3 with larger bars.
phi(a) = 0.8, phi(b) = 0.9, phi(c) = 0.65

Pattern: Irregular

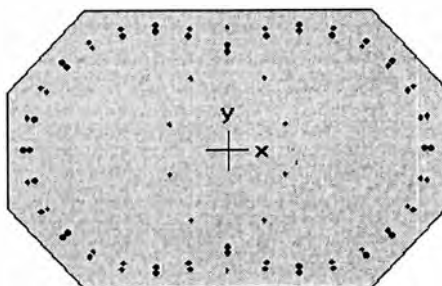
Total steel area, As = 69510 mm² at 2.17%

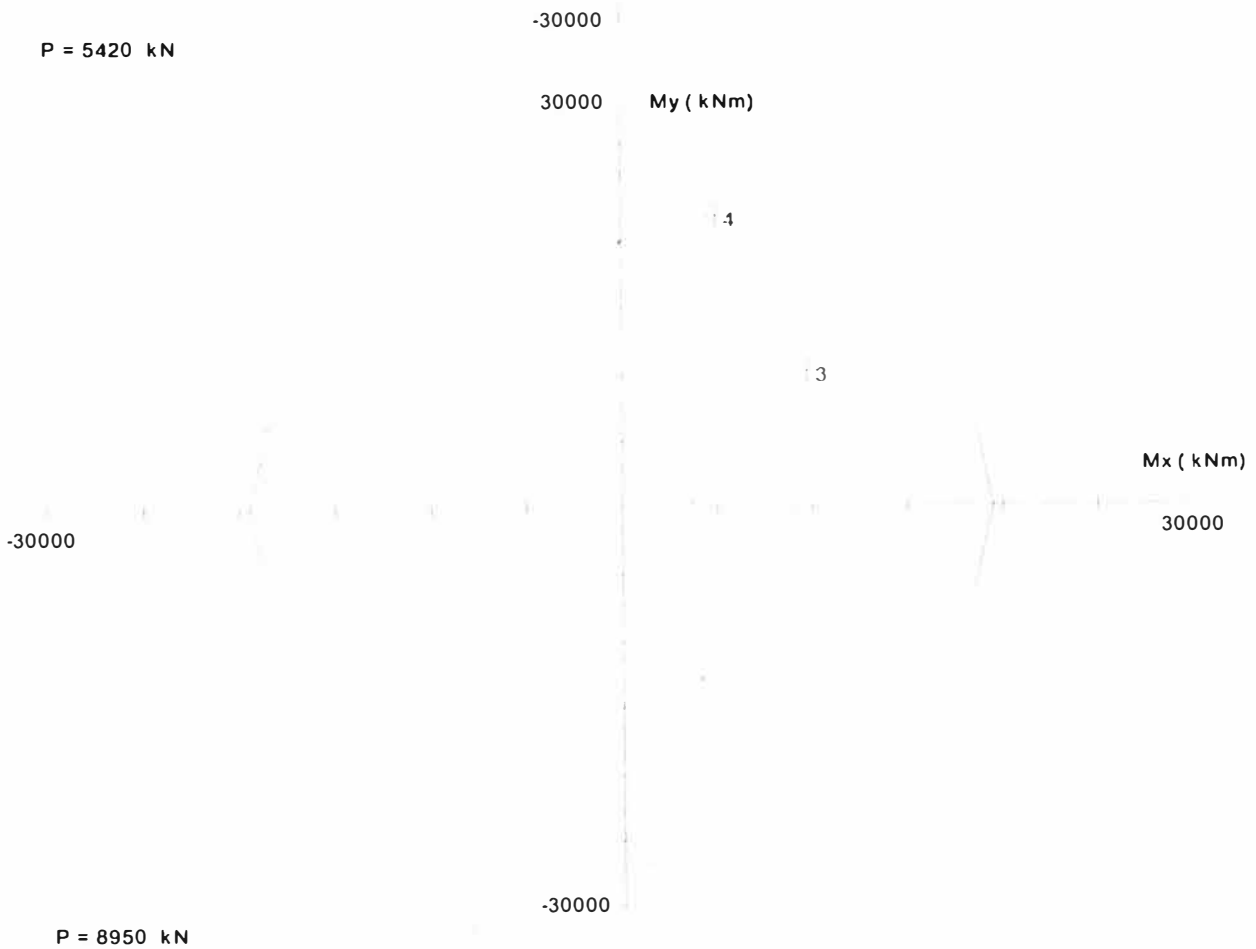
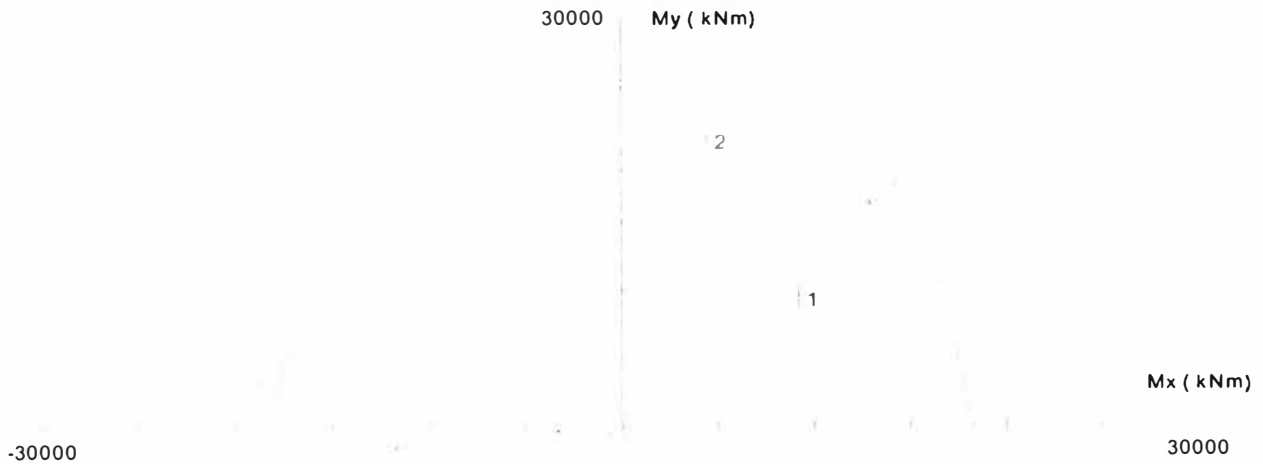
Area mm ²	X (mm)	Y (mm)	Area mm ²	X (mm)	Y (mm)	Area mm ²	X (mm)	Y (mm)
1006	0	580	1006	196	667	1006	375	691
1006	554	667	1006	721	598	1006	864	489
1006	973	346	1006	1042	179	1006	1066	0
1006	1042	-179	1006	973	-346	1006	864	-489
1006	721	-598	1006	554	-667	1006	375	-691
1006	196	-667	1006	0	-580	1006	-196	-667
1006	-375	-691	1006	-554	-667	1006	-721	-598
1006	-864	-489	1006	-973	-346	1006	-1042	-179
1006	-1066	0	1006	-1042	179	1006	-973	346
1006	-864	489	1006	-721	598	1006	-554	667
1006	-375	691	1006	-196	667	510	192	395
510	302	139	510	-192	-395	510	-302	-139
510	-192	395	510	-302	139	510	192	-395
510	302	-139	510	0	675	510	0	-675
1006	0	544	1006	205	633	1006	375	655
1006	545	633	1006	703	567	1006	838	463
1006	942	328	1006	1008	170	1006	1030	0
1006	1008	-170	1006	942	-328	1006	838	-463
1006	703	-567	1006	545	-633	1006	375	-655
1006	205	-633	1006	0	-544	1006	-205	-633
1006	-375	-655	1006	-545	-633	1006	-703	-567
1006	-838	-463	1006	-942	-328	1006	-1008	-170
1006	-1030	0	1006	-1008	170	1006	-942	328
1006	-838	463	1006	-703	567	1006	-545	633
1006	-375	655	1006	-205	633			

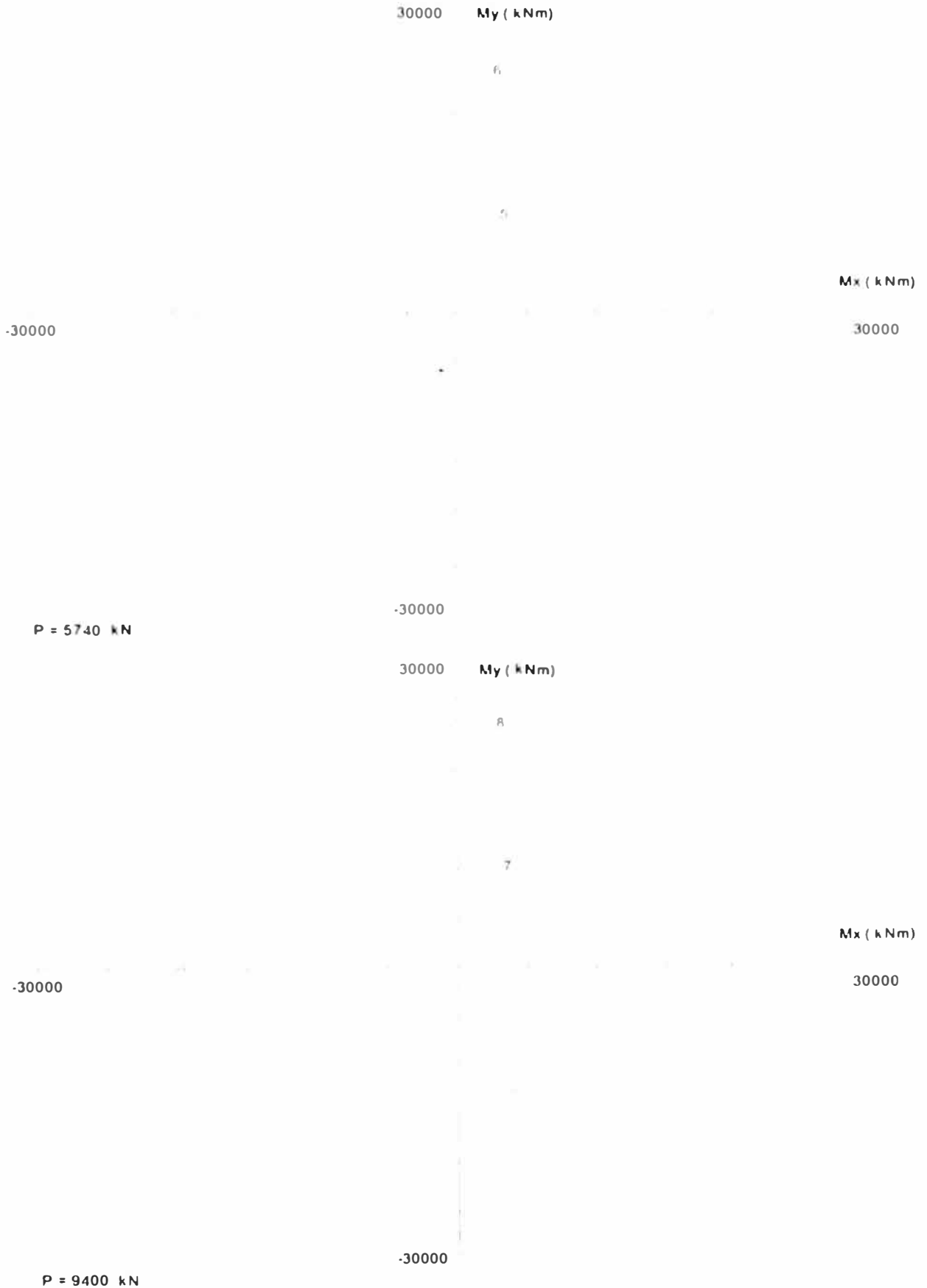
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities:

No.	Pu kN	Mux kNm	Muy kNm	fMnx kNm	fMny kNm	fMn/Mu	Phi
C224 L- 1	5420.00	9200.00	9670.00	14081.78	14801.18	1.531	0.900
C224 T- 2	5420.00	4430.00	21230.00	5047.90	24191.17	1.139	0.900
C224 L+ 3	8950.00	9730.00	10200.00	14127.61	14810.03	1.452	0.844
C224 T+ 4	8950.00	4960.00	21760.00	5777.77	25347.65	1.165	0.900
C227 L- 5	5740.00	2780.00	10200.00	6447.97	23658.04	2.319	0.900
C227 T+ 6	5740.00	2330.00	24750.00	2379.70	25277.98	1.021	0.900
C227 L- 7	9400.00	2870.00	10560.00	6741.13	24803.60	2.349	0.890
C227 L+ 8	9400.00	2410.00	25110.00	2571.44	26792.11	1.067	0.900

*** End of output ***







• COLUMNA DE LOS EJES 225 y 226

```

                                00000                                (TM)
                                00 00
                                00 00
                                00
00000000  00000  00000  00 00000  00 00 00 00000000  0000
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 0000000 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
0000000 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00000 00 00 00000 00000 00000 00000 00 00 00 00

```

=====
Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections
=====

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or adequacy of the material supplied as input for processing by the pcaColumn(tm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the pcaColumn(tm) program. Although PCA has endeavored to produce pcaColumn(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensee. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the pcaColumn(tm) program.

General Information:

```

=====
File Name: F:\PROGRAMAS\PCA-COLUMN\Lima - Elevado\Pila 2 - Los Cabitos 1,8x3,8.col
Project: Lima-Peru
Column:
Code: ACI 318-05
Engineer:
Units: Metric

Run Option: Investigation
Run Axis: Biaxial
Slenderness: Not considered
Column Type: Structural

```

Material Properties:

```

=====
f'c = 28 MPa
Ec = 24870.1 MPa
Ultimate strain = 0.003 mm/mm
Beta1 = 0.846954

fy = 420 MPa
Es = 200000 MPa

```

Section:

```

=====
Exterior Points

```

No.	X (mm)	Y (mm)	No.	X (mm)	Y (mm)	No.	X (mm)	Y (mm)
1	1900	-400	2	1900	400	3	1400	900
4	-1400	900	5	-1900	400	6	-1900	-400
7	-1400	-900	8	1400	-900			

```

Gross section area, Ag = 6.34e+006 mm^2
Ix = 1.57097e+012 mm^4
Iy = 6.72163e+012 mm^4
Xo = -1.68244e-006 mm
Yo = -8.4122e-006 mm

```

Reinforcement:

```

=====
Bar Set: ASTM A615

```

Size	Diam (mm)	Area (mm^2)	Size	Diam (mm)	Area (mm^2)	Size	Diam (mm)	Area (mm^2)
# 3	10	71	# 4	13	129	# 5	16	200
# 6	19	284	# 7	22	387	# 8	25	510
# 9	29	645	# 10	32	819	# 11	36	1006
# 14	43	1452	# 18	57	2581			

Confinement: Tied: #3 ties with #10 bars, #3 with larger bars.
phi(a) = 0.8, phi(b) = 0.9, phi(c) = 0.65

Pattern: Irregular

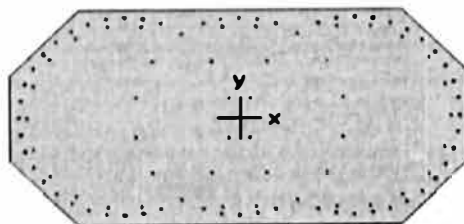
Total steel area, As = 81793 mm² at 1.29%

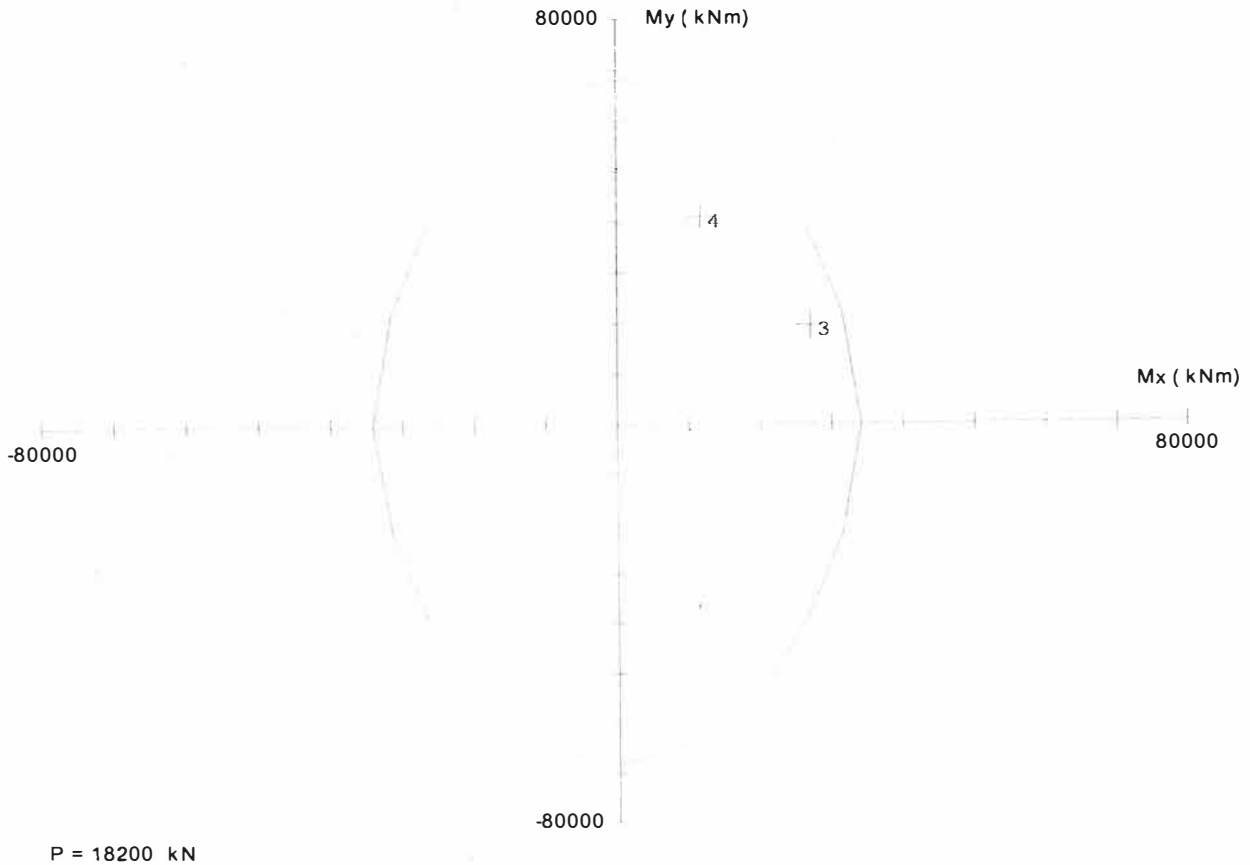
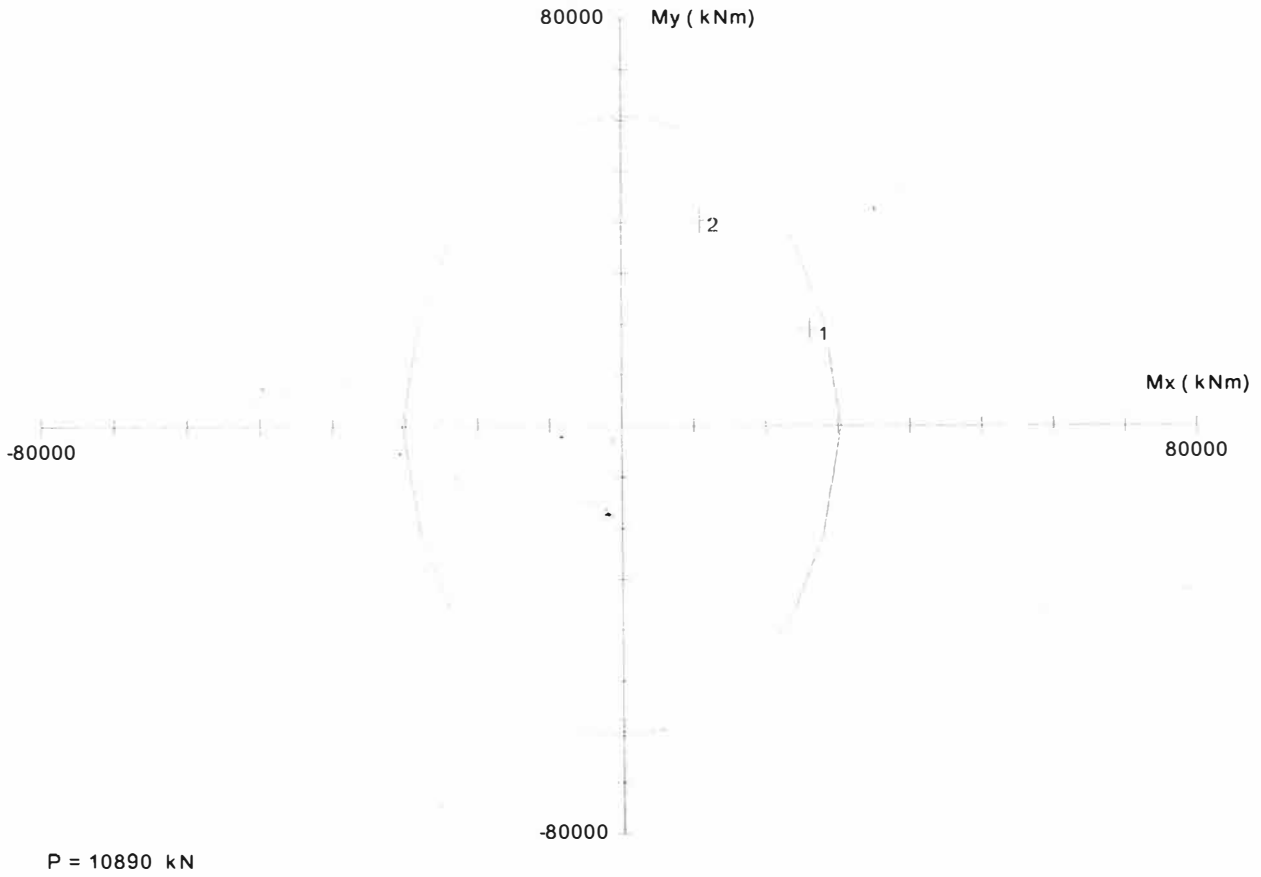
Area mm ²	X (mm)	Y (mm)	Area mm ²	X (mm)	Y (mm)	Area mm ²	X (mm)	Y (mm)
1006	0	826	1006	143	813	1006	283	776
1006	500	658	1006	717	776	1006	857	813
1006	1000	826	1006	1143	813	1006	1283	776
1006	1413	715	1006	1531	633	1006	1633	531
1006	1715	413	1006	1776	283	1006	1813	143
1006	1826	0	1006	1813	-143	1006	1776	-283
1006	1715	-413	1006	1633	-531	1006	1531	-633
1006	1413	-715	1006	1283	-776	1006	1143	-813
1006	1000	-826	1006	857	-813	1006	717	-776
1006	500	-658	1006	283	-776	1006	143	-813
1006	0	-826	1006	-143	-813	1006	-283	-776
1006	-500	-658	1006	-717	-776	1006	-857	-813
1006	-1000	-826	1006	-1143	-813	1006	-1283	-776
1006	-1413	-715	1006	-1531	-633	1006	-1633	-531
1006	-1715	-413	1006	-1776	-283	1006	-1813	-143
1006	-1826	0	1006	-1813	143	1006	-1776	283
1006	-1715	413	1006	-1633	531	1006	-1531	633
1006	-1413	715	1006	-1283	776	1006	-1143	813
1006	-1000	826	1006	-857	813	1006	-717	776
1006	-500	658	1006	-283	776	1006	-143	813
510	707	438	510	-707	438	510	-707	-438
510	707	-438	510	817	153	510	-817	153
510	-817	-153	510	817	-153	510	293	438
510	-293	438	510	-293	-438	510	293	-438
510	183	153	510	-183	153	510	-183	-153
510	183	-153	510	131	745	510	869	745
510	1131	745	510	1378	655	510	1579	486
510	1710	259	510	1756	0	510	1710	-259
510	1579	-486	510	1378	-655	510	1131	-745
510	869	-745	510	131	-745	510	-131	-745
510	-869	-745	510	-1131	-745	510	-1378	-655
510	-1579	-486	510	-1710	-259	510	-1756	0
510	-1710	259	510	-1579	486	510	-1378	655
510	-1131	745	510	-869	745	510	-131	745

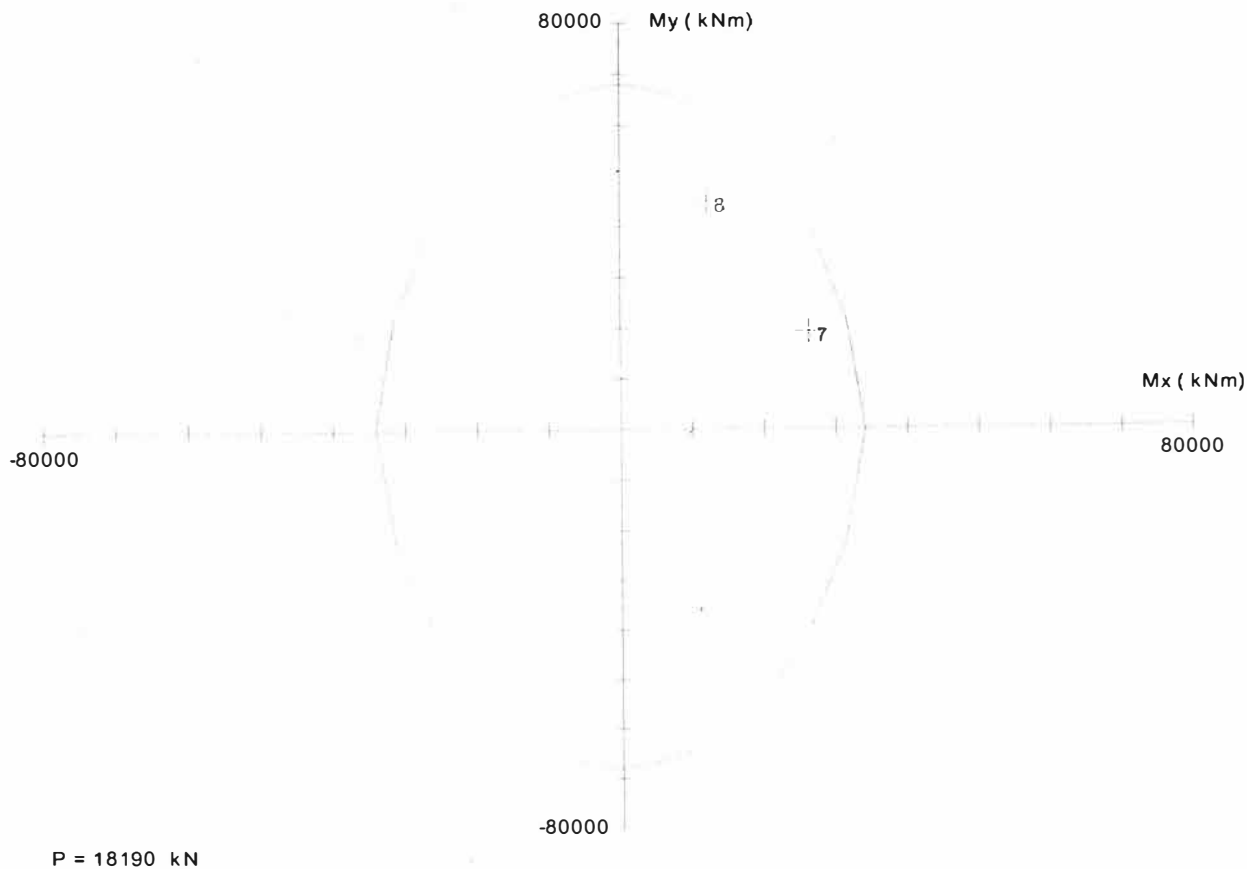
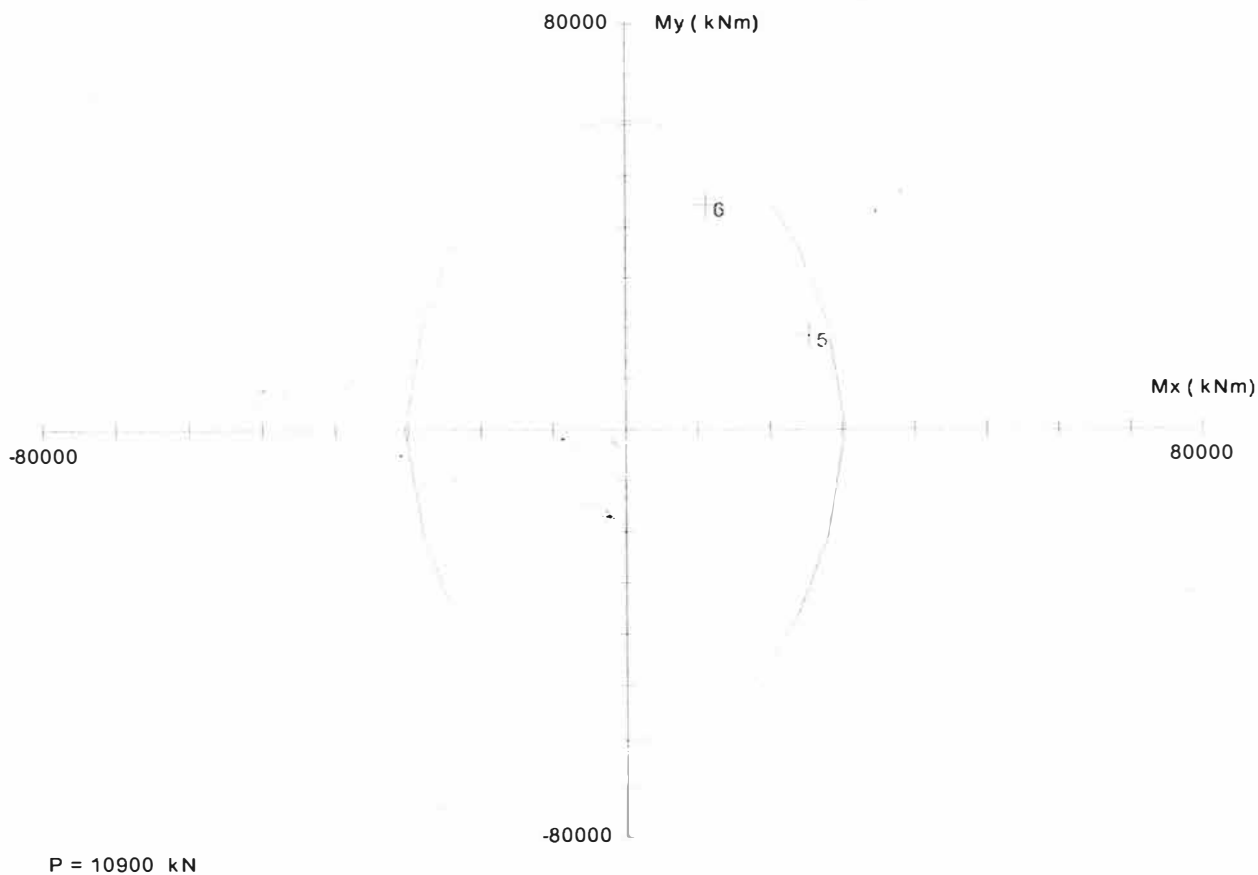
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities:

No.	Pu kN	Mux kNm	Muy kNm	φMx kNm	φMy kNm	φMn/Mu	Phi
C225 L- 1	10890.00	26140.00	18830.00	28058.95	20212.32	1.073	0.900
C225 T- 2	10890.00	10850.00	40360.00	14408.21	53595.88	1.328	0.900
C225 L+ 3	18200.00	27030.00	19500.00	31312.07	22589.18	1.158	0.900
C225 T+ 4	18200.00	11740.00	41030.00	16621.91	58091.73	1.416	0.900
C226 L- 5	10900.00	25380.00	18560.00	28030.98	20498.62	1.104	0.900
C226 T- 6	10900.00	11160.00	44240.00	13709.86	54348.05	1.228	0.900
C226 L+ 7	18190.00	26300.00	19230.00	31236.44	22839.42	1.188	0.900
C226 T+ 8	18190.00	12070.00	44910.00	15844.20	58953.03	1.313	0.900

*** End of output ***







6.2 ARMADURA DE CORTE PARA RÓTULA PLÁSTICA

Según el ítem 5.10.11.4.1d de AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

Para concreto $f'c = 28$ MPa y acero $f_y = 420$ MPa

$$\rho_s = 0,12 \times \frac{28}{420} = 0,008$$

Columnas ejes C224 y C227 (ϕ 1,47m):

$$V = \pi \times \frac{147^2}{4} \times 100 \times 0,008 = 13.577 \text{ cm}^3$$

$$\text{Adoptado: } \phi \frac{3}{4}'' \quad c/10 = \frac{100}{10} \times 2,85 \times \pi \times 147 = 13.162 \text{ cm}^3$$

Columnas ejes C225 y C226 (ϕ 1,72m):

$$V = \pi \times \frac{172^2}{4} \times 100 \times 0,008 = 18.588 \text{ cm}^3$$

$$\text{Adoptado: } \phi \frac{3}{4}'' \quad c/7,5 = \frac{100}{7,5} \times 2,85 \times \pi \times 172 = 20.533 \text{ cm}^3$$

7. CÁLCULO DE ARMADURAS DE LAS ZAPATAS

7.1 MOMENTO MÁXIMO TRANSMITIDO POR LA COLUMNA PARA ZAPATA POR PLASTIFICACIÓN

El máximo momento transmitido por la columna en la dirección longitudinal y transversal, está indicado a seguir, ver AASHTO ítem 3.10.9.4.3 (Inelastic Hinging Forces):

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities:

COLUMNA	Pu kN	Mux kNm	Muy kNm	fMnx kNm	fMny kNm	fMn/Mu	Phi
C224 L	6580.00	1.00	0.00	18670.62	0.00	999.999	0.900
C224 T	6580.00	0.00	1.00	-0.00	26029.63	999.999	0.900
C225 L	13530.00	1.00	0.00	31829.10	0.00	999.999	0.900
C225 T	13530.00	0.00	1.00	-0.00	63605.54	999.999	0.900
C226 L	13530.00	1.00	0.00	31829.10	0.00	999.999	0.900
C226 T	13530.00	0.00	1.00	-0.00	63605.54	999.999	0.900
C227 L	7040.00	1.00	0.00	18845.53	0.00	999.999	0.900
C227 T	7040.00	0.00	1.00	-0.00	26228.04	999.999	0.900

Por lo tanto, para un coeficiente $\phi = 1,30$ tenemos:

$$\begin{aligned} \bullet \quad M_{Pl} &= \frac{M_{nx}}{\Phi} \times 1,30 = tf \times m & \bullet \quad M_{Pt} &= \frac{M_{ny}}{\Phi} \times 1,30 = tf \times m \\ \bullet \quad V_{Pl} &= \frac{M_{PL}}{h_{COLUMNA}} = tf \quad \text{o} \quad V_{Pt} = \frac{2 \times M_{PL}}{h_{COLUMNA}} = tf & \bullet \quad V_{Pt} &= \frac{M_{PT}}{h_{COLUMNA}} = tf \end{aligned}$$

SOLICITACIONES EN EL TOPE DE LA ZAPATA

	DC (tf)	DW (tf)	M _{PL} (tf.m)	M _{PT} (tf.m)	V _{PL} (tf)	V _{PT} (tf)
Zapata del eje C224	430	238	2697	3760	201	281
Zapata del eje C225	840	513	4598	9188	1415	1414
Zapata del eje C226	841	512	4598	9188	1383	1382
Zapata del eje C227	464	240	2721	3789	432	601

Se considerara la carga de peso propio de la zapata y una carga de peso de suelo para un coeficiente $\gamma = 1,8 \text{ tf/m}^3$

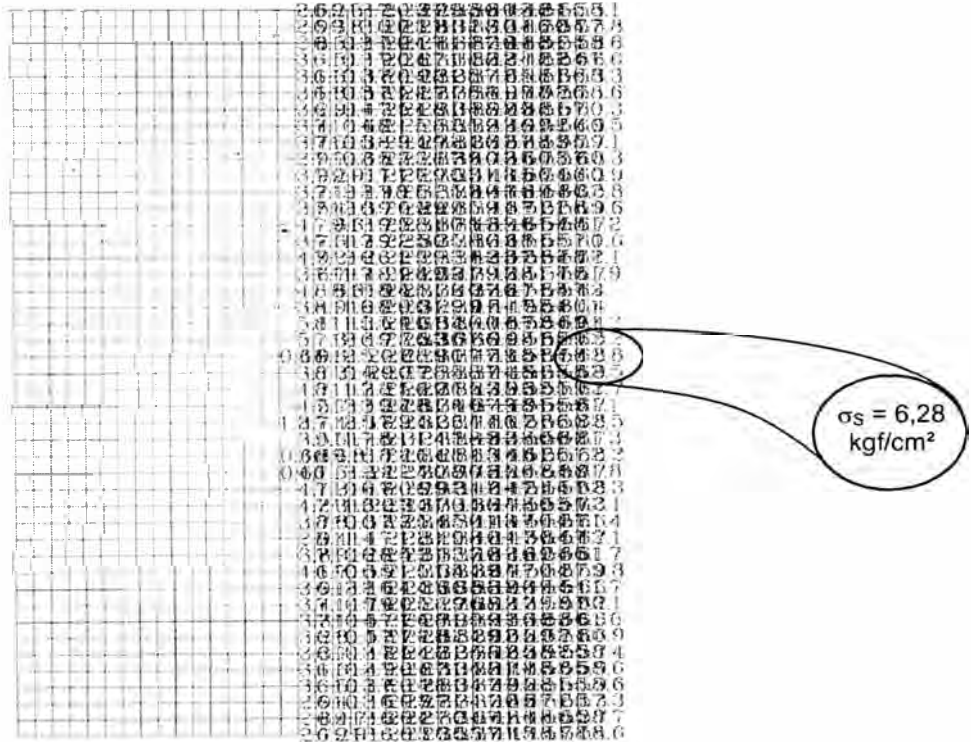
Las presiones en el suelo y lo diseño de las zapatas serán verificados de acuerdo con las combinaciones abajo:

$$\begin{aligned} \text{ML} & 1,0*(\text{DC} + \text{Peso Propio}) + 1,0*(\text{DW} + \text{Peso de Suelo}) + 1,0 (M_{PL} + h_{ZAPATA} * H_L) \\ \text{MT} & 1,0*(\text{DC} + \text{Peso Propio}) + 1,0*(\text{DW} + \text{Peso de Suelo}) + 1,0 (M_{PT} + h_{ZAPATA} * H_T) \end{aligned}$$

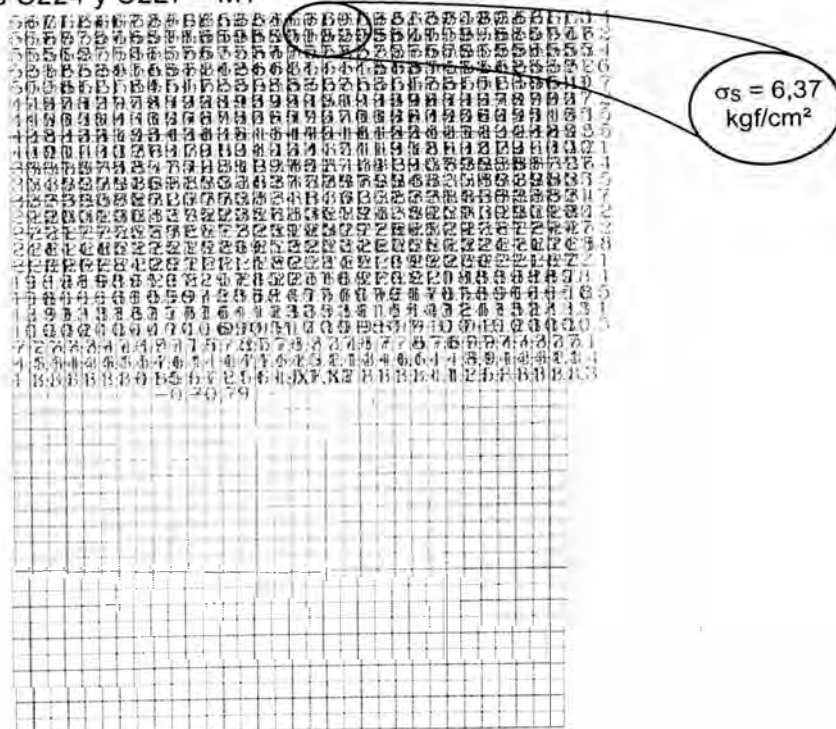
7.2 PRESIONES APLICADAS EN EL SUELO DE APOYO DE LAS ZAPATAS

Serán verificadas las presiones en suelo aplicadas por la zapata, debido a las cargas descritas arriba. El modelo propuesto representa la zapata con malla de elementos finitos con el espesor real, apoyada en resortes obtenidos a partir del valor del coeficiente de reacción vertical del suelo (roca – $K_v = 9.000 \text{ tf/m}^3$). No serán admitidas tensiones de tracción entre el suelo y la zapata.

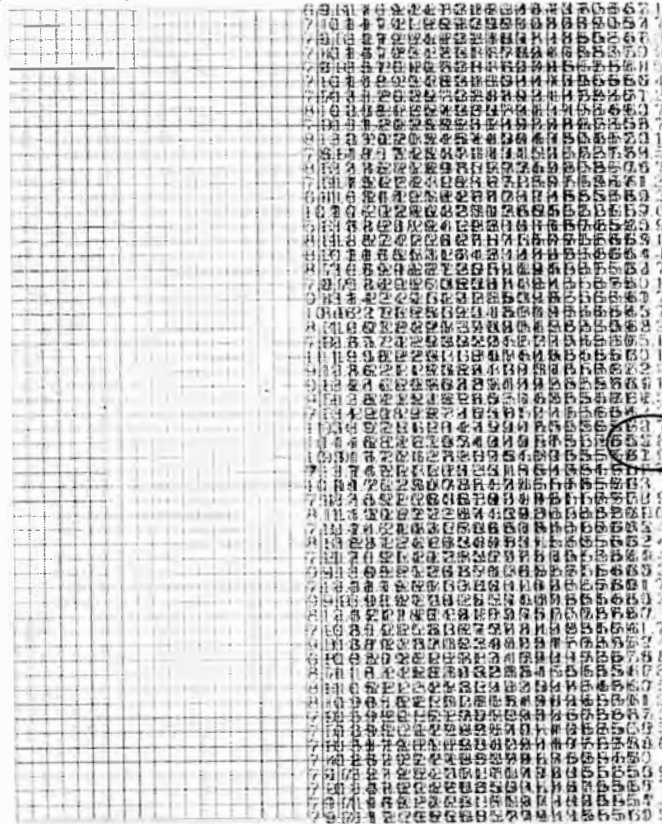
- Columnas de los ejes C224 y C227 – ML



- Columnas de los ejes C224 y C227 – MT

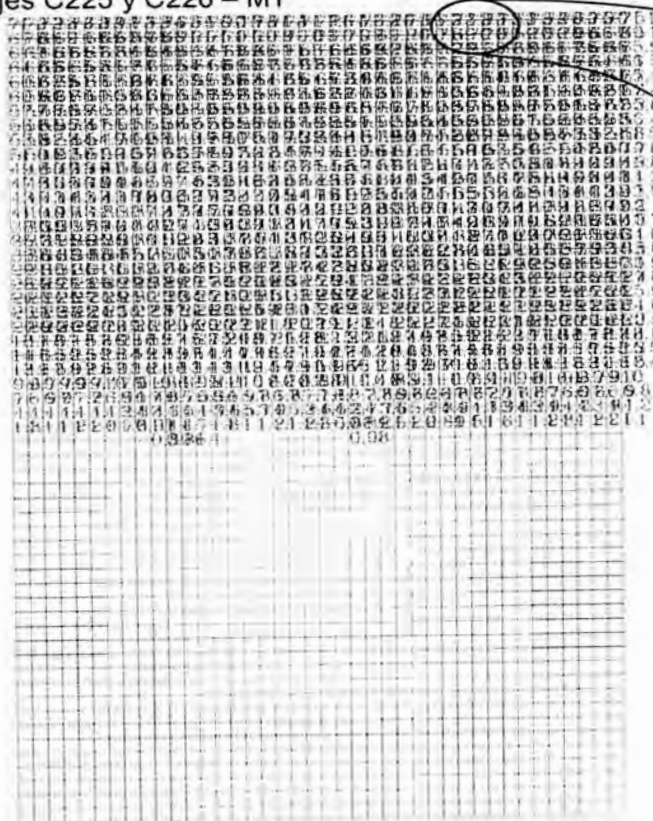


- Columnas de los ejes C225 y C226 – ML



$\sigma_s = 6,68$
kg/cm²

- Columnas de los ejes C225 y C226 – MT

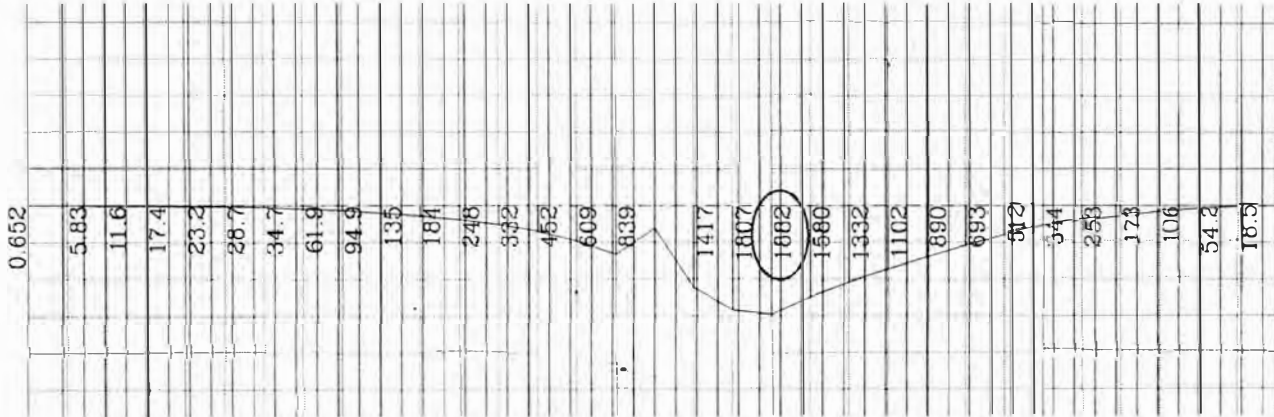


$\sigma_s = 7,71$
kg/cm²

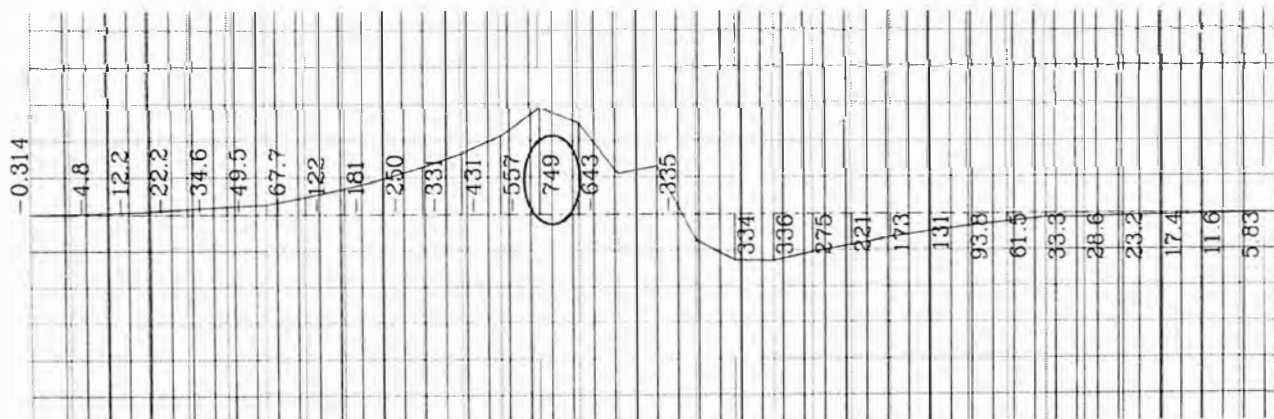
Las presiones de compresion en el suelo en todas las combinaciones analizadas no ultrapasan la presión admisible del suelo y las zapatas están por lo menos 50% comprimidas.

7.3 ESFUERZOS SOLICITANTES

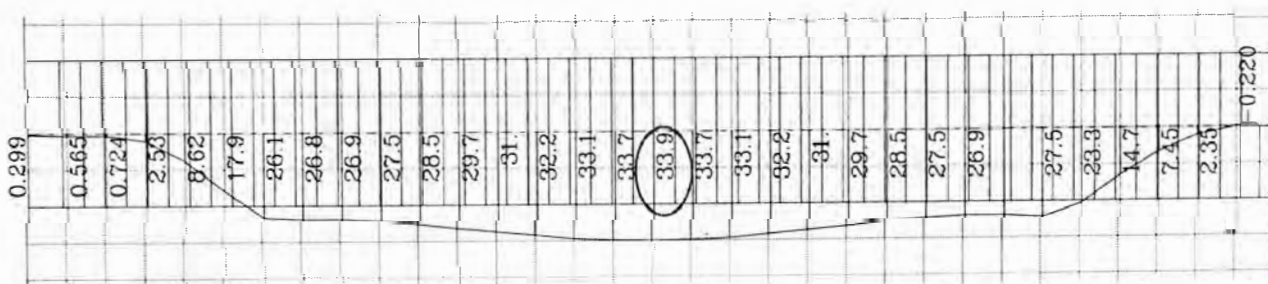
- Zapata de las Columnas de los ejes C224 y C227 – 8,0 x 11,0 x 2,5



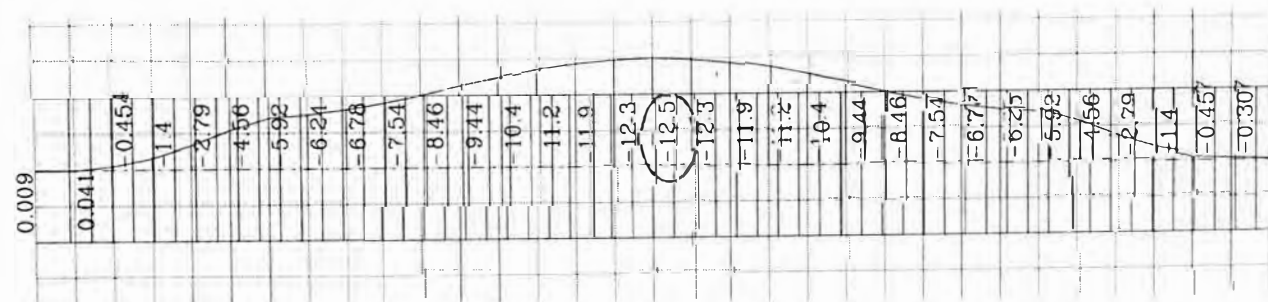
Envolvente de las cargas máximas longitudinales – H = 2,50m – por una faja de 5,0m



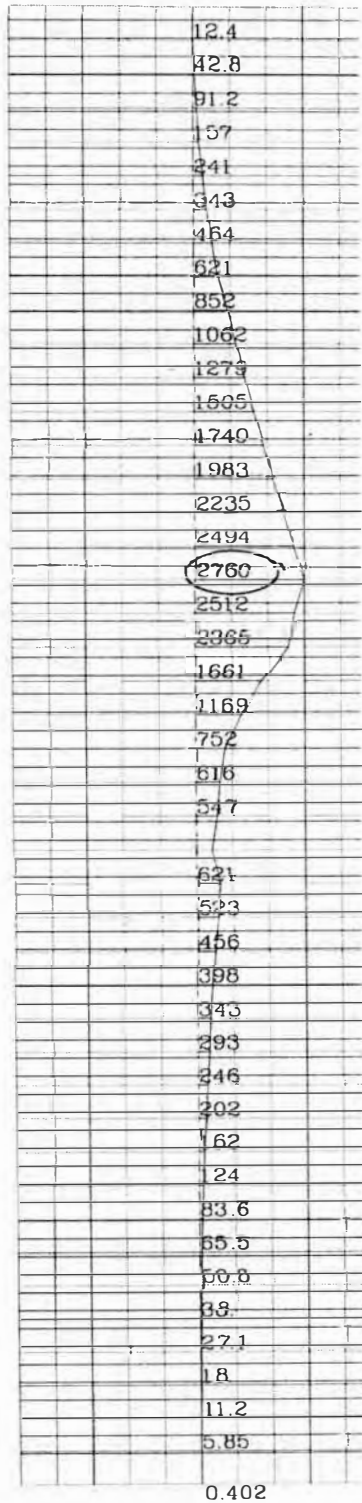
Envolvente de las cargas mínimas longitudinales – H = 2,50m – por una faja de 5,0m



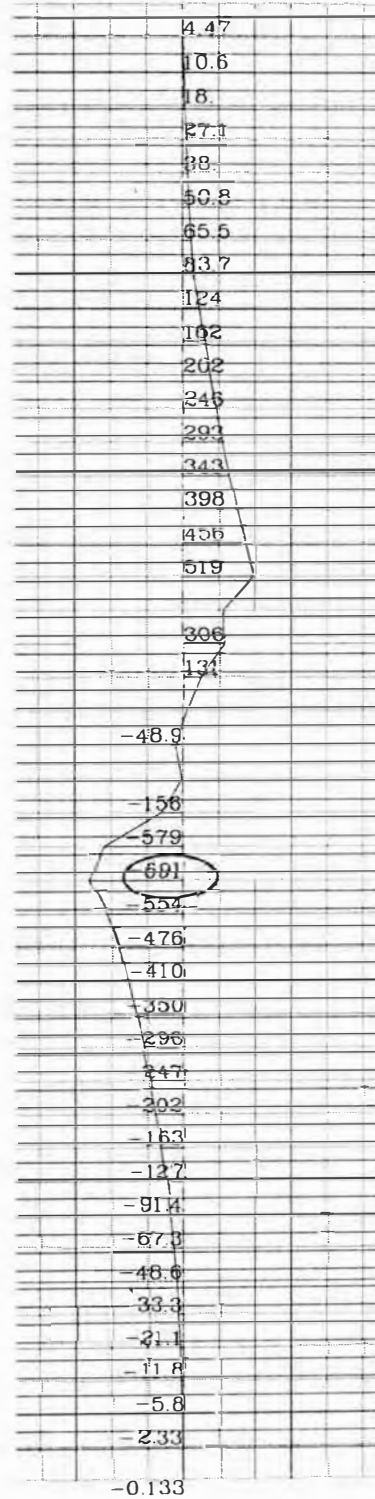
Envolvente de las cargas máximas longitudinales – H = 1,25m – por una faja de 1,0m



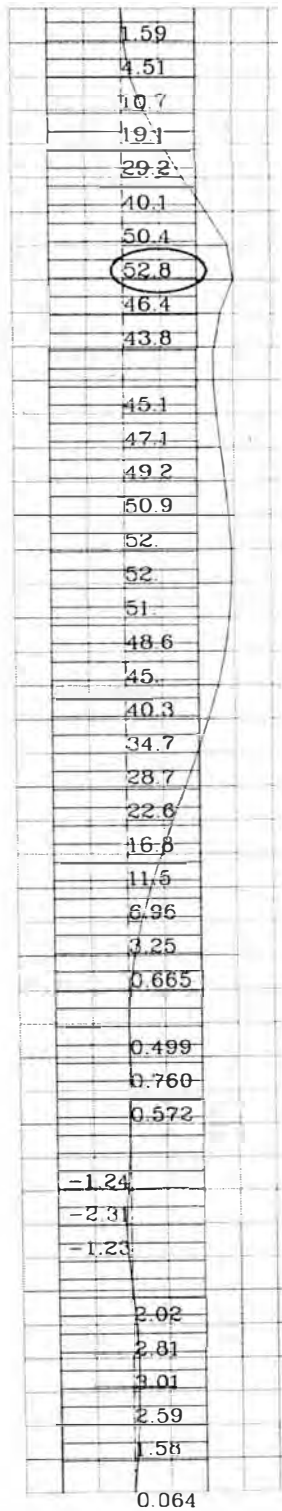
Envolvente de las cargas mínimas longitudinales – H = 1,25m – por una faja de 1,0m



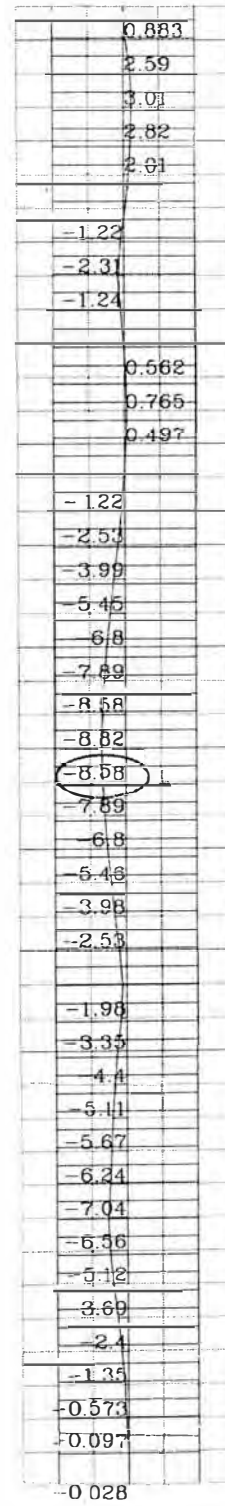
Envolvente de las cargas máximas
transversales – H = 2,50m
por una faja de 5,0m



Envolvente de las cargas mínimas
transversales – H = 2,50m
por una faja de 5,0m

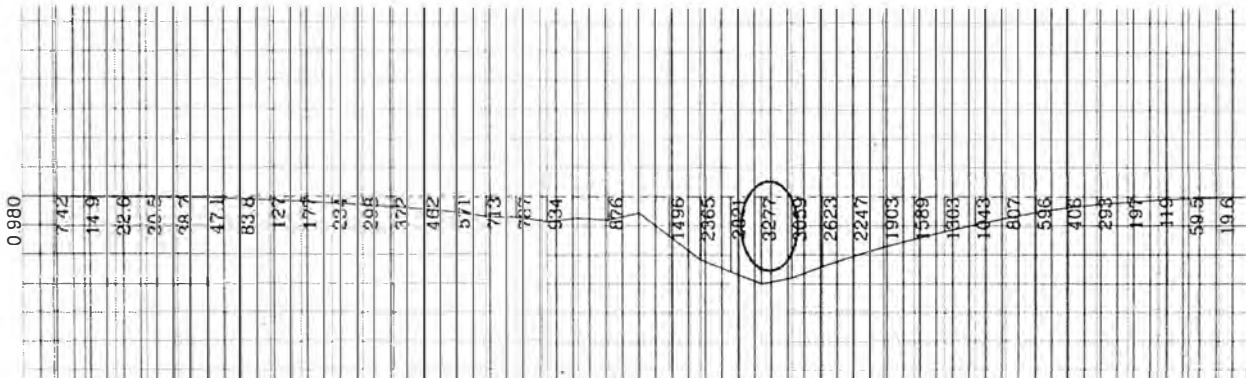


Envolvente de las cargas máximas
transversales – H = 1,25m
por una faja de 1,0m

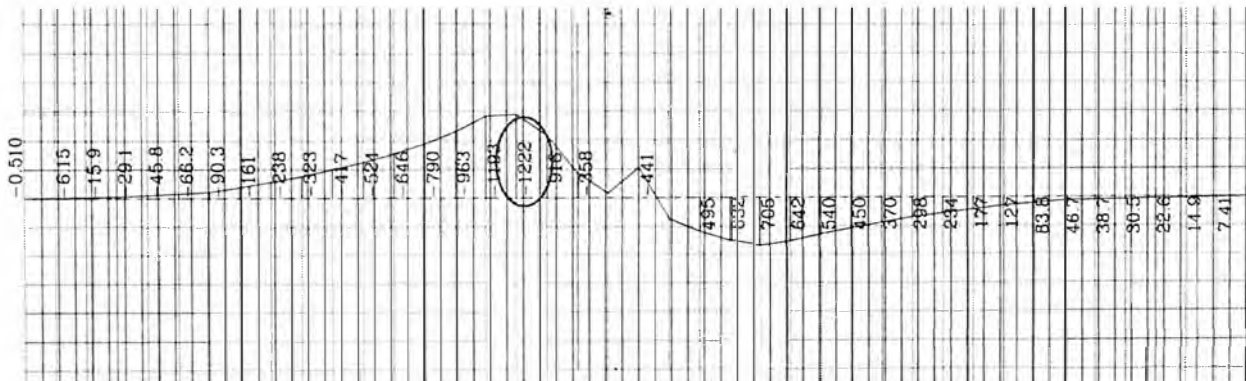


Envolvente de las cargas mínimas
transversales – H = 1,25m
por una faja de 1,0m

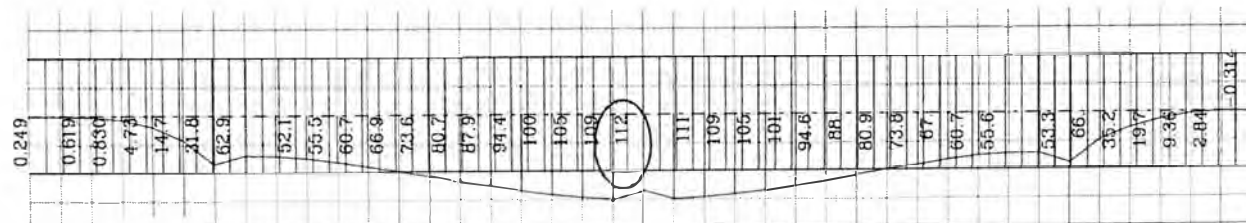
- Zapata de las Columnas de los ejes C225 y C226 – 10,0 x 14,0 x 3,0



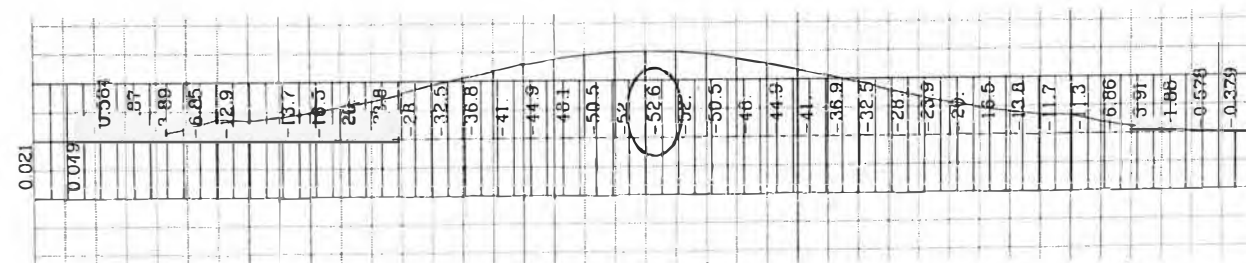
Envolvente de las cargas máximas longitudinales – H = 3,00m – por una faja de 6,0m



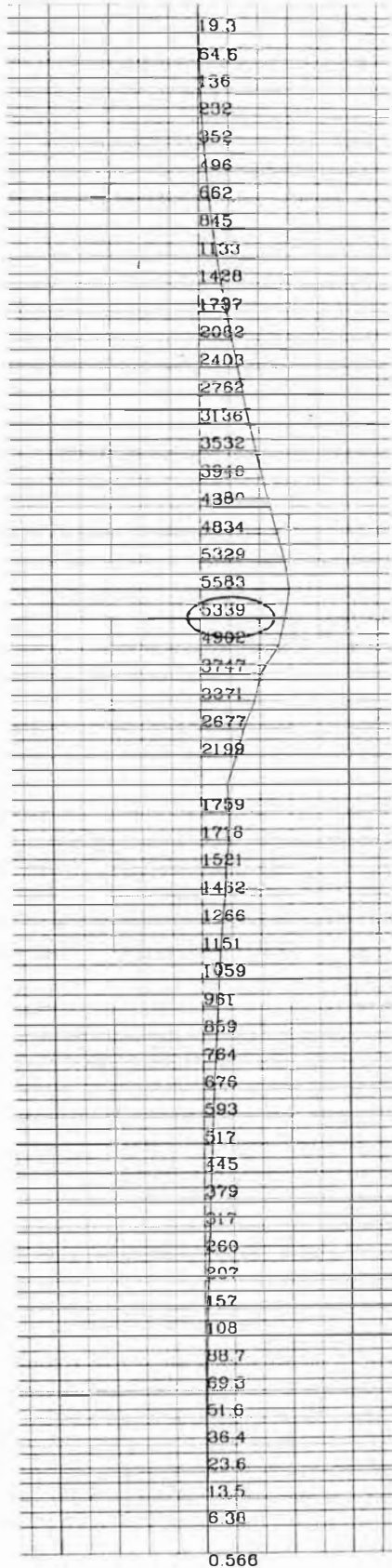
Envolvente de las cargas mínimas longitudinales – H = 3,00m – por una faja de 6,0m



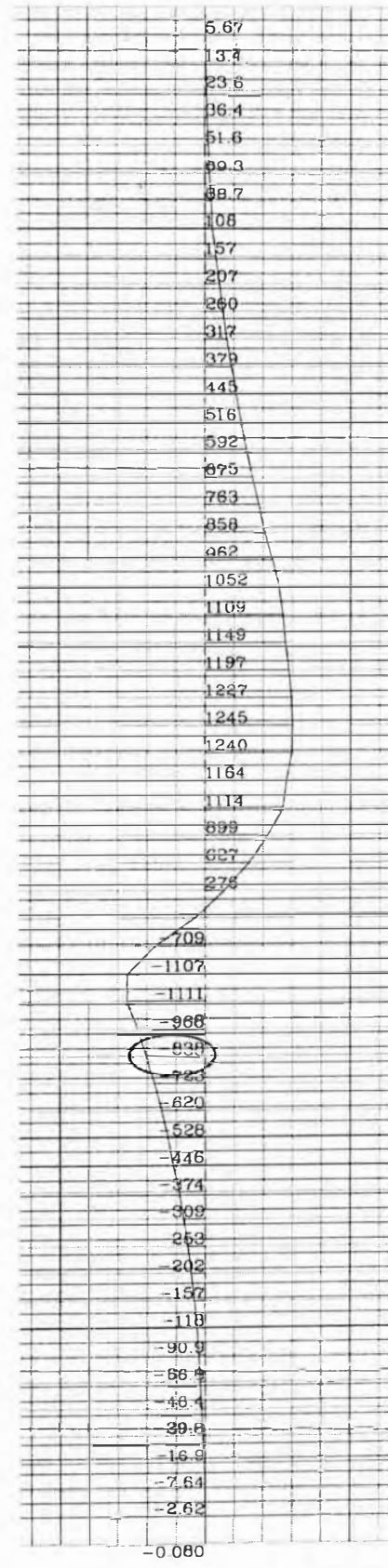
Envolvente de las cargas máximas longitudinales – H = 1,50m – por una faja de 1,0m



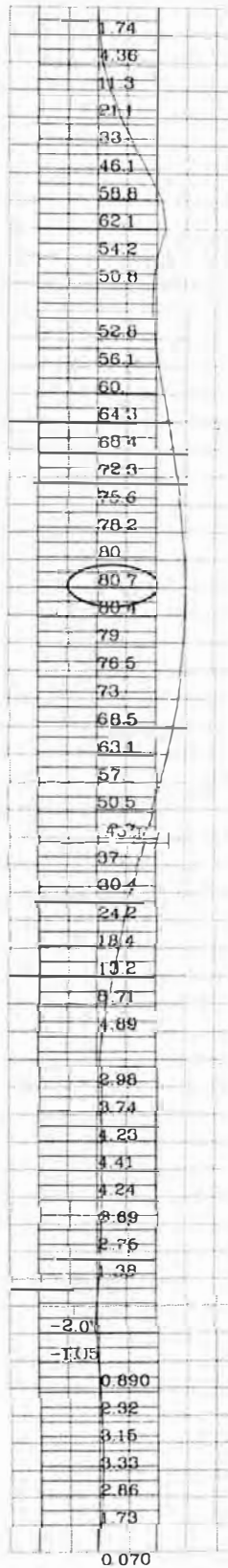
Envolvente de las cargas mínimas longitudinales – H = 1,50m – por una faja de 1,0m



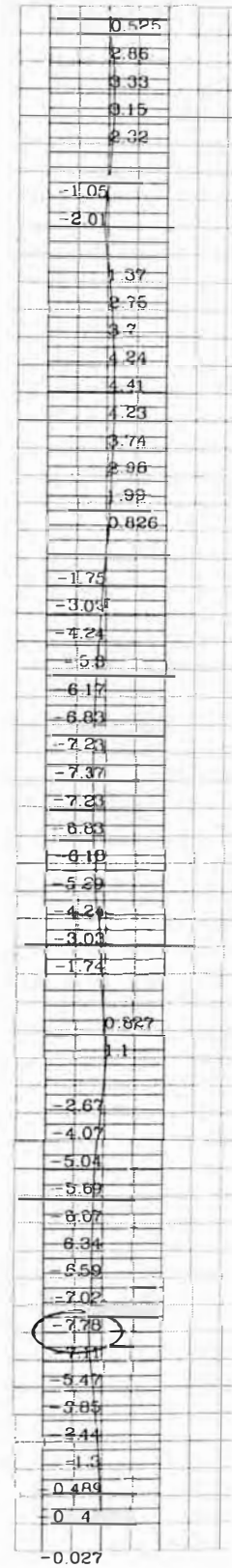
Envolvente de las cargas máximas transversales – H = 3,00m por una faja de 6,0m



Envolvente de las cargas mínimas transversales – H = 3,00m por una faja de 6,0m



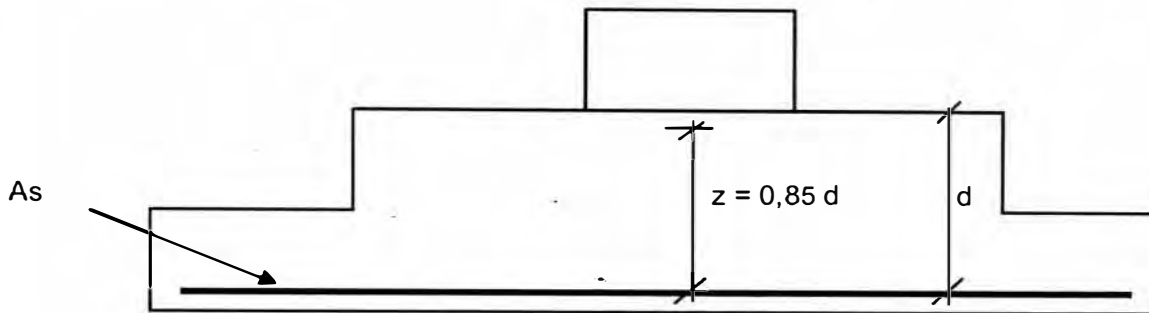
Envolvente de las cargas máximas
transversales – H = 1,50m
por una faja de 1,0m



Envolvente de las cargas mínimas
transversales – H = 1,50m
por una faja de 1,0m

7.4 DISEÑO DE LAS ARMADURAS

El procedimiento presentado a seguir será utilizado para diseño de armaduras en las fajas de corte donde fueran obtenidos los momentos flectores (diagramas presentados en el ítem anterior). Será utilizado acero con $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.



$$As = \frac{Mu}{\phi * z * fy} \quad \phi = 1,0$$

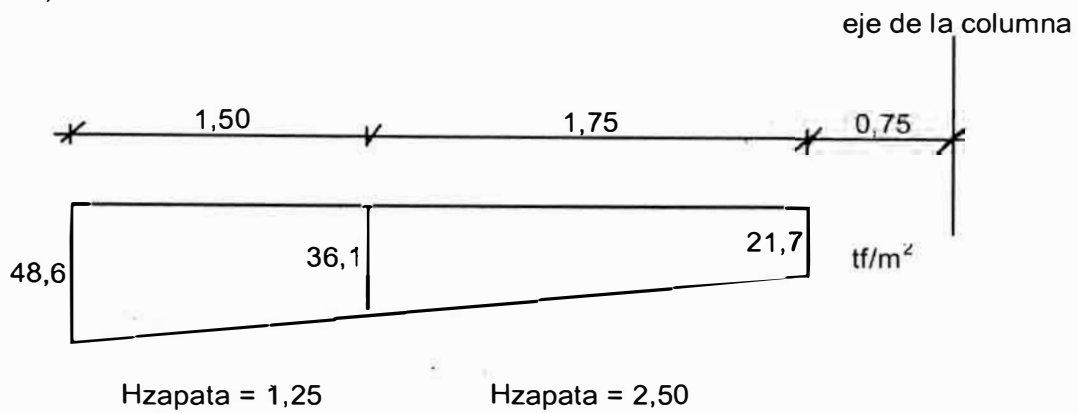
- Zapata de las Columnas de los ejes C224 y C227 – 8,0 x 11,0 x 2,5

COMB.	faja / H	Mu (tf.m)	d (m)	z (m)	As./s (cm ² /m)	As./s Adot.
Longitudinal +	5,0m - H=2,5m	1882,0	2,300	1,955	45,8	10 ϕ 1" /m
	1,0m - H=1,25m	33,9	1,100	0,935	8,6	ϕ 1" c/15
Longitudinal -	5,0m - H=2,5m	749,0	2,400	2,040	17,5	ϕ 3/4" c/15
	1,0m - H=1,25m	12,5	1,150	0,978	3,0	ϕ 3/4" c/15
Transversal +	5,0m - H=2,5m	2760,0	2,300	1,955	67,2	13,3 ϕ 1" /m
	1,0m - H=1,25m	52,8	1,100	0,935	13,4	ϕ 1" c/15
Transversal -	5,0m - H=2,5m	691,0	2,400	2,040	16,1	ϕ 3/4" c/15
	1,0m - H=1,25m	8,6	1,150	0,978	2,1	ϕ 3/4" c/15

- Zapata de las Columnas de los ejes C225 y C226 – 10,0 x 14,0 x 3,0

COMB.	faja / H	Mu (tf.m)	d (m)	z (m)	As./s (cm ² /m)	As./s Adot.
Longitudinal +	5,0m - H=2,5m	1882,0	2,300	1,955	45,8	13,3 ϕ 1" /m
	1,0m - H=1,25m	33,9	1,100	0,935	8,6	ϕ 1" c/15
Longitudinal -	5,0m - H=2,5m	749,0	2,400	2,040	17,5	ϕ 3/4" c/15
	1,0m - H=1,25m	12,5	1,150	0,978	3,0	ϕ 3/4" c/15
Transversal +	5,0m - H=2,5m	2760,0	2,300	1,955	67,2	13,3 ϕ 1" /m
	1,0m - H=1,25m	52,8	1,100	0,935	13,4	ϕ 1" c/15
Transversal -	5,0m - H=2,5m	691,0	2,400	2,040	16,1	ϕ 3/4" c/15
	1,0m - H=1,25m	8,6	1,150	0,978	2,1	ϕ 3/4" c/15

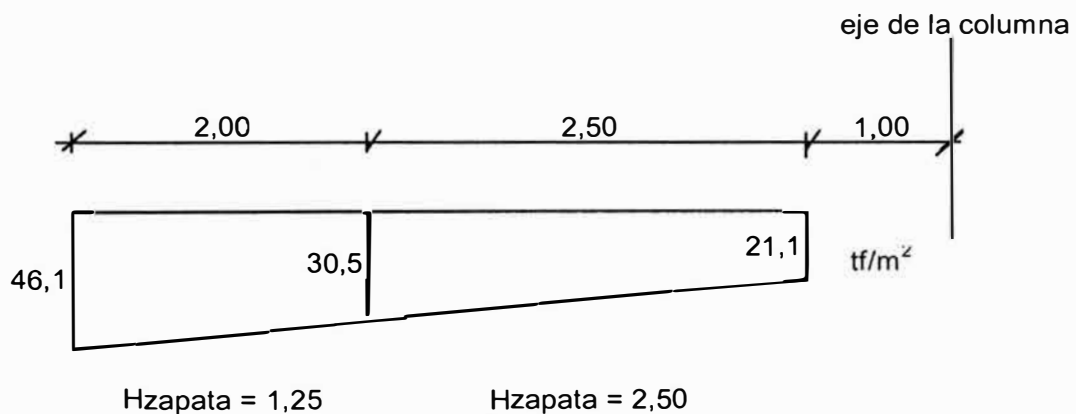
- Zapata de las Columnas de los ejes C224 y C227– Diagrama de presiones en el suelo (comb. Extreme)



$$Vu (H_{zap. = 1,25}) = (48,6 + 36,1) * 0,50 * 1,50 = 63,53 \text{ tf}$$

$$Vu (H_{zap. = 2,50}) = (36,1 + 21,7) * 0,50 * 1,75 = 50,58 \text{ tf}$$

} Por una faja de 1,0m



$$Vu (H_{zap. = 1,25}) = (46,1 + 30,5) * 0,50 * 2,00 = 76,60 \text{ tf}$$

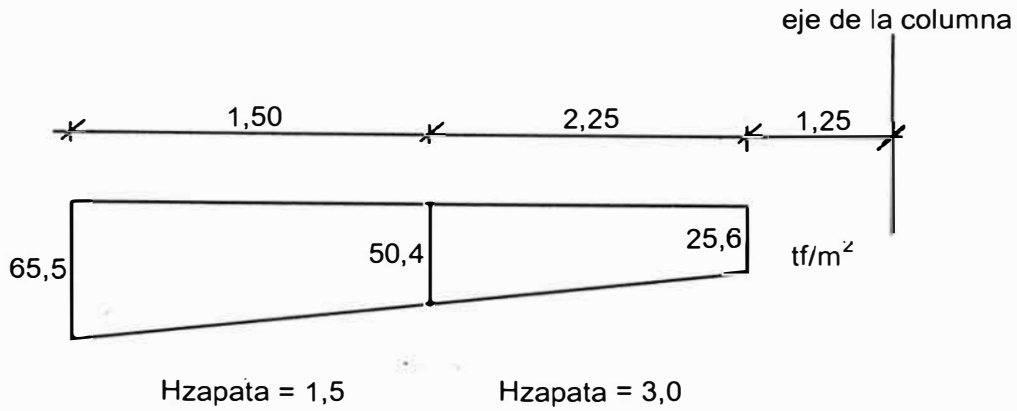
$$Vu (H_{zap. = 2,50}) = (30,5 + 21,1) * 0,50 * 2,50 = 64,50 \text{ tf}$$

} Por una faja de 1,0m

DIMENSIONAMIENTO AL CORTE - ACI

DESCRIPCIÓN	Vu (tf)	b (m)	d (m)	Φ	f'c (tf/m ²)	fy (tf/m ²)	As (cm ² /m)
VuL (Hzap. = 1,25)	63,53	1,00	1,10	0,75	2100	42000	0,05
VuL (Hzap. = 2,50)	50,58	1,00	2,35	0,75	2100	42000	0,00
VuT (Hzap. = 1,25)	76,60	1,00	1,10	0,75	2100	42000	3,82
VuT (Hzap. = 2,50)	64,50	1,00	2,35	0,75	2100	42000	0,00

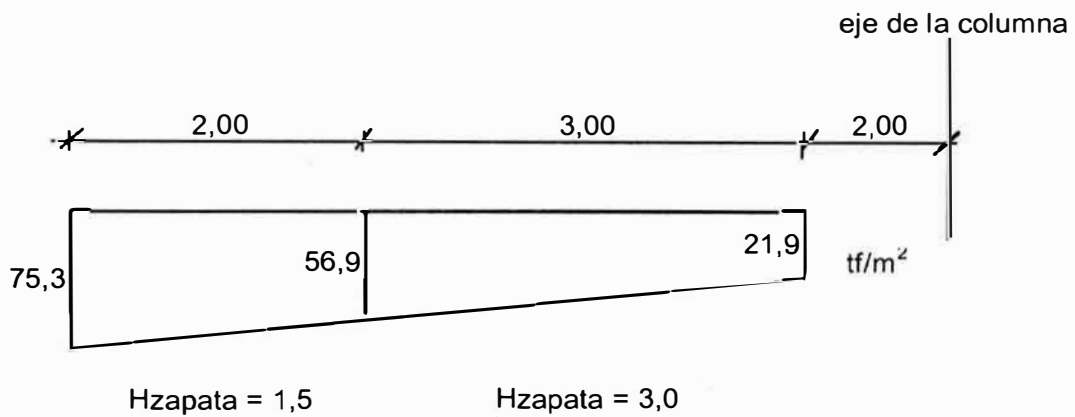
- Zapata de las Columnas de los ejes C225 y C226– Diagrama de presiones en el suelo (comb. Extreme)



$$Vu (H_{zap.} = 1,50) = (65,5 + 50,4) * 0,50 * 1,50 = 86,93 \text{ tf}$$

$$Vu (H_{zap.} = 3,00) = (50,4 + 24,6) * 0,50 * 2,25 = 84,38 \text{ tf}$$

} Por una faja de 1,0m



$$Vu (H_{zap.} = 1,50) = (75,3 + 56,9) * 0,50 * 2,00 = 132,20 \text{ tf}$$

$$Vu (H_{zap.} = 3,00) = (56,9 + 21,9) * 0,50 * 3,00 = 118,20 \text{ tf}$$

} Por una faja de 1,0m

DIMENSIONAMIENTO AL CORTE - ACI							
DESCRIPCIÓN	Vu (tf)	b (m)	d (m)	Φ	f'c (tf/m²)	fy (tf/m²)	As (cm²/m)
VuL (Hzap. = 1,50)	86,93	1,00	1,35	0,75	2100	42000	2,16
VuL (Hzap. = 3,00)	84,38	1,00	2,85	0,75	2100	42000	0,00
VuT (Hzap. = 1,50)	132,20	1,00	1,35	0,75	2100	42000	12,80
VuT (Hzap. = 3,00)	118,20	1,00	2,85	0,75	2100	42000	0,00

Memoria de Cálculo – Viga Cajón

Diafragmas y Tablero Puente

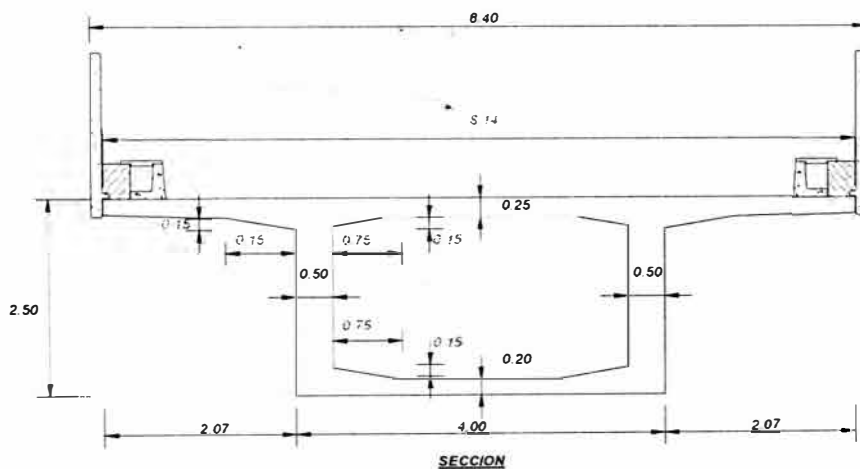
Cabitos

HOJA DE CALCULO		Código Revisión Página de Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puente Cabitos		
DESARROLLO		REFERENCIA

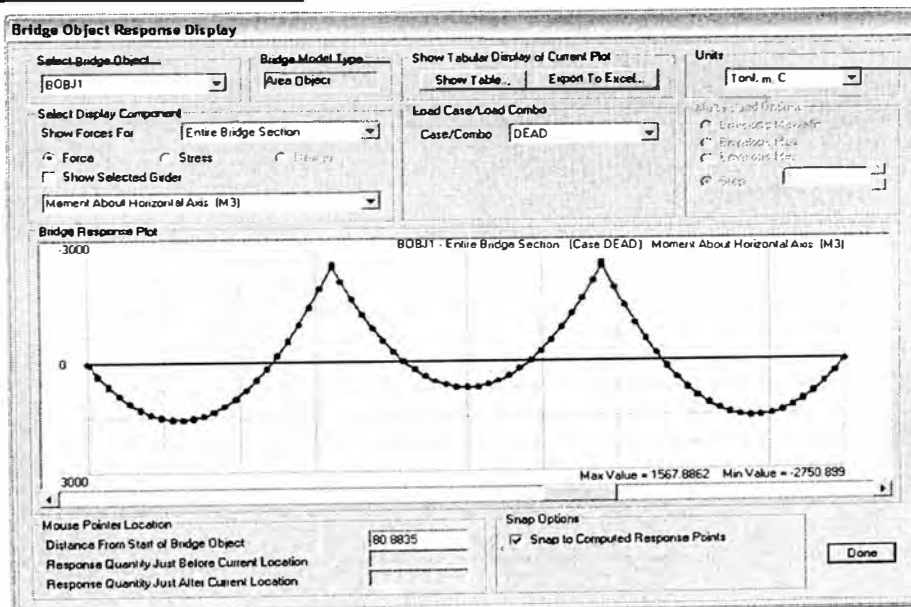
"PUENTE CABITOS" - SUPERESTRUCTURA

1.00 DATOS GENERALES

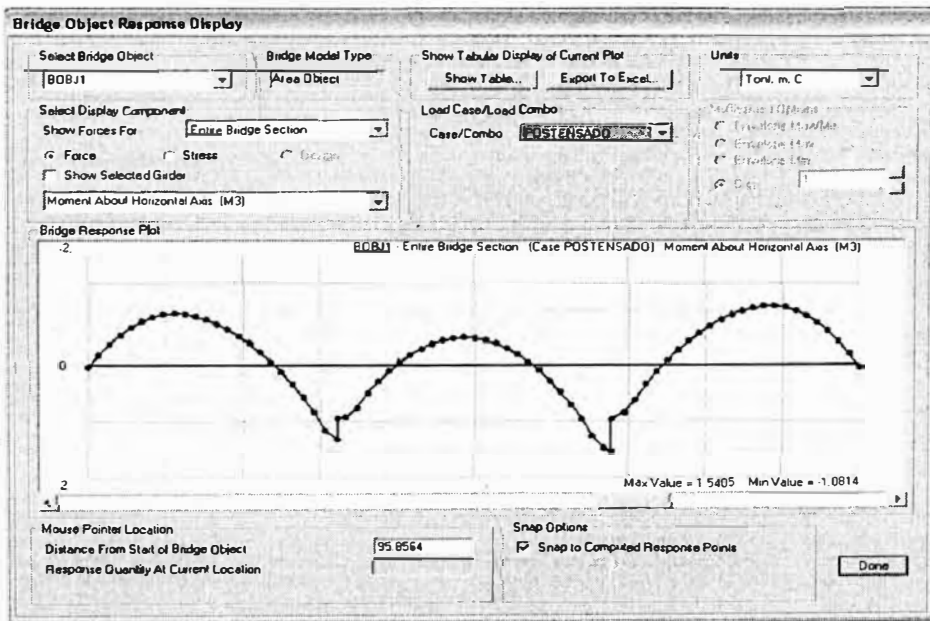
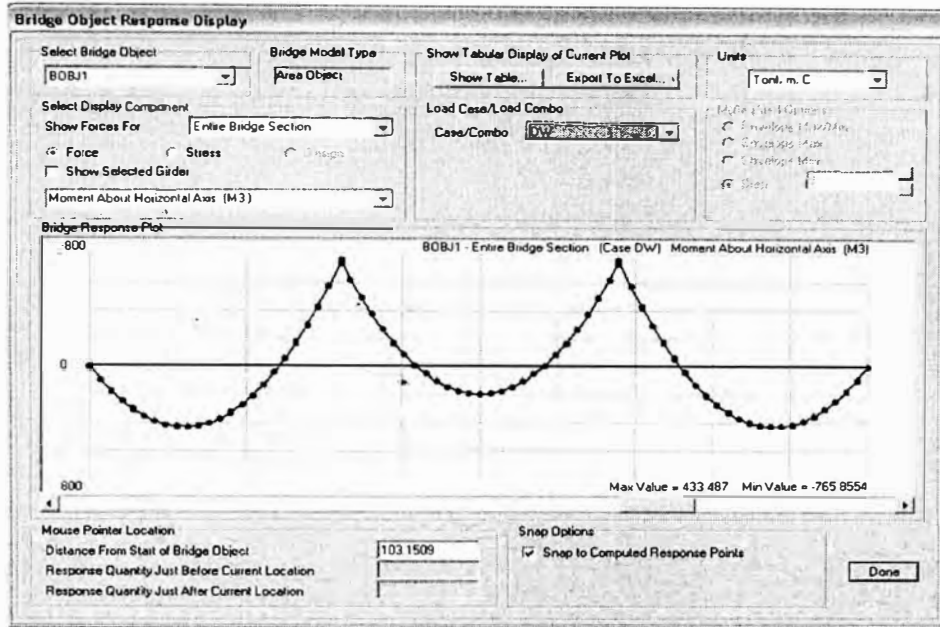
Nº vigas =	8	L1 =	40.241	m.
Sobrecarga =	PL93	L2 =	45.095	m.
Material =	Concreto Prestoformado	L3 =	40.246	m.
f'c Viga =	350 Kg/cm ³	n =	1	Es/Ec
f'ci Viga =	280 Kg/cm ⁴	Separacion =	3.50	m
fy =	4200 Kg/cm ⁵	Veredas =	0.00	m
Ancho =	8.40 m	Nº de diafr. Interiores =	1	interiores
Losa =	0.25 m	Accesorios =	10.60	form
bw =	0.50 m	Es =	2030000	K/cm ²
hv =	2.50 m	fps =	18000	K/cm ²
bwdi =	1.00 m			
bwde =	0.60 m			



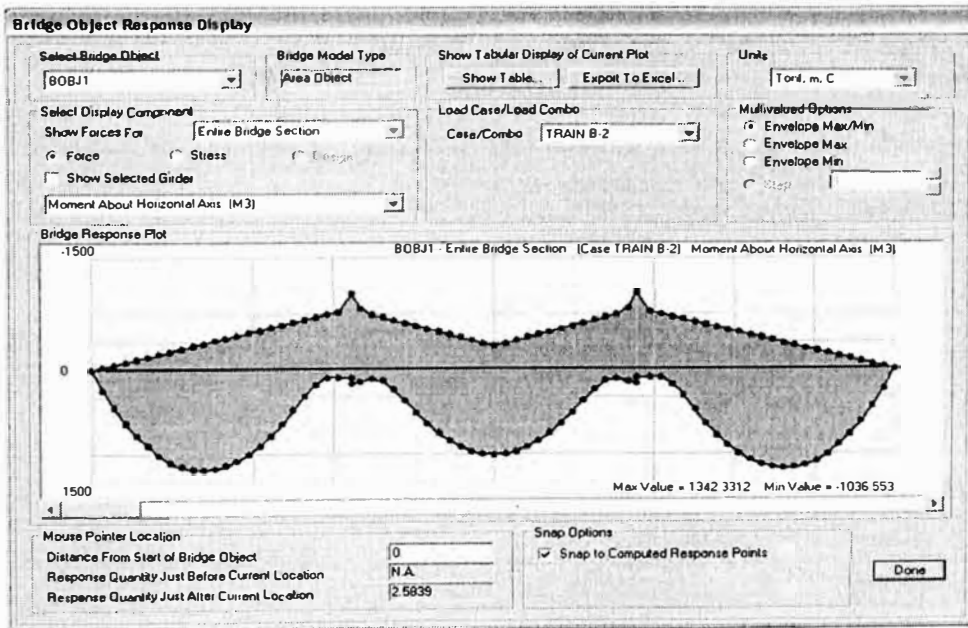
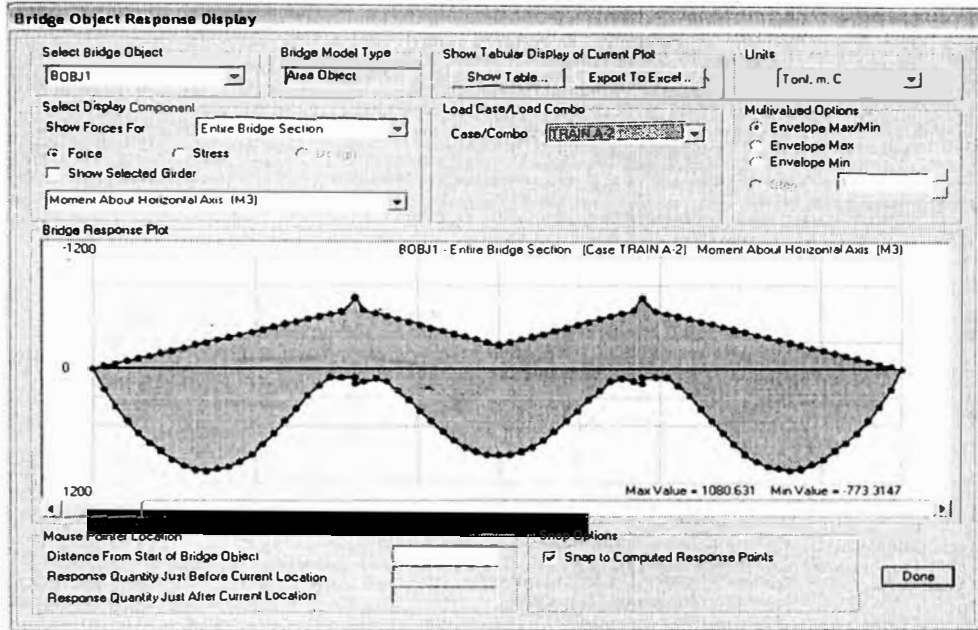
2.00 MODELACION Y ANALISIS DE SOBRECARGA



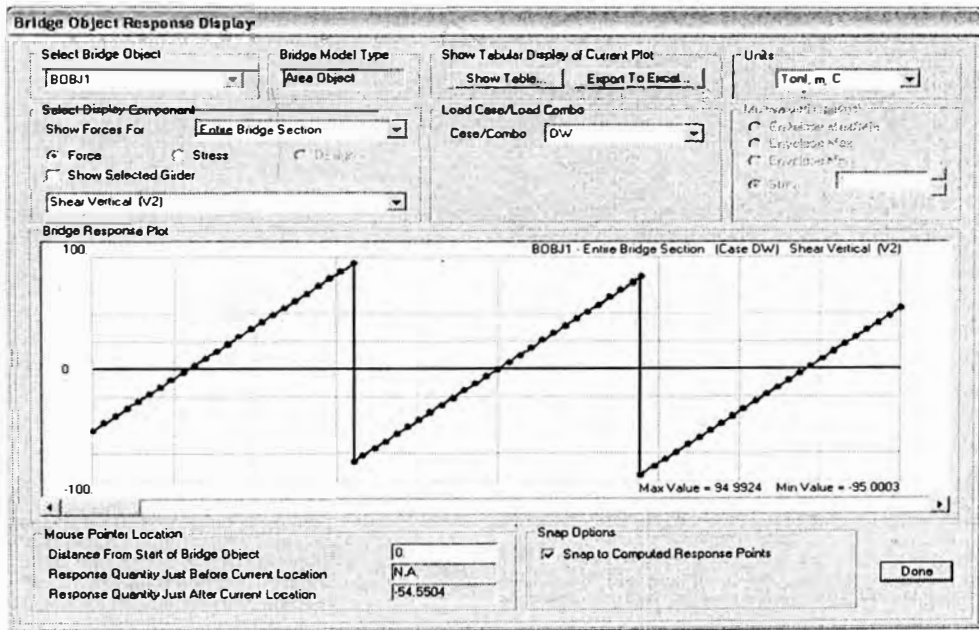
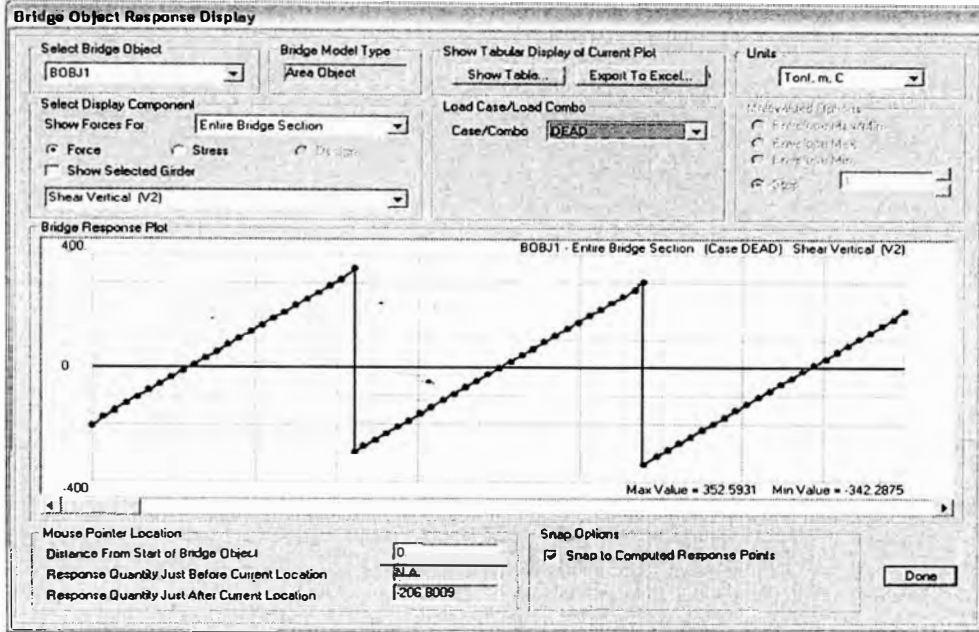
HOJA DE CALCULO		Código Revisión Página de Especialidad Estructuras
Proyecto		
Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Punte Cabitos		
DESARROLLO		REFERENCIA



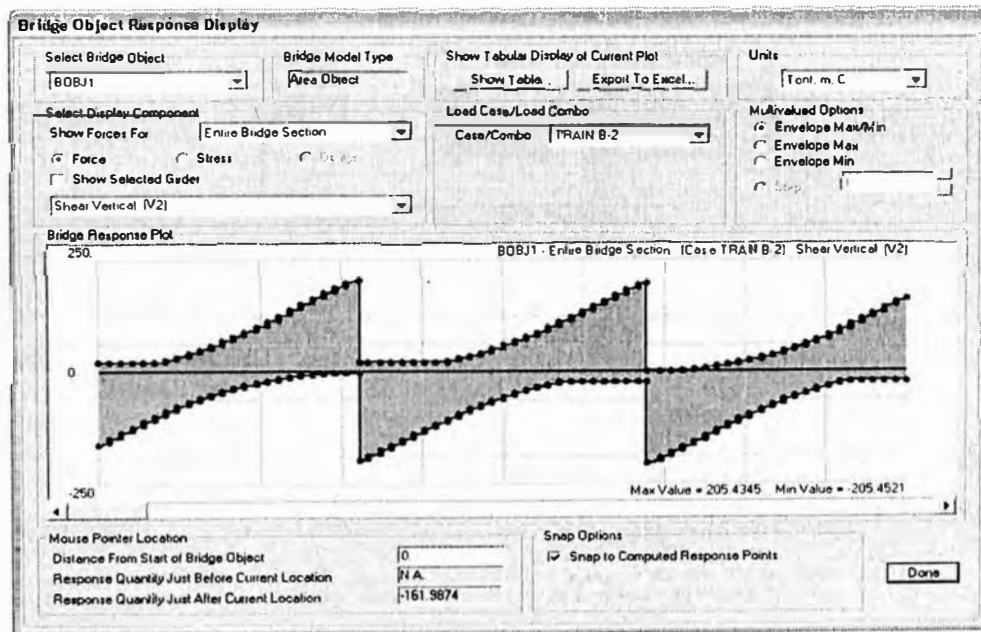
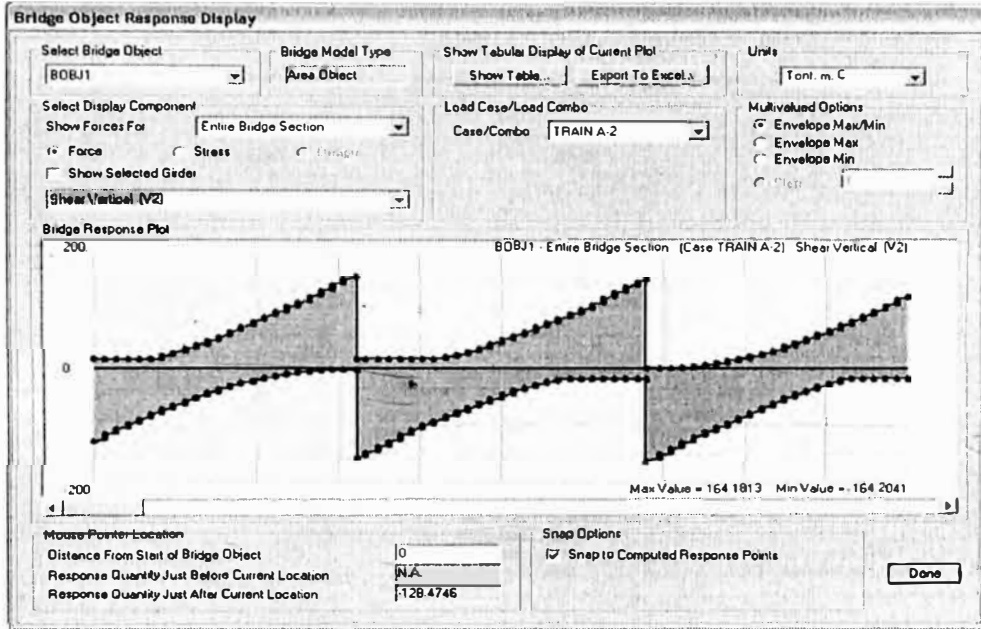
	HOJA DE CALCULO	Código Revisión Página de Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puente Cables	DESARROLLO	REFERENCIA



HOJA DE CALCULO		Código: Revisión: Página de: Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puente Cabitos	DESARROLLO	REFERENCIA



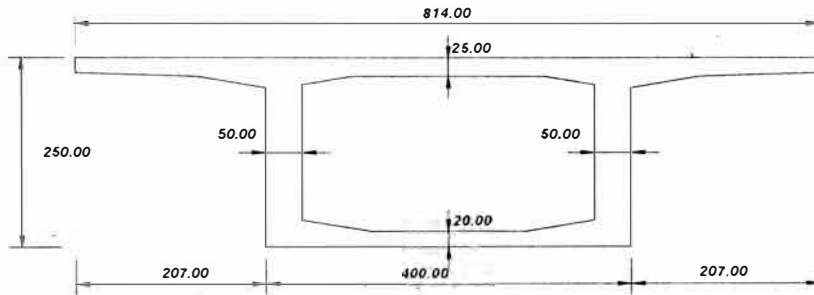
HOJA DE CALCULO		Código Revisión Página de Especialidad Estructuras
Proyecto Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puenle Cabitos	DESARROLLO	REFERENCIA



	MDC	MDw	M _{LL+IM}	M _p	VDC	VDw	V _{LL+IM}
0.4xL1	1637.541	1340.953	1342.331	1.087	374.418	168.318	102.825
Apoyo	2399.927	1975.121	1936.553	1.500	331.960	204.957	205.435

HOJA DE CALCULO		Código Revisión Página de Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puente Cabitos		
DESARROLLO		REFERENCIA

3.00 PROPIEDADES DE LA VIGA



a (cm)	h (cm)	A (cm ²)	y (cm)	A*y (cm ³)	A*y ² (cm ⁴)	I (cm ⁴)
400.00	20.00	8000.00	10.00	80000.00	800000.00	266666.67
50.00	205.00	10250.00	122.50	1255625.00	153814062.50	35896354.17
50.00	205.00	10250.00	122.50	1255625.00	153814062.50	35896354.17
814.00	25.00	20350.00	237.50	4833125.00	1147867187.50	1059895.83
		48850		7424375	1456295313	73119271

A = 48850.00 cm²
 I = 401034969 cm⁴
 Yb = 151.983 cm
 Zb = 2638681.14 cm³
 Yt = 98.02 cm
 Zt = 4091488.48 cm³

4.00 ACCIONES PRODUCIDAS POR LAS CARGAS MAYORADAS

Factores de carga

Estado limite	D	DL	L+i
Resistencia I	1.25	1.50	1.75
Servicio I	1.00	1.00	1.00
Servicio III	1.00	1.00	0.80

Factores de modificacion de carga	
$\eta_D =$	1.00
$\eta_R =$	1.05
$\eta_I =$	1.05
$\eta = \eta_D \cdot \eta_R \cdot \eta_I$	1.10

ACCIONES FACTORIZADAS

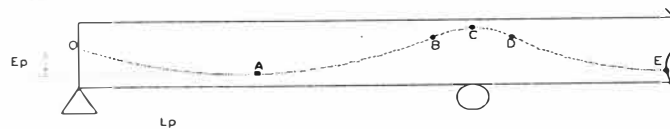
	Estado Resistencia I		Estado Servicio I		Estado Servicio III	
	Mu	Vu	M	V	M	V
0 4xL1	7064.20	805.44	4320.82	545.56	4052.36	512.99
Apoyo	8573.66	1171.90	5411.60	802.35	5204.29	761.26

5.00 CÁLCULO DE FUERZA POSTENSORA

5.10 Cálculo de perdidas diferidas

Datos:

$K = 6.68E-07$ /mm
 $\mu = 5.20$
 $\dot{\alpha} = 2e_p/L_p$



Punto	e_p (mm)	L_p (m)	$\dot{\alpha}$ (rad)	$\Sigma \dot{\alpha}$ (rad)	ΣL_p (m)	Punto	ΔI_p
O	0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	O	0.000
A	1287	16.546	0.1575	0.1575	16.3	A	0.041
B	1287	20.433	0.1260	0.2834	36.8	B	0.078
C	463	4.087	0.2266	0.5100	40.9	C	0.121
D	463	4.510	0.2053	0.7153	45.4	D	0.159
E	1287	16.036	0.1427	0.8580	63.4	E	0.192

HOJA DE CALCULO		Código Revisión Página de Especialidad Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puentes Cables	DESARROLLO	REFERENCIA

5.20 Esfuerzo en la Fibra Inferior (0.4L3)

$$f_{t_b} = -1.6\sqrt{f'_c} \quad f_{t_b} = 0.00 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tracción)}$$

$$\frac{P_e}{A} + \frac{P_e \cdot exc}{Z_b} + \sigma_{DCb} + \sigma_{DWB} + \sigma_{(LL+IM)b} = f_{t_b}$$

De donde se obtiene:

$$P_e = \frac{-(\sigma_{DCb} + \sigma_{DWB} + \sigma_{(LL+IM)b}) + f_{t_b}}{\left(\frac{1}{A} + \frac{exc}{Z_b}\right)}$$

Ademas: $\sigma_i = \frac{M_i}{Z_j}$

$\sigma_{DCb} = -62.06 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{DWB} = -50.82 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{(LL+IM)b} = -50.87 \text{ kg/cm}^2$

$\rightarrow P_e = 2655.3 \text{ ton}$

$$R = \frac{P_e}{P_i} \quad \rightarrow R = 0.959$$

Luego: $\rightarrow P_i = 2889.6 \text{ ton}$

5.30 Esfuerzo en la Fibra Superior (Apoyo)

$$f_{t_b} = -1.6\sqrt{f'_c} \quad f_{t_b} = 0.00 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tracción)}$$

$$\frac{P_e}{A} + \frac{P_e \cdot exc}{Z_b} + \sigma_{DCb} + \sigma_{DWB} + \sigma_{(LL+IM)b} = f_{t_b}$$

De donde se obtiene:

$$P_e = \frac{-(\sigma_{DCb} + \sigma_{DWB} + \sigma_{(LL+IM)b}) + f_{t_b}}{\left(\frac{1}{A} + \frac{exc}{Z_b}\right)}$$

Ademas: $\sigma_i = \frac{M_i}{Z_j}$

$\sigma_{DCb} = -58.66 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{DWB} = -48.27 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{(LL+IM)b} = -25.33 \text{ kg/cm}^2$

$\rightarrow P_e = 2144.7 \text{ ton}$

$$R = \frac{P_e}{P_i} \quad \rightarrow R = 0.879$$

Luego: $\rightarrow P_i = 2440.0 \text{ ton}$

6.00 CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL CONCRETO

• ACCIONES PRODUCIDAS POR POSTENSADO - ESTADO INICIAL (PESO PROPIO)

$P_i = 3000.00 \text{ ton}$ \rightarrow Pérdidas = 15.00 %
 $P_e = 2550.00 \text{ ton}$

$$f_{t_i} = -0.80\sqrt{f'_c} \quad \rightarrow \quad f_{t_i} = -13.39 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Tracción)}$$

$$f_{c_i_b} = 0.60f'_c \quad \rightarrow \quad f_{c_i_b} = 168.00 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Compresión)}$$

DIST -> L/10 (mm)	Δf_{σ}	Mp (ton-m)	MDC (ton-m)	\bar{r} (Kg/cm2)	f_b (kg/cm2)
0	0.0000	-0.016	0.01	62.60	OK!!!! 59.57
4024	0.0083	0.443	721.70	46.31	OK!!!! 83.54
8048	0.0166	0.754	1234.20	36.23	OK!!!! 97.87
12072	0.0248	0.916	1540.48	32.04	OK!!!! 103.06
16096	0.0331	0.912	1637.54	34.74	OK!!!! 97.58
20121	0.0414	0.775	1517.15	41.25	OK!!!! 86.20
24145	0.0505	0.546	1192.83	49.48	OK!!!! 72.01
28169	0.0596	0.215	661.63	59.12	OK!!!! 55.63
32193	0.0687	-0.210	-67.44	69.95	OK!!!! 37.41
36217	0.0778	-0.758	-1342.47	82.43	OK!!!! 16.64
40241	0.1210	-1.550	-2206.40	96.70	OK!!!! -12.26
44751	0.1589	-0.640	-1308.04	59.17	OK!!!! 40.01
49260	0.1672	-0.593	-347.81	48.30	OK!!!! 55.56
53770	0.1755	0.271	342.30	42.56	OK!!!! 63.16
58279	0.1839	0.462	777.03	40.26	OK!!!! 65.41
62789	0.1922	0.528	941.60	41.34	OK!!!! 62.42

HOJA DE CALCULO		Código
		Revisión
		Página de
		Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puente Cables		
DESARROLLO		REFERENCIA

• ACCIONES PRODUCIDAS POR POSTENSADO - 2º ESTADO (PESO PROPIO + ACCESORIOS)

$$f_t = -1.6\sqrt{f_c} \rightarrow f_{ti} = -29.93 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Tracción})$$

$$f_c = 0.45 f_c \rightarrow f_{ci} = 157.50 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Compresión})$$

DIST -> L/10 (mm)	Δf_{σ}	Mp (ton-m)	MDC (ton-m)	MOW (ton-m)	R (Kg/cm ²)	f _b (kg/cm ²)
0	0.0000	-0.016	0.61	0.53	53.23	OK!!!! 50.61
4024	0.0083	0.443	721.70	590.12	56.43	OK!!!! 44.54
8048	0.0166	0.754	1234.26	1010.48	60.02	OK!!!! 37.88
12072	0.0248	0.916	1540.48	1261.50	63.72	OK!!!! 31.04
16096	0.0331	0.912	1637.54	1340.93	68.30	OK!!!! 22.82
20121	0.0414	0.778	1517.15	1241.30	70.96	OK!!!! 17.60
24145	0.0505	0.546	1192.63	974.51	70.24	OK!!!! 17.50
28169	0.0596	0.215	661.63	538.46	65.84	OK!!!! 23.12
32193	0.0687	-0.218	-87.44	-76.39	57.27	OK!!!! 35.19
36217	0.0778	-0.758	-1042.41	-859.92	45.23	OK!!!! 52.66
40241	0.1210	-1.500	-2206.40	-1975.12	25.84	OK!!!! 76.97
44751	0.1589	-0.640	-1308.04	-1077.06	19.17	OK!!!! 82.26
49260	0.1672	-0.093	-347.82	-289.08	32.71	OK!!!! 60.16
53770	0.1755	0.272	342.30	276.87	44.19	OK!!!! 41.24
58279	0.1839	0.482	777.03	633.22	52.54	OK!!!! 27.19
62789	0.1922	0.528	941.60	768.24	57.37	OK!!!! 18.59

• ACCIONES PRODUCIDAS POR POSTENSADO - 3º ESTADO (PESO PROPIO + ACCESORIOS + TREN)

$$f_t = -1.6\sqrt{f_c} \rightarrow f_{ti} = -29.93 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Tracción})$$

$$f_c = 0.60 f_c \rightarrow f_{ci} = 210.00 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Compresión})$$

DIST -> L/10 (mm)	Δf_{σ}	Mp (ton-m)	MDC (ton-m)	MOW (ton-m)	M(+)-LL+M (ton-m)	R (Kg/cm ²)	f _b (kg/cm ²)
0	0.0000	-0.016	0.61	0.53	1.467	53.26	OK!!!! 50.56
4024	0.0083	0.443	721.70	590.12	564.292	70.22	OK!!!! 23.15
8048	0.0166	0.754	1234.26	1010.48	958.727	83.45	OK!!!! 1.54
12072	0.0248	0.916	1540.48	1261.50	1234.326	93.88	OK!!!! -15.74
16096	0.0331	0.912	1637.54	1340.93	1342.501	101.11	OK!!!! -28.05
20121	0.0414	0.778	1517.15	1241.30	1185.293	99.88	OK!!!! -27.24
24145	0.0505	0.546	1192.63	974.51	1170.554	98.85	OK!!!! -26.86
28169	0.0596	0.215	661.63	538.46	902.063	87.89	OK!!!! -11.06
32193	0.0687	-0.218	-87.44	-76.39	505.051	69.62	OK!!!! 16.05
36217	0.0778	-0.758	-1042.41	-859.92	164.801	49.25	OK!!!! 46.42
40241	0.1210	-1.500	-2206.40	-1975.12	135.899	29.16	OK!!!! 71.82
44751	0.1589	-0.640	-1308.04	-1077.06	188.136	23.24	OK!!!! 75.96
49260	0.1672	-0.093	-347.82	-289.08	450.424	43.72	OK!!!! 43.09
53770	0.1755	0.272	342.30	276.87	837.661	64.67	OK!!!! 9.50
58279	0.1839	0.482	777.03	633.22	1084.633	79.30	OK!!!! -14.30
62789	0.1922	0.528	941.60	768.24	1199.086	86.68	OK!!!! -26.85

DIST -> L/10 (mm)	Δf_{σ}	Mp (ton-m)	MDC (ton-m)	MOW (ton-m)	M(+)-LL+M (ton-m)	R (Kg/cm ²)	f _b (kg/cm ²)
0	0.0000	-0.0160	0.61	0.53	-1.012	53.20	OK!!!! 50.65
4024	0.0083	0.4433	721.70	590.12	-70.271	54.71	OK!!!! 47.20
8048	0.0166	0.7535	1234.26	1010.48	-140.497	56.58	OK!!!! 43.20
12072	0.0248	0.9160	1540.48	1261.50	-210.642	58.57	OK!!!! 39.02
16096	0.0331	0.9121	1637.54	1340.93	-280.694	61.44	OK!!!! 33.46
20121	0.0414	0.7783	1517.15	1241.30	-350.667	62.39	OK!!!! 30.89
24145	0.0505	0.5456	1192.63	974.51	-420.499	59.97	OK!!!! 33.44
28169	0.0596	0.2147	661.63	538.46	-490.269	53.86	OK!!!! 41.70
32193	0.0687	-0.2181	-87.44	-76.39	-559.410	43.60	OK!!!! 56.39
36217	0.0778	-0.7582	-1042.41	-859.92	-628.702	29.86	OK!!!! 76.49
40241	0.1210	-1.4996	-2206.40	-1975.12	-1000.211	1.38	OK!!!! 114.90
44751	0.1589	-0.6402	-1308.04	-1077.06	-628.237	3.82	OK!!!! 106.07
49260	0.1672	-0.0926	-347.82	-289.08	-582.802	18.47	OK!!!! 82.24
53770	0.1755	0.2720	342.30	276.87	-483.319	32.38	OK!!!! 59.56
58279	0.1839	0.4822	777.03	633.22	-383.539	43.17	OK!!!! 41.72
62789	0.1922	0.5281	941.60	768.24	-283.801	50.43	OK!!!! 29.35

HOJA DE CALCULO		Código Revisión Página de Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puente Cabitos		
DESARROLLO		REFERENCIA

Table 5.8.3.4.2-1 Values of θ and β for Sections with Transverse Reinforcement.

$\frac{V_u}{F_u}$	$E_s \times 1,000$									
	≤ 0.20	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0	≤ 0.125	≤ 0.25	≤ 0.50	≤ 0.75	≤ 1.00	
≤ 0.075	22.3 6.32	20.4 4.75	21.0 4.10	21.8 3.75	24.3 3.24	26.6 2.94	30.5 2.59	33.7 2.38	36.4 2.23	
≤ 0.100	18.1 3.79	20.4 3.38	21.4 3.24	22.5 3.14	24.9 2.91	27.1 2.75	30.8 2.50	34.0 2.32	36.7 2.18	
≤ 0.125	19.9 3.18	21.9 2.99	22.8 2.94	24.7 2.87	25.9 2.74	27.9 2.62	31.4 2.42	34.4 2.26	37.0 2.13	
≤ 0.150	21.6 2.85	23.3 2.79	24.2 2.78	25.0 2.72	26.9 2.60	28.8 2.52	32.1 2.46	34.9 2.21	37.3 2.08	
≤ 0.175	23.2 2.73	24.7 2.66	25.5 2.65	26.3 2.60	28.0 2.52	29.7 2.44	32.7 2.28	35.2 2.14	36.8 1.96	
≤ 0.200	24.7 2.63	26.1 2.59	26.7 2.52	27.4 2.51	29.0 2.43	30.6 2.37	32.8 2.14	34.5 1.94	36.1 1.79	
≤ 0.225	26.1 2.53	27.3 2.45	27.9 2.42	28.5 2.40	30.0 2.34	30.8 2.14	32.3 1.86	34.0 1.73	35.7 1.64	
≤ 0.250	27.5 2.49	28.6 2.49	29.1 2.33	29.7 2.33	30.6 2.12	31.3 1.93	32.8 1.70	34.3 1.58	35.8 1.50	

X (mm)	β	Vc (N)	Vs (N)	Vs (Kg)	Diametro Estribo	# Ramas	Av (cm ²)	S (cm)	Smin (cm)	Smax (cm)	Sfinal (cm)
0	0.04	2598555	7535773	768172.60	5/8	2	3.98	9.32	68.08	30.00	7.50
4024	0.38	2987455	4688441	477924.69	1/2	2	2.58	10.97	44.14	30.00	10.00
8048	0.38	2103592	3063775	312311.41	1/2	2	2.58	10.60	44.14	30.00	10.00
12072	0.28	1971013	637723	65007.43	1/2	2	2.58	40.70	44.14	60.00	25.00
16096	0.22	1971013	-1971013	0.00	1/2	2	2.58	100.00	44.14	60.00	25.00
20121	0.22	1971013	573458	58456.43	1/2	2	2.58	45.26	44.14	60.00	25.00
24145	0.38	2103592	2964826	302224.87	5/8	2	3.98	14.93	68.08	30.00	12.50
28169	0.14	2775328	4796516	488941.44	5/8	2	3.98	14.86	68.08	30.00	12.50
32193	0.24	2598555	7456191	760060.21	5/8	2	3.98	9.42	68.08	30.00	7.50
36217	0.24	2421783	10095345	1029087.13	5/8	3	5.97	9.03	102.13	30.00	7.50
40241	0.98	1732370	5931826	604671.35	5/8	3	5.97	9.98	102.13	30.00	7.50
44751	0.22	2404106	9539425	972418.44	5/8	3	5.97	9.95	102.13	30.00	7.50
49260	0.24	2863714	6153778	627296.45	5/8	2	3.98	12.24	68.08	30.00	10.00
53770	0.25	3314484	2737076	279008.74	1/2	2	2.58	17.48	44.14	30.00	15.00
58279	0.25	4198346	-1152617	0.00	1/2	2	2.58	100.00	44.14	60.00	25.00
62789	0.25	4198346	-4198346	0.00	1/2	2	2.58	100.00	44.14	60.00	25.00

11.00 DISEÑO DE LOSA

11.10 Paño interior Losa Superior

S = 3000.00 mm	→	b = 190 cm
E+ = 2.310 m		
M+ DC = 0.092 ton-m		
M+ DW = 0.162 ton-m		
M+ (LL+IM) = 1.305 ton-m		
M+ s/c = 0.565 ton-m		
M+ u = 1.377 ton-m		
As+ = 1.72 cm ² /m		
Asr+ = 1.15 cm ² /m		

S = 9.84 ft	
E- = 1.970 m	
M- DC = 0.026 ton-m	
M- DW = 1.162 ton-m	
M- (LL+IM) = 4.583 ton-m	
M- s/c = 2.327	
M- u = 6.597	
As- = 8.55 cm ² /m	
Asr- = 4.58 cm ² /m	

Varillas a Utilizar

	ϕ de varilla			
Ref (+)	1/2	"	@	250 mm
Distrib (+)	1/2	"	@	250 mm

Varillas a Utilizar

	ϕ de varilla			
Ref (-)	1/2	"	@	175 mm
Distrib (-)	1/2	"	@	250 mm

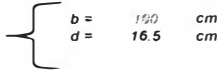
HOJA DE CALCULO		Código Revisión: Página de Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Puente Cabilos		
DESARROLLO		REFERENCIA

11.20 Paño interior Losa Inferior

$S = 3000.00$ mm →
 $E+ = 2.310$ m
 $M+DC = 0.264$ ton-m
 $M+DW = 0.001$ ton-m
 $M+(LL+IM) = 0.413$ ton-m

 $M+ s/c = 0.179$ ton-m
 $M+ u = 0.676$ ton-m

 $As+ = 1.10$ cm²/m
 $Asr+ = 0.73$ cm²/m



$S = 9.84$ ft
 $E- = 1.970$ m
 $M-DC = 0.486$ ton-m
 $M-DW = 0.001$ ton-m
 $M-(LL+IM) = 0.390$ ton-m

 $M- s/c = 0.198$
 $M- u = 0.955$

 $As- = 1.55$ cm²/m
 $Asr- = 0.17$ cm²/m

Varillas a Utilizar

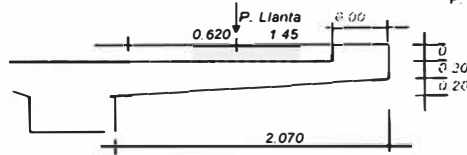
Ref (+)	φ de varilla		
3/8	@	250	mm
3/8	@	250	mm.

Varillas a Utilizar

Ref (-)	φ de varilla		
3/8	@	250	mm
3/8	@	250	mm

11.30 Voladizo crítico

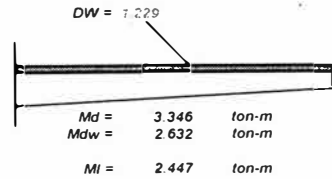
11.31 Geometría



$P. baranda = 0.84$ ton/m
 $P. tren = 8.50$ ton

11.32 Cálculo de acciones

De carga muerta:



$w1$ (losa) = 0.500 ton/m/m
 $P2$ (chaf) = 0.518 ton/m
 w vereda = 0.000 ton/m/m

$E = 9.18168$ pies
 $E = 2.799$ mt.

Diseño

$Mu = 12.413$ t-m
 $b = 100$ cm
 $d = 36$ cm
 $As = 9.45$ cm

φ de varilla = 5/8 @ 225.0 mm

12.00 DISEÑO DE DIAFRAGMAS

$s = 22.548$ m. Separacion de diafragmas
 $Mul = 6.597$
 $Mu = 148.737$ t-m
 $0.7 Mu = 104.116$ t-m
 $Ml = 104.116$ t-m
 $b = 60$ cm
 $d = 225$ cm
 $As = 12.43$ cm²
 $\# = 3$ φ de =

13.00 DISEÑO APARATOS DE APOYO EN PILAR

13.10 Datos

$Rdl = 1677.312$ kN
 $Rll = 600.492$ kN → Sin impacto
 $qs = 0.002$ rad del SAP
 $\Delta T = 35$ °C
 $G = 7$ MPa
 $\Delta Fth = 165$ MPa
 Se utilizó apoyos reforzados con dureza grado 60
 $Fy = 350$ MPa

13.20 Acortamientos de la viga

$\epsilon = 1.35E-05$ °C
 $\Delta temp = 17.05$ mm
 $\Delta pl = 8.39$ mm
 $\Delta sh = 13.53$ mm

HOJA DE CALCULO		Código Revisión Página de Especialidad: Estructuras
Proyecto: Descripción del Trabajo: Diseño Superestructura Punte Cabilos		
DESARROLLO	REFERENCIA	

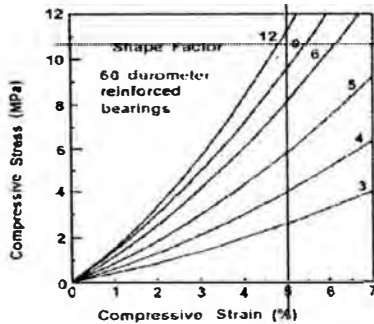
13.30 Espesor del apoyo

$n = 3.00$
 $Jn = 46.76$ mm
 $hrt = 93.51$ mm (min)
 $hrt = 95.00$ mm OK!!!!
 $hri = 11.00$ mm

13.40 Tamaño del apoyo

$L = 350$ mm
 $W = 500$ mm
 $\sigma_s = 14.16$ MPa OK!!!!
 $1.66 GS = 15.53$ ≤ 11
 $S = 9.36$
 $\sigma_l = 3.43$ MPa
 $0.66 GS = 6.18$ MPa OK!!!!

13.50 Requerimientos por rotación, compresión y estabilidad



$\mu_i = 0.050$ --> Grafico AASHTO Figure C14.7.5.3.3.1
 $\delta = 4.40$ mm
 $\sigma_{capacidad} = 0.025$ rad OK!!!!
 $\sigma_{s, uplift} = 2.37$ MPa OK!!!!
 $\sigma_{s, corte} = 16.66$ MPa OK!!!!
 $A = 0.336$ Estable!!
 $B = 0.200$
 $GS / 2A - B = 19.80$ MPa OK!!!!

13.60 Refuerzo del apoyo

$hs = 1.33$ mm --> Estado de Fatiga
 $hs = 0.46$ mm --> Estado de Servicio

15.00 VERIFICACIÓN DE ESPESOR JUNTA DE DILATACIÓN

$L = 125.582$ mt. 4942.90752 pulg.
 $T_{max} = 30$ °C 86 °F
 $T_{min} = -5$ °C 23 °F
 $\Delta temp = 35$ °C 95 °F
 $\mu = 6.00E-06$ por °F --> Coeficiente de dilatacion
 Alargamiento = 2.817 pulg. 71.56 mm

→ Se adopta una junta de 50 mm.

16.00 VERIFICACIÓN DE DEFLEXIONES

Flacha de carga viva

TABLE Joint Displacement (SAP 2000)									
Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	Step Type Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
4108	TRAIN A-2	LinMoving	Min	-2.41E-04	-0.000151	-0.024931	-0.001577	-0.000039	-0.000051
4108	TRAIN B-2	LinMoving	Min	-2.93E-04	-0.000186	-0.032153	-0.002090	-0.000048	-0.000066

$\Delta LL = 32.15$ mm
 $\Delta adm = (Luz/800) = 56.37$ mm
 $\Delta LL < \Delta adm$ → OK!!!!!!

17.00 CÁLCULO DE PERNO DE FIJACIÓN

$R = 382.734$ ton. $S = 1.20$
 $A = 0.40$ $R = 0.80$
 F equivalente = 229.641 ton. $F_y = 4200$ kg/cm2
 $F_v = 5600$ kg/cm2
 A_s necesaria = 79.736 cm2
 $\# = 6$ ϕ de = 1.34 " (c/Apoyo)

**CRITERIOS DE DISEÑO
GEOMETRICO**

INDICE

HOJA DE REVISION	2
INDICE	3
1. ALCANCES Y PROPOSITO.....	4
2. PARAMETROS DEL PROYECTO	4
2.1 PARAMETROS PARA LA LÍNEA EN LA VÍA PRINCIPAL	4
2.2 PARAMETROS PARA LA VIA EN LAS ESTACIONES.....	5
2.3 PARÁMETROS PARA LA VIA EN PATIO	5
3. CONSIDERACIONES GENERAIS	6
4. PUNTOS NOTABLES DEL ALINEAMIENTO.....	7
4.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL	7
4.2 ALINEAMIENTO VERTICAL	8
5. GALIBOS	9
6. PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS	13
6.1 PLANTA – ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	13
6.2 PERFIL – ALINEAMIENTO VERTICAL.....	13
6.3 PRESENTACION DE LOS DATOS.....	14
7. NORMAS DE REFERENCIA	15

.....
 Ing. Nani J. Ribgy
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tren Eléctrico
 CONSORCIO
CESEL INGENIEROS 

.....
 ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL

.....
HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 940 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA

	EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO	Doc. N° CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001	
		Rev.: 02	Fecha: 22-Ago-10
		Pagina: 4/15	

1. ALCANCES Y PROPOSITO

Este documento define los criterios de diseño, presentación y parámetros, que serán adoptados en el proyecto geométrico de la Línea 1 del Tren Eléctrico de Lima.

2. PARAMETROS DEL PROYECTO


2.1 PARAMETROS PARA LA LÍNEA EN LA VÍA PRINCIPAL

En el proyecto del trazado de la vía principal serán adoptados los siguientes parámetros:

- La trocha será de 1,435 m
- La entrevía mínima será de 3,80 m
- La pendiente máxima será de 3,5 %
- El radio mínimo de una curva horizontal será de 250 m, excepto en la curva del óvalo Los Cabitos que será de 200 m.
- El radio mínimo de una curva vertical será de 3000m, excepto en la curva que se queda cerca de la progresiva 13 + 075.
- Radios de curvas verticales menores de 3000m, hasta 1500 m, solamente serán utilizados con previa aprobación de la Entidad.
- El paso de tramos en curva a tramos en recta y viceversa se realizará mediante curvas de transición, las curvas de transición serán clotoides
- Sobre elevación máxima 140 mm
- La sobre elevación no excederá 3 mm/m
- La máxima aceleración no compensada será de 0.90 m/s²
- El riel tendrá una inclinación de 1/20




 Ing. Juli J. Ribgy
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tren Eléctrico
 CONSORCIO
CESEL INGENIEROS **PÖYRY**



 ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL



HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 940 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA

	EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO	Doc. N°: CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001	
		Rev.: 02	Fecha: 22-Ago-10
		Pagina: 5/15	

2.2 PARAMETROS PARA LA VIA EN LAS ESTACIONES

En el proyecto del trazado de la vía principal, en las estaciones, serán adoptados los siguientes parámetros:

- Longitud de andenes, mínimo 120 m.
- Ancho de andenes laterales, mínimo 4,0 m.
- Desnivel entre tope del riel y andén 1,05 m.
- Separación máxima entre borde de andén y vagones será:
 - para estaciones en recta 10 cm.
 - para estaciones en curva 15 cm.
- Galibo mínimo entre tope del riel y estructura sobrepasante 4,6 m
- Galibo mínimo entre calzada y estructura sobrepasante será :
 - en zona urbana 5,2 m.
 - en autopistas 5,5 m.
- Pendiente máxima del perfil 0,50 %. Ésta pendiente se realizará también a 50 m a ambos lados de la estación, excepto donde esta disposición origine gastos innecesarios.
- Radio de curvatura horizontal mínimo 800 m.

2.3 PARÁMETROS PARA LA VIA EN PATIO


Los parámetros para las vías en patio serán presentados en documento aparte.



 Ing. Raúl J. Ribgy
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tren Eléctrico
 CONSORCIO
CESEL INGENIEROS  **PÖYRY**



ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL

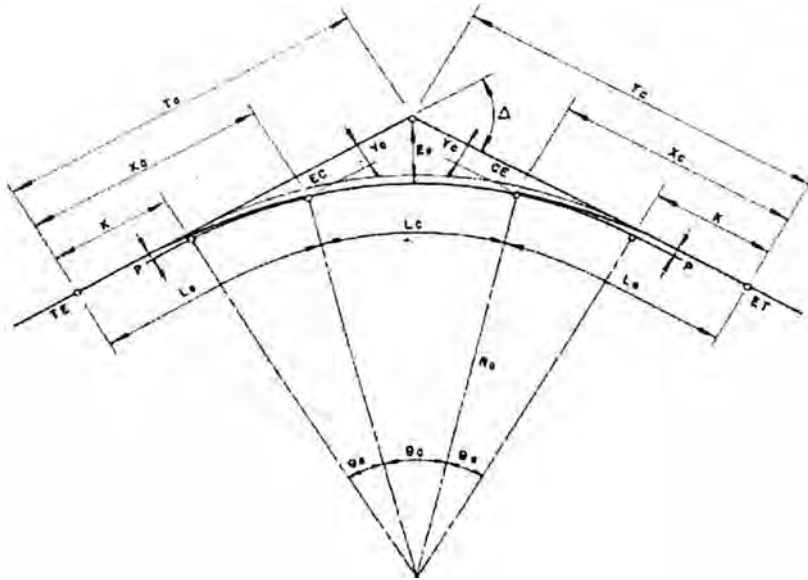


HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 840 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA

3. CONSIDERACIONES GENERALES

En la elaboración del proyecto geométrico se utilizará el programa de AUTODESK – CIVIL.

Presentamos a seguir el formulario para calculo de curvas horizontales



Formulario

$$A^2 = Lc \times Rc$$

$$\theta e = \frac{Lc}{2 \times Rc}$$

$$Yc = Lc \times \frac{\theta e}{3} \times \left(1 - \frac{\theta e^2}{14} + \frac{\theta e^4}{440} \right)$$

$$Xc = Lc \times \left(1 - \frac{\theta e^2}{10} + \frac{\theta e^4}{216} \right)$$


$$p = Yc - Rc \times (1 - \cos \theta e)$$


$$K = Xc - Rc \times \sin \theta e$$

$$\Delta = \theta c + 2 \times \theta e$$

$$Tc = K + (Rc + p) \times \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2}$$

$$Lc = Rc \times \theta c$$


Inga. Neil J. Ribgy
Jefe de Supervisión - Obras Civiles
Proyecto Tren Eléctrico
CONSORCIO
CESEL INGENIEROS PÖYRY


ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL

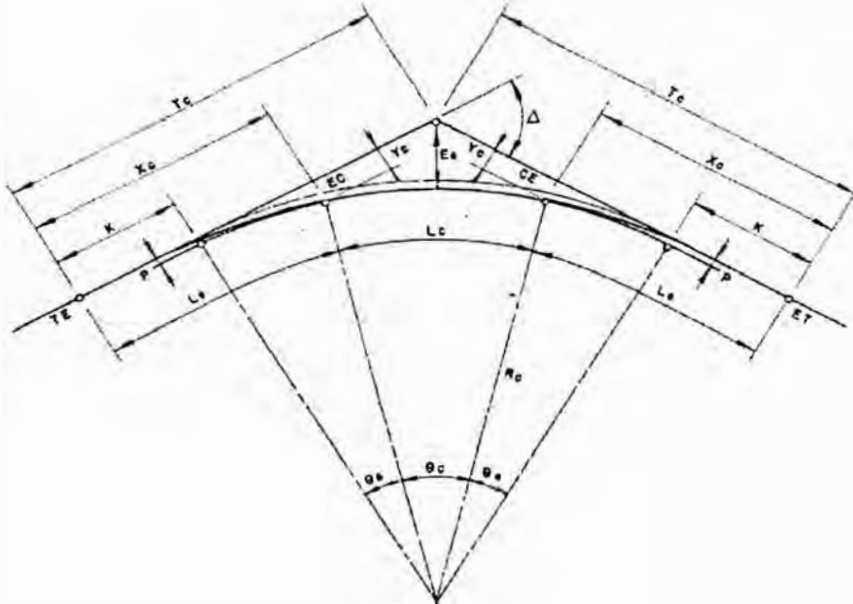

HENRIQUE MELMAN
CIP N° 940 - T
JEFE DE PROYECTO
CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA



4. PUNTOS NOTABLES DEL ALINEAMIENTO

4.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

A seguir se indica la nomenclatura y la abreviatura de los puntos notables.



[Signature]
 Ing. Nani J. Ribgy
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tran Electrico
 CONSORCIO
CESEL INGENIEROS **PÖYRY**

- PI punto de intersección de tangentes horizontales-
- TC punto de cambio de tangente a curva circular
- CT punto de cambio de curva circular a tangente
- TE punto de cambio de tangente a espiral (curva de transición)
- EC punto de transición de espiral(curva de transición) a curva circular
- CE punto de transición de curva circular a espiral (curva de transición)
- ET punto de transición de espiral (curva de transición) a tangente
- ETE punto de cambio de una espiral (curva de transición) a otra en curva revertida
- CTC punto de curvatura compuesta (punto de cambio de una curva circular a otra)
- CC centro de la curva circular
- L_E longitud de la curva espiral
- L_C longitud de la curva circular
- $L = L_E + L_C$ longitud total de la curva
- T_E tangente externa
- E_E secante externa
- X_C, Y_C coordenadas del EC o del CE
- θ_C ángulo de la curva circular
- θ_E ángulo de la curva espiral
- $\Delta = \theta_C + \theta_E$ ángulo total de la curva o ángulo de deflexión entre las tangentes
- R_C radio de la curva circular
- p sobre elevación

[Signature]
ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL

[Signature]
HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 940 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA



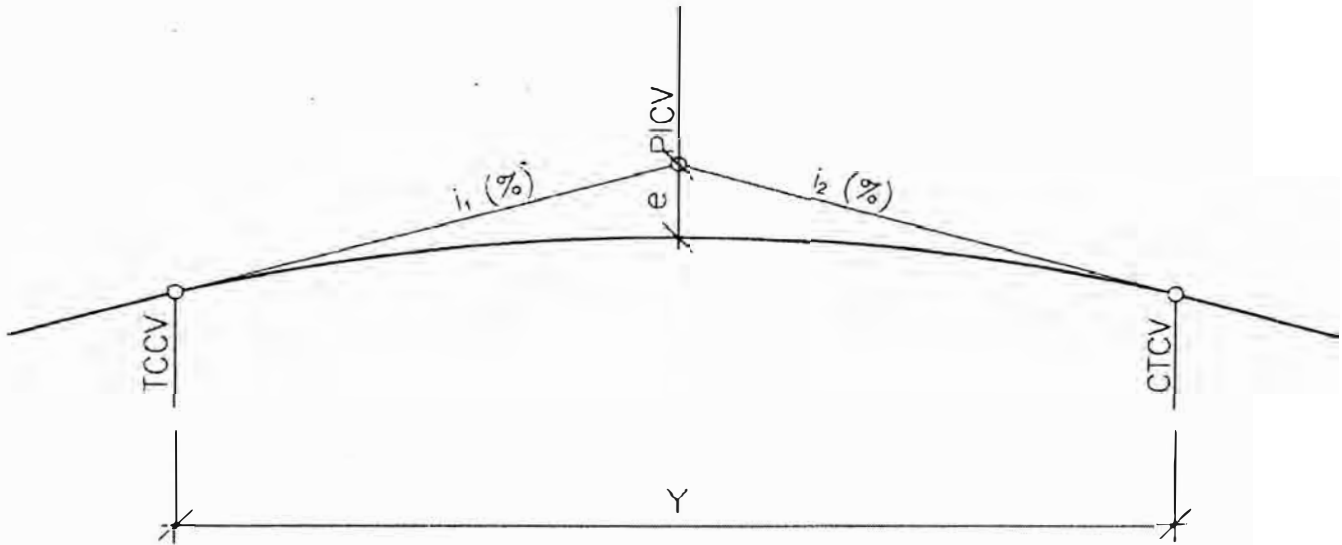
EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO
 INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO

Doc. N°: CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001	
Rev.: C2	Fecha: 22-Ago-10
Pagina: 8/15	

Las progresivas y las coordenadas de todos los puntos se presentarán tabuladas por separado. El listado será hecho en la orden real en que aparezcan en el plano, según el sentido de las progresivas.

4.2 ALINEAMIENTO VERTICAL

A seguir se indica la nomenclatura y abreviatura para el alineamiento vertical



- PICV punto de intersección de tangentes verticales.
- TCCV punto de cambio de tangente vertical a curva vertical.
- CTCV punto de cambio de curva vertical a tangente.
- i pendiente, cuyo sinal es positivo para lo ascendente y negativo para lo descendente.
- Δi diferencia algébrica de las pendientes
- Y extensión de la curva, la distancia horizontal de los puntos extremos de la parábola,
- e flecha, apartamento vertical máximo de la parábola en relación a la pendiente
- K curvatura vertical
- R radio de curvatura vertical

Formulario

$$\Delta i = |i_2 - i_1|$$

$$k = \frac{Y}{\Delta i}$$

$$R = 100 * k$$

$$e = \frac{\Delta i}{100} * \frac{Y}{8}$$

Ing. Neil J. Ribby
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tren Electrico
 CONSORCIO
CESEL INGENIEROS **POYA**

.....
 HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 940 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA

ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL



EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y
ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE
TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO

INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO
GEOMETRICO

Doc. N°:
CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001

Rev.: 02


Fecha: 22-Ago-10


Página: 9/15

5. GALIBOS

En el proyecto se utilizaran los galibos para vías y estaciones conforme numerales 9.4.5.4.1 y 9.4.5.4.2 de los Términos de Referencia.


Ing. Neil J. Ribgy
Jefe de Supervisión - Obras Civiles
Proyecto Tren Eléctrico
CONSORCIO
CESEL INGENIEROS POYRY


ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL


HENRIQUI MELMAN
CIP N° 940 - T
JEFE DE PROYECTO
CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA



EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECHANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO

INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO

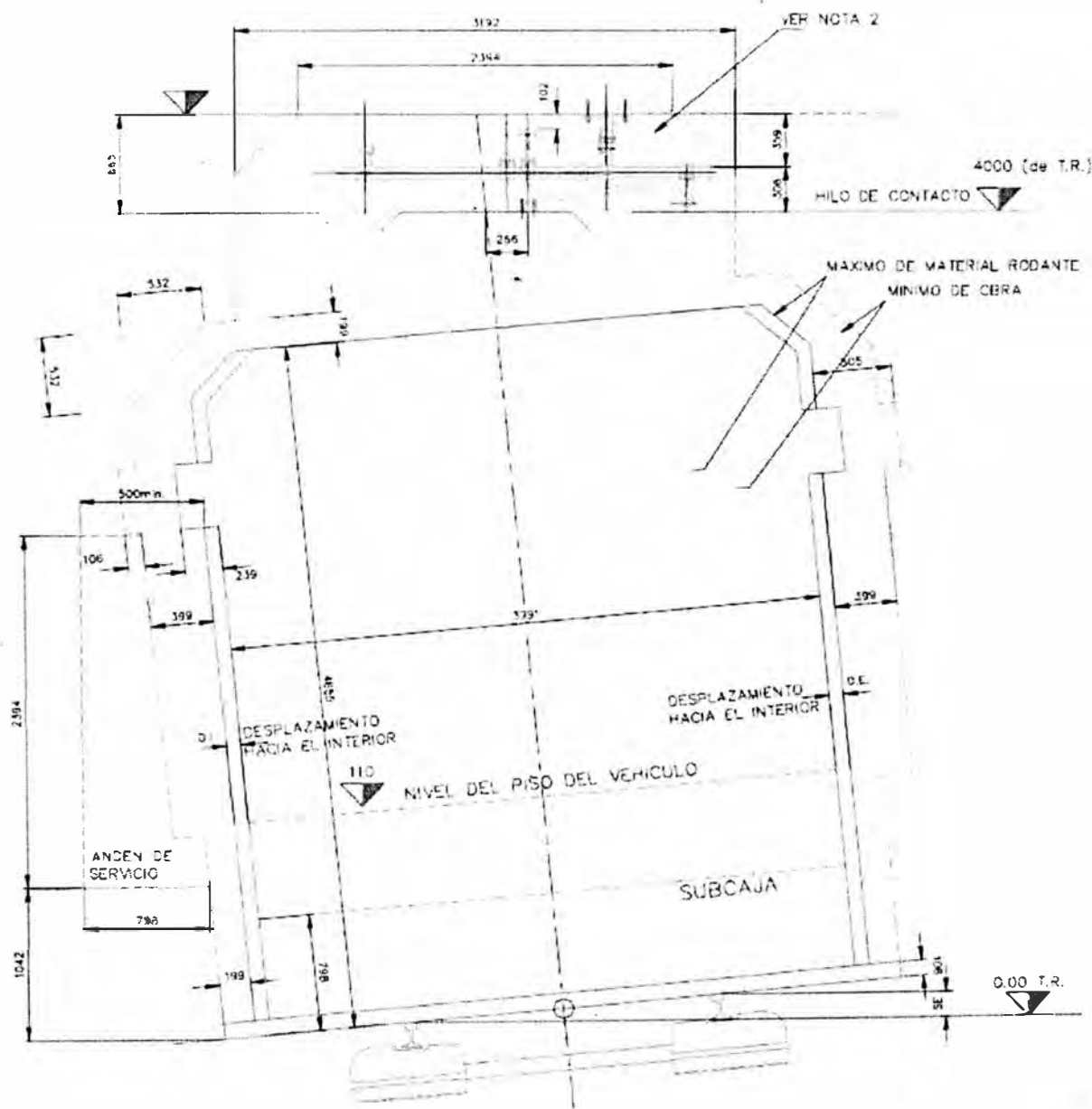
Doc. N°: CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001

Rev.: 02

Fecha: 22-Ago-10

Pagina: 10/15

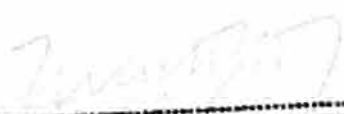
GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCION TIPICA EN CURVA



NOTA:

- 1.- S.E. VARIABLE. MAX. 16cm
- 2.- D.I. Y D.F. ESTAN EN FUNCION DEL RADIO DE CURVA Y LA DISTANCIA ENTRE EJES


 Ing. Neli J. Ribgy
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tren Electrico
 CONSORCIO
CESEL INGENIEROS **PÖYR**


 ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL

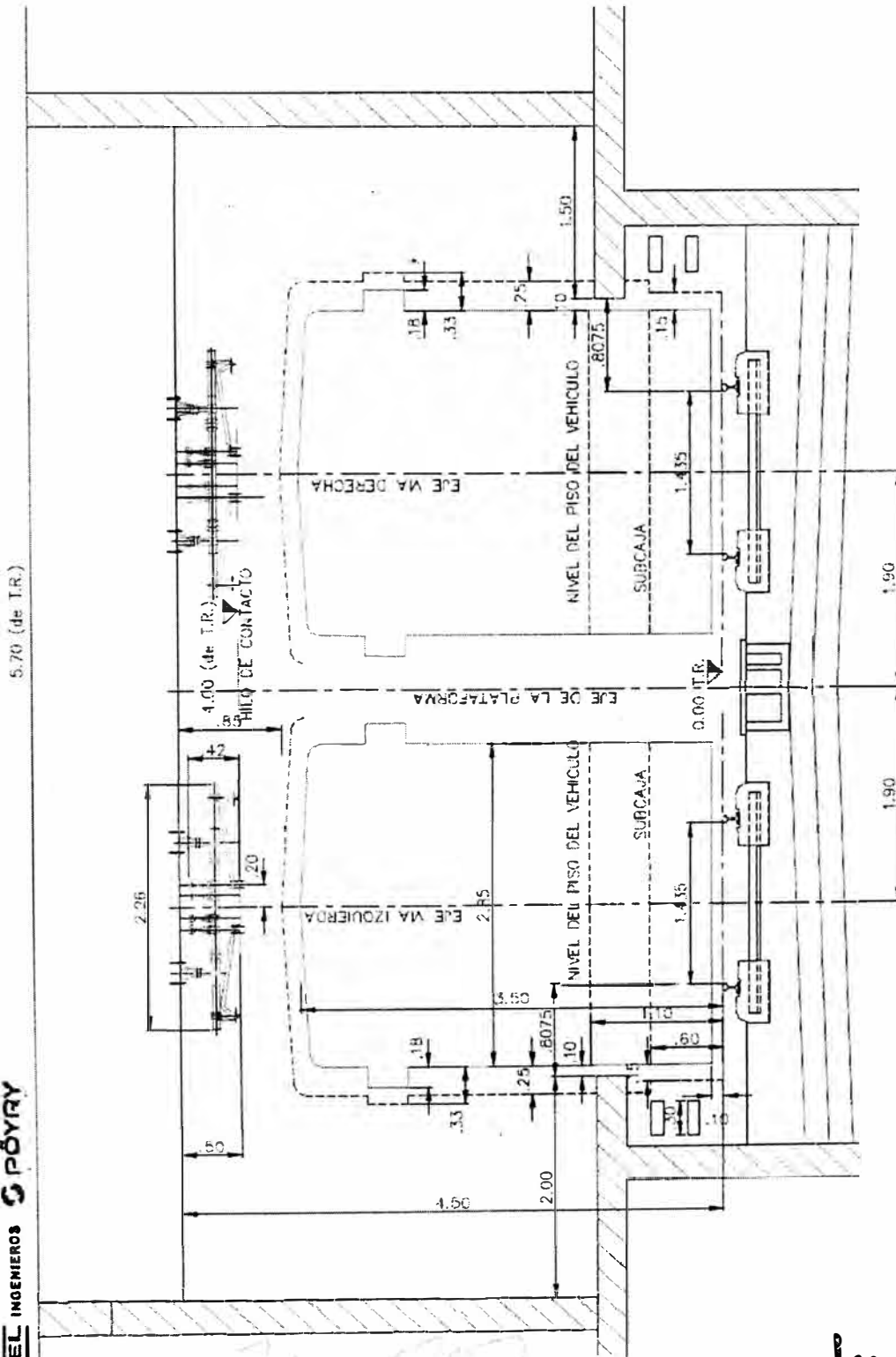

HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 940 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA



EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO
INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO

Doc. N°: CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001	
Rev: 02	Fecha: 22-Ago-10
Pagina: 11/15	

GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCION TIPICA EN ESTACION
(EN SUPERFICIE)



.....
 Inc. Nelli J. Ribdy
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tren Electrico
 CONSORCIO
CEBEL INGENIEROS POYRY

.....
ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL

.....

HENRIQUE MELMAN
 Jefe de Proyecto
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA



EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECHANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO

INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO

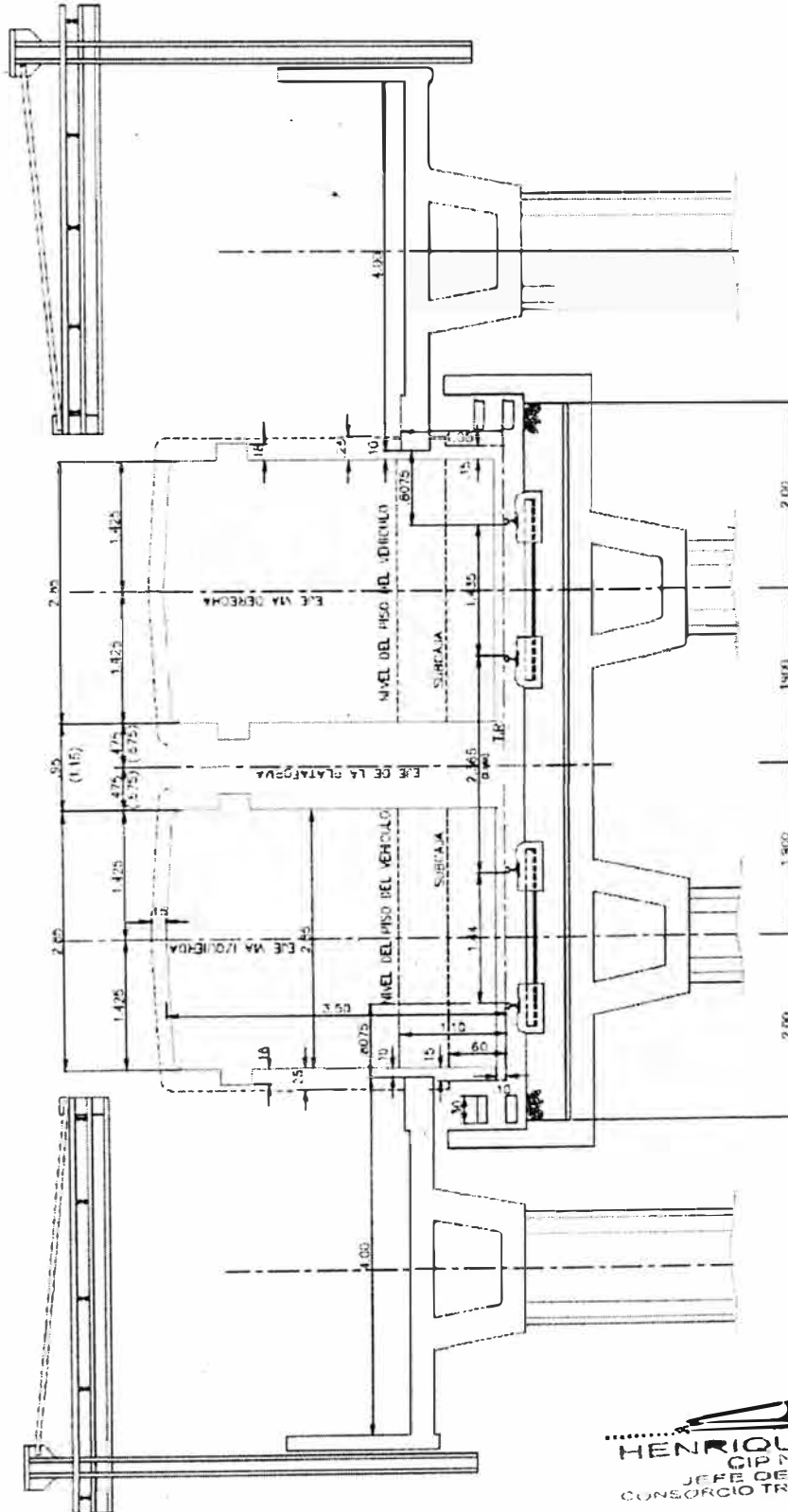
Doc. N°: CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001

Rev.: 02

Fecha: 22-Ago-10

Pagina: 12/15

GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCION TIPICA EN ESTACION (EN VIADUCTO ELEVADO)



ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL

ING. HENRIQUE MELMAN
 JEFE DE SUBDIVISION - OBRAS CIVILES
 PROYECTO TREN ELECTRICO
 CONSORCIO
 CESEL INGENIEROS POYRY

HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 940 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA

	EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO	Doc. N°: CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32901	
		Rev.: 02	Fecha: 22-Ago-10
		Pagina: 13/15	

6. PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS

Los planos del proyecto geométrico serán presentados con planta y perfil en una misma hoja, las plantas en la escala 1:500 y los perfiles con las escalas: horizontal $H = 1:500$, y vertical $V = 1:50$ (o sea una relación de 1 para 10 en las escalas)

6.1 PLANTA – ALINEAMIENTO HORIZONTAL

En el alineamiento horizontal será presentado el eje de la línea férrea. El eje del alineamiento horizontal será definido por el centro de la entrevista, cuando la vía es doble y por el centro de los rieles, cuando la vía es sencilla.

Serán indicados en los planos los puntos notables de las curvas, de acuerdo con la notación definida en el Capítulo 3 de este criterio.

Se utilizará el sistema métrico decimal, expresándose las distancias en metros, con tres decimales. Para las medidas angulares de adopto el sistema sexagesimal, expresando los ángulos en grados, minutos y segundos. Los planos se dibujarán con un solo sentido para las progresivas, creciendo de la izquierda a derecha, independientemente de las cuadrículas

Los alineamientos rectos serán definidos por las coordenadas de sus vértices. Se indicará su azimut resultante según el sentido de las progresivas.

Para enlazar los alineamientos rectos, se utilizarán arcos de círculo simples o con curvas de transición (clotoides). Los arcos de círculo serán designados por su radio de curvatura.

6.2 PERFIL – ALINEAMIENTO VERTICAL


El alineamiento vertical será constituido de la cota del tope del riel, de la cota del terreno y de la cota rasante, expresados a lo largo del eje horizontal del trazado.

Las cotas del tope del riel, que se determinan analíticamente en base a las pendientes y a las curvas de transiciones verticales, corresponden a un plano horizontal definido por la parte alta de los rieles en alineamientos rectos y al riel inferior en los alineamientos en curva.

Las pendientes indicadas en los perfiles podrán ser negativas o positivas. Las pendientes positivas indican rampas ascendentes y las pendientes negativas indican rampas descendentes.

Serán indicados en los perfiles los datos de las curvas de transición verticales, los puntos de inflexión y las pendientes, de acuerdo con la notación definida en el Capítulo 3 de este criterio.

Ing. Neri J. Ribig
 Jefe de Supervisión - Obras Civiles
 Proyecto Tren Eléctrico
CONSORCIO
CESEL INGENIEROS S PÓRY


 ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
 ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL


HENRIQUE MELMAN
 CIP N° 940 - T
 JEFE DE PROYECTO
 CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA

6.3 PRESENTACION DE LOS DATOS

Los datos del perfil longitudinal serán presentados juntamente con la planta en el mismo plano y en longitudes concordantes.


En los planos, abajo del perfil longitudinal, vamos tener la siguiente tabla:


Progresiva	9+020.000
Cota tope del riel	92.000
Cota rasante	91.340
Cota del terreno	85.10
Curvas horizontales	TANGENTE <u>PC</u> <u>RAIO</u> <u>PI</u> TANGENTE

Las cotas del tope del riel y la cota rasante serán determinadas a cada 20 m y las cotas del terreno serán tomadas del levantamiento topográfico en los mismos puntos.

Serán presentadas también las cotas del tope del riel y la cota rasante en los puntos notables (inicio de curva, fin de curva inicio cambiavías, fin cambiavías, ...)


Ing. Neil J. Ribgy
Jefe de Supervisión - Obras Civiles
Proyecto Tren Eléctrico
CONSORCIO
CESEL INGENIEROS **PÖYRY**


ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL


HENRIQUE MELMAN
CIP N° 940 - T
JEFE DE PROYECTO
CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA



EJECUCION DE LAS OBRAS CIVILES Y
ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELECTRICO DE
TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO

INFORME DE AVANCE - CRITERIOS DE DISEÑO
GEOMETRICO

Doc. N°
CTEL-FFE-GEN-DGE-CRD- 32001

Rev.: 02

Fecha: 22-Ago-10

Página: 15/15

015


7. NORMAS DE REFERENCIA


AASHTO "American Association of State highway and transportation officials"

AREMA "American Railway Engineering and Maintenance of way association"

FERROCAR "Instituto Autônomo Ferrocarriles del Estado Ministério de Transportes y Comunicaciones de Venezuela"


.....
Ing. Neil J. Ribgy
Jefe de Supervisión - Obras Civiles
Proyecto Tren Electrico
CONSORCIO
CESEL INGENIEROS & PÖYRY


.....
ING. ROBERTO DE OLIVEIRA ALVES
ESPECIALIDAD EN DISEÑO ESTRUCTURAL


.....
HENRIQUE MELMAN
CIP N° 940 - T
JEFE DE PROYECTO
CONSORCIO TREN ELECTRICO LIMA

Verificación de la capacidad
Admisible de Soporte BRIO,
Torres ALUPROP y Torres MK
Para Puente Ovalo Cabitos

Memoria de Cálculo

VERIFICACION DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SOPORTE BRIO, TORRES ALUPROP Y TORRES MK TRAMO C224-C227

Versión 00
Abril 2010

Elaborado por	
Nombre / Función:	D: 05
J. Ramos Obras Civiles	M: 04
Firma:	A: 10

Revisado por	
Nombre / Función:	D: 05
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10

Aprobado por	
Nombre / Función:	D: 05
F. Valdivia G. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10

1. GENERALIDADES:

La estructura a ser analizada y verificada, corresponde al soporte del Puente Ovalo Cabitos, cuya sección es un cajón de sección variable. La losa superior esta soportada con Brio, el soporte principal se ha realizado con Torres Aluprop entre los tramos C225-C226 y con Torres MK entre los tramos C224-C225 y C226-C227.

Además para sostener los fondos de losa, se requiere de paneles smartform para la losa superior exterior y para la losa inferior y paneles comain para la losa superior central. Los paneles están siendo sostenidos por las vigas ulmaflex secundarias, estas a su vez por las vigas ulmaflex primarias en los casos de losa superior y vigas MK-120 en los casos de losa inferior, las cuales descansan en los husillos simples y estos en puntales Aluprop y en otros casos en vigas de concreto armado que van por cuenta del contratista las cuales descansan sobre las Torres MK.

El objetivo de este informe es demostrar la confiabilidad de cada uno de los elementos que conforman el soporte BRIO, Torres Aluprop y Torres MK, es decir, demostrar que las cargas actuantes no superen las capacidades admisibles de los elementos mencionados anteriormente.

A continuación en la figura 01 se muestra una elevación del soporte del puente del Ovalo Cabitos con Brio y Aluprop, la figura 02 muestra la sección del soporte del puente con Brio y Aluprop, la figura 03 muestra una elevación del soporte del puente con Torres MK.

Elaborado por		
Nombre / Función:	D: 05	
J. Ramos Obras Civiles	M: 04	
Firma:	A: 10	

Revisado por		
Nombre / Función:	D: 05	
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

Aprobado por		
Nombre / Función:	D: 05	
F. Valdivia G. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

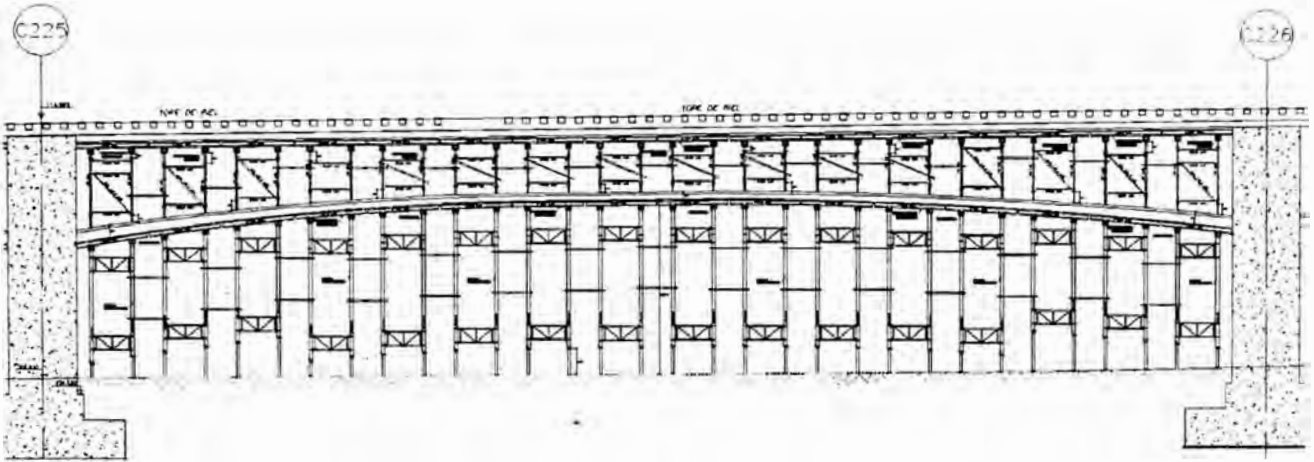


Figura 01: Elevación-Soporte de Puente del Ovalo Cabitos con Brio y Aluprop

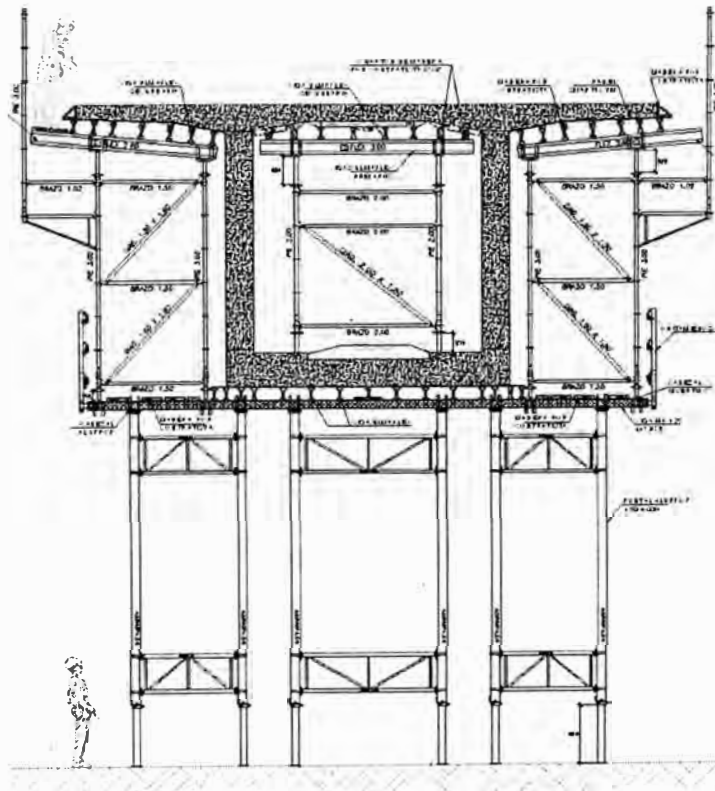


Figura 02: Sección Típica-Soporte de Puente del Ovalo Cabitos con Brio y Aluprop

Elaborado por	
Nombre / Función: J. Ramos Obras Civiles	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Revisado por	
Nombre / Función: G. Cochachi J. D. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Aprobado por	
Nombre / Función: F. Valdivia G. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

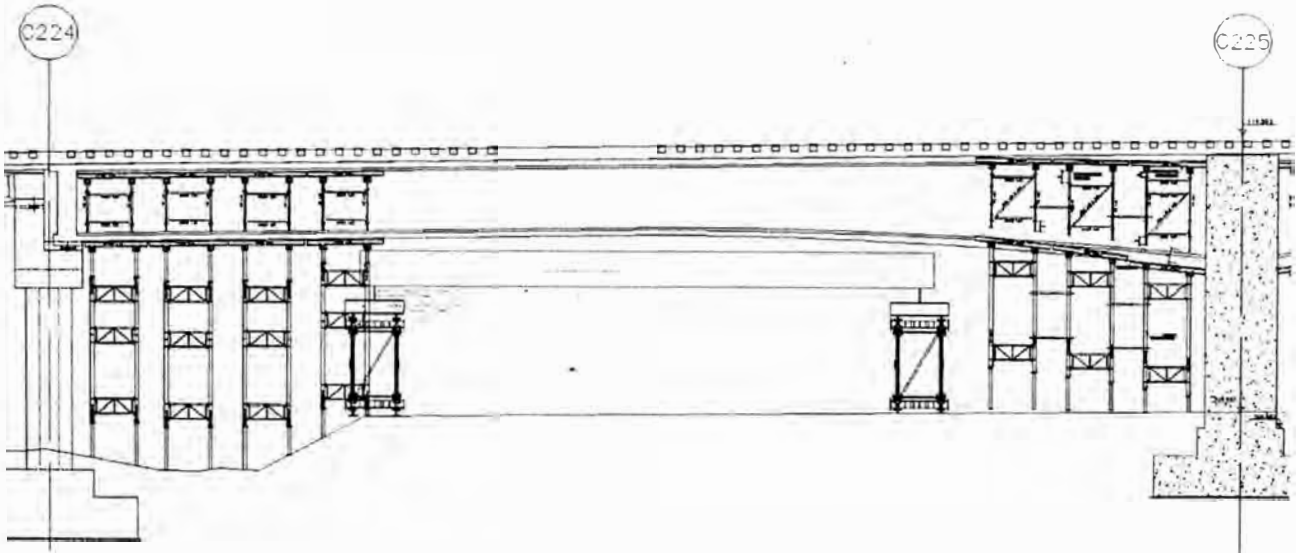


Figura 03: Elevación-Soporte de Puente del Ovalo Cabitos con Brio, Aluprop y Meccano

2. DESCRIPCION DE PRINCIPALES ELEMENTOS RESISTENTES DEL SOPORTE DE VIGA SECUNDARIA - LOSA

- **Vigas Ulmaflex**

Son elementos estructurales de madera que van a resistir fuerzas cortantes y momentos flectores.

Como simples tienen una **capacidad admisible al cortante de 1.10 ton** y una **capacidad admisible al momento de 0.50 ton-m**. Las vigas ulmaflex simples se emplean como vigas secundarias para la el soporte de losa.

Como dobles tienen una **capacidad admisible al cortante de 2.20 ton** y una **capacidad admisible al momento de 1.00 ton-m**. Las vigas ulmaflex dobles se emplean como vigas primarias para el soporte de la losa.

Elaborado por	
Nombre / Función: J. Ramos Obras Civiles	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Revisado por	
Nombre / Función: G. Cochachi J. D. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Aprobado por	
Nombre / Función: F. Valdivia G. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

- **Pies Verticales Brio**

Son elementos estructurales que van a resistir cargas axiales de compresión. **Tienen una capacidad admisible a compresión de hasta 4.00 ton**, según su arriostamiento en planta y en elevación.

- **Riostras Mk-120**

Son vigas metálicas doble canal que van a resistir fuerzas cortantes y momentos flectores. Tienen una **capacidad admisible al cortante de 14.00 ton** y una **capacidad admisible al momento de 1.89 ton-m**. Las vigas ulmaflex dobles se emplean como vigas primarias para el soporte de la losa.

- **Torres MK**

Son elementos estructurales que van a resistir cargas axiales de compresión. **Tienen una capacidad admisible a compresión de 36.00 ton por pie**. Las vigas de concreto que van por cuenta del contratista están apoyadas sobre vigas metálicas también por contratista y estas se apoyan en las Torres MK.

- **Puntales Aluprop**

Son elementos estructurales que van a resistir cargas axiales de compresión. **Tienen una capacidad admisible a compresión variable dependiendo de su elongación y arriostre**. Las vigas primarias ulmaflex descansan en los cabezales sencillos, los cuales a su vez son soportados por los puntales Aluprop.

La Cuadro 01 y 02, muestra la resistencia a la compresión máxima de los puntales Aluprop dependiendo de su elongación y arriostre.

Elaborado por	
Nombre / Función: J. Ramos Obras Civiles	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Revisado por	
Nombre / Función: G. Cochachi J. D. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Aprobado por	
Nombre / Función: F. Valdivia G. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

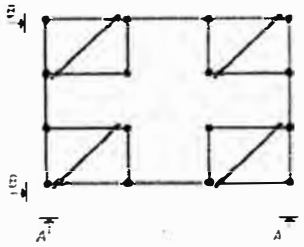
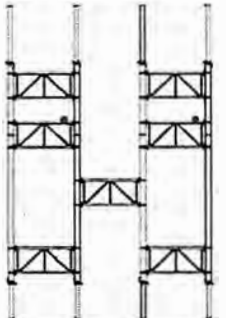
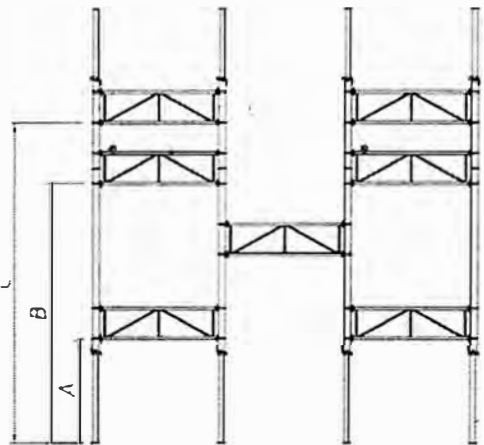
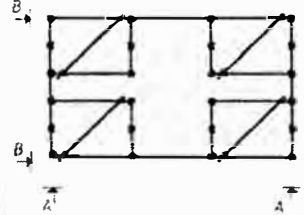
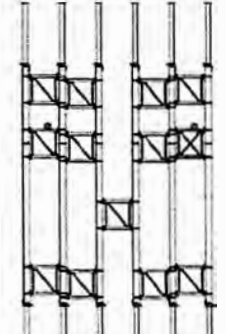
Esquema 01



ALTURAS: de 4,95m a 7,6m (3 marcos)

Tabla 9: ALUPROP 3,3-4,8+ ALUPROP 1,65-2,8 con tres Marcos de Arriostramiento en altura.

- Hay que colocar una diagonal horizontal (mirar Resumen 1).
- Necesario colocar arriostramiento entre torres (mirar Resumen 1).
- Al utilizar marco de 0.75m se deberán colocar dos marcos de 0.75m consecutivos e utilizar la carga de uso del marco de 1.5m.

PLANTA	SECCION TRANSVERSAL B-B	SECCION LONGITUDINAL A-A
		 <p data-bbox="1153 1101 1870 1173">A la máxima extensión de la torre alturas propuestas para los marcos: A=1920mm; B=4540mm; C=5600mm</p>
<p data-bbox="414 885 459 1220" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Para torres con marco 0,75</p> 		

Elaborado por	
Nombre / Función:	D: 05
J. Ramos Obras Civiles	M: 04
Firma:	A: 10

Revisado por	
Nombre / Función:	D: 05
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10

Aprobado por	
Nombre / Función:	D: 05
F. Valdivia G. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10

Cuadro 01



ALTURAS: de 4,95m a 7,6m (3 marcos)

**CARGAS DE USO 9: ALUPROP 3,3-4,8+ ALUPROP 1.65-2.8 con tres Marcos de Arriostramiento en altura.
VALORES EN KN/Puntal.**

Z (m)	Viento=0.1 KN/m ²					Viento=0.2 KN/m ²					Viento=0.5 KN/m ²					Viento=0.8 KN/m ²					Viento=1.1 KN/m ²									
	Torre AP 1.5x1.5 m	Torre AP 2.075x1.5 m	Torre AP 2.075x2.075 m	Torre AP 2.32x1.5 m	Torre AP 2.32x2.32 m	Torre AP 1.5x1.5 m	Torre AP 2.075x1.5 m	Torre AP 2.075x2.075 m	Torre AP 2.32x1.5 m	Torre AP 2.32x2.32 m	Torre AP 1.5x1.5 m	Torre AP 2.075x1.5 m	Torre AP 2.075x2.075 m	Torre AP 2.32x1.5 m	Torre AP 2.32x2.32 m	Torre AP 1.5x1.5 m	Torre AP 2.075x1.5 m	Torre AP 2.075x2.075 m	Torre AP 2.32x1.5 m	Torre AP 2.32x2.32 m	Torre AP 1.5x1.5 m	Torre AP 2.075x1.5 m	Torre AP 2.075x2.075 m	Torre AP 2.32x1.5 m	Torre AP 2.32x2.32 m					
4.95	70.0	70.0	75.0	75.0	75.0	70.0	70.0	75.0	75.0	75.0	70.0	70.0	75.0	75.0	75.0	70.0	70.0	75.0	75.0	75.0	70.0	70.0	75.0	75.0	75.0					
5.00	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	73.1	70.0	72.9	70.0	70.0	69.2	70.0	66.8	73.0	70.0	66.2	70.0	65.7	75.0	70.0	70.0	62.9	75.0				
5.10	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	72.9	70.0	72.9	70.0	70.0	68.9	70.0	66.6	73.0	70.0	66.0	70.0	65.5	75.0	70.0	70.0	62.6	75.0				
5.20	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	72.7	70.0	72.5	70.0	70.0	68.8	70.0	66.4	73.0	70.0	65.9	70.0	65.4	75.0	70.0	70.0	62.5	75.0				
5.30	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	72.5	70.0	72.3	70.0	70.0	68.8	70.0	66.3	73.0	70.0	65.8	70.0	65.2	75.0	70.0	70.0	62.4	75.0				
5.40	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	72.4	70.0	72.1	70.0	70.0	68.7	70.0	66.2	73.0	70.0	65.7	70.0	65.1	75.0	70.0	70.0	62.3	75.0				
5.50	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	72.2	70.0	72.0	70.0	70.0	68.6	70.0	66.1	73.0	70.0	65.6	70.0	65.0	75.0	70.0	70.0	62.2	75.0				
5.60	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	72.0	70.0	71.8	70.0	70.0	68.4	70.0	66.0	73.0	70.0	65.5	70.0	64.9	75.0	70.0	70.0	62.1	75.0				
5.70	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	71.8	70.0	71.6	70.0	70.0	68.3	70.0	65.9	73.0	70.0	65.4	70.0	64.8	75.0	70.0	70.0	62.0	75.0				
5.80	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	71.8	70.0	71.6	70.0	70.0	68.3	70.0	65.9	73.0	70.0	65.4	70.0	64.8	75.0	70.0	70.0	62.1	75.0				
5.90	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	71.7	70.0	71.5	70.0	70.0	68.2	70.0	67.8	73.0	70.0	65.3	70.0	64.8	75.0	69.1	68.1	62.0	75.0				
6.00	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	71.5	70.0	71.3	70.0	70.0	68.0	70.0	67.7	73.0	69.3	65.2	69.3	64.7	75.0	68.8	68.8	62.6	68.8	61.9	75.0		
6.10	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	71.3	70.0	71.1	70.0	69.4	67.9	69.4	67.5	73.0	69.3	65.1	69.3	64.5	75.0	68.4	68.4	62.4	68.4	61.8	75.0		
6.20	70.0	70.0	75.0	70.0	75.0	75.0	69.4	69.4	71.1	69.4	70.8	75.0	68.1	68.1	67.8	67.8	73.0	67.8	65.0	67.8	64.4	75.0	67.1	67.1	62.3	67.1	61.7	75.0		
6.30	68.9	68.9	75.0	68.9	75.0	75.0	68.0	68.0	71.0	68.0	70.8	75.0	67.5	67.5	67.5	67.5	73.0	67.0	67.0	64.6	67.0	64.3	75.0	66.5	66.5	62.2	66.5	61.5	75.0	
6.40	66.7	66.7	75.0	66.7	75.0	75.0	66.6	66.6	70.8	66.6	70.6	75.0	66.1	66.1	67.5	66.1	67.2	73.0	65.8	65.8	64.7	65.8	64.2	75.0	65.1	65.1	62.1	65.1	61.4	75.0
6.50	64.5	64.5	75.0	64.5	75.0	75.0	64.0	64.0	70.6	64.0	70.4	75.0	63.5	63.5	67.4	63.5	67.0	73.0	63.0	63.0	64.6	63.0	64.1	74.6	62.5	62.5	62.0	62.5	61.3	72.2
6.60	62.3	62.3	75.0	62.3	75.0	75.0	61.8	61.8	70.4	61.8	70.3	75.0	61.3	61.3	67.3	61.3	66.9	73.4	60.8	60.8	64.5	60.3	64.0	71.0	60.3	60.3	61.9	60.3	61.2	68.8
6.70	60.1	60.1	75.0	60.1	75.0	74.2	59.6	59.6	70.3	59.6	70.1	72.5	59.1	59.1	67.1	59.1	66.8	70.1	58.6	58.6	64.4	58.6	63.9	67.6	58.1	58.1	61.8	58.1	61.1	65.5
6.80	57.9	57.9	72.5	57.9	72.5	69.4	57.4	57.4	70.1	57.4	69.9	67.7	56.9	56.9	67.0	56.9	66.7	65.3	56.4	56.4	64.2	56.4	63.7	63.0	55.9	55.9	61.7	55.9	61.0	60.8
6.90	55.7	55.7	67.8	55.7	67.8	66.3	55.2	55.2	65.9	55.2	65.7	64.7	54.7	54.7	63.2	54.7	62.8	62.3	54.2	54.2	60.6	54.2	60.1	60.0	53.7	53.7	58.2	53.7	57.6	57.8
7.00	53.5	53.5	64.1	53.5	64.1	62.7	53.0	53.0	62.3	53.0	62.2	61.7	52.5	52.5	59.7	52.5	59.4	59.4	52.0	52.0	57.3	52.0	56.6	57.1	51.5	51.5	55.0	51.5	54.4	54.9
7.10	51.2	51.2	54.1	51.2	54.1	54.0	50.7	50.7	53.6	50.7	53.6	53.2	50.2	50.2	53.1	50.2	53.1	52.1	48.7	48.7	52.6	49.7	52.6	49.7	48.2	48.2	52.1	48.2	51.3	51.1
7.20	49.0	49.0	50.1	49.0	50.1	50.2	48.5	48.5	49.4	48.5	49.3	49.4	48.0	48.0	48.3	48.0	48.4	48.3	47.5	47.5	46.8	47.5	47.9	47.1	44.8	44.8	47.4	44.8	46.8	46.4
7.30	46.6	47.0	47.6	47.0	47.6	47.8	46.3	46.3	46.8	46.3	46.8	47.0	45.8	45.8	45.7	45.8	45.6	45.8	43.8	43.8	45.6	43.8	45.6	44.6	40.7	41.4	44.5	41.4	44.0	43.9
7.40	44.6	46.3	45.1	46.3	45.1	45.3	44.1	45.8	44.5	45.6	44.2	44.5	43.2	44.6	43.1	44.3	43.3	40.4	42.0	42.8	41.5	42.8	42.1	37.4	38.6	41.7	38.6	41.2	41.4	
7.50	41.7	42.9	42.5	42.9	42.5	42.9	41.2	42.4	41.7	42.4	41.7	42.1	39.9	41.6	40.6	41.5	40.6	37.2	39.0	40.2	38.6	40.1	39.7	34.6	36.0	39.0	36.0	36.4	35.9	
7.60	38.2	40.2	38.9	40.2	38.9	40.4	37.7	39.7	38.2	39.7	39.1	38.6	36.6	38.6	38.1	38.3	38.1	34.4	36.2	36.2	35.8	36.2	37.2	29.0	33.5	36.2	33.5	35.7	36.5	

Elaborado por		
Nombre / Función:	D: 05	Obras Civiles
J. Ramos	M: 04	
Firma:	A: 10	

Revisado por		
Nombre / Función:	D: 05	J. D. Técnico
G. Cochachi	M: 04	
Firma:	A: 10	

Aprobado por		
Nombre / Función:	D: 05	G. Técnico
F. Valdivia	M: 04	
Firma:	A: 10	

Esquema 02



ALTURAS: de 4,5m a 6m (2 marcos)

Tabla 2: ALUPROP 4,5-6,0 con dos Marcos de Arriostamiento en altura.

- Hay que colocar una diagonal horizontal (mirar Resumen 1).
- No es necesario colocar arriostamiento entre torres (mirar Resumen 1).
- Al utilizar marco de 0.75m se deberán colocar dos marcos de 0.75m consecutivos e utilizar la carga de uso del marco de 1.5m.

	PLANTA	SECCION TRANSVERSAL B-B	SECCION LONGITUDINAL A-A
			<p>A la máxima extensión de la torre alturas propuestas para los marcos: A=1820mm; B=5270mm</p>
Para torres con marco 0,75			

Elaborado por		
Nombre / Función:	D: 05	
J. Ramos Obras Civiles	M: 04	
Firma:	A: 10	

Revisado por		
Nombre / Función:	D: 05	
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

Aprobado por		
Nombre / Función:	D: 05	
F. Valdivia G. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

Cuadro 02



ALTURAS: de 4,5m a 6m (2 marcos)

CARGAS DE USO 2: ALUPROP 4,5-6,0 con dos Marcos de Arriostamiento en altura. VALORES EN kN/Puntal.

H (m)	Viento=II kN/m ²						Viento=III kN/m ²						Viento=IV kN/m ²						Viento=V kN/m ²						Viento=VI kN/m ²					
	Torre AP 1,5x1,5 m	Torre AP 2,075x1,5 m	Torre AP 2,075x2,075 m	Torre AP 2,32x1,5 m	Torre AP 2,32x2,075 m	Torre AP 2,32x2,32 m	Torre AP 1,5x1,5 m	Torre AP 2,075x1,5 m	Torre AP 2,075x2,075 m	Torre AP 2,32x1,5 m	Torre AP 2,32x2,075 m	Torre AP 2,32x2,32 m	Torre AP 1,5x1,5 m	Torre AP 2,075x1,5 m	Torre AP 2,075x2,075 m	Torre AP 2,32x1,5 m	Torre AP 2,32x2,075 m	Torre AP 2,32x2,32 m	Torre AP 1,5x1,5 m	Torre AP 2,075x1,5 m	Torre AP 2,075x2,075 m	Torre AP 2,32x1,5 m	Torre AP 2,32x2,075 m	Torre AP 2,32x2,32 m	Torre AP 1,5x1,5 m	Torre AP 2,075x1,5 m	Torre AP 2,075x2,075 m	Torre AP 2,32x1,5 m	Torre AP 2,32x2,075 m	Torre AP 2,32x2,32 m
4,50	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
4,60	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
4,70	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
4,80	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
4,90	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
5,00	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
5,10	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
5,20	75,0	73,0	73,1	73,0	73,1	73,1	75,0	72,8	73,0	73,0	73,0	72,9	75,0	72,8	72,8	72,8	72,8	75,0	72,6	72,6	72,6	72,6	75,0	72,4	72,4	72,4	72,4	72,3		
5,30	73,7	71,0	71,2	71,0	71,2	71,3	73,1	70,6	71,0	70,9	71,0	70,9	72,9	70,5	70,7	70,5	70,6	70,6	72,7	70,2	70,2	70,1	70,2	70,1	72,5	69,8	69,8	69,7	69,7	
5,40	72,4	69,0	69,3	69,0	69,3	69,4	71,2	68,4	69,1	68,9	69,1	68,8	70,8	68,3	68,5	68,3	68,4	68,4	70,5	67,8	67,8	67,7	67,7	67,7	70,1	67,2	67,2	67,1	66,9	
5,50	71,1	67,0	67,5	67,0	67,5	67,5	69,3	66,2	67,1	66,9	67,1	66,7	68,8	66,1	66,3	66,0	66,2	66,2	68,2	65,3	65,4	65,2	65,3	65,2	67,7	64,6	64,6	64,5	64,2	
5,60	69,8	65,0	65,6	65,0	65,6	65,6	67,4	64,0	65,1	64,8	65,1	64,6	66,7	63,9	64,1	63,8	64,0	64,0	66,0	62,9	63,1	62,8	62,9	62,8	65,2	62,0	62,0	61,9	61,5	
5,70	68,4	63,0	63,7	63,0	63,7	63,8	65,5	61,8	63,1	62,8	63,1	62,6	64,6	61,6	62,0	61,5	61,9	61,8	63,7	60,5	60,7	60,4	60,5	60,3	62,8	59,4	59,3	59,2	58,8	
5,80	67,1	61,0	61,8	61,0	61,8	61,9	63,6	59,7	61,2	60,8	61,1	60,5	62,5	59,4	59,8	59,3	59,7	59,6	61,4	58,1	58,3	57,9	58,1	57,9	60,3	56,8	56,7	56,8	56,0	
5,90	64,5	59,0	59,9	59,0	59,9	60,0	61,7	57,5	59,2	58,8	59,1	58,4	60,5	57,2	57,5	57,1	57,5	57,4	59,2	55,7	55,9	55,5	55,6	55,4	57,9	54,2	54,1	54,0	53,8	
6,00	61,1	57,0	58,0	57,0	58,0	58,2	59,9	55,3	57,2	56,7	57,2	56,4	58,4	55,0	55,4	54,8	55,3	55,2	56,9	53,3	53,5	53,0	53,2	53,0	55,4	51,7	51,5	51,4	51,2	

Elaborado por	
Nombre / Función:	D: 05
J. Ramos Obras Civiles	M: 04
Firma:	A: 10

Revisado por	
Nombre / Función:	D: 05
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10

Aprobado por	
Nombre / Función:	D: 05
F. Valdivia G. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10

3. ANÁLISIS:

3.1. MODELO COMPUTACIONAL

Para realizar el análisis estructural emplearemos el programa de análisis y diseño estructural SAP2000, el cual calculará las fuerzas y esfuerzos producidos en el soporte de losa y viga de concreto armado, debido a las cargas actuantes consideradas y al peso propio de la estructura. El modelo está conformado por elementos frame, los cuales son entidades lineales que resisten fuerzas axiales, momentos flectores y fuerzas cortantes.

Los elementos frame representan en el modelo a los elementos que son parte del soporte. Dichos elementos tendrán una sección determinada y dependerá del tipo de elemento correspondiente (brazo, pie, diagonales, husillos con placa, vigas ulmaxflex etc.).

Los elementos frame estarán conectados mediante uniones parcialmente rígidas, el valor de esta rigidez está basada en estudios realizados sobre el sistema.

El soporte tiene una condición de apoyo de simplemente apoyado, es decir restringe las traslaciones en las direcciones X, Y y Z, de los ejes globales.

3.2. CARGAS ACTUANTES

3.2.1. Cargas estáticas

Los tipos de carga estáticas que se han considerado para el análisis del andamio, son los que se mencionan a continuación:

- **DEAD.-** Este tipo de carga es el que corresponde a la carga debido al peso propio de los elementos que conforman el soporte Brio, torres MK y torres Aluprop y vigas de soporte. Este tipo de carga es calculado automáticamente por el programa.

Elaborado por		
Nombre / Función:		D: 05
J. Ramos	Obras Civiles	M: 04
Firma:		A: 10

Revisado por		
Nombre / Función:		D: 05
G. Cochachi	J. D. Técnico	M: 04
Firma:		A: 10

Aprobado por		
Nombre / Función:		D: 05
F. Valdivia	G. Técnico	M: 04
Firma:		A: 10

- LOSA.-** Corresponde a la carga debido al peso de la losa y de muros. Para obtener el valor de esta carga, recurrimos a las tablas de diseño de Ulma para modulaciones de losas. La losa ha encofrar tiene espesor variable por lo cual las cargas serán asignadas directamente a las vigas secundarias ulmaflex. Cada viga será cargada de acuerdo al ancho tributario. La sobre carga considerada es de 150 kg/cm².

3.3. CONDICIONES DE APOYO

El soporte BRIO, Torre Aluprop y Torre MK tiene una condicion de apoyo de simplemente apoyado lo que implica una restricción en la tres traslaciones.

3.4. COMBINACIONES DE CARGA

Con los tipos de cargas mencionados, la combinación de carga a definir será la que se menciona a continuación:

$$COMB1 = DEAD + LOSA + S/C$$

4. RESULTADOS:

De los resultados obtenidos en el análisis, se realizará la verificación correspondiente a cada uno de los elementos que conforman la estructura.

4.1. SOPORTE DE LOSA

4.1.1 Resistencia De Paneles Smartform

La capacidad admisible de los paneles Smartform depende de la separación entre vigas ulmaflex y del espesor de losa a encofrar.

La figura 04 nos muestra el Abaco del Panle Smartform.

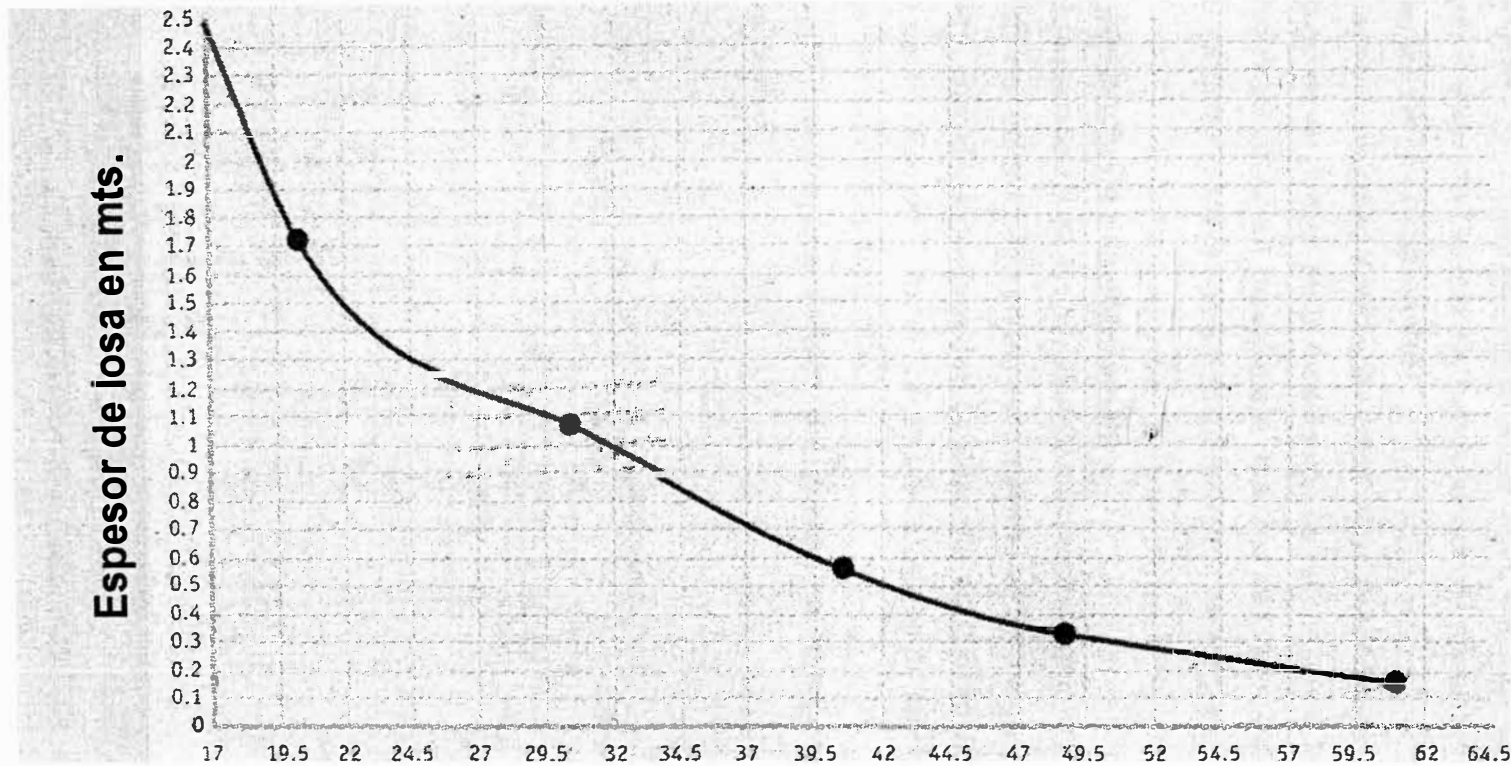
Elaborado por	
Nombre / Función:	D: 05
J. Ramos Obras Civiles	M: 04
Firma:	A: 10

Revisado por	
Nombre / Función:	D: 05
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10

Aprobado por	
Nombre / Función:	D: 05
F. Valdivia G. Técnico	M: 04
Firma:	A: 10



ABACO DE DISEÑO



Espaciamiento entre apoyos en cms.

Figura 04: Abaco Smartform

Elaborado por		
Nombre / Función:	D: 05	
J. Ramos Obras Civiles	M: 04	
Firma:	A: 10	

Revisado por		
Nombre / Función:	D: 05	
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

Aprobado por		
Nombre / Función:	D: 05	
F. Valdivia G. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

Según ábacos del Smartform, el espaciamiento máximo permisible entre vigas secundarias para la losa inferior de espesor de 0.550 m es de 0.40m, en la modulación se ha considerado un espaciamiento entre vigas ulmaflex secundarias, de eje a eje, máximo de 0.40m. Por lo que se concluye que el panel Smartform *cumple* con los requerimientos de cargas actuantes.

El espaciamiento máximo permisible entre vigas secundarias para la losa superior de espesor 0.40 es de 0.45m, en la modulación se ha considerado un espaciamiento entre vigas ulmaflex secundarias, de eje a eje, máximo de 0.40m. Por lo que se concluye que; el panel Smartform *cumple* con los requerimientos de cargas actuantes.

4.1.2 Resistencia De Paneles Comain

La capacidad admisible de los paneles Comain es de 4.00ton/m².

La losa superior central tiene un espesor máximo de 0.40m, para este espesor la presión de concreto, considerando densidad de concreto de 2.40 ton/m² y sobre carga de 0.15 ton/m, es de 1.175 ton/m². Por lo que se concluye que el panel Comain *cumple* con los requerimientos de cargas actuantes.

La figura 05 muestra una sección del puente en donde se indican los diferentes espesores de losa.

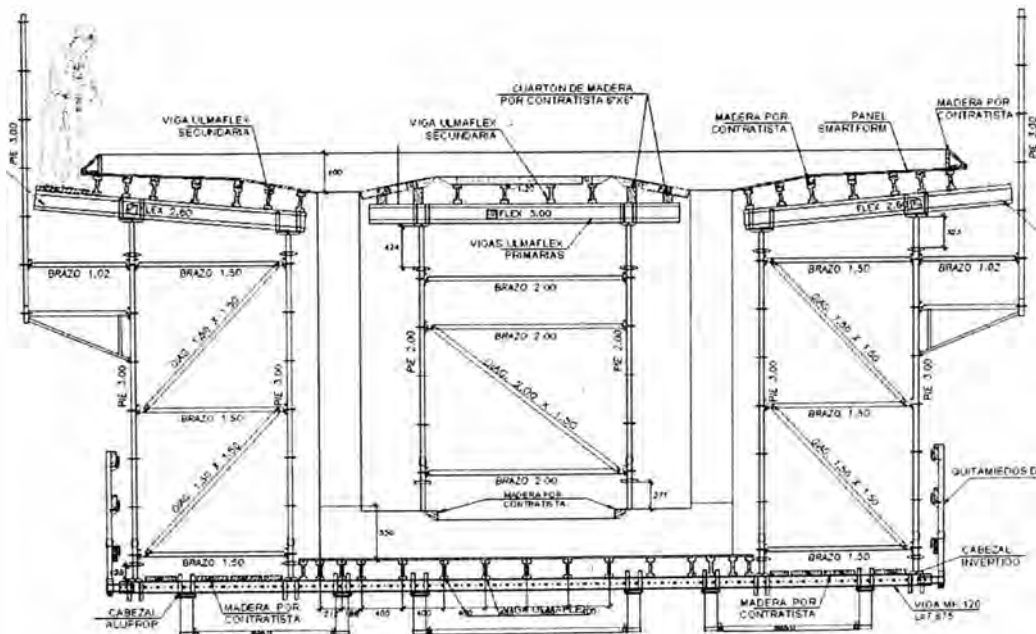


Figura 05: Sección típica-Puente Ovalo Cabitos

Elaborado por		
Nombre / Función:	D: 05	
J. Ramos Obras Civiles	M: 04	
Firma:	A: 10	

Revisado por		
Nombre / Función:	D: 05	
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

Aprobado por		
Nombre / Función:	D: 05	
F. Valdivia G. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

4.1.3 Resistencia de vigas ulmaflex secundarias.

Se muestra en la cuadro 03, las cargas actuantes máximas, mínimas y también la deflexión máxima y mínima de las vigas ulmaflex.

Cuadro 03

TABLE: Element Forces - Frames						
P	V2	V3	T	M2	M3	deflexión
Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m	m
0.00	0.4766	0.00	0.00	0.00	0.08262	0.000012
0.00	-0.4766	0.00	0.00	0.00	-0.09612	-0.000385

Siendo las capacidades resistentes:

$$V_{adm} = 1.10T > 0.4766 T$$

$$M_{adm} = 0.50T\text{-m} > 0.09612 T\text{-m}$$

$$\Delta_{adm} = L/500, L: \text{luz libre entre apoyos. } \Delta = L/500 = 1500\text{mm}/500 = 3.00\text{mm} > 0.385\text{mm}$$

Por lo tanto se deduce que las vigas Ulmaflex **cumplen** con los requerimientos solicitados.

4.1.4 Resistencia de vigas ulmaflex primarias dobles.

Se muestra en la cuadro 04, las cargas actuantes máximas, mínimas y también la deflexión máxima y mínima de las vigas dobles ulmaflex.

Cuadro 04

TABLE: Element Forces - Frames						
P	V2	V3	T	M2	M3	deflexión
Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m	m
0.00	1.213	0.00	0.00	0.00	0.37323	0.001131
0.00	-1.213	0.00	0.00	0.00	-0.27911	-0.001566

Siendo las capacidades resistentes:

$$V_{adm} = 2.20T > 1.213 T$$

$$M_{adm} = 1.00T\text{-m} > 0.37323 T\text{-m}$$

$$\Delta_{adm} = L/500, L: \text{luz libre entre apoyos. } \Delta = L/500 = 1500\text{mm}/500 = 3.00\text{mm} > 1.566\text{mm}$$

Elaborado por		
Nombre / Función:		D: 05
J. Ramos	Obras Civiles	M: 04
Firma:		A: 10

Revisado por		
Nombre / Función:		D: 05
G. Cochachi	J. D. Técnico	M: 04
Firma:		A: 10

Aprobado por		
Nombre / Función:		D: 05
F. Valdivia	G. Técnico	M: 04
Firma:		A: 10

Por lo tanto se deduce que las vigas Ulmaflex Dobles *cumplen* con los requerimientos solicitados.

4.1.5 Resistencia de Vigas MK-120 L=7.875m.

Hay dos casos de apoyos para estas vigas Mk-120, uno con apuntalamiento de Cabezales Sencillos y Aluprop y otro apoyadas sobre vigas de concreto por contratista, las cuales se apoyan en vigas metálicas por contratista y estas en torres MK, ambos casos serán analizados en esta sección por separado.

La figura 06 nos muestra una sección del puente con apuntalamiento de losa inferior con Aluprop.

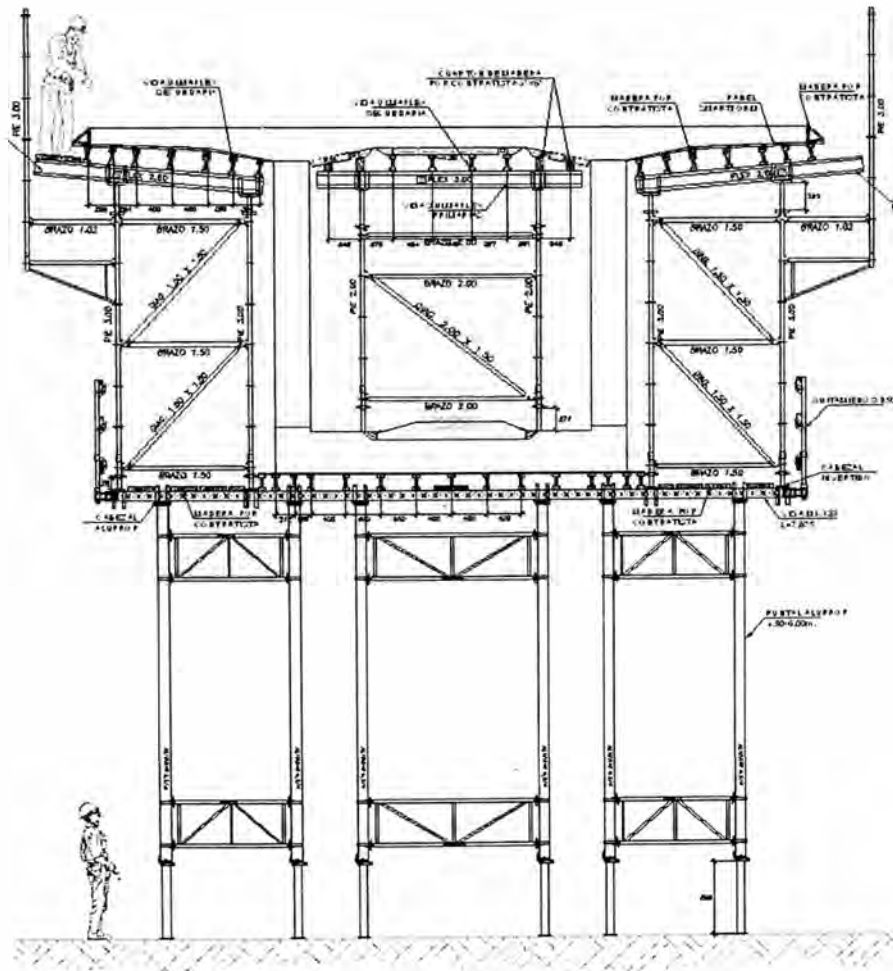


Figura 06: Sección típica-Apuntalamiento con Aluprop

Elaborado por	
Nombre / Función: J. Ramos Obras Civiles	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Revisado por	
Nombre / Función: G. Cochachi J. D. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Aprobado por	
Nombre / Función: F. Valdivia G. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Se muestra en la Cuadro 05, las cargas actuantes máximas, mínimas y también la deflexión máxima y mínima sobre las vigas MK-120 para el caso de soporte con Aluprop.

Cuadro 05

TABLE: Element Forces - Frames						
P	V2	V3	T	M2	M3	deflexión
Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m	m
0.00	3.6362	0.00	0.00	0.00	0.91735	0.000139
0.00	-3.6328	0.00	0.00	0.00	-1.10447	-0.001427

$$V_{adm} = 14.00T > 3.6362 T$$

$$M_{adm} = 1.89T\text{-m} > 1.10447 T\text{-m}$$

$$\Delta_{adm} = L/500, L: \text{luz libre entre apoyos. } \Delta = L/500 = 1500\text{mm}/500 = 3.00\text{mm} > 1.427\text{mm}$$

Por lo tanto se deduce que las viga MK-120 L=7.875m **cumplen** con los requerimientos solicitados.

La figura 07 nos muestra una sección del puente con apuntalamiento de Torres MK.

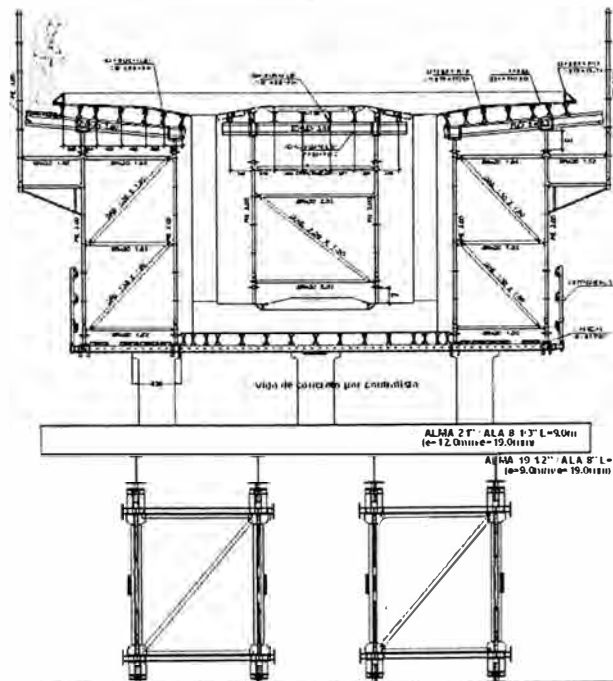


Figura 07: Sección típica-Apuntalamiento con Torres MK

Elaborado por	
Nombre / Función: J. Ramos Obras Civiles	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Revisado por	
Nombre / Función: G. Cochachi J. D. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Aprobado por	
Nombre / Función: F. Valdivia G. Técnico	D: 05 M: 04 A: 10
Firma:	

Se muestra en la Cuadro 06, las cargas actuantes máximas, mínimas y también la deflexión máxima y mínima sobre las vigas MK-120 para el caso de soporte con Torres MK.

Cuadro 06

TABLE: Element Forces - Frames						
P	V2	V3	T	M2	M3	deflexión
Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m	m
0.00	6.1681	0.00	0.00	0.00	1.24744	0.0000
0.00	-6.164	0.00	0.00	0.00	-1.26082	-0.0025

$$V_{adm} = 14.00T > 6.1681 T$$

$$M_{adm} = 1.89T\text{-m} > 1.26082 T\text{-m}$$

$$\Delta_{adm} = L/500, L: \text{luz libre entre apoyos. } \Delta = L/500 = 1500\text{mm}/500 = 3.00\text{mm} > 2.50\text{mm}$$

Por lo tanto se deduce que las viga MK-120 L=7.875m **cumplen** con los requerimientos solicitados.

4.1.6 Resistencia de Puntales Aluprop

De la aplicación de las cargas, se ha obtenido como resultado que la máxima carga axial actuante producida en los puntales es de 6.57 ton (compresión) para el caso de un Puntal de 4.5-6.0m alongado a 5.50m. La capacidad admisible a la compresión a esta elongación con dos marcos de arriostre es de 6.70 considerando torres de 1.50x2.075m, por lo que se concluye que el puntal Aluprop **cumple a compresión**.

Además de la aplicación de las cargas, se ha obtenido como resultado que la máxima carga axial actuante producida en los puntales es de 5.35 ton (compresión) para el caso de dos puntales unidos como son 3.3-4.8 + 1.65-2.8 elongado a 6.50m. La capacidad admisible a la compresión a esta elongación con tres marcos de arriostre es de 6.45 ton considerando torres de 1.50x2.075m, por lo que se concluye que el puntal Aluprop **cumple a compresión**.

Elaborado por		
Nombre / Función:	D: 05	
J. Ramos Obras Civiles	M: 04	
Firma:	A: 10	

Revisado por		
Nombre / Función:	D: 05	
G. Cochachi J. D. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

Aprobado por		
Nombre / Función:	D: 05	
F. Valdivia G. Técnico	M: 04	
Firma:	A: 10	

4.1.7 Resistencia De Torres mk

De la aplicación de las cargas, se ha obtenido como resultado que la máxima carga axial actuante producida en cada pie de una torre MK es de 30.00 ton (compresión). La capacidad admisible a la compresión es de 36.00 ton, por lo que se concluye que el pie MK *cumple a compresión*.

5. CONCLUSIONES:

- Se ha demostrado que los elementos del soporte BRIO, Aluprop y Torres MK resisten las cargas a los que van a ser sometidos. En el análisis se asumen condiciones óptimas de montaje y de correcta colocación entre elementos del soporte. Para que esto sea posible en campo, el montaje se debe realizar de manera correcta.
- Para el caso de Torre MK, se tendrá que tomar en cuenta la carga aplicada sobre el terreno que es de 30.00 ton, será necesario una base de concreto lo suficientemente resistente para soportar tal carga.

Elaborado por		
Nombre / Función:		D: 05
J. Ramos	Obras Civiles	M: 04
Firma:		A: 10

Revisado por		
Nombre / Función:		D: 05
G. Cochachi	J. D. Técnico	M: 04
Firma:		A: 10

Aprobado por		
Nombre / Función:		D: 05
F. Valdivia	G. Técnico	M: 04
Firma:		A: 10