



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE TRANSPORTE
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN
GRUPO DE REGULACIÓN E INNOVACIÓN TÉCNICA



CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE
CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED
TERCIARIA Y FÉRREA



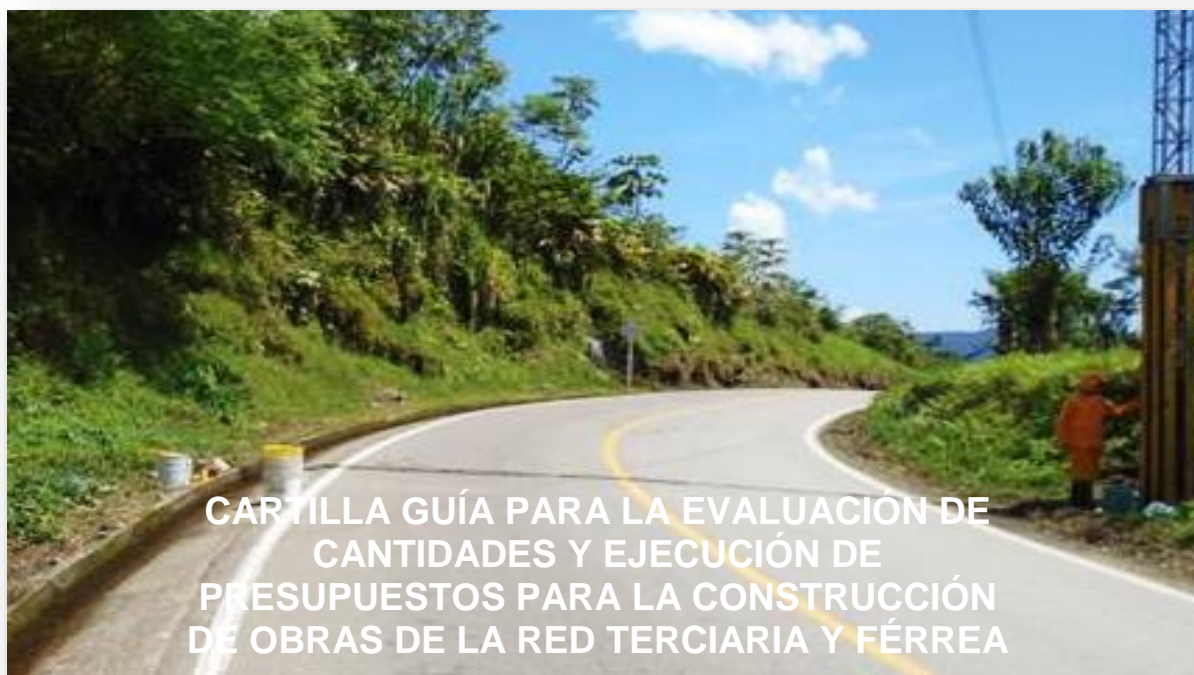
BOGOTÁ D.C.

2017



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE TRANSPORTE
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN
GRUPO DE REGULACIÓN E INNOVACIÓN TÉCNICA



Diciembre de 2017

Bogotá, D.C



**REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE TRANSPORTE
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN
GRUPO DE REGULACIÓN E INNOVACIÓN TÉCNICA**

JUAN MANUEL SANTOS CALDERON
PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

GERMÁN CARDONA GUTIÉRREZ
MINISTRO DE TRANSPORTE

CARLOS ALBERTO GARCÍA MONTES
DIRECTOR GENERAL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
“INVIAS”

JORGE ELIECER RIVILLAS HERRERA
DIRECTOR TÉCNICO INVIAS

CARLOS ALBERTO VALENCIA ESCOBAR
SUBDIRECTOR DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN

ALFONSO MONTEJO FONSECA
COORDINADOR DEL ESTUDIO





**REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE TRANSPORTE
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN
GRUPO DE REGULACIÓN E INNOVACIÓN TÉCNICA**

GRUPO DE TRABAJO

ESPECIALISTAS COLABORADORES

ALFONSO MONTEJO FONSECA

YOLANDA GUEVARA BAQUERO

ARMANDO ANTONIO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

LUIS CARLOS CORREA QUINTERO

JUAN CARLOS BELTRÁN LIÉVANO

INGENIERO AUXILIAR

MAURICIO PINO LOBO

DIAGRAMACIÓN

LILIA DEL PILAR PEÑA URUEÑA



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
0	INTRODUCCIÓN..... 0-1
1	CONCRETOS..... 1-1
1.1	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO-MÉTODO SANDINO 1-2
1.2	DOSIFICACIONES MÁS COMUNES DEL CONCRETO HIDRÁULICO..... 1-10
2	LOSAS DE CIMENTACIÓN 2-1
3	MUROS DE CONTENCIÓN 3-1
3.1	MUROS DE CONTENCIÓN EN CONCRETO 3-1
3.2	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO 3-6
3.3	MUROS EN GAVIÓN 3-10
4	BOX CULVERT 4-1
5	OBRAS DE DRENAJE 5-1
6	PUENTES 6-1
7	ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 7-1
7.1	TERRAPLÉN..... 7-1
7.2	AFIRMADO..... 7-3
7.3	SUBBASE GRANULAR..... 7-6
7.4	BASE GRANULAR 7-8
7.5	BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA 7-11
7.6	CEMENTO ASFÁLTICO..... 7-15
7.7	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE..... 7-15
7.8	MEZCLA DENSA EN FRÍO 7-22
7.9	TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE 7-26
7.10	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE 7-27
	ANEXO A.....A-1
	GLOSARIO

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Volumen del agregado grueso apisonado y seco por unidad de volumen de concreto.....	1-8
Tabla 2 Dosificación del concreto	1-10
Tabla 3 Otra dosificación del concreto	1-10
Tabla 4 Cantidades de concreto para placas	2-6
Tabla 5 Requisitos de los materiales para terraplenes (Artículo 220).....	7-1
Tabla 6 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de terraplén	7-2
Tabla 7 Especificación general para afirmados (Artículo 311).....	7-4
Tabla 8 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de afirmado	7-5
Tabla 9 Clasificación de sub-bases granulares.....	7-6
Tabla 10 Especificación general para Sub-base granular (Artículo 320)	7-6
Tabla 11 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de sub-base granular	7-7
Tabla 12 Clasificación de bases granulares.....	7-8
Tabla 13 Especificación general para base granular (Artículo 330).....	7-9
Tabla 14 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de base granular ..	7-10
Tabla 15 Especificación general para base estabilizada con emulsión asfáltica	7-12
Tabla 16 Ensayos de verificación sobre los pétreos y suelos granulares	7-14
Tabla 17 Especificación general para el cemento asfáltico	7-15
Tabla 18 Especificación general para los agregados para pavimentos asfálticos (Artículo 450) Proporción y requisitos del llenante mineral, espesor compacto de la capa y valores máximos admisibles de IRI	7-16
Tabla 19 Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.....	7-18
Tabla 20. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor compacto de la capa	7-18
Tabla 21 Criterios de diseño de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	7-19
Tabla 22 Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente de gradación continua	7-21p

Tabla 23 Ensayos de verificación sobre el llenante mineral de aporte para mezclas en caliente de gradación continua	7-21
Tabla 24 Especificación general para los agregados para pavimentos asfálticos, (Artículo 440) requisitos granulométricos, verificación de la resistencia de la mezcla asfáltica, requisitos del llenante mineral y valores máximos admisibles de IRI	7-23
Tabla 25 Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas asfálticas densas en frío	7-25
Tabla 26 Ensayos de verificación sobre el llenante mineral de aporte para mezclas asfálticas densas en frío	7-25
Tabla 27 Especificación general para los agregados para tratamiento superficial simple y coeficientes de resistencia al deslizamiento	7-26
Tabla 28 Ensayos de verificación sobre los agregados para tratamientos superficiales simples	7-27
Tabla 29 Especificación general para los agregados para tratamientos superficiales dobles y coeficientes de resistencia al deslizamiento.....	7-28
Tabla 30 Ensayos de verificación sobre los agregados para tratamientos superficiales dobles.....	7-29
Tabla 31 Diseño de pavimento flexible estructura convencional para 1 kilómetro	A 2
Tabla 32 Diseño de pavimento semiflexible - mejorada con cemento para 1 kilómetro.....	A 2
Tabla 33 Diseño de pavimento semiflexible - estabilizada con emulsión para 1 kilómetro	A 3
Tabla 34 Diseño de pavimento flexible - tratamiento superficial doble para 1 kilómetro.....	A 3
Tabla 35 Diseño de pavimento flexible - mezcla densa en frío para 1 kilómetro	A 3
Tabla 36 Diseño de pavimento rígido - losa de pavimento + SBG para 1 kilómetro ...	A 4
Tabla 37 Resumen de costo de alternativas	A 4

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Nomograma Agregado Grueso No.4 a $\frac{3}{4}$ ".....	1-3
Figura 2. Nomograma Agregado Grueso No.4 a 1".....	1-4
Figura 3. Nomograma Agregado Grueso No.4 a 1 $\frac{1}{2}$ ".....	1-5
Figura 4. Nomograma Agregado Grueso No.4 a 2".....	1-6
Figura 5. Nomograma para determinación de la cantidad de agua por metro cúbico de concreto.....	1-7

LISTADO DE PLANOS

- MH1 Muro de Contención de Corona Relleno Horizontal y Sobrecarga Viva
Formaleta Notas Generales
- MH2 Muro de Contención de Corona Relleno Horizontal y Sobrecarga Viva
Refuerzo Cantidades de Obra
- MI1 Muro de Contención de Pata Relleno Inclinado
Formaleta Notas Generales
- MI2 Muro de Contención de Corona Relleno Horizontal y Sobrecarga Viva
Refuerzo Cantidades de Obra
- MTE1 Muros en Tierra Estabilizada
Detalles de Muros en Tierra Estabilizada
- MTE2 Muros en Tierra Estabilizada
Caso de un Muro sin Talud a Borde de Vía
- MTE3 Muros en Tierra Estabilizada
Caso de un Muro con Talud inclinado a 30°
- MG1 Muro Prefabricado en Gavión
Notas Técnicas Muro en Gavión
- MG2 Muro Prefabricado en Gavión
Muro en Gavión con Sobrecarga
- MG3 Muro Prefabricado en Gavión
Muro en Gavión sin Sobrecarga
- BOX1 Box Culvert
Geometría Box Culvert Sección Cuadrada
- BOX2 Box Culvert
Geometría Box Culvert Sección Rectangular
- BOX3 Box Culvert
Geometría y Cantidades de Concreto
- BOX4 Box Culvert
Geometría y Cantidades de Concreto
- BOX5 Box Culvert
Geometría y Cantidades de Concreto

BOX6 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX7 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX8 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX9 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX10 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX11 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX12 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX13 Box Culvert

Detalle del Refuerzo

BOX14 Box Culvert

Cantidades de Acero

DR1 Alcantarillas con Muros en Concreto Reforzado Poceta- Aleta
Geometría

DR2 Alcantarillas con Muros en Concreto Reforzado Poceta- Aleta
Detalle de Refuerzo

DR3 Alcantarillas con Muros en Concreto Reforzado Poceta- Aleta
Detalle de Refuerzo

DR4 Alcantarillas con Muros en Concreto Reforzado Aleta- Aleta
Geometría

DR5 Alcantarillas con Muros en Concreto Reforzado Aleta- Aleta
Detalle de Refuerzo

DR6 Alcantarillas con Muros en Concreto Reforzado Aleta- Aleta
Detalle de Refuerzo

PT1 Superestructuras en Concreto Reforzado

Notas Generales - Detalle Junta de Dilatación

PT2 Superestructuras en Concreto Reforzado

Detalles Generales-Baranda Peatonal y Baranda Vehicular

PT3 Superestructuras en Concreto Reforzado

Andén y Bordillo - Puente Placa Vigas

PT4 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=6m

Geometría - Planta - Sección Longitudinal y Sección Transversal

PT5 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=6m

Refuerzo Placa-Refuerzo Longitudinal y Refuerzo Transversal

PT6 Superestructuras en Concreto Reforzado

Anden y bordillo Puente Placa Maciza L=6m

PT7 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=6 m

Cantidades de Materiales

PT8 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=8 m

Geometría - Planta - Sección Longitudinal y Sección Transversal

PT9 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=8 m

Refuerzo Placa-Refuerzo Longitudinal-Refuerzo Transversal

PT10 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=8 m

Detalle y Distribución de Refuerzo Longitudinal y Refuerzo Trasversal

PT11 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=8 m

Andén y Bordillo

PT12 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=8 m

Cantidad de Materiales

PT13 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=10 m

Geometría Planta Sección Trasversal

PT14 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=10 m

Refuerzo cortes

PT15 Superestructuras en Concreto Reforzado Placa Maciza L=10 m

Planta Refuerzo Inferior

PT16 Superestructuras en Concreto Reforzado

Anden y Bordillo Puente Placa Maciza, L=10m

- PT17 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Maciza L=10 m
Placa Maciza Cantidades de Materiales
- PT18 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Viga L=12 m
Planta Sección Longitudinal- Sección Transversal
- PT19 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=12 m
Formaleta - Tablero - Refuerzo Placa y Riostras
- PT20 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=12 m
Viga Reforzada - Formaleta - Refuerzo - Detalles
- PT21 Superestructura en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=12 m
Cantidades de Materiales
- PT22 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=15 m
Geometría Planta Sección Longitudinal- Sección Transversal
- PT23 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=15 m
Formaleta - Tablero - Refuerzo Placa y Riostras
- PT24 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=15 m
Viga Reforzada - Formaleta y Refuerzo Detalles
- PT25 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=15 m
Detalle Traslapos – Refuerzo de Viga
- PT26 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=15 m
Cantidades Materiales
- PT27 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=18 m
Planta Sección Longitudinal Sección Transversal
- PT28 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=18 m
Formaleta - Tablero - Refuerzo Placa y Riostras
- PT29 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=18 m
Viga Reforzada - Formaleta y Refuerzo Detalles
- PT30 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=18 m
Cantidades de Materiales
- PT31 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Viga L=20 m
Planta Sección Longitudinal Sección Transversal
- PT32 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Viga L=20 m
Formaleta - Tablero - Refuerzo Placa y Riostras

- PT33 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=20 m
Viga Reforzada - Formaleta y Detalles Refuerzo
- PT34 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Viga L=20 m
Detalle Traslapos Refuerzo de Vigas
- PT35 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Viga L=20 m
Cantidades de Materiales
- PT36 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=23 m
Planta Sección Longitudinal Sección Transversal
- PT37 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=23 m
Formaleta - Tablero - Refuerzo Placa y Riostras
- PT38 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=23 m
Viga Reforzada - Formaleta y Refuerzo Detalles
- PT39 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=23 m
Cantidades de Materiales
- PT40 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=25 m
Planta Sección Longitudinal Sección Transversal
- PT41 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=25 m
Formaleta - Tablero - Refuerzo Placa y Riostras
- PT42 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=25 m
Viga Reforzada - Formaleta y Refuerzo Detalles
- PT43 Superestructuras en Concreto Reforzado Tipo Placa - Vigas L=25 m
Cantidades de Materiales
- PT INF 1 Infraestructuras en concreto reforzado
Estribo geometría
- PT INF 2 Infraestructuras en concreto reforzado
Estribo geometría y refuerzo
- PT INF 3 Infraestructuras en concreto reforzado
Estribo cantidades
- PT INF 4 Infraestructuras en concreto reforzado
Estribo cantidades
- PT INF 5 Infraestructuras en concreto reforzado
Estribo cantidades

ABREVIATURAS

- ARF: Contenido de asfalto residual por fórmula
- ARI: Contenido de asfalto residual individual
- ART: Contenido de asfalto residual por tramo
- BEE: Base Granular Estabilizada con Emulsión
- BG: Base Granular
- CA: Concreto Asfáltico
- CBR: California Bearing Ratio – Relación de Soporte de California
- CCP: Norma Colombiana de Diseño de Puentes
- $C_{yd,max}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 o INV E- 142, y corregido por sobre tamaños según la norma INV E-143.
- ed: Espesor de diseño
- ei: Espesor individual se admite sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al 85 % del espesor de diseño.
- em: Espesor medio de la capa compactada
- Em: Estabilidad media
- Ei: Estabilidad individual
- Et: Estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo.
- Fm: Flujo fórmula de trabajo
- Fm: Flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad
- IRI: Índice Internacional de Rugosidad
- GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje
- $GCI_{(90)}$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.
- km: Kilómetro (Equivalente a 1000 metros)

- m: Metro, equivalente a 100 cm o 3,28 pies
- MDC: Mezcla asfáltica Densa en Caliente
- MDF: Mezcla asfáltica Densa en Frío
- mm: Milímetro, equivalente a 0,001 m
- MPa: Mega Pascal, medida de presión equivalente a: N/mm²
- MR: Módulo Resiliente
- NT: Nivel de tránsito
- SBG: Sub-Base Granular
- TSD: Tratamiento Superficial Doble
- TSS: Tratamiento Superficial Simple
- $\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, sin efectuar corrección por presencia de sobre tamaños de manera que corresponda a la muestra total.
- $\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 (ensayo normal de compactación) o INV E-142 (ensayo modificado de compactación).

ABREVIATURAS EN LOS PLANOS

- MH Muro de Contención con Relleno Horizontal
- MI Muro de Contención con Relleno Inclinado
- MTE Muros en Tierra Estabilizada
- MG Muro Gavión
- DR Drenaje
- PT Puente

INTRODUCCIÓN

0 INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Vías, INVIAS, a través del grupo de regulación e innovación técnica de la Subdirección de Estudios e Innovación preparó la presente cartilla guía, en la cual se relaciona una compilación de esquemas típicos planteados bajo reconocidas metodologías de cálculo estructural, contemplando losas de cimentación, muros de contención, alcantarillas, box culvert y puentes hasta de 25 m. Los esquemas típicos estructurales están orientados para ser utilizados por la Subdirección de la Red Terciaria y Férrea, para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos de obra de los proyectos a cargo del INVIAS. Las Vías Terciarias están definidas en el Manual de Diseño Geométrico 2008, como vías de acceso que conectan las cabeceras municipales con sus veredas o comunican veredas entre sí.

Para la ejecución de los cálculos estructurales, se definieron parámetros de diseño y las dimensiones más comunes usadas en nuestro país para proyectos de la Red Terciaria. En cada una de las estructuras mostradas, se presentan los criterios de diseño que deben ser verificados en el sitio de la obra y si estos no cumplen en su totalidad, el diseño estructural deberá ser revisado y ajustado para las condiciones locales del proyecto.

Adicionalmente, a los esquemas típicos estructurales antes mencionados en esta cartilla, también se presenta un resumen de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, de los artículos referentes a las capas que conforman la estructura de pavimento, tales como: terraplenes, afirmado, sub-base granular, base granular, base estabilizada con emulsión asfáltica, tratamiento superficial simple, tratamiento superficial doble, mezcla densa en frío, mezcla asfáltica en caliente y suministro de cemento asfáltico, con el fin de compilar la información referente a requisitos de calidad que deben cumplir los materiales, y mostrar las verificaciones periódicas que se deben realizar junto con los controles de compactación.

La cartilla se elaboró teniendo en cuenta los lineamientos del Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS de 2009, la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, CCP-14 y las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, del INVIAS de 2013.

La cartilla se ha organizado en siete capítulos de la siguiente manera:

En el capítulo 1 “Concretos” se presentan algunos principios útiles para el diseño de mezclas de concreto junto con las dosificaciones más comunes para obtener $1,0 \text{ m}^3$ de concreto, con su respectiva resistencia a la compresión.

En el capítulo 2 “Losas de Cimentación” se presentan dimensiones de losas de cimentación para diferentes resistencias del terreno con su respectivo refuerzo y carga admisible.

En el capítulo 3 “Muros de Contención” se presentan esquemas típicos de muros de contención en concreto, muros tipo gavión y muros en tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto.

En el capítulo 4 “Box culvert” se presentan el dimensionamiento de box culvert sin relleno y con rellenos hasta de 5,0 m.

En el capítulo 5 “Obras de drenaje” se presentan los esquemas típicos de las obras de drenaje tipo cuneta, filtros y alcantarillas circulares sencillas, que se deben considerar durante el diseño de la corona de la calzada.

En el capítulo 6 “Puentes” se presentan los esquemas típicos de superestructuras de puentes, tipo placa, para luces de 6.0, 8.0 y 10.0 metros y puentes tipo placa y vigas, simplemente apoyados en concreto reforzado, para luces de 12.0 m, 15.0m, 18.0m, 20.0m, 23.0m y 25.0 m de longitud, así como los esquemas típicos de estribos que conforman la infraestructura de un puente simplemente apoyado en concreto reforzado para diferentes tipos de luces así; puentes tipo viga - losa con luces comprendidas de 12m, 18m, 23m, tomando alturas variables para los estribos en intervalos de cincuenta (50) centímetros, comprendidas así 4m, 4.5m, 5m, 5.5m y 6m.

En el capítulo 7 “Resumen de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras” se presentan los requisitos de los materiales que componen la estructura de pavimento y que son aplicables en una Red Terciaria.

Adicionalmente, en el Anexo1 se presenta un estimativo promedio de costos, de acuerdo con los APU del INVÍAS, elaborado a la fecha de Octubre del 2016, que manejándolos razonablemente, de acuerdo con la zona en que se desarrolle la obra y consecuentemente con la disponibilidad de materiales, pueden constituir una guía para estimar costos de estructuras de pavimento, para lo cual, a nivel comparativo, se tomaron distintas alternativas de estructuras contempladas en el Manual de Diseño de Pavimentos asfálticos en vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito, versión 2007, analizadas cada una bajo los mismos parámetros de diseño, conformadas por capas de diferentes materiales, tales como granulares convencionales, capas estabilizadas con cemento, mezclas asfálticas convencionales, capas asfálticas con emulsión, tratamiento superficial doble, mezcla densa en frío y para la estructura en pavimento rígido se tomó una estructura con los mismos criterios de diseño del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito.

McNeilus

McM

CAPÍTULO 1
CONCRETOS



1 CONCRETOS

En el presente capítulo se presenta el procedimiento para el diseño de mezclas de concreto.

1. Antes de proceder al diseño se deben establecer las siguientes variables:
 - Aire incluido o no
 - Relación agua/cemento
 - Asentamiento deseado
 - Tamaño máximo del agregado grueso
 - Forma del agregado grueso
 - Granulometría del agregado grueso
 - Granulometría del agregado fino y módulo de finura
 - Pesos específicos, pesos unitarios y absorción
2. La resistencia del concreto es determinada por la resistencia de la pasta, la cual es controlada por la relación agua/cemento.
3. Un concreto se debe diseñar con la menor resistencia compatible con la seguridad estructural. Por lo tanto, una alta resistencia implica una baja relación agua/cemento, lo que para un asentamiento dado significa un alto contenido de cemento y, por consiguiente, un alto calor de hidratación. Esto se traduce en una elevada contracción y los consecuentes agrietamientos y permeabilidad de la estructura.
4. El concepto de durabilidad es tan importante como el de resistencia, la cual está afectada por el clima y los ataques químicos.
5. La relación agua/cemento para resistencia y durabilidad puede diferir: Se debe usar la más baja.
6. El aire incluido se emplea para condiciones severas de exposición y para aumentar la manejabilidad. Además reduce el contenido de agua para producir una determinada manejabilidad.
7. Se deben usar mezclas con el menor asentamiento, el cual debe ser compatible con una colocación eficiente.
8. Se debe usar el tamaño máximo permisible, pues ello reduce las cantidades de los demás ingredientes de la mezcla y por lo tanto, el costo.
9. Para producir un asentamiento dado, el agregado redondeado requiere menos agua que el angular. Sin embargo, el agregado redondeado presenta baja adherencia con el mortero, lo que se puede traducir en una baja resistencia a la tensión.

1.1 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO-MÉTODO SANDINO

Aplicable cuando los agregados grueso y fino cumplen los requisitos granulométricos.

Pasos para el desarrollo:

1. Determinar el volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico de agregado grueso (b_o).

$$b_o = \frac{\text{Peso unitario apisonado}}{\text{Peso específico bulk}}$$

2. Determinar el volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico de concreto (b).

$$b = \frac{b}{b_o} \times b_o$$

Donde:

b/b_o = Volumen de agregado grueso seco y apisonado por metro cúbico de concreto (ver Tabla 1).

3. Determinar la cantidad de agua por metro cúbico de concreto, en función del tamaño máximo del agregado grueso, la forma de este y el asentamiento deseado (ver Figura 5).
4. En función del peso unitario del agregado grueso, determinar la cantidad de cemento por metro cúbico de concreto, la resistencia deseada a los 28 días y el asentamiento requerido (ver Figura 1 a Figura 4). Al dividir esta cantidad por el peso específico del cemento (3150 kg/m^3) se halla el volumen de cemento por metro cúbico de concreto.
5. Determinar el volumen de agregado fino (arena) por metro cúbico de concreto.

Para esto, basta con restar de la unidad el volumen de agregado grueso (paso 2), el agua (paso 3) y el de cemento (paso 4).
6. Determinar las proporciones en peso por metro cúbico de mezcla, multiplicando los volúmenes absolutos de agregado grueso y fino por su peso específico bulk, y el del cemento por su peso específico aparente.
7. Determinar las proporciones de los ingredientes en volumen suelto, recomendándose tomar el bulto de cemento (50 kg.) como unidad de medida. Para ello se divide el peso de cemento por metro cúbico (paso 6) por 50, los pesos de agregado grueso y fino (paso 6) por sus respectivos pesos unitarios sueltos.
8. Reducir las cantidades a un bulto de cemento. Para esto se dividen las cantidades obtenidas en el paso 7 por el número de bultos de cemento por metro cúbico de concreto que se ha determinado en dicho paso.

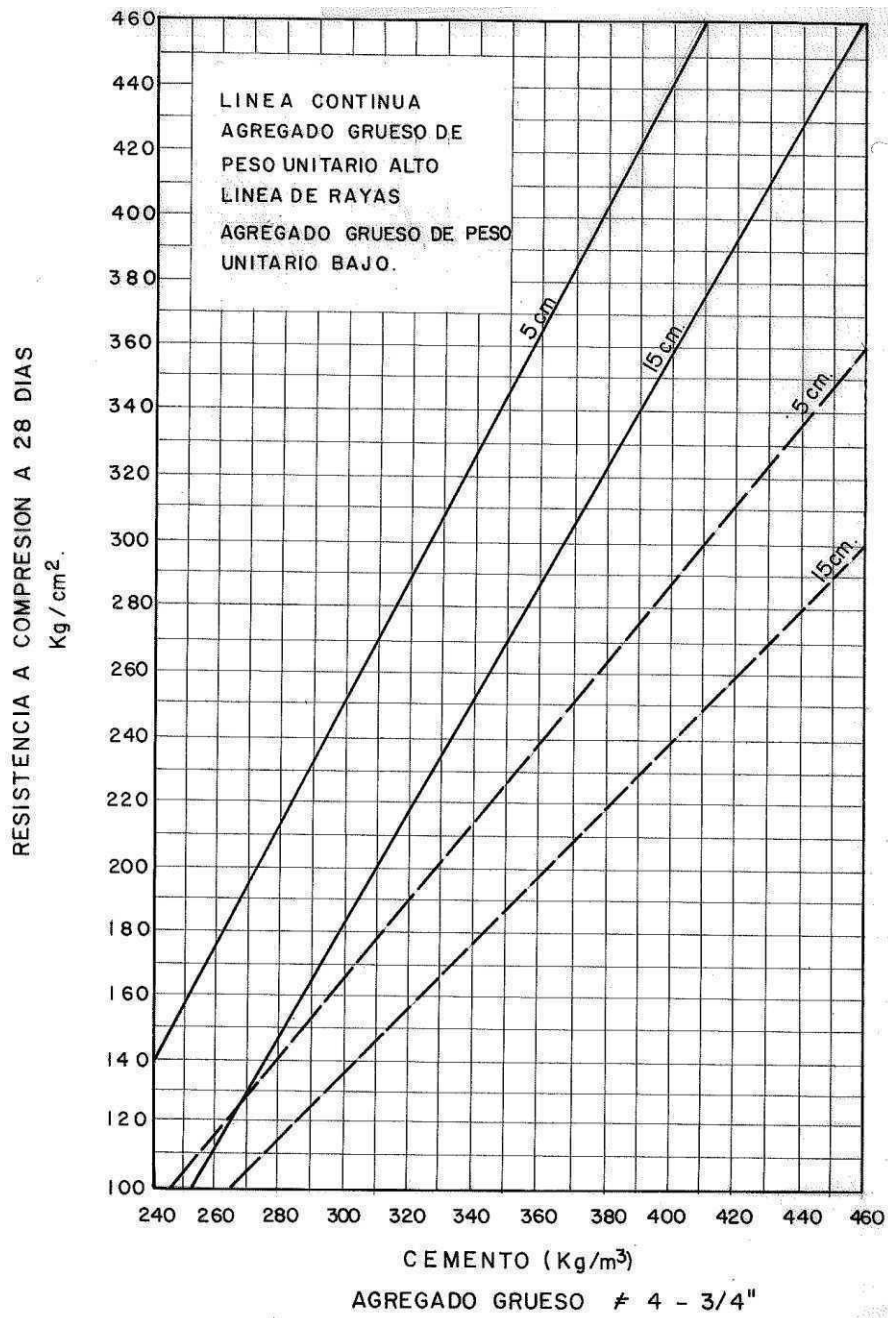


Figura 1. Nomograma Agregado Grueso No.4 a 3/4"

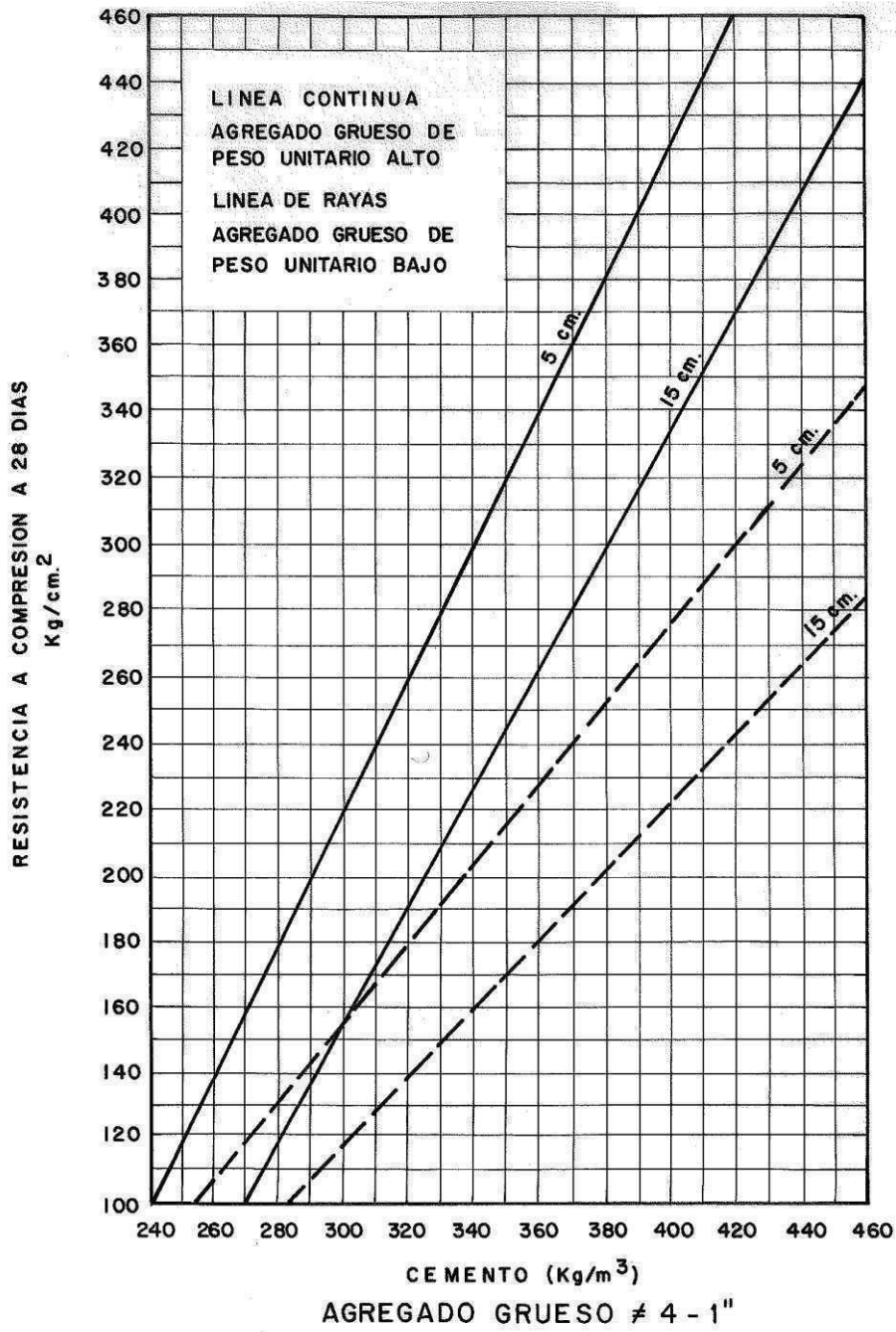


Figura 2. Nomograma Agregado Grueso No.4 a 1''

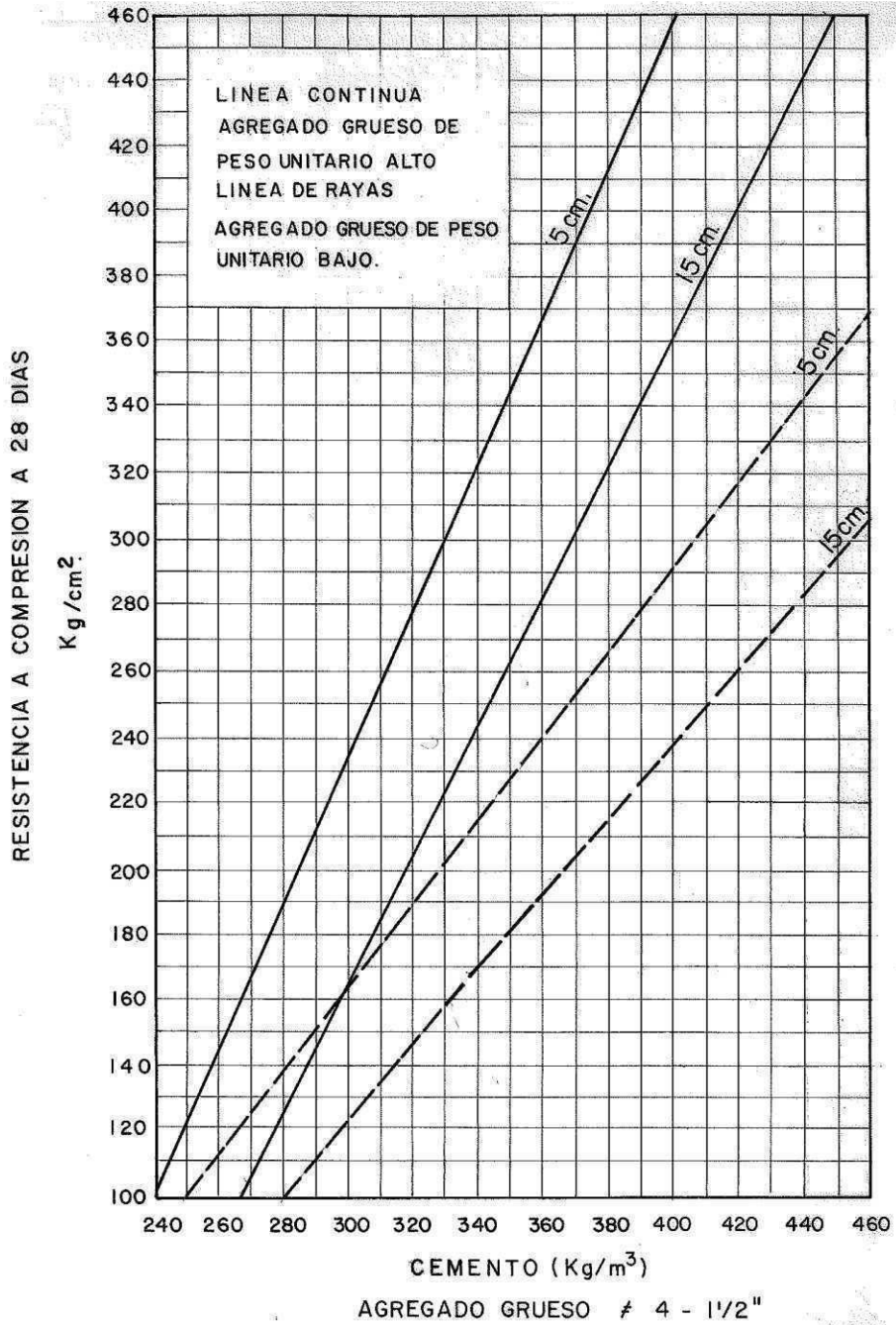


Figura 3. Nomograma Agregado Grueso No.4 a 1 1/2"

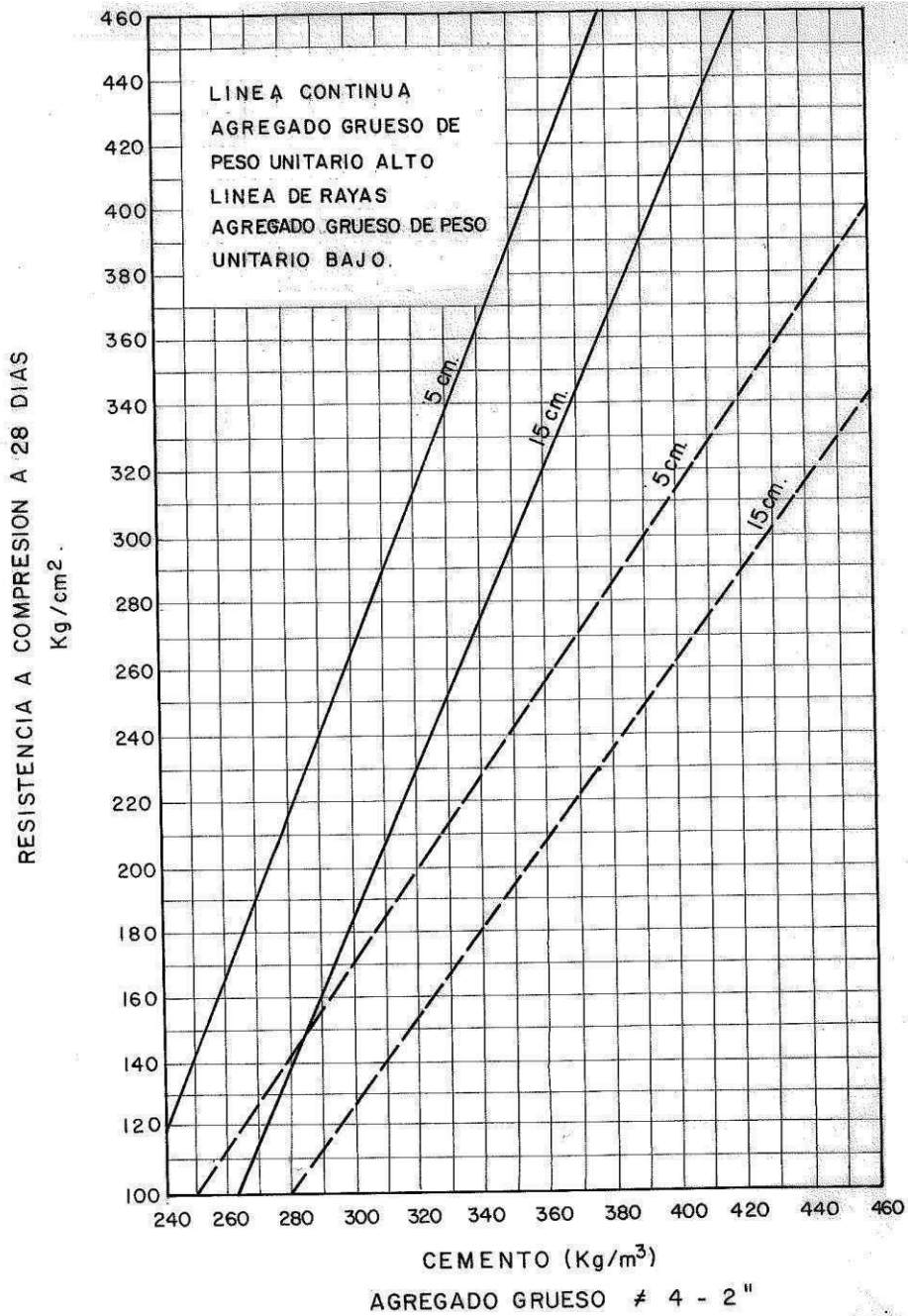


Figura 4. Nomograma Agregado Grueso No.4 a 2''

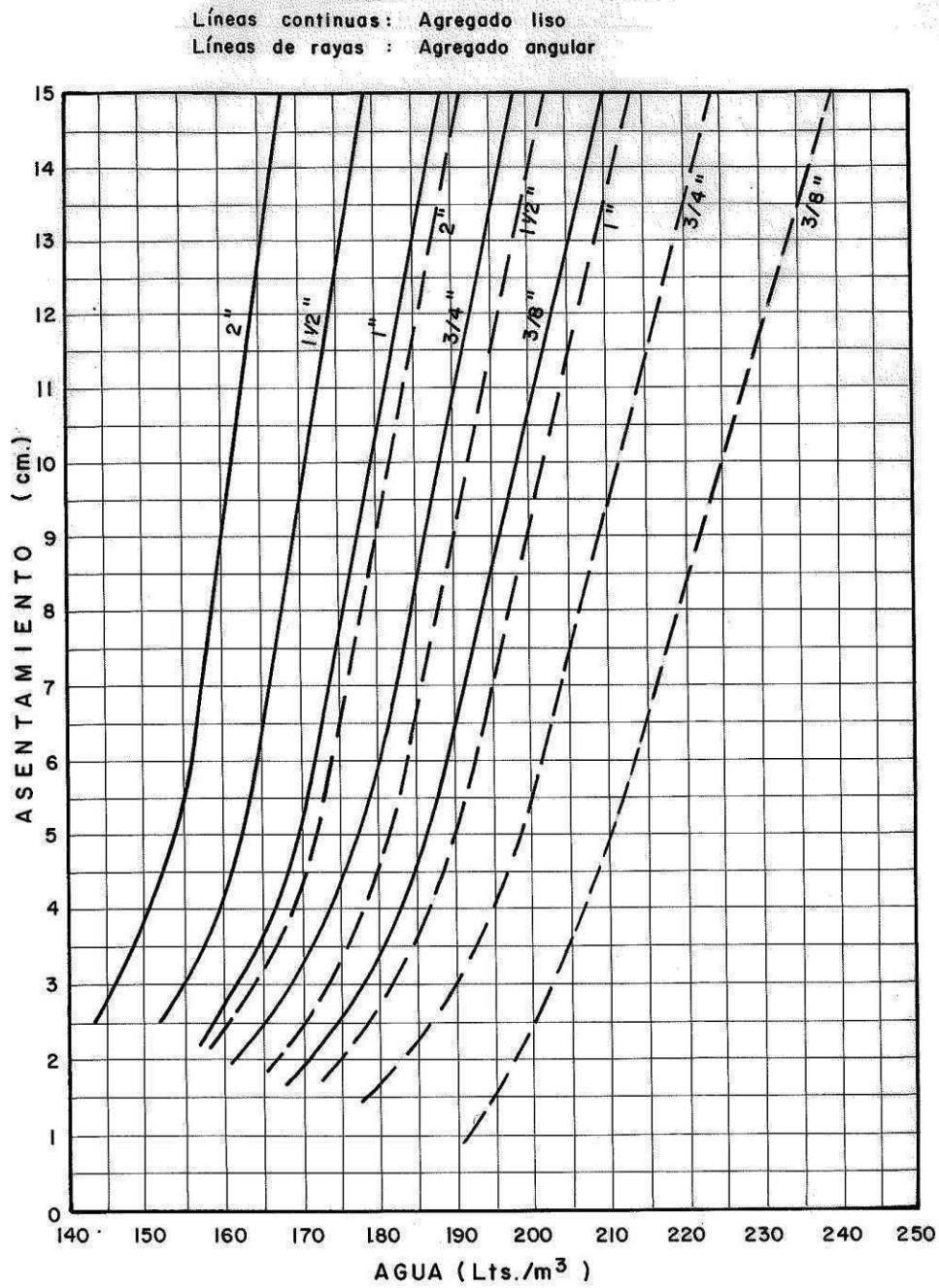


Figura 5. Nomograma para determinación de la cantidad de agua por metro cúbico de concreto

Ejemplo 1

Diseñar una mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 28 días y 5 centímetros de asentamiento, si se dispone de los siguientes materiales, cuyas granulometrías encajan dentro de la especificación:

Agregado grueso

Tamaño máximo	=	1½"
Peso específico bulk	=	2450 kg/m ³
Peso unitario suelto	=	1600 kg/m ³
Peso unitario apisonado	=	1700 kg/m ³
Forma	=	liso

Agregado fino (arena)

Módulo de finura	=	2,70
Peso específico bulk	=	2600 kg/m ³
Peso unitario suelto	=	1650 kg/m ³
Peso unitario apisonado	=	1785 kg/m ³

Solución

1. Determinación de b_o

$$b_o = \frac{1700}{2450} = 0,694$$

2. Determinación de b (volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico de concreto).

$$b = \frac{b}{b_o} \times b_o$$

Siendo

$$\frac{b}{b_o} = 0,71 \text{ (Tabla1)}$$

Tabla 1 Volumen del agregado grueso apisonado y seco por unidad de volumen de concreto

Granulometría del Agregado Grueso	Arena Fina		Arena Media			Arena Gruesa		
	Módulo de Finura de la Arena							
	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
	Valores de b/b_o							
No.4 a ¾"	0,71	0,7	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64
No.4 a 1"	0,72	0,71	0,7	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65
No.4 a 1 ½"	0,74	0,73	0,72	0,71	0,7	0,69	0,68	0,67

- b Volumen aparente del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.
- b_o Volumen aparente del agregado grueso por unidad de volumen de agregado grueso.
- b/b_o Volumen de agregado grueso seco y apisonado por unidad de volumen de concreto.

Nota: En hormigón, diseñado especialmente para compactar por vibración interna bajo inspección muy severa, aumentense los valores de b/b_o aproximadamente en un 15%, y disminúyase el agua en 11 litros.

Por lo tanto,

$$b = 0,71 \times 0,694 = 0,493 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ de concreto.}$$

3. Determinación de la cantidad de agua por metro cúbico de concreto (Figura 5)

$$163 \text{ litros}/\text{m}^3 \text{ de concreto}$$

4. Determinación de la cantidad de cemento por metro cúbico de concreto (Figura 3 por cuanto el tamaño máximo del agregado es 1½").

$$288 \text{ kg. de cemento}/\text{m}^3 \text{ de concreto}$$

$$\text{Expresado en volumen} = \frac{288}{3150} = 0,0914 \text{ m}^3 \text{ cemento}/\text{m}^3 \text{ de concreto}$$

5. Determinación del volumen de arena por metro cúbico de concreto

$$= 1 - (0,493 + 0,163 + 0,0914) = 0,2526 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ de concreto}$$

6. Determinación de las proporciones en peso por metro cúbico de concreto

Cemento	=	0,0914 X 3150 = 288	kg/m ³
Arena	=	0,2526 X 2600 = 657	kg/m ³
Agregado grueso	=	0,4930 X 2450 = 1208	kg/m ³

7. Determinación de las proporciones en volumen suelto

Cemento	=	288/50	=	5,76	bultos/m ³ de concreto
Arena	=	657/1650	=	0,398	m ³ /m ³ de concreto
Agregado grueso	=	1208/1600	=	0,755	m ³ /m ³ de concreto

8. Reducción a un bulto de cemento

Cemento	=	5,76/5,76 = 1 bulto	
Arena	=	0,398/5,76 = 0,069	m ³ /bulto de cemento
Agregado grueso	=	0,755/5,76 = 0,131	m ³ /bulto de cemento

Nota: El contenido de agua de la mezcla se debe controlar por medio de la prueba de asentamiento, ya que su dosificación en litros/m³, aunque da una guía, no es útil en la práctica, por cuanto los agregados presentan una humedad variable. Por esta razón, la cantidad de agua por agregar varía según el estado de ellos.

1.2 DOSIFICACIONES MÁS COMUNES DEL CONCRETO HIDRÁULICO

Las mezclas de concreto se pueden dosificar dependiendo del tipo de material que se necesite en obra y del tipo de elemento estructural a construir. En este capítulo se presentan las dosificaciones más comunes para obtener 1,0 metro cúbico de concreto, con las cantidades de cemento, arena y gravilla y su respectiva resistencia a la compresión, tal como se muestra en la Tabla 2. Estos valores pueden variar según el tipo y humedad de los agregados. Adicionalmente en la Tabla 3 se muestran dosificaciones de concreto para obtener mayores resistencias.

Tabla 2 Dosificación del concreto

Mezcla	Resistencia a la Compresión		Cemento		Arena	Gravilla
	kg/cm ²	PSI	Kilogramos	Bultos	m ³	m ³
1:2:2	220-260	3080-3640	420	8,5	0,67	0,67
1:2:2,5	210-260	2940-3640	380	7,5	0,6	0,76
1:2:3	200-240	2800-3360	350	7	0,55	0,84
1:2:4	180-240	2520-3360	300	6	0,475	0,95
1:2,5:4	170-230	2380-3220	280	5,6	0,55	0,89
1:3:3	150-190	2100-2660	300	6	0,715	0,715
1:3:4	140-180	1960-2520	260	5,2	0,63	0,83
1:3:5	110-140	1540-1960	230	4,5	0,55	0,92
1:3:6	100-130	1400-1820	210	4	0,5	1
1:4:7	80-110	1120-1540	175	3,5	0,55	0,98
1:4:8	79-100	980-1400	160	3,3	0,52	1,03

Fuente: Manual Sika

Tabla 3 Otra dosificación del concreto

Mezcla	Resistencia a la Compresión		Cemento		Arena	Gravilla
	kg/cm ²	PSI	Kilogramos	Bultos	m ³	m ³
1 : 1,64 : 1,77	352	5000	522	10,4	0,68	0,73
1 : 1,18 : 2,02	316	4500	480	9,6	0,453	0,776
1 : 1,29 : 2,12	281	4000	455	9,1	0,47	0,772
1 : 1,47 : 2,33	246	3500	415	8,3	0,488	0,774
1 : 1,72 : 2,54	211	3000	380	7,6	0,523	0,77
1 : 1,84 : 2,71	176	2500	355	7,1	0,523	0,77
1 : 2,25 : 3,22	141	2000	305	6,1	0,549	0,786
1 : 2,60 : 3,51	105	1500	275	5,5	0,57	0,772

Fuente: www.Construyafacil.org/2012/05/dosificaciones-por-volumen-en-mezclas.html

A photograph showing a construction site for a concrete slab. A dense grid of black steel reinforcement bars (rebar) is laid out on a light-colored concrete surface. The grid is composed of many intersecting horizontal and vertical bars. In the background, there is a concrete wall with several vertical rebar columns extending upwards, each topped with a red plastic cap. A wooden pole is leaning against the grid on the left side. The overall scene is an active construction site for a foundation or floor slab.

CAPÍTULO 2 LOSAS DE CIMENTACIÓN

2 LOSAS DE CIMENTACIÓN

Las losas de cimentación son placas de hormigón apoyadas sobre el terreno que reparten el peso y las cargas de la edificación sobre toda la superficie de apoyo. Las losas son un tipo de cimentación superficial con un buen comportamiento en terrenos poco homogéneos, que con otro tipo de cimentación podrían sufrir asentamientos diferenciales.

En el presente capítulo se consideraron losas de cimentación de forma cuadrada con dimensiones que varían entre 1,5 m y 3,5 m, analizándolas con 8 resistencias del terreno, las cuales oscilan entre 0,5 kg/cm², y 5,0 kg/cm². Las tablas fueron extraídas de www.elconstructorcivil.com/2011/03/tablas-para-el-calculo-de-losas-de.html.

La carga máxima que puede soportar la losa se calculó mediante la siguiente formulación:

$$\sigma = P/A$$

Dónde:

σ = Resistencia del terreno (kg/cm²)

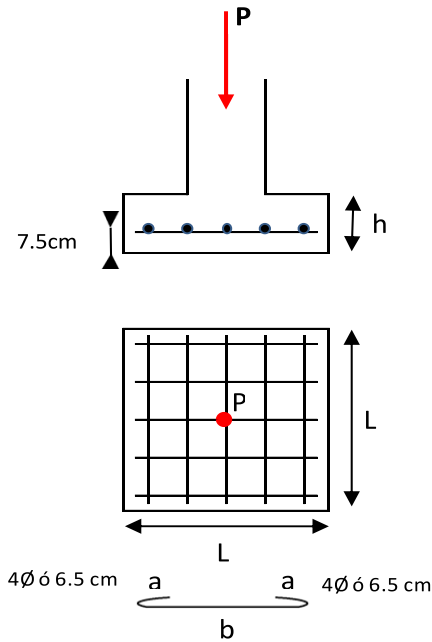
P Carga máxima admisible (kg)

A= Dimensión de la losa (cm²)

De acuerdo a lo dispuesto en el numeral C.7.7 de la Norma Sismo Resistente 2010, el espesor mínimo de recubrimiento recomendado es de 7,5 cm para el concreto colocado contra el suelo (parrilla de la parte inferior de la losa) y de 4,0 cm para el concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto del suelo (parrilla de la parte superior de la losa). Se aclara que para las losas con espesor mayor a 30,0 cm, se recomienda la colocación de doble parrilla. La longitud del gancho de la varilla de refuerzo de la losa (a), debe ser cuatro veces el diámetro de la varilla pero no debe ser menor de 65 mm en el extremo libre de la barra, de acuerdo a la recomendación dada en la Norma Sismo Resistente 2010 en el numeral C.7.1.

A continuación se presentan las tablas con el resumen de los diseños obtenidos, acompañados de un esquema de la distribución de las barras de refuerzo. La resistencia a la compresión de diseño es de 21MPa.

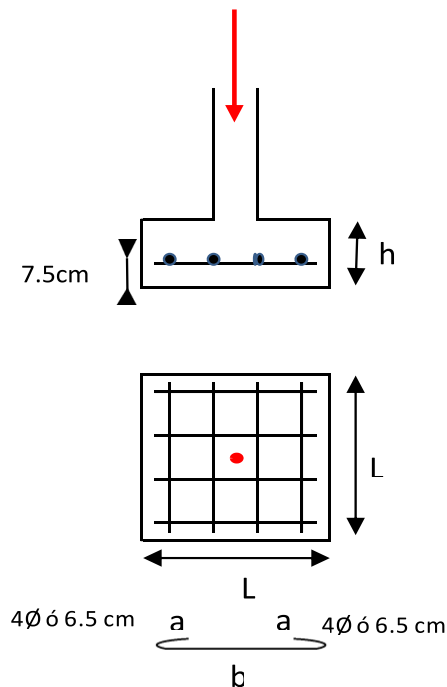
- Resistencia del terreno= 0,5 kg/cm²



Resistencia del terreno= 0,5 kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (kg) P
1,50 x 1,50	0,25	5 de 1/2"	10000
1,75 x 1,75	0,25	6 de 5/8"	12000
2,00 x 2,00	0,28	7 de 3/4"	19000
2,25 x 2,25	0,30	7 de 3/4"	22000
2,50 x 2,50	0,30	9 de 3/4"	24000
2,75 x 2,75	0,32	11 de 3/4"	30000
3,00 x 3,00	0,38	10 de 7/8"	36000

Para losas con espesor mayor a 0,30 m se recomienda la colocación de doble parrilla

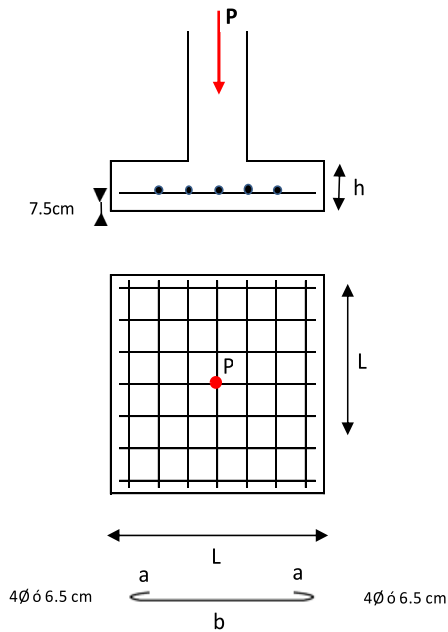
- Resistencia del terreno= 1 kg/cm²



Resistencia del terreno= 1 kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (kg) P
1,00 x 1,00	0,25	4 de 1/2"	10000
1,25 x 1,25	0,25	6 de 1/2"	13500
1,50 x 1,50	0,28	7 de 5/8"	21000
1,75 x 1,75	0,32	7 de 3/4"	30000
2,00 x 2,00	0,38	9 de 3/4"	40000
2,25 x 2,25	0,38	8 de 7/8"	46000
2,50 x 2,50	0,40	9 de 7/8"	52000
2,75 x 2,75	0,45	8 de 1"	65000
3,00 x 3,00	0,48	11 de 1"	80000
3,25 x 3,25	0,50	10 de 1 1/8"	95000
3,50 x 3,50	0,55	11 de 1 1/8"	112000

Para losas con espesor mayor a 0,30 m se recomienda la colocación de doble parrilla

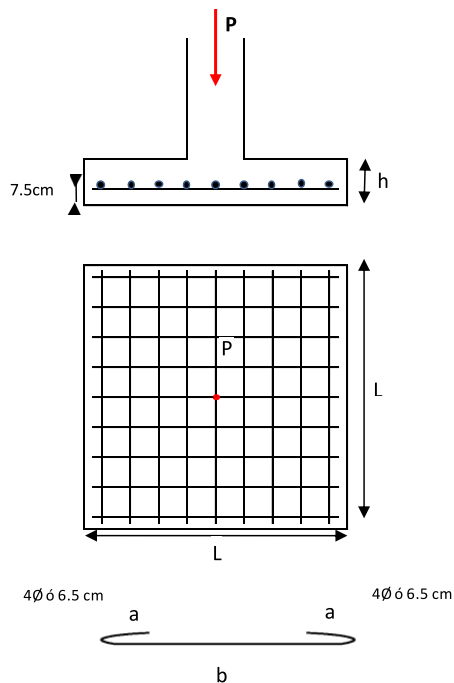
- Resistencia del terreno= 1,5 kg/cm²



Resistencia del terreno= 1,5 kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (kg) P
1,00 x 1,00	0,25	7 de 1/2"	16000
1,25 x 1,25	0,25	9 de 1/2"	20000
1,50 x 1,50	0,32	9 de 5/8"	32000
1,80 x 1,80	0,35	9 de 3/4"	46000
2,00 x 2,00	0,42	8 de 7/8"	62000
2,25 x 2,25	0,42	10 de 7/8"	71000
2,50 x 2,50	0,46	11 de 7/8"	80000
2,75 x 2,75	0,50	9 de 1 1/8"	100000
3,00 x 3,00	0,55	10 de 1 1/8"	124000
3,25 x 3,25	0,60	13 de 1 1/8"	150000
3,50 x 3,50	0,62	14 de 1 1/8"	160000

Para losas con espesor mayor a 0,30 m se recomienda la colocación de doble parrilla

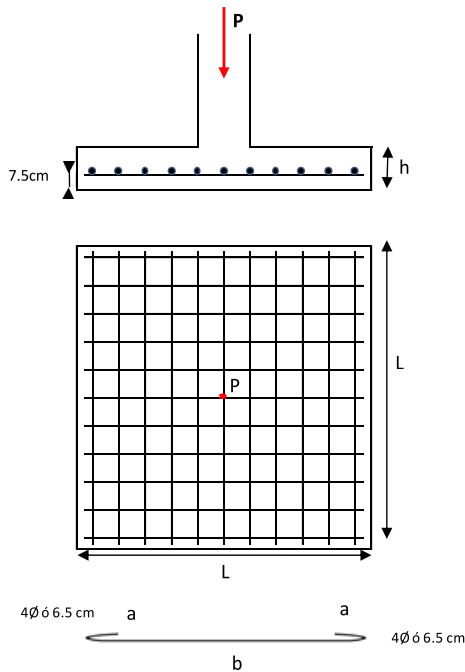
- Resistencia del terreno= 2 kg/cm²



Resistencia del terreno= 2 kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (kg) P
1,00 x 1,00	0,25	9 de 1/2"	21000
1,25 x 1,25	0,28	11 de 1/2"	28000
1,50 x 1,50	0,35	10 de 5/8"	43000
1,80 x 1,80	0,40	10 de 3/4"	62000
2,00 x 2,00	0,45	13 de 3/4"	84000
2,25 x 2,25	0,47	11 de 7/8"	95000
2,50 x 2,50	0,50	13 de 7/8"	109000
2,75 x 2,75	0,55	10 de 1 1/8"	137000
3,00 x 3,00	0,62	12 de 1 1/8"	168000
3,25 x 3,25	0,68	15 de 1 1/8"	200000
3,50 x 3,50	0,72	17 de 1 1/8"	238000

Para losas con espesor mayor a 0,30 m se recomienda la colocación de doble parrilla

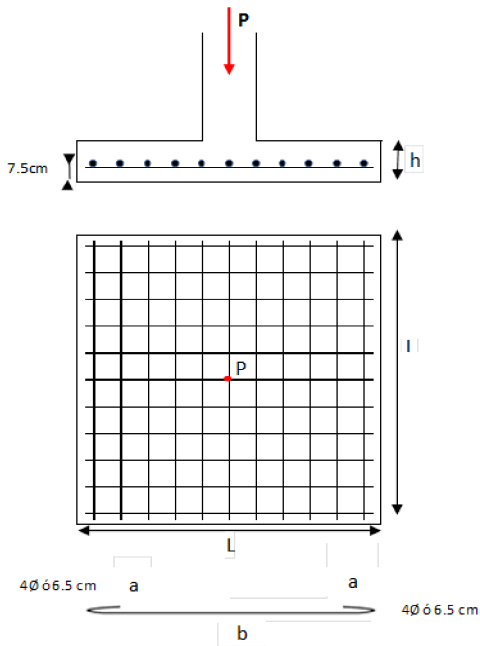
• Resistencia del terreno= 2,5 kg/cm²



Resistencia del terreno= 2.5 kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (kg) P
1,00 x 1,00	0,25	11 de ½"	27000
1,25 x 1,25	0,30	12 de ½"	35000
1,50 x 1,50	0,38	11 de 5/8"	55000
1,80 x 1,80	0,42	11 de ¾"	78000
2,00 x 2,00	0,45	13 de ¾"	90000
2,25 x 2,25	0,52	13 de 7/8"	120000
2,50 x 2,50	0,55	15 de 7/8"	137000
2,75 x 2,75	0,60	14 de 1"	173000
3,00 x 3,00	0,68	14 de 1 1/8"	212000
3,25 x 3,25	0,72	17 de 1 1/8"	255000
3,50 x 3,50	0,77	16 de 1 1/4"	300000

Para losas con espesor mayor a 0,30 m se recomienda la colocación de doble parrilla

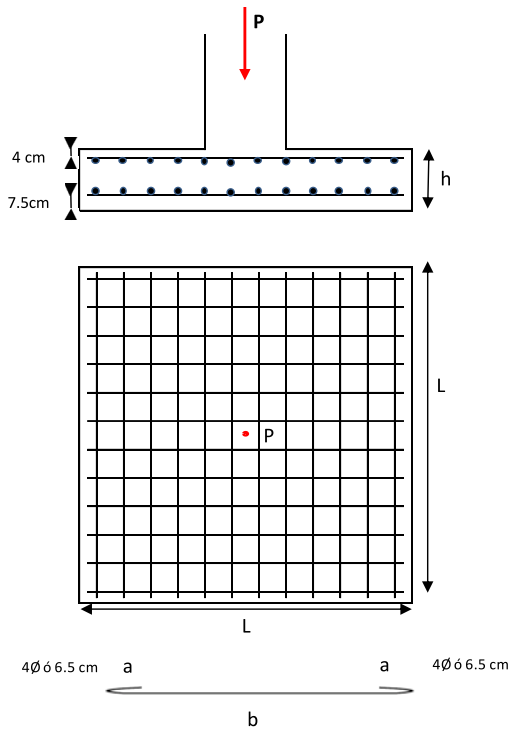
• Resistencia del terreno= 3 kg/cm²



Resistencia del terreno= 3 Kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (Kg) P
1,00 x 1,00	0,30	11 de ½"	27000
1,25 x 1,25	0,32	13 de ½"	35000
1,50 x 1,50	0,40	12 de 5/8"	55000
1,80 x 1,80	0,45	13 de ¾"	78000
2,00 x 2,00	0,50	13 de ¾"	90000
2,25 x 2,25	0,55	14 de 7/8"	120000
2,50 x 2,50	0,62	14 de 7/8"	137000
2,75 x 2,75	0,65	13 de 1"	173000
3,00 x 3,00	0,70	15 de 1 1/8"	212000
3,25 x 3,25	0,77	14 de 1 1/8"	255000
3,50 x 3,50	0,80	16 de 1 1/4"	300000

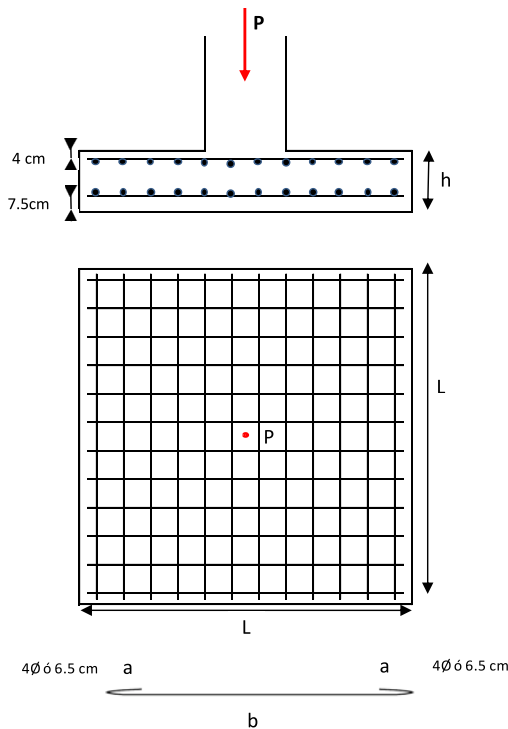
Para losas con espesor mayor a 0,30 m se recomienda la colocación de doble parrilla

• Resistencia del terreno= 4 kg/cm²



Resistencia del terreno= 4 kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (kg) P
1,00 x 1,00	0,32	12 de ½"	43000
1,25 x 1,25	0,35	14 de ½"	56000
1,50 x 1,50	0,40	16 de 5/8"	88000
1,80 x 1,80	0,50	15 de ¾"	126000
2,00 x 2,00	0,52	14 de 7/8"	148000
2,25 x 2,25	0,60	14 de 1"	196000
2,50 x 2,50	0,37	16 de 1"	250000
2,75 x 2,75	0,70	15 de 1 1/8"	280000
3,00 x 3,00	0,77	18 de 1 1/8"	345000
3,25 x 3,25	0,85	17 de 1 1/4"	415000
3,50 x 3,50	0,87	18 de 1 1/4"	454000

• Resistencia del terreno= 5 kg/cm²



Resistencia del terreno= 5 kg/cm ²			
Dimensiones de la Losa (m) L x L	Espesor de la Losa (m) h	No. De Barras cruzadas cantidad y diámetro	Carga Máxima admisible (kg) P
1,00 x 1,00	0,32	12 de 5/8"	54000
1,25 x 1,25	0,35	14 de 5/8"	71000
1,50 x 1,50	0,42	18 de 5/8"	111000
1,80 x 1,80	0,50	18 de ¾"	159000
2,00 x 2,00	0,55	16 de 7/8"	186000
2,25 x 2,25	0,62	19 de 7/8"	247000
2,50 x 2,50	0,70	17 de 1 1/8"	316000
2,75 x 2,75	0,72	18 de 1 1/8"	354000
3,00 x 3,00	0,80	20 de 1 1/8"	435000
3,25 x 3,25	0,87	19 de 1 1/4"	525000
3,50 x 3,50	0,90	20 de 1 1/4"	573000

Las cantidades de concreto por metro cuadrado para losas con diferentes espesores se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4 Cantidades de concreto para placas

Espesor cm	5	6	7	8	9	10	12	15	20
Área en m²*	20	16,7	14,3	12,2	11,1	10	8,3	6,7	5
Volumen en m³**	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,20

*m² de área que cubre un metro cúbico de material

**m³ de material que se requieren por metro cuadrado



Foto extraída de www.luismarrerow.com/proyectos/



CAPÍTULO 3 MUROS DE CONTENCIÓN



Foto extraída de www.archiexpo.es/prod/reinforced-earth/product-130659-1450089.html

3 MUROS DE CONTENCIÓN

Los muros de contención tienen como finalidad resistir las presiones laterales y los empujes producidos por el material retenido detrás de ellos, su estabilidad la deben fundamentalmente al peso propio y al peso del material que está sobre su fundación. Existe una variedad de tipos de estructuras de contención, cada una adecuada para diferentes aplicaciones. La presente cartilla muestra esquemas típicos de muros de contención en concreto, muros tipo gavión y muros en tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto los cuales se describen a continuación:

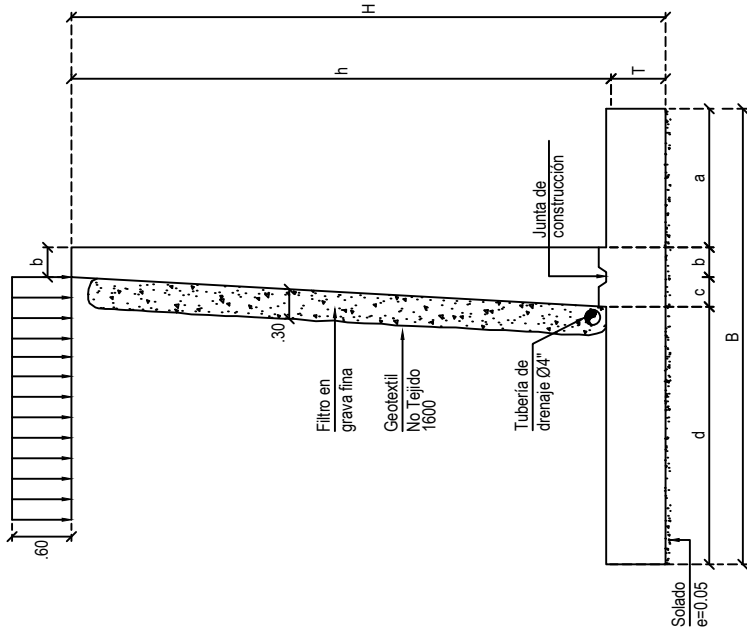
3.1 MUROS DE CONTENCIÓN EN CONCRETO

Se presentan dos tipos de muros de contención en concreto según la función estructural que cumplen en una vía. El primer tipo de muro analizado corresponde a un muro de corona con relleno horizontal y sobrecarga viva, y es utilizado para contener una determinada altura de relleno. El otro tipo de muro considerado corresponde a un muro de pata con talud de relleno inclinado cuya función es estabilizar taludes o soportar una determinada altura de corte. Los dos tipos muros de contención son muros en voladizo de concreto reforzado, es decir que su comportamiento estructural actúa como un voladizo empotrado en su base.

Los muros se diseñaron para alturas que varían de 2,0 a 7,0 m con intervalos de 0,5 m de altura. Adicionalmente, se consideró que el nivel freático se encuentra por debajo del nivel de cimentación y que no existen presiones originadas por la infiltración de agua dentro del relleno soportado por el muro, por lo que es indispensable lograr el drenaje mediante el material filtrante dispuesto a lo largo del muro en la cara posterior y la descarga se hace con tubo colector perforado, colocado en la base del muro y con descarga en ambos extremos, tal como se indica en los planos.

El diseño de los muros se basó en los métodos indicados en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD - CCP 14 y se recomienda que durante la etapa de construcción se deben considerar las Normas de Ensayos para Carreteras del INVIAS, de 2013 y las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS, 2013, o las que en su momento se encuentren vigentes.

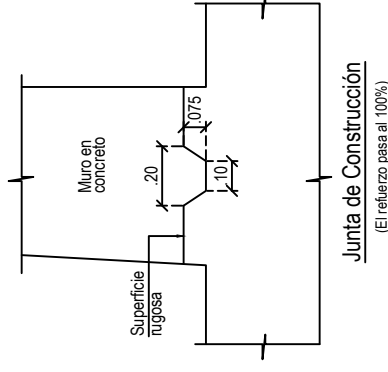
Se presenta el diseño estructural de los muros mencionados, en cuatro planos; el primero y el tercero muestra las geometrías consideradas e indica las notas generales para cada uno de los dos tipos de muros respectivamente, indicando los parámetros técnicos con los que se adelantó el diseño, los cuales deben ser verificados en el sitio de la obra y si no se cumplen en su totalidad, el diseño estructural deberá ser revisado y ajustado para las condiciones del sitio. El segundo y cuarto plano, presentan el refuerzo de los diferentes elementos estructurales.



GEOMETRIA

DIMENSIONES

H (m)	σ suelo (MPa)									
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	T (m)	h (m)	B (m)	Vol (m³/m)	Estado Límite de Resistencia I	Estado Límite de evento extremo I
2.0	0.40	0.30	0.00	1.00	0.30	1.70	1.70	1.02	0.07	0.08
2.5	0.55	0.30	0.05	1.10	0.35	2.15	2.00	1.40	0.08	0.09
3.0	0.60	0.30	0.10	1.20	0.40	2.60	2.20	1.79	0.11	0.12
3.5	0.60	0.30	0.15	1.40	0.45	3.05	2.45	2.25	0.14	0.14
4.0	0.70	0.30	0.20	1.80	0.50	3.50	3.00	2.90	0.14	0.15
4.5	0.95	0.30	0.25	2.00	0.55	3.95	3.50	3.60	0.13	0.15
5.0	1.05	0.30	0.25	2.20	0.55	4.45	3.80	3.98	0.15	0.17
5.5	1.20	0.30	0.30	2.40	0.60	4.90	4.20	4.73	0.15	0.18
6.0	1.40	0.30	0.30	2.60	0.60	5.40	4.60	5.19	0.16	0.18
6.5	1.25	0.30	0.35	2.90	0.65	5.85	4.80	5.90	0.19	0.23
7.0	1.40	0.30	0.40	3.00	0.70	6.30	5.10	6.72	0.20	0.24



NOTAS GENERALES

- Las dimensiones mostradas están dadas en metros, excepto cuando se indique otra unidad.
- Recubrimiento del acero de refuerzo = 0.075 m
- Norma de diseño y Especificaciones
 - Norma Colombiana de Diseño de Puentes-LRFD-CCP-14
 - Normas de ensayo de materiales para carreteras. I. Versión 2013
- Especificaciones Generales de construcción para carreteras- INVIAS Versión 2013.
- Método de diseño
 - Las disposiciones de diseño para los muros, siguieron el Método con Factores de Carga y Resistencia-LRFD.
- Cargas de diseño
 - Peso específico del hormigón: 23.2 kN/m³
- Materiales
 - Resistencia a la compresión del concreto: f'c= 21 MPa
 - Resistencia a la compresión concreto simple para solados: f'c= 14 MPa
 - Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: fy= 420MPa
- Materiales de relleno: Especificaciones Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610-13

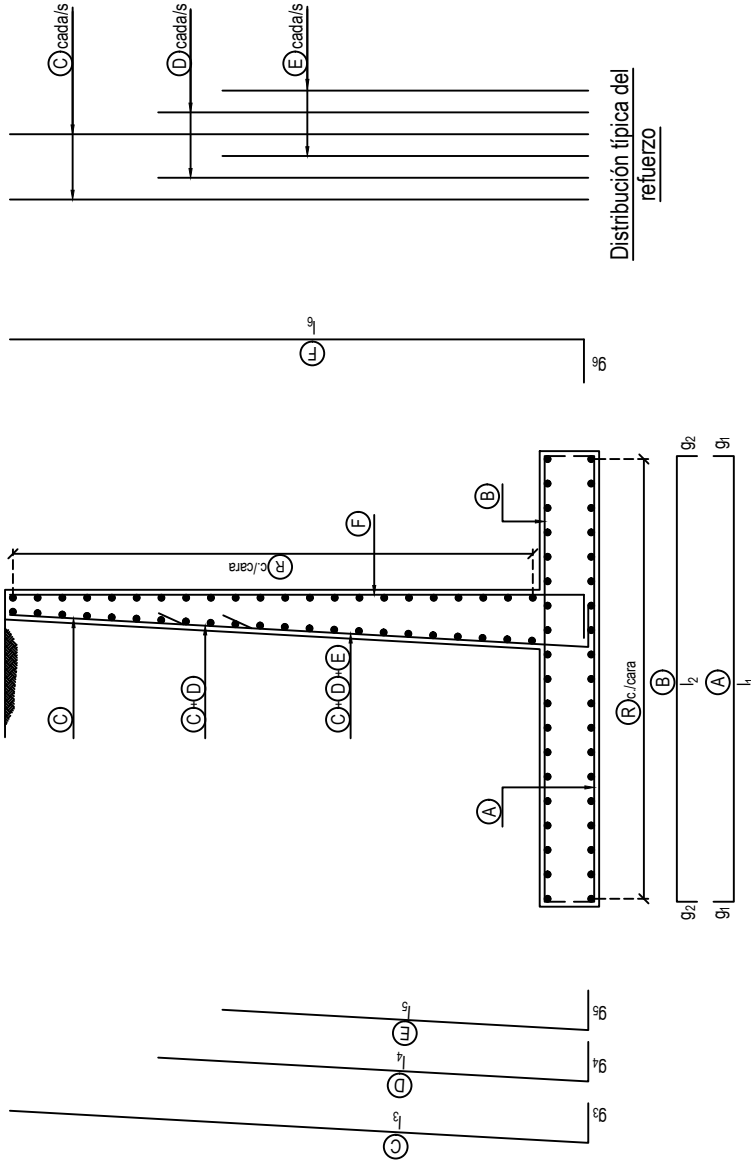
- Relleno material filtrante: Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610.2.4
- Geotextil (No Tejido) NT: Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610-13 Artículo: 673.2.1

7. Parámetros geotécnicos utilizados en el dimensionamiento de los muros

Material de relleno:

- Peso específico del relleno: $\gamma = 19.25 \text{ kN/m}^3$
 - Angulo de fricción interna del relleno: $\phi=30^\circ$
 - Coefficiente activo de presión de tierras $ka = 0.33$
- Suelo de fundación:
- Angulo de fricción interna del suelo: $\phi=30^\circ$
 - Perfil de suelo: Tipo C
 - Resistencia nominal Rn del suelo de fundación= 0.5 MPa
- Parámetros sísmicos:
- Coefficiente de aceleración pico horizontal del terreno: PGA= 0.20
 - Coefficiente de aceleración sísmica horizontal: $kh= 0.12$





Distribución típica del refuerzo

Ø= Diámetro de la varilla en pulgadas
 s= Separación varilla en metros
 l= Longitud varilla tramo recto
 g= longitud gancho en metros
 LT longitud total varilla en metros

REFUERZO

REFUERZO

H (m)	Varilla A			Varilla B			Varilla C			Varilla D			Varilla E			Varilla F			Ref de repartición Ø s	TOTAL REFUERZO (kg)/m											
	Ø	s	LT	Ø	Separ	l ₂	g ₂	LT	Ø	Separ	l ₃	g ₃	LT	Ø	Separ	l ₄	g ₄	LT			Ø	Separ	l ₅	g ₅	LT	Ø	Separ	l ₆	g ₆	LT	
2.0	1/2"	0.35	1.60	0.20	2.00	0.35	1.60	0.20	2.00	0.35	1.90	0.20	2.10	1/2"	0.35	1.90	0.20	2.10	1/2"	0.35	1.90	0.20	2.10	1/2"	0.35	1.90	0.20	2.10	1/2"	0.35	43.7
2.5	1/2"	0.30	1.90	0.20	2.30	0.30	1.90	0.20	2.60	0.25	2.40	0.20	2.60	1/2"	0.30	2.40	0.20	2.60	1/2"	0.30	2.40	0.20	2.60	1/2"	0.30	2.40	0.20	2.60	1/2"	0.30	62.7
3.0	1/2"	0.30	2.10	0.20	2.50	0.20	2.10	0.20	3.10	0.15	2.90	0.20	3.10	1/2"	0.20	2.80	0.20	3.00	1/2"	0.20	2.80	0.20	3.00	1/2"	0.20	2.80	0.20	3.00	1/2"	0.20	84.5
3.5	1/2"	0.25	2.35	0.20	2.75	0.10	2.35	0.20	3.60	0.10	3.40	0.20	3.60	1/2"	0.10	3.20	0.20	3.40	1/2"	0.10	3.20	0.20	3.40	1/2"	0.10	3.20	0.20	3.40	1/2"	0.10	120.8
4.0	1/2"	0.25	2.90	0.20	3.30	0.10	2.90	0.20	4.10	0.10	3.90	0.20	4.10	1/2"	0.20	3.80	0.20	4.00	1/2"	0.20	3.80	0.20	4.00	1/2"	0.20	3.80	0.20	4.00	1/2"	0.20	140.4
4.5	1/2"	0.15	3.40	0.20	3.80	0.15	3.40	0.25	4.60	0.15	4.40	0.20	4.60	1/2"	0.15	4.40	0.20	4.60	1/2"	0.15	4.40	0.20	4.60	1/2"	0.15	4.40	0.20	4.60	1/2"	0.15	174.4
5.0	1/2"	0.10	3.70	0.20	4.10	0.10	3.70	0.25	5.10	0.10	4.85	0.25	5.10	5/8"	0.30	4.00	0.25	4.25	5/8"	0.30	4.00	0.25	4.25	5/8"	0.30	4.00	0.25	4.25	5/8"	0.30	254.8
5.5	5/8"	0.15	4.10	0.25	4.60	0.15	4.10	0.30	5.65	0.15	5.35	0.30	5.65	3/4"	0.45	4.00	0.30	4.30	3/4"	0.45	4.00	0.30	4.30	3/4"	0.45	4.00	0.30	4.30	3/4"	0.45	282.3
6.0	5/8"	0.125	4.50	0.25	5.00	0.125	4.50	0.30	6.20	0.125	5.90	0.30	6.20	3/4"	0.36	4.40	0.30	4.70	3/4"	0.36	4.40	0.30	4.70	3/4"	0.36	4.40	0.30	4.70	3/4"	0.36	351.0
6.5	5/8"	0.125	4.70	0.25	5.20	0.125	4.70	0.35	6.65	0.125	6.35	0.30	6.65	3/4"	0.30	5.00	0.30	5.30	3/4"	0.30	5.00	0.30	5.30	3/4"	0.30	5.00	0.30	5.30	3/4"	0.30	433.0
7.0	3/4"	0.15	5.00	0.30	5.60	0.10	5.00	0.35	7.20	0.10	6.85	0.35	7.20	7/8"	0.30	5.65	0.35	6.00	7/8"	0.30	5.65	0.35	6.00	7/8"	0.30	5.65	0.35	6.00	7/8"	0.30	561.6



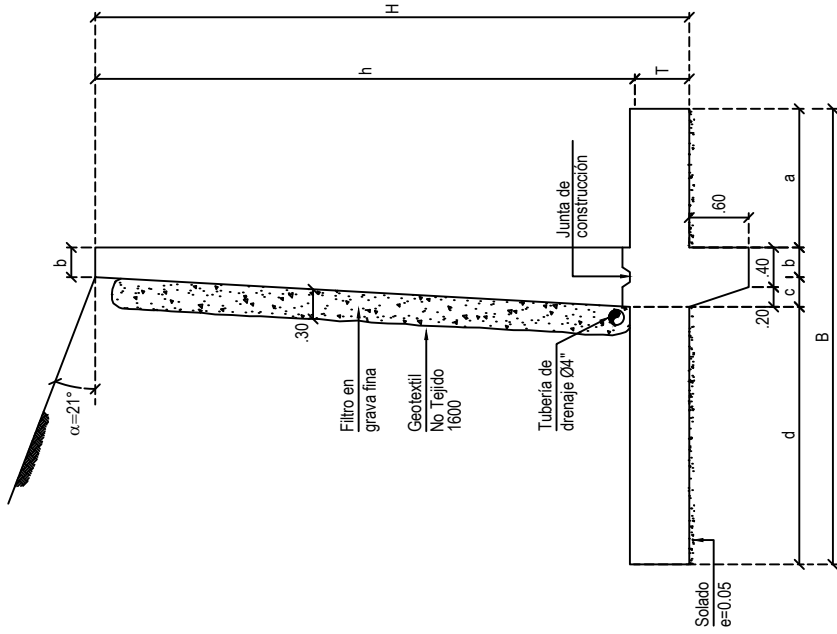
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
 Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA
 VIAS DE LA RED TERCIARIA
 Y FÉRREA

MURO DE CONTENCIÓN DE CORONA
 Relleno Horizontal y sobrecarga viva

REFUERZO
 CANTIDADES DE OBRA

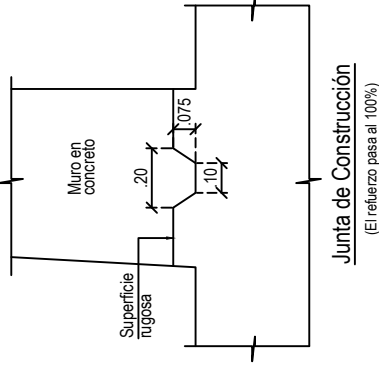
Fecha: DICIEMBRE 2017
 Plano: MH2 de 2



GEOMETRIA

DIMENSIONES

H (m)											σ suelo (MPa)	
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	T (m)	h (m)	B (m)	Vol (m ³ /m)	Estado Límite de Resistencia I	Estado Límite de evento extremo I		
2.0	0.40	0.25	0.10	0.70	0.35	1.65	1.45	1.30	0.06	0.08		
2.5	0.50	0.30	0.10	1.00	0.40	2.10	1.90	1.80	0.07	0.10		
3.0	0.60	0.30	0.10	1.10	0.40	2.60	2.10	2.05	0.09	0.13		
3.5	0.60	0.30	0.10	1.40	0.40	3.10	2.40	2.35	0.12	0.16		
4.0	0.80	0.30	0.20	1.60	0.50	3.50	2.90	3.15	0.12	0.16		
4.5	0.90	0.30	0.20	1.90	0.50	4.00	3.30	3.55	0.14	0.18		
5.0	1.15	0.30	0.25	2.10	0.55	4.45	3.80	4.28	0.13	0.18		
5.5	1.30	0.30	0.30	2.40	0.60	4.90	4.30	5.09	0.14	0.19		
6.0	1.40	0.30	0.30	2.60	0.60	5.40	4.60	5.49	0.16	0.21		
6.5	1.30	0.30	0.40	3.00	0.70	5.80	5.00	6.70	0.19	0.25		
7.0	1.50	0.30	0.50	3.20	0.80	6.20	5.50	8.11	0.20	0.30		



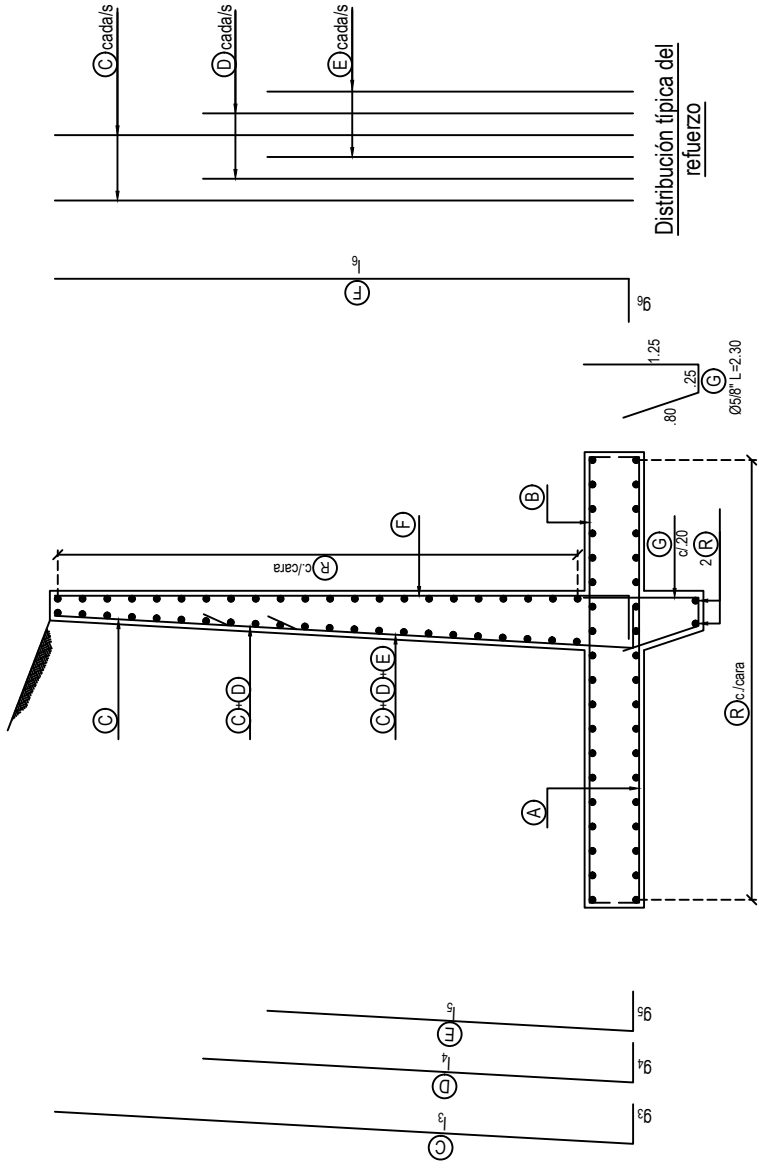
NOTAS GENERALES

- Las dimensiones mostradas están dadas en metros, excepto cuando se indique otra unidad.
- Recubrimiento del acero de refuerzo = 0.075 m
- Norma de diseño y Especificaciones
 - Norma Colombiana de Diseño de Puentes-LRFD-CCP-14
 - Normas de ensayo de materiales para carreteras. I. Versión 2013
 - Especificaciones Generales de construcción para carreteras- INVIAS Versión 2013.
- Método de diseño
 - Las disposiciones de diseño para los muros, siguieron el Método con Factores de Carga y Resistencia-LRFD.
- Cargas de diseño
 - Peso específico del hormigón: 23.2 kN/m³
- Materiales
 - Resistencia a la compresión del concreto: $f_c = 21$ MPa
 - Resistencia a la compresión concreto simple para solados: $f_c = 14$ MPa
 - Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y = 420$ MPa
- Material de relleno: Especificaciones Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610-13
 - Relleno material filtrante: Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610.2.4
 - Geotextil No Tejido: Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610-13

7. Parámetros geotécnicos utilizados en el dimensionamiento de los muros

- Material de relleno:
- Peso específico del relleno: $\gamma = 19.25$ kN/m³
 - Angulo de inclinación del talud del relleno: 15°
 - Angulo de fricción interna del relleno: $\phi = 30^\circ$
- Suelo de fundación:
- Angulo de fricción interna del suelo: $\phi = 30^\circ$
 - Perfil de suelo: Tipo C
 - Resistencia nominal R_n del suelo de fundación = 0.5 MPa
- Parámetros sísmicos:
- Coeficiente de aceleración pico horizontal del terreno: $PGA = 0.20$
 - Coeficiente de aceleración sísmica horizontal: $kh = 0.12$





Distribución típica del refuerzo

- Ø= Diámetro de la varilla en pulgadas
- s= Separación varilla en metros
- l= Longitud varilla tramo recto
- g= longitud gancho en metros
- LT longitud total varilla en metros

REFUERZO

REFUERZO

H (m)	Varilla A			Varilla B			Varilla C			Varilla D			Varilla E			Varilla F			Ref de repartición		TOTAL REFUERZO (kg)/m																	
	Ø	s	l ₁	g ₁	LT	Ø	Separ	l ₂	g ₂	LT	Ø	Separ	l ₃	g ₃	LT	Ø	Separ	l ₄	g ₄	LT		Ø	Separ	l ₅	g ₅	LT	Ø	Separ	l ₆	g ₆	LT	Ø	s					
2.0	1/2"	0.30	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.30	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.30	1.90	0.20	2.10																							54.0
2.5	1/2"	0.30	1.80	0.20	2.20	1/2"	0.25	1.80	0.20	2.20	1/2"	0.30	2.40	0.20	2.60																							67.8
3.0	1/2"	0.30	2.00	0.20	2.40	1/2"	0.15	2.00	0.20	2.40	1/2"	0.25	2.90	0.20	3.10																						85.7	
3.5	1/2"	0.30	2.30	0.20	2.70	3/4"	0.25	2.30	0.30	2.90	5/8"	0.15	3.35	0.25	3.60																						128.6	
4.0	1/2"	0.25	2.80	0.20	3.20	3/4"	0.20	2.80	0.30	3.40	3/4"	0.35	3.90	0.30	4.20	3/4"	0.35	3.40	0.30	3.70																	165.4	
4.5	5/8"	0.25	3.20	0.25	3.70	3/4"	0.15	3.20	0.30	3.60	3/4"	0.25	4.40	0.30	4.70	3/4"	0.25	3.70	0.30	4.00																	231.0	
5.0	5/8"	0.15	3.70	0.25	4.20	3/4"	0.10	3.70	0.30	4.30	7/8"	0.35	4.85	0.35	5.20	7/8"	0.35	4.05	0.35	4.40	7/8"	0.35	3.55	0.35	3.90	3.90	0.20	4.10	4.60	0.20	4.60	1/2"	0.30	0.30	0.30	340.7		
5.5	5/8"	0.15	4.20	0.25	4.70	7/8"	0.15	4.20	0.35	4.90	7/8"	0.30	5.35	0.35	5.70	7/8"	0.30	4.55	0.35	4.90	7/8"	0.30	3.95	0.35	4.30	4.30	0.20	5.10	5.40	0.20	5.60	1/2"	0.25	0.25	0.25	399.3		
6.0	5/8"	0.10	4.50	0.25	5.00	7/8"	0.10	4.50	0.35	5.20	1"	0.30	5.90	0.40	6.30	1"	0.30	5.10	0.40	5.50	1"	0.30	4.60	0.40	5.00	5.00	0.20	6.00	6.00	0.20	6.00	1/2"	0.25	0.25	0.25	572.9		
6.5	3/4"	0.15	4.90	0.30	5.50	1"	0.10	4.90	0.40	5.70	1"	0.30	6.40	0.40	6.80	1"	0.30	5.60	0.40	6.00	1"	0.30	5.00	0.40	5.40	5.40	0.20	6.60	6.60	0.20	6.60	1/2"	0.25	0.25	0.25	673.0		
7.0	3/4"	0.15	5.40	0.30	6.00	1"	0.10	5.40	0.40	6.20	1"	0.25	6.90	0.40	7.30	1"	0.25	6.00	0.40	6.40	1"	0.25	5.50	0.40	5.90	5.90	0.20	7.10	7.10	0.20	7.10	1/2"	0.25	0.25	0.25	780.0		



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA

MURO DE CONTENCIÓN DE PATA
Relleno Inclinado

REFUERZO CANTIDADES DE OBRA

Fecha: DICIEMBRE 2017

Plano: MI2 de 2

3.2 MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO

La tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto es una tecnología que consiste en la estabilización mecánica de un terraplén por medio de la incorporación ordenada de bandas de refuerzo al interior de un relleno granular compactado.

En el presente documento se muestra el diseño de dos tipos de muros de contención en tierra estabilizada mecánicamente, el primero consiste en un muro sin talud al borde de la vía y el segundo caso en un muro con talud inclinado.

Los muros se diseñaron para alturas que varían de 2,23 a 12,73 m con intervalos de 0,75 m de altura. El funcionamiento del muro se basa en la fricción producida entre la superficie de las bandas del refuerzo y el relleno, resistiendo la componente horizontal de los empujes estáticos y sísmicos del suelo, generando un macizo estable.

Para evitar procesos de erosión, en los esquemas típicos presentados el parámetro del muro se cubre típicamente con placas prefabricadas de concreto reforzado (escamas), las cuales se encuentran conectadas a las bandas de refuerzo por medio de arranques. Esta combinación crea una estructura duradera de contención por gravedad que, sumada a su peso propio, es capaz de soportar grandes sobrecargas dinámicas o estáticas.

Actualmente, la técnica de tierra estabilizada es una tecnología que consiste en la estabilización mecánica se utilizan en la construcción de estructuras con diversas aplicaciones: infraestructura vial (muros de contención, rampas de acceso, estribos de puentes), industria minería y energía, cursos de agua, trabajos en el mar, locales comerciales y viviendas, instalaciones militares, obras para mitigación de riesgos y entre otros.

A continuación se presentan tres planos, el primero contiene los detalles típicos de los muros de tierra estabilizada, el segundo, el diseño de un muro sin talud al borde de la vía y el tercer plano muestra el diseño de un muro con talud inclinado.

Durante la etapa de construcción de muros, se deben considerar las Normas de Ensayos para Carreteras del INVIAS, año 2013 y las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS, 2013, o las que en su momento se encuentren vigentes.

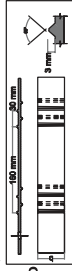
DETALLES DE MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO

TIPOS DE ESCAMAS DE CONCRETO
ESC. 1:50

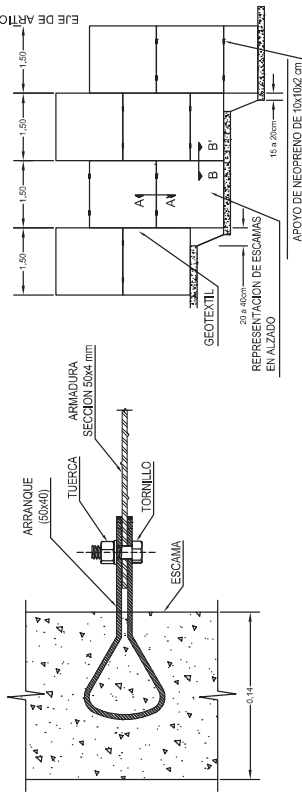
TIPO ESCAMA = A ÁREA= 2,25 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 4	TIPO ESCAMA = H ÁREA= 2,22 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 4	TIPO ESCAMA = G ÁREA= 1,93 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 4	TIPO ESCAMA = K ÁREA= 2,50 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 6	TIPO ESCAMA = L ÁREA= 2,77 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 6
<p style="text-align: center;">N° Arranques 4</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 4</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 4</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 6</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 6</p>
TIPO ESCAMA = B ÁREA= 1,125 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 2	TIPO ESCAMA = D ÁREA= 1,095 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 2	TIPO ESCAMA = C ÁREA= 0,81 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 2	TIPO ESCAMA = E ÁREA= 1,38 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 4	TIPO ESCAMA = F ÁREA= 1,65 m ² NÚMERO MÍNIMO DE ARRANQUES = 4
<p style="text-align: center;">N° Arranques 2</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 2</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 2</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 4</p>	<p style="text-align: center;">N° Arranques 4</p>

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ARMADURAS

- a. Requerimientos mecánicos :**
- d. Requerimientos químicos :
 - Carbono: C < 0,26%
 - Manganeso: 0,50% < Mn < 1,60%
 - Grado: 65 ksi
 - Fósforo: P < 0,04%
 - Límite de fluencia > 450 MPa
 - Resistencia a la rotura > 550 MPa
 - Elongación mínima a la ruptura: 15%
 - Silicio: Si < 0,40%
- b. Requerimientos geométricos y tolerancias:**
- e. Detalle del refuerzo con estrias de alta adherencia:
- Ancho: 50 mm (± 1.5mm)
Espesor: 4mm (-0.0mm, +0.5mm)
- c. Requerimientos galvanizado**
- Tipo: galvanizado en caliente
Espesor promedio: 100 μm
Masa promedio: 720 g/m²

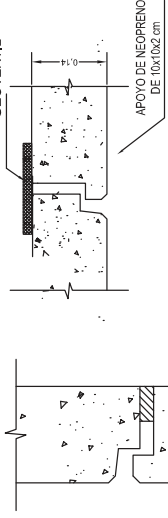


DETALLE DE UNIÓN ARMADURA - ARRANQUE

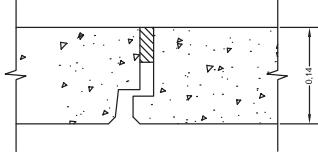


ESQUEMA DE MONTAJE

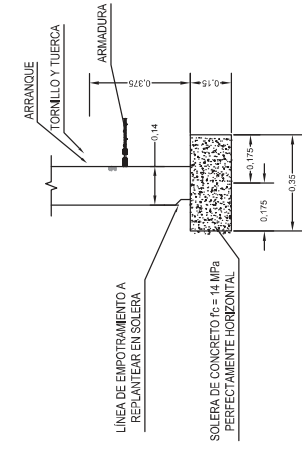
SECCIÓN B-B'



SECCIÓN A-A'



DETALLE SOLERA DE NIVELACION



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA

MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO

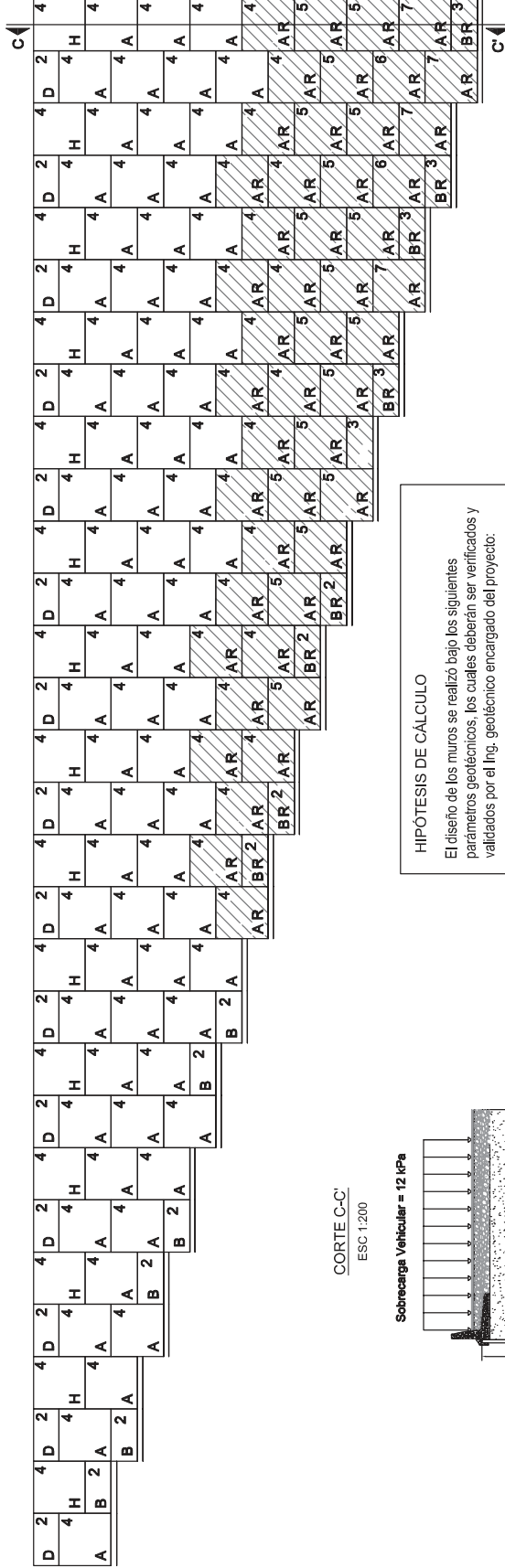
DETALLES DE MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: MTE 1 de 3

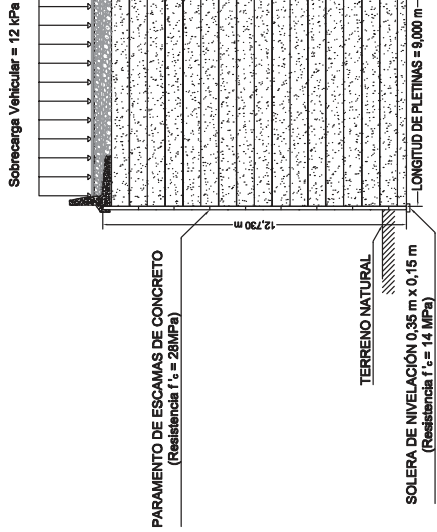
MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE
CON PANELES DE CONCRETO

ESC 1:150

2,23 m ≤ H ≤ 2,785 m N° Niveles = 3 H = 2,23 m	2,98 m ≤ H ≤ 3,545 m N° Niveles = 4 H = 2,88 m	3,73 m ≤ H ≤ 4,285 m N° Niveles = 5 H = 3,73 m	4,48 m ≤ H ≤ 5,045 m N° Niveles = 6 H = 4,48 m	5,23 m ≤ H ≤ 5,795 m N° Niveles = 7 H = 5,23 m	5,98 m ≤ H ≤ 6,545 m N° Niveles = 8 H = 5,98 m	6,73 m ≤ H ≤ 7,105 m N° Niveles = 9 H = 6,73 m	7,295 m ≤ H ≤ 8,045 m N° Niveles = 10 H = 7,48 m	8,23 m ≤ H ≤ 8,605 m N° Niveles = 11 H = 8,23 m	8,795 m ≤ H ≤ 9,945 m N° Niveles = 12 H = 8,88 m	9,73 m ≤ H ≤ 9,82 m N° Niveles = 13 H = 8,73 m	10,05 m ≤ H ≤ 11,045 m N° Niveles = 14 H = 10,48 m	11,23 m ≤ H ≤ 11,42 m N° Niveles = 15 H = 11,23 m	11,05 m ≤ H ≤ 12,845 m N° Niveles = 16 H = 11,98 m	12,73 m ≤ H ≤ 12,82 m N° Niveles = 17 H = 12,73 m									
LONGITUD REFUERZO = 3,00 m																							
LONGITUD REFUERZO = 4,00 m				LONGITUD REFUERZO = 5,00 m				LONGITUD REFUERZO = 6,00 m				LONGITUD REFUERZO = 7,00 m				LONGITUD REFUERZO = 8,00 m				LONGITUD REFUERZO = 9,00 m			



CORTE C-C'
ESC 1:200



HIPÓTESIS DE CÁLCULO

El diseño de los muros se realizó bajo los siguientes parámetros geotécnicos, los cuales deberán ser verificados y validados por el Ing. geotécnico encargado del proyecto:

- Fundación: $\phi = 30^\circ$
 $C = 0$ kPa
 - Relleno: $\phi = 34^\circ$
 $\gamma_{min} = 18$ kN/m³
 $\gamma_{max} = 20$ kN/m³
Sobrecarga vehicular: 12 kPa
 - Trasdos del muro: $\phi = 30^\circ$
 $\gamma = 20$ T/m³
- Región sísmica : N° 6
Según Norma NSR-10

TABLA DE CONVENCIONES

4	ESCAMA NO REFORZADA
A	
AR	ESCAMA REFORZADA



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE
LA RED TERCIARIA Y FÉRREA

MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA
MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO

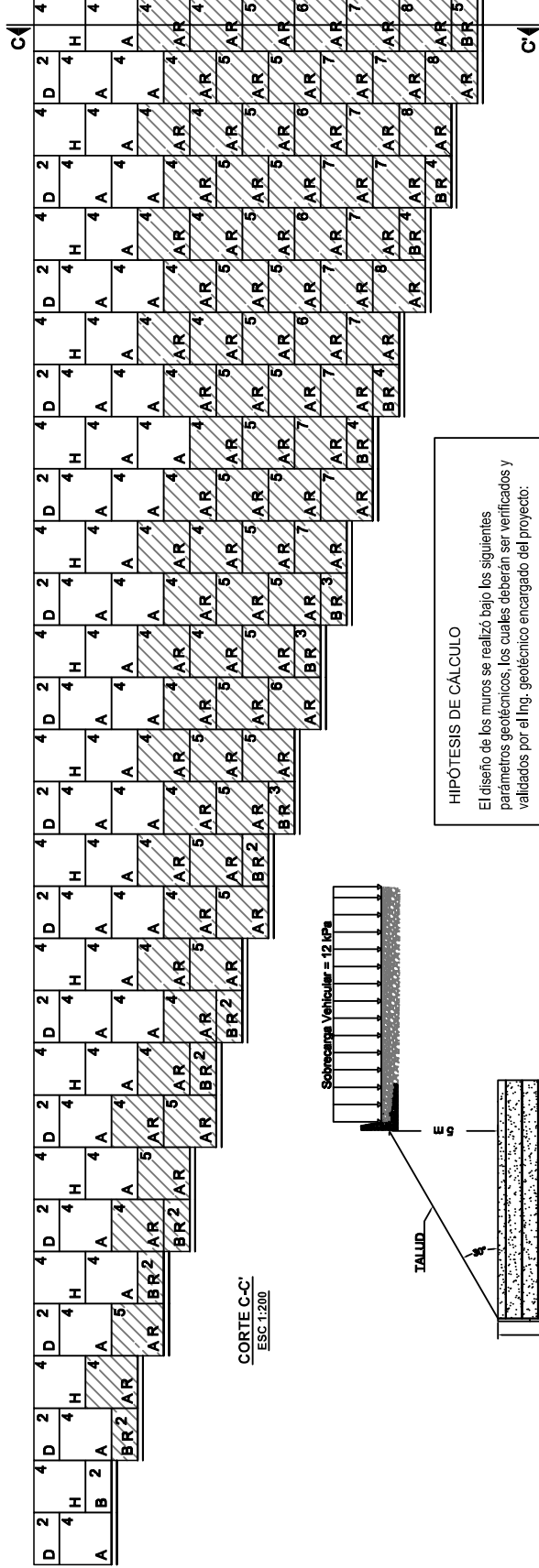
Contiene: MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA
MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO
CASO DE UN MURO SIN TALUD A BORDE DE VÍA

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: MTE 2 de 3

**MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO
CASO DE UN MURO CON TALUD INCLINADO**

ESC 1:150

2,23 m ≤ H ≤ 2,706 m N° Niveles = 3 H = 2,23 m	2,98 m ≤ H ≤ 3,646 m N° Niveles = 4 H = 2,98 m	3,73 m ≤ H ≤ 4,296 m N° Niveles = 5 H = 3,73 m	4,48 m ≤ H ≤ 5,046 m N° Niveles = 6 H = 4,48 m	5,23 m ≤ H ≤ 5,796 m N° Niveles = 7 H = 5,23 m	6,08 m ≤ H ≤ 6,646 m N° Niveles = 8 H = 6,08 m	6,83 m ≤ H ≤ 7,386 m N° Niveles = 9 H = 6,83 m	7,58 m ≤ H ≤ 8,136 m N° Niveles = 10 H = 7,58 m	8,33 m ≤ H ≤ 8,886 m N° Niveles = 11 H = 8,33 m	9,08 m ≤ H ≤ 9,636 m N° Niveles = 12 H = 9,08 m	9,83 m ≤ H ≤ 10,386 m N° Niveles = 13 H = 9,83 m	10,58 m ≤ H ≤ 11,136 m N° Niveles = 14 H = 10,58 m	11,33 m ≤ H ≤ 11,886 m N° Niveles = 15 H = 11,33 m	12,08 m ≤ H ≤ 12,636 m N° Niveles = 16 H = 12,08 m	12,83 m ≤ H ≤ 13,386 m N° Niveles = 17 H = 12,83 m
L REFUERZO = 4,00 m	LONGITUD REFUERZO = 5,00 m	LONGITUD REFUERZO = 6,00 m	LONGITUD REFUERZO = 7,00 m	LONGITUD REFUERZO = 8,00 m	LONGITUD REFUERZO = 9,00 m	LONGITUD REFUERZO = 10,00 m	LONGITUD REFUERZO = 11,00 m	LONGITUD REFUERZO = 12,00 m	LONGITUD REFUERZO = 13,00 m	LONGITUD REFUERZO = 14,00 m	LONGITUD REFUERZO = 15,00 m	LONGITUD REFUERZO = 16,00 m	LONGITUD REFUERZO = 17,00 m	LONGITUD REFUERZO = 18,00 m



PARAMENTO DE ESCAMAS DE CONCRETO
(Resistencia f'c = 28 MPa)

Sobrecarga Vehicular = 12 kPa

RELLENO GRANULAR
(según especificación 680P de INIVA)

TALUD

TERRENO NATURAL

SOLEIRA DE NIVELACIÓN 0,25 m x 0,15 m
(Resistencia f'c = 14 MPa)

LONGITUD DE PLETINAS = 11,000 m

HIPOTESIS DE CALCULO
El diseño de los muros se realizó bajo los siguientes parámetros geotécnicos, los cuales deberán ser verificados y validados por el Ing. geotécnico encargado del proyecto:

- a. Fundación: $\phi = 30^\circ$
 $C = 0$ kPa
- b. Relleno: $\phi = 34^\circ$
 $\gamma_{min} = 18$ kN/m³
 $\gamma_{max} = 20$ kN/m³
- c. Sobrecarga vehicular: 12kPa
Trasdos del muro: $\phi = 30^\circ$
 $\gamma = 20$ T/m³

Región sísmica : N° 6
Según Norma NSR-10

TABLA DE CONVENCIONES

4	ESCAMA NO REFORZADA
A	ESCAMA REFORZADA



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA

MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO

MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO CASO DE UN MURO CON TALUD INCLINADO A 30°

Fecha: DICIEMBRE 2017

Plano: MTE 3 de 3

3.3 MUROS EN GAVIÓN

El muro gavión es un elemento con forma de caja o cesta forma prismática rectangular, constituido por alambre de acero con recubrimiento metálico (o con recubrimiento metálico y recubrimiento posterior de PVC) de triple torsión, con huecos hexagonales. Se colocan a pie de obra desarmados y, se rellenan con piedras las cuales deberán ser duras y durables, no susceptibles a desintegración por la exposición al agua o a la intemperie.

Los gaviones permiten una adecuada respuesta a múltiples necesidades y se obtiene rapidez en la ejecución y posibilidad de trabajo aún en condiciones climáticas adversas.

En el presente documento se muestra el esquema típico de muros gavión con sobrecarga y sin sobrecarga para un ancho de 3,0, 4,0 y 5,0 m y una altura de 3,0 y 4,0 m.

A continuación se presentan tres planos, el primero contiene los detalles típicos de los muros gavión y notas técnicas, el segundo, las cantidades obtenidas para muros con sobrecarga y el tercer plano contiene las cantidades para muros gavión sin sobrecarga.

Durante la etapa de construcción de muros, se deben considerar las Normas de Ensayos para Carreteras del INVIAS, año 2013 y las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS, 2013, y de manera particular el artículo 681-13 o las que en su momento se encuentren vigentes, y el Código Colombiano de Puentes y demás normas vigentes que apliquen.

Muros Modulares Prefabricados en Gavión

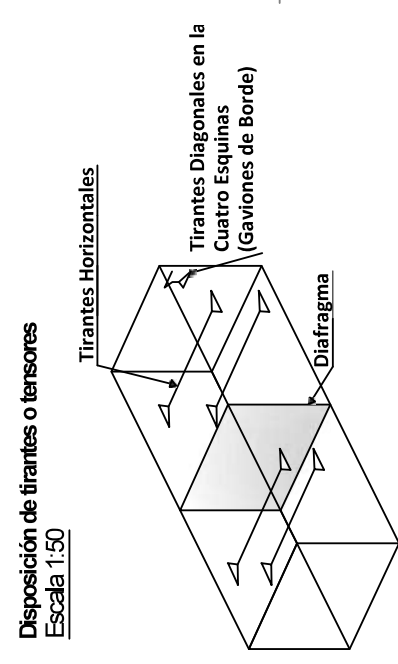
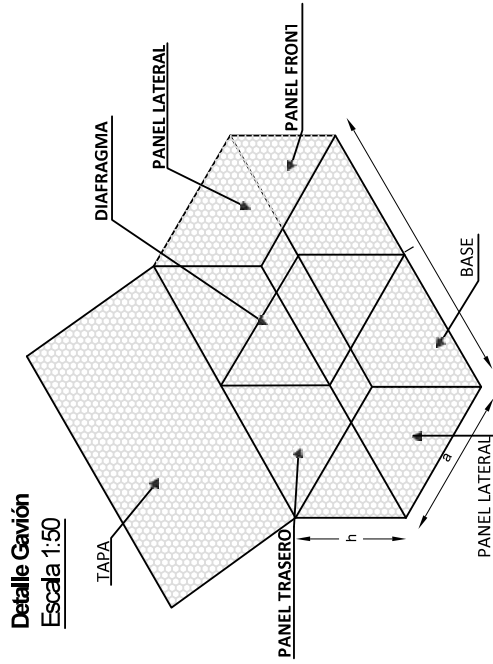
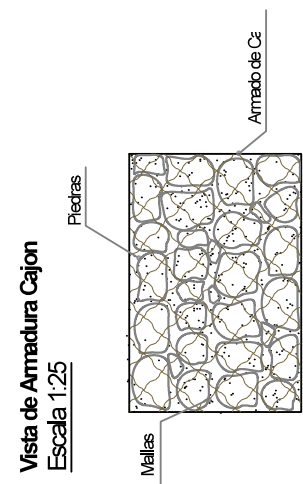
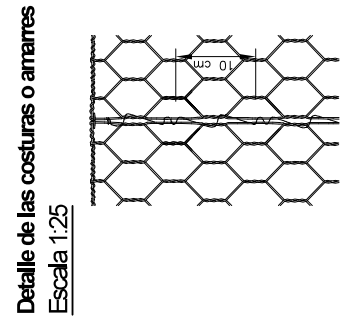
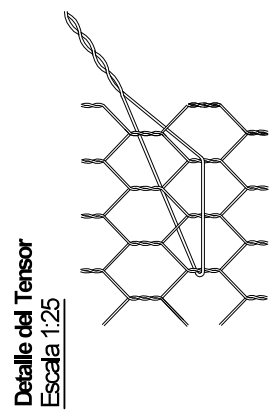
Notas Generales

- Las dimensiones mostradas están dadas en metros excepto cuando se indique otra unidad
- Gaviones de malla de alambre de acero entrelazado.
- Norma de diseño y Especificaciones
 - Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD-CCP-14
 - Normas de ensayo de materiales para carreteras. I. Versión 2013
 - Especificaciones Generales de construcción para carreteras- INVIAS Versión 2013.
- Método de diseño
 - Las disposiciones de diseño para los muros, siguieron el Método con Factores de Carga y Resistencia
- Cargas de diseño
 - Peso específico relleno de gavión : 18 kN/m³
- Materiales
 - Material de relleno: Especificaciones Generales de Construcción INVIAS - 2013, Artículo: 610-13
 - Relleno material filtrante: Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610.2.4
 - Geotextil NT: Generales de Construcción INVIAS-2013, Artículo: 610-13 Artículo: 673.2.1

Parámetros geotécnicos utilizados en el dimensionamiento de los muros

- Material de relleno:
- Peso específico del relleno: = 19,25 kN/m³
 - Angulo de fricción interna del relleno: =30°
 - Coefficiente activo de presión de tierras $k_a = 0.33$
- Suelo de fundación:
- Ángulo de fricción del suelo: =30°
 - Ángulo del talud: 0°
 - Capacidad de carga última del suelo de fundación= 0.21 MPa
- Parámetros sísmicos:
- Coefficiente de aceleración pico del suelo: **As= 0,15**

MEDIDAS NOMINALES Y NUMERO DE CELDAS DE LOS GAVIONES			
LARGO (l)	ANCHO (a)	ALTURA (h)	NUMERO DE CELDAS VOLUMEN
2 m.	1 m.	1 m.	2 m. ³
3 m.	1 m.	3 m.	3 m. ³
4 m.	1 m.	4 m.	4 m. ³
2 m.	1 m.	0.5 m.	2 m. ³
3 m.	1 m.	0.5 m.	3 m. ³
4 m.	1 m.	0.5 m.	4 m. ³



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FÉRREA

ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN

CONTIENE: NOTAS TECNICAS MURO EN GAVIÓN

Fecha: OCTUBRE 2016
Plano: MG 1 de 3

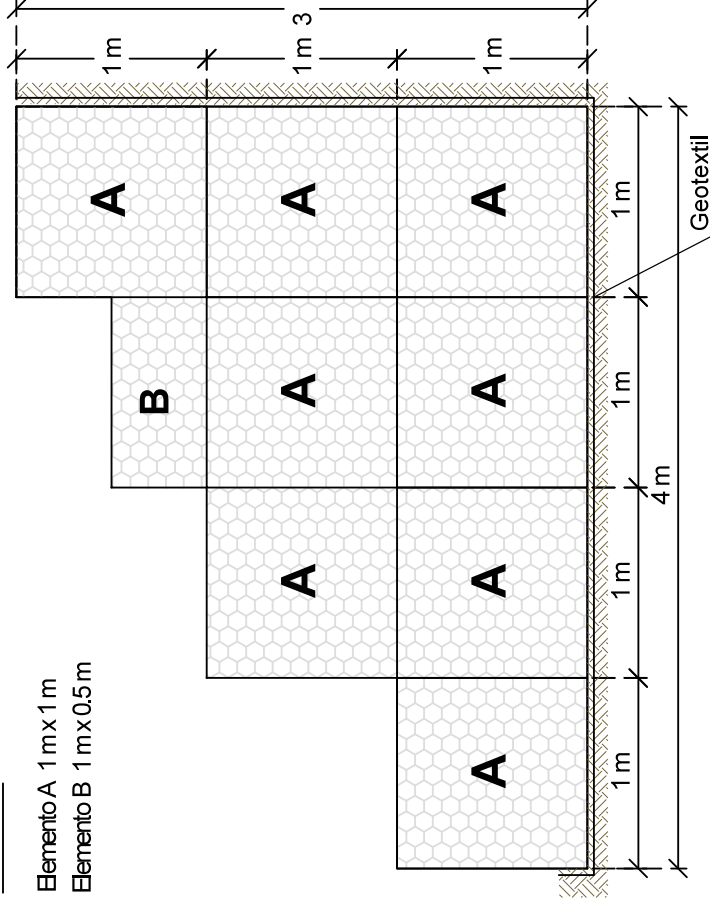
Muros Modulares Prefabricados en Gavión con Sobrecarga

Muro I Altura 3 m Volumen 8.5 m³ /ml

Escala 1:40

Elemento A 1 m x 1 m

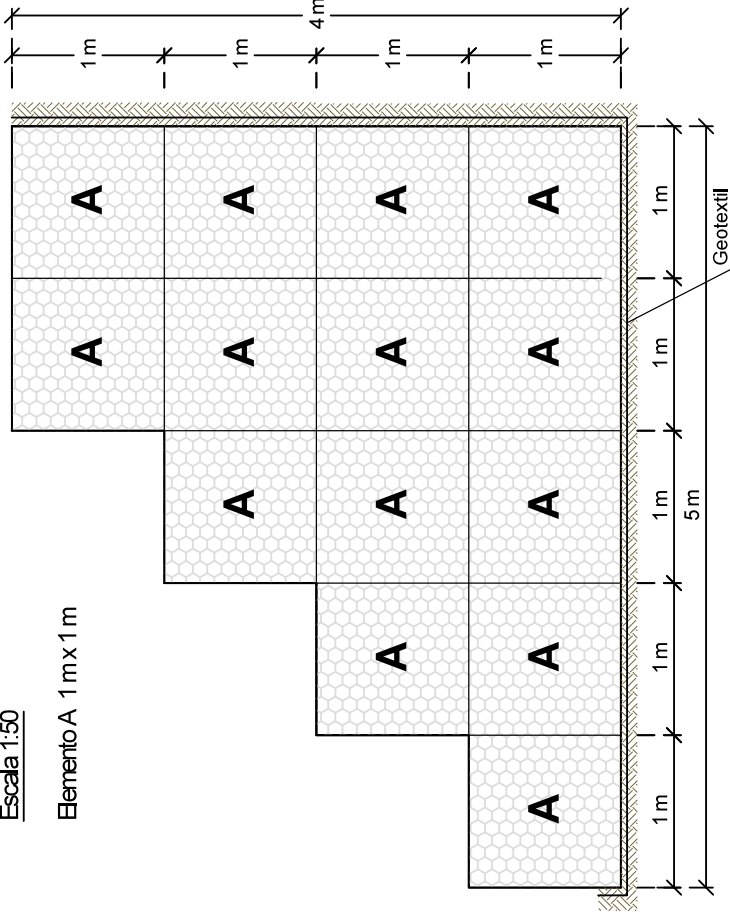
Elemento B 1 m x 0.5 m



Muro II Altura 4 m Volumen 14 m³ /ml

Escala 1:50

Elemento A 1 m x 1 m



Muro No.	Dimensión		Volumen/m	Presiones actuantes en la base	
	Altura	Base		Estado Límite de Resistencia I	Estado Límite de Evento extremo II
I	3 m	4 m	8.5 m ³ /m	0.037MPa	0.037MPa
II	4 m	5 m	14 m ³ /m	0.048MPa	0.048MPa



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA
VIAS DE LA RED TERCIARIA
Y FÉRREA

MURO PREFABRICADO EN GAVIÓN

MURO EN GAVIÓN CON SOBRECARGA

Contiene:

Fecha:

OCTUBRE 2016

Plano:

MG 2 de 3

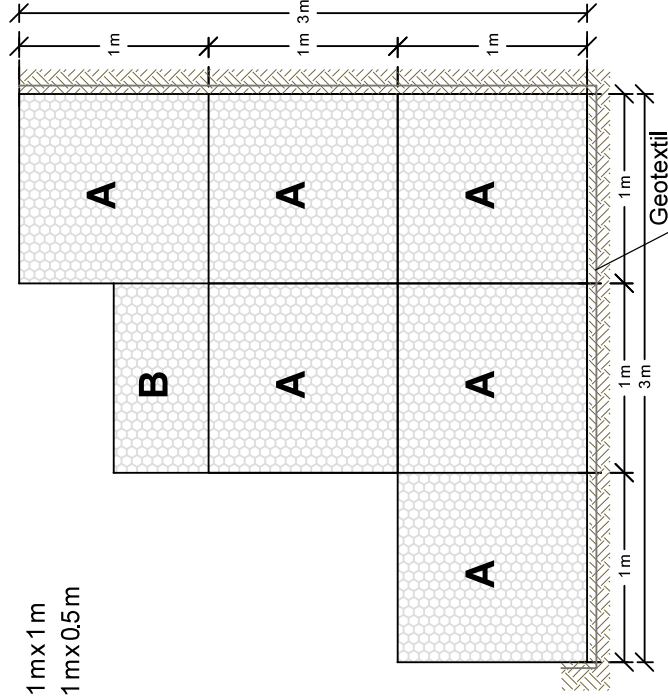
Muros Modulares Prefabricados en Gavión sin Sobrecarga

Muro I Altura 3 m Volumen 6.5 m³ /m

Escala 1:40

Elemento A 1 m x 1 m

Elemento B 1 m x 0.5 m

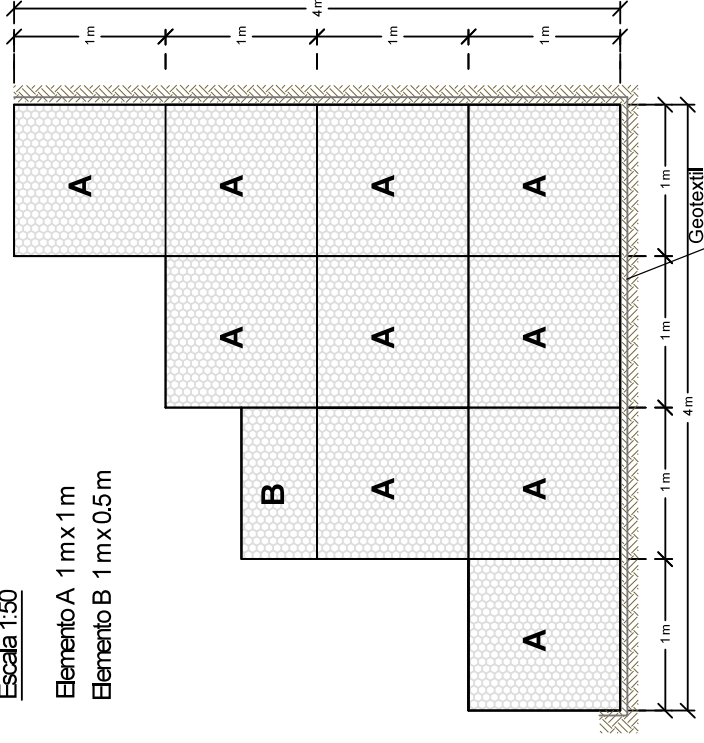


Muro II Altura 4 m Volumen 10.5 m³ /m

Escala 1:50

Elemento A 1 m x 1 m

Elemento B 1 m x 0.5 m



Muro No.	Dimensión		Volumen/m	Presiones actuantes en la base	
	Altura	Base		Estado Límite de Resistencia I	Estado Límite de Evento extremo II
I	3 m	3 m	6.5 m ³ /m	0.038MPa	0.043MPa
II	4 m	4 m	10.5 m ³ /m	0.046MPa	0.050MPa



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA
VIAS DE LA RED TERCERIA
Y FÉRREA

MURO PREFABRICADO EN GAVIÓN

MURO EN GAVIÓN SIN SOBRECARGA

Fecha:

OCTUBRE 2016

Plano:

MG 3 de 3



CAPÍTULO 4
BOX CULVERT

4 BOX CULVERT

En el presente capítulo se muestra el diseño de siete tipos de Box Culvert de forma cuadrada y rectangular con dimensiones internas de 1,0x1,0 m, 1,5x1,5 m, 2,0x2,0 m, 2,5x2,5 m, 3,0x3,0 m y 1,5x1,0m, 2,5x2,0m respectivamente, con aletas para las anteriores dimensiones, con las alternativas de ser construidos a nivel superficial de la vía o a una profundidad con un espesor máximo de relleno de 5,0 m, bajo el nivel de la vía. El ancho considerado de vía es de doble carril.

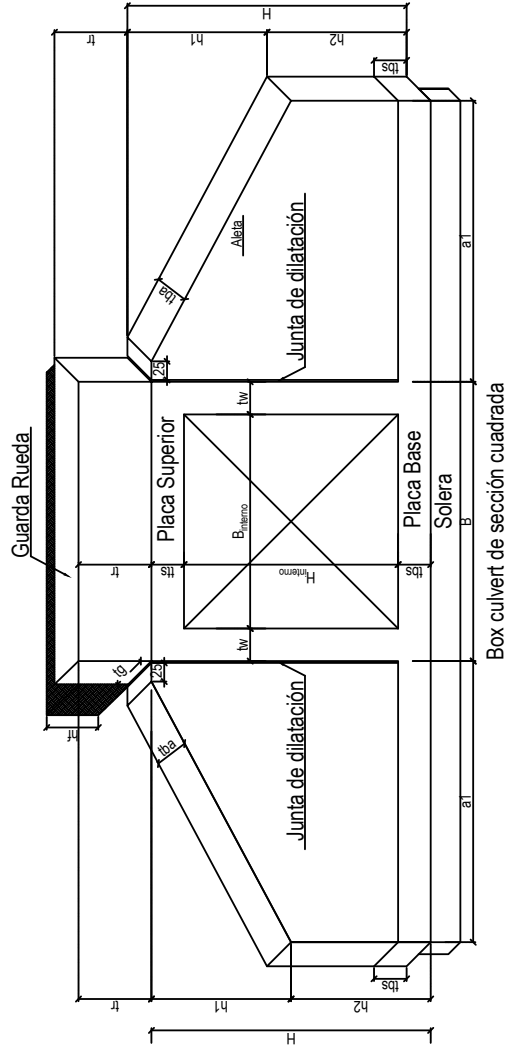
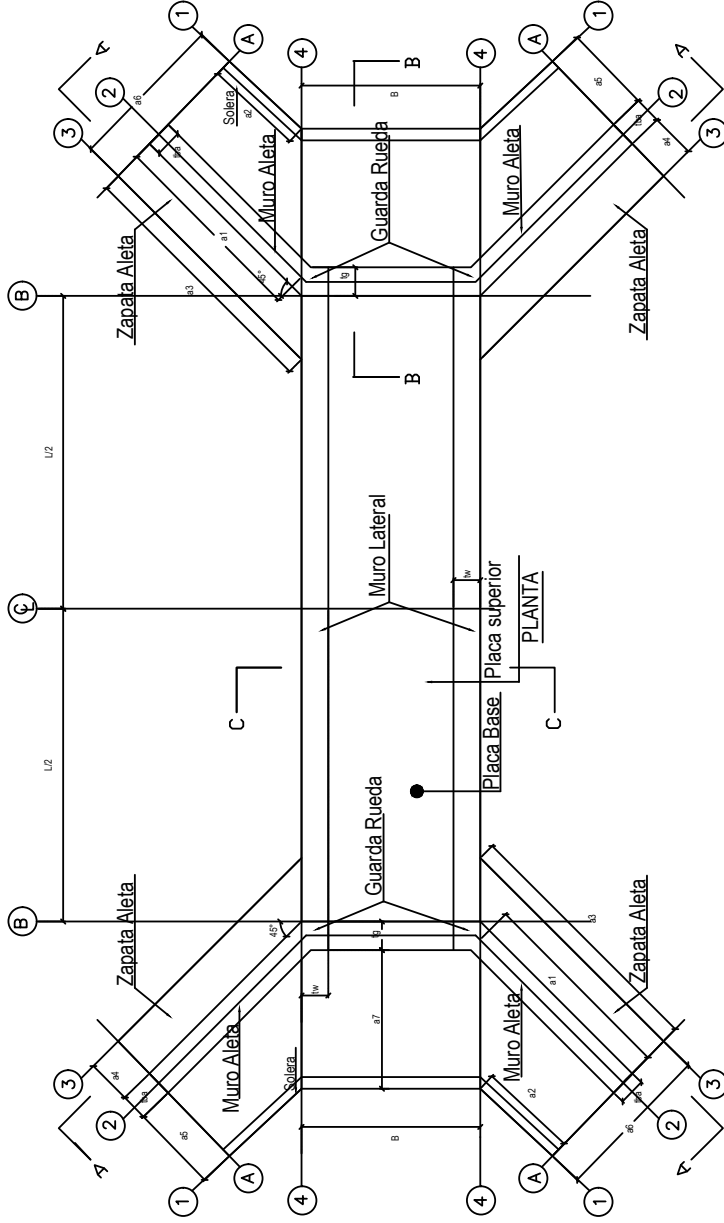
El diseño de los Box Culvert, se basó en los métodos indicados en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD - CCP 14. Para el presente estudio se tomó la sobrecarga del camión de diseño y/o camión Tándem, dado por la norma.

Se presenta el diseño estructural de los diferentes tipos de Box Culvert y estructuras de acceso (aletas y placa-solera) mencionados, en catorce planos; del primero al segundo se da los planos en planta y sección transversal de las estructuras mencionadas e indica las notas generales, dando los parámetros técnicos con los que se adelantó el diseño, los cuales deben ser verificados en el sitio de una obra particular y si no se cumplen en su totalidad, el diseño estructural deberá ser revisado y ajustado para las condiciones del sitio, del tercero al quinto plano, se presenta la geometría y volúmenes de concreto de los box culvert y estructuras de acceso, del sexto al treceavo plano se presenta el detalle del acero de refuerzo de los diferentes elementos estructurales según la alternativa escogida y en el catorceavo plano se presentan las cantidades de acero para las estructuras de acceso y box culvert.

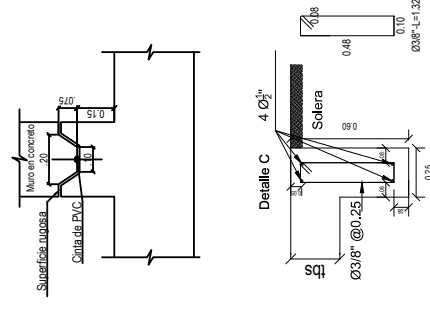
Durante la etapa de construcción de los Box Culvert, se deben considerar las Normas de Ensayos para Carreteras del INVIAS, año 2013 y las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS, 2013 y de manera particular los artículos 600-13, 610-13, 630-13, 640-13.

NOTAS GENERALES

- Las dimensiones mostradas están dadas en metros, excepto cuando se indique otra unidad.
 - Recubrimiento del acero de refuerzo externo = 0.075 m interno = 0.05m
 - Norma de diseño y Especificaciones
 - Norma Colombiana de Diseño de Puentes-LRFD-CCP-14
 - Normas de ensayo de materiales para carreteras. I. Versión 2013
 - Especificaciones Generales de construcción para carreteras- INVIAS Versión 2013.
 - Método de diseño
 - Las disposiciones de diseño para los muros, siguieron el Método con Factores de Carga y Resistencia-LRFD.
 - Cargas de diseño
 - Peso específico del hormigón: 24 kN/m³
 - Materiales
 - Resistencia a la compresión del concreto: $f_c = 21 \text{ MPa}$
 - Resistencia a la compresión concreto simple para solados: $f_c = 14 \text{ MPa}$
 - Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y = 420 \text{ MPa}$
 - Material de relleno:
 - Relleno material filtrante: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras Artículo 610.2.4
 - Geotextil: NT
 - Parámetros geotécnicos utilizados en el dimensionamiento de los box culvert
 - Material de relleno: $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$
 - Peso específico del relleno: $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$
 - Coefficiente activo de presión de tierras $K_a = 0.40$
 - Coefficiente de presión lateral de suelo en reposo, $k_0 = 0.50$
 - Suelo de fundación:
 - Capacidad de carga admisible del suelo de fundación = 13.0 ton/m²
 - Parámetros sísmicos:
 - Coefficiente de aceleración pico del suelo: $A_a \leq 0.30$
- Nota: En el caso de presentarse una diferencia en los parámetros geotécnicos y sísmicos, la estructura requiere de un nuevo diseño



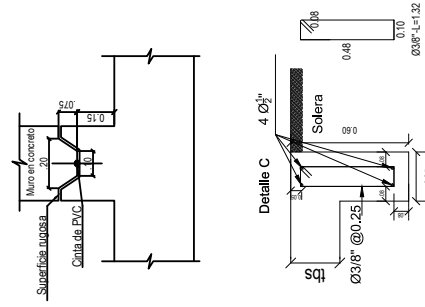
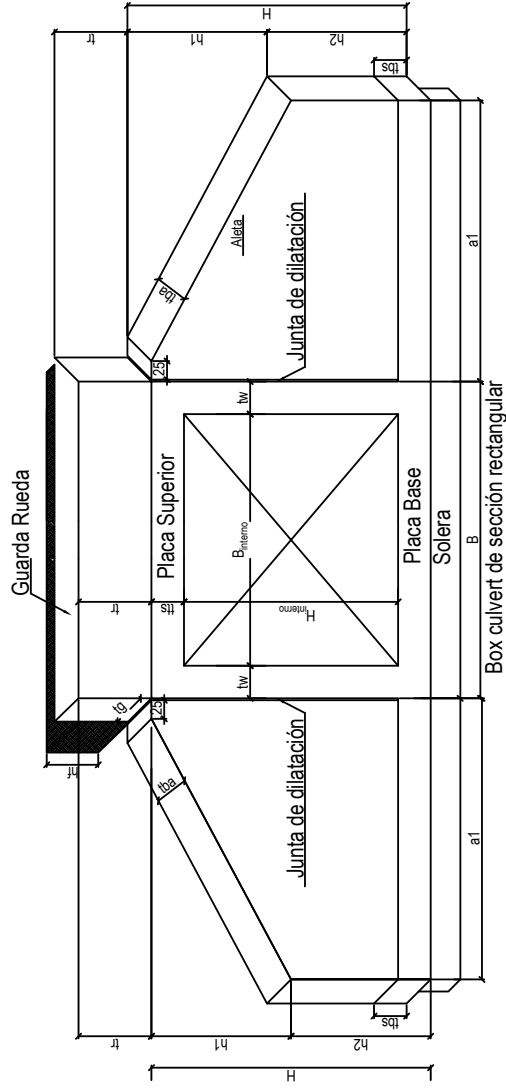
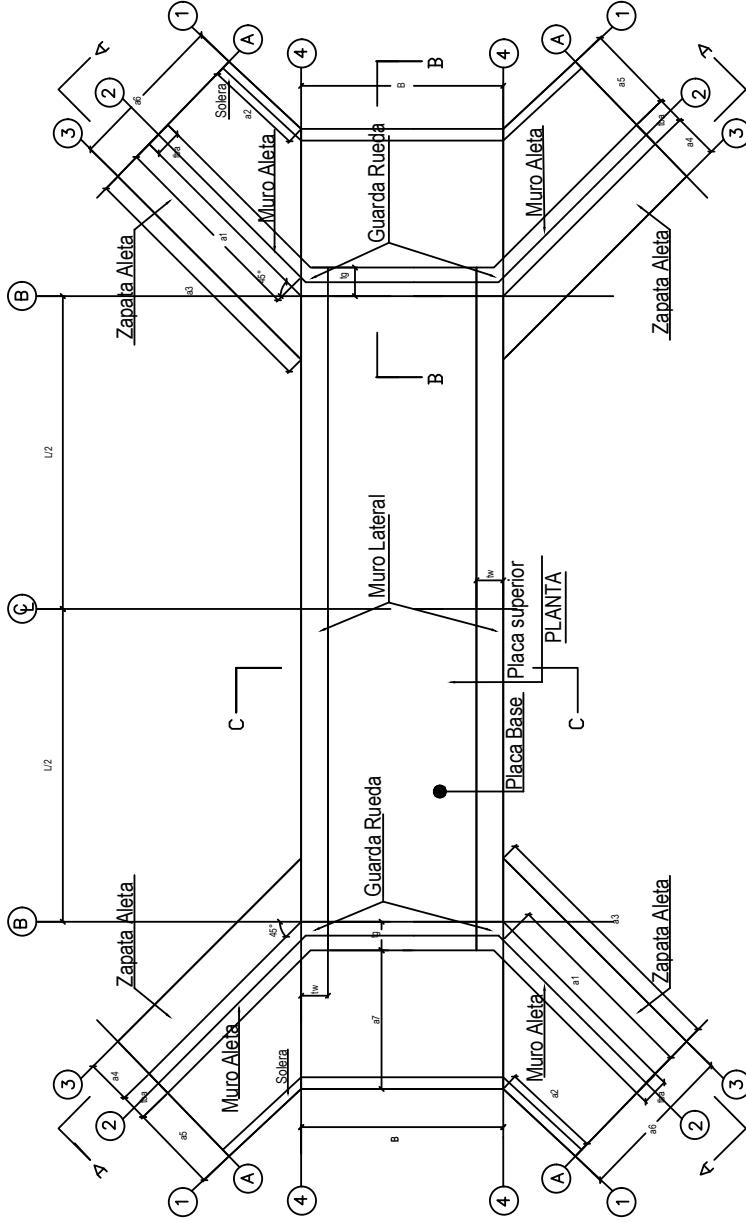
Box culvert de sección cuadrada



NOTAS GENERALES

- Las dimensiones mostradas están dadas en metros, excepto cuando se indique otra unidad.
 - Recubrimiento del acero de refuerzo externo = 0.075 m interno = 0.05m
 - Norma de diseño y Especificaciones
 - Norma Colombiana de Diseño de Puentes-LRFD-CCP-14
 - Normas de ensayo de materiales para carreteras. I. Versión 2013
 - Especificaciones Generales de construcción para carreteras- INVIAS Versión 2013.
 - Método de diseño
 - Las disposiciones de diseño para los muros, siguieron el Método con Factores de Carga y Resistencia-LRFD.
 - Cargas de diseño
 - Peso específico del hormigón: 24 kN/m³
 - Materiales
 - Resistencia a la compresión del concreto: $f_c = 21$ MPa
 - Resistencia a la compresión concreto simple para solados: $f_c = 14$ MPa
 - Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y = 420$ MPa
 - Material de relleno:
 - Relleno material filtrante: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras Artículo 610.2.4
 - Geotéxtil: NT
- Parámetros geotécnicos utilizados en el dimensionamiento de los box culvert
- Material de relleno:
- Peso específico del relleno: $\gamma = 19.0$ kN/m³
 - Coefficiente activo de presión de tierras $K_a = 0.40$
 - Coefficiente de presión lateral de suelo en reposo, $K_0 = 0.50$
- Suelo de fundación:
- Capacidad de carga admisible del suelo de fundación = 13.0 ton/m²
- Parámetros sísmicos:
- Coefficiente de aceleración pico del suelo: $A_a \leq 0.30$

Nota: En el caso de presentarse una diferencia en los parámetros geotécnicos y sísmicos. La estructura requiere de un nuevo diseño.



Box culvert 1x1				Placa superior				Placa base		Muros		Guarda rueda		Aletas					Base aleta					Volumen de concreto f'c=21MPa				
hf= Espesor de relleno	B _{interno}	H _{interno}	B _{externo}	H _{externo}	tts	tbs	tw	tg	tr	H _{externo}	h ₁	h ₂	a ₁	tba	tbs	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	Box culvert	Aletas	Base aletas	Placa solera	Concreto guarda ruedas		
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m ³ /ml	m ³	m ³	m ³	m ³	
Sin relleno hf=0m	1.00	1.00	1.50	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.25	1.41	0.98	1.00	0.23		
hf= 1m	1.00	1.00	1.50	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.25	1.41	0.98	1.00	0.23		
hf= 2m	1.00	1.00	1.50	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.25	1.41	0.98	1.00	0.23		
hf= 3m	1.00	1.00	1.50	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.25	1.41	0.98	1.00	0.23		
hf= 4m	1.00	1.00	1.50	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.25	1.41	0.98	1.00	0.23		
hf= 5m	1.00	1.00	1.50	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.25	1.41	0.98	1.00	0.23		

Box culvert 1.5x1.5				Placa superior				Placa base		Muros		Guarda rueda		Aletas					Base aleta					Volumen de concreto f'c=21MPa				
hf= Espesor de relleno	B _{interno}	H _{interno}	B _{externo}	H _{externo}	tts	tbs	tw	tg	tr	H _{externo}	h ₁	h ₂	a ₁	tba	tbs	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	Box culvert	Aletas	Base aletas	Placa solera	Concreto guarda ruedas		
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m ³ /ml	m ³	m ³	m ³	m ³	
Sin relleno hf=0m	1.50	1.50	2.00	2.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	2.00	1.00	1.00	2.00	0.25	0.25	1.15	2.32	0.32	0.58	1.15	0.95	1.75	2.63	2.00	1.70	0.30		
hf= 1m	1.50	1.50	2.00	2.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	2.00	1.00	1.00	2.00	0.25	0.25	1.15	2.32	0.32	0.58	1.15	0.95	1.75	2.63	2.00	1.70	0.30		
hf= 2m	1.50	1.50	2.00	2.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	2.00	1.00	1.00	2.00	0.25	0.25	1.15	2.32	0.32	0.58	1.15	0.95	1.75	2.63	2.00	1.70	0.30		
hf= 3m	1.50	1.50	2.00	2.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	2.00	1.00	1.00	2.00	0.25	0.25	1.15	2.32	0.32	0.58	1.15	0.95	1.75	2.63	2.00	1.70	0.30		
hf= 4m	1.50	1.50	2.00	2.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	2.00	1.00	1.00	2.00	0.25	0.25	1.15	2.32	0.32	0.58	1.15	0.95	1.75	2.63	2.00	1.70	0.30		
hf= 5m	1.50	1.50	2.00	2.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	2.00	1.00	1.00	2.00	0.25	0.25	1.15	2.32	0.32	0.58	1.15	0.95	1.75	2.63	2.00	1.70	0.30		

Box culvert 1.5x1.0				Placa superior				Placa base		Muros		Guarda rueda		Aletas					Base aleta					Volumen de concreto f'c=21MPa				
hf= Espesor de relleno	B _{interno}	H _{interno}	B _{externo}	H _{externo}	tts	tbs	tw	tg	tr	H _{externo}	h ₁	h ₂	a ₁	tba	tbs	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	Box culvert	Aletas	Base aletas	Placa solera	Concreto guarda ruedas		
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m ³ /ml	m ³	m ³	m ³	m ³	
Sin relleno hf=0m	1.50	1.00	2.00	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.50	1.41	0.98	1.23	0.30		
hf= 1m	1.50	1.00	2.00	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.50	1.41	0.98	1.23	0.30		
hf= 2m	1.50	1.00	2.00	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.50	1.41	0.98	1.23	0.30		
hf= 3m	1.50	1.00	2.00	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.50	1.41	0.98	1.23	0.30		
hf= 4m	1.50	1.00	2.00	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.50	1.41	0.98	1.23	0.30		
hf= 5m	1.50	1.00	2.00	1.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	1.50	0.75	0.75	1.50	0.25	0.25	0.93	1.68	0.18	0.32	0.75	0.55	1.50	1.41	0.98	1.23	0.30		



Box culvert 2.0x2.0										Volumen de concreto f'c=21MPa																
hf= Espesor de relleno	Placa superior		Muros		Guarda rueda		Aletas					Base aleta					Aletas		Base aletas		Concreto guarda ruedas					
	B _{interno}	H _{interno}	B _{externo}	H _{externo}	tts	tbs	tw	tg	tr	H _{externo}	h ₁	h ₂	a ₁	tba	tbs	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	Box culvert	Aletas	Base aletas	Placa solera	Concreto guarda ruedas
Sin relleno hf=0m	2.00	2.00	2.60	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	2.76	5.34	4.38	3.20	0.47
hf= 1m	2.00	2.00	2.60	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	2.76	5.34	4.38	3.20	0.47
hf= 2m	2.00	2.00	2.60	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	2.76	5.34	4.38	3.20	0.47
hf= 3m	2.00	2.00	2.60	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	2.76	5.34	4.38	3.20	0.47
hf= 4m	2.00	2.00	2.60	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	2.76	5.34	4.38	3.20	0.47
hf= 5m	2.00	2.00	2.60	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	2.76	5.34	4.38	3.20	0.47

Box culvert 2.5x2.0										Volumen de concreto f'c=21MPa																
hf= Espesor de relleno	Placa superior		Muros		Guarda rueda		Aletas					Base aleta					Aletas		Base aletas		Concreto guarda ruedas					
	B _{interno}	H _{interno}	B _{externo}	H _{externo}	tts	tbs	tw	tg	tr	H _{externo}	h ₁	h ₂	a ₁	tba	tbs	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	Box culvert	Aletas	Base aletas	Placa solera	Concreto guarda ruedas
Sin relleno hf=0m	2.50	2.00	3.10	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	3.06	5.34	4.38	3.74	0.56
hf= 1m	2.50	2.00	3.10	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	3.06	5.34	4.38	3.74	0.56
hf= 2m	2.50	2.00	3.10	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	3.06	5.34	4.38	3.74	0.56
hf= 3m	2.50	2.00	3.10	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	3.06	5.34	4.38	3.74	0.56
hf= 4m	2.50	2.00	3.10	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	3.06	5.34	4.38	3.74	0.56
hf= 5m	2.50	2.00	3.10	2.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	2.60	1.30	1.30	2.60	0.30	0.30	1.29	3.00	0.40	1.00	1.70	1.55	3.06	5.34	4.38	3.74	0.56

Box culvert 2.5x2.5										Volumen de concreto f'c=21MPa																
hf= Espesor de relleno	Placa superior		Muros		Guarda rueda		Aletas					Base aleta					Aletas		Base aletas		Concreto guarda ruedas					
	B _{interno}	H _{interno}	B _{externo}	H _{externo}	tts	tbs	tw	tg	tr	H _{externo}	h ₁	h ₂	a ₁	tba	tbs	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	Box culvert	Aletas	Base aletas	Placa solera	Concreto guarda ruedas
Sin relleno hf=0m	2.50	2.50	3.10	3.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	3.10	1.60	1.50	3.00	0.30	0.30	1.37	3.40	0.40	1.25	1.95	1.95	3.36	7.44	5.58	4.50	0.56
hf= 1m	2.50	2.50	3.10	3.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	3.10	1.60	1.50	3.00	0.30	0.30	1.37	3.40	0.40	1.25	1.95	1.95	3.36	7.44	5.58	4.50	0.56
hf= 2m	2.50	2.50	3.10	3.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	3.10	1.60	1.50	3.00	0.30	0.30	1.37	3.40	0.40	1.25	1.95	1.95	3.36	7.44	5.58	4.50	0.56
hf= 3m	2.50	2.50	3.10	3.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	3.10	1.60	1.50	3.00	0.30	0.30	1.37	3.40	0.40	1.25	1.95	1.95	3.36	7.44	5.58	4.50	0.56
hf= 4m	2.50	2.50	3.10	3.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	3.10	1.60	1.50	3.00	0.30	0.30	1.37	3.40	0.40	1.25	1.95	1.95	3.36	7.44	5.58	4.50	0.56
hf= 5m	2.50	2.50	3.10	3.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	3.10	1.60	1.50	3.00	0.30	0.30	1.37	3.40	0.40	1.25	1.95	1.95	3.36	7.44	5.58	4.50	0.56

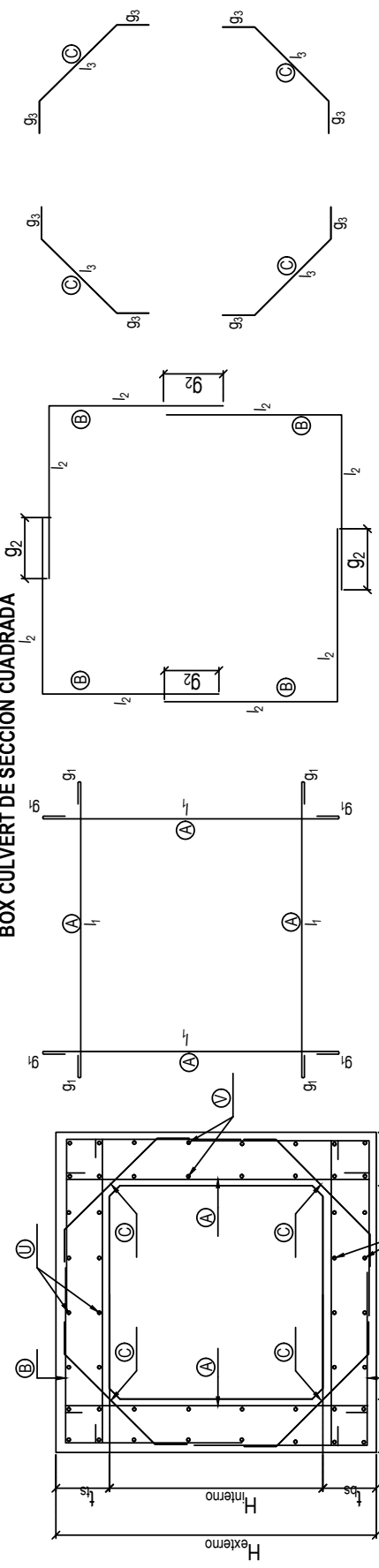


Box culvert 3.0x3.0										Volumen de concreto f'c=21MPa																								
hf= Espesor de relleno	B _{interno}	H _{interno}	B _{externo}	H _{externo}	Placa superior		Placa base		Muros		Guarda rueda		Aletas						Base aleta				Box culvert				Aletas		Base aletas		Placa solera		Concreto guarda ruedas	
	m	m	m	m	tts	tbs	tw	tg	tr	H _{externo}	h ₁	h ₂	a ₁	tba	tbs	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	m ³ /ml	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³			
Sin relleno hf=0m	3.00	3.00	3.70	3.75	0.35	0.40	0.35	0.35	0.30	3.75	1.90	1.80	3.00	0.35	0.40	1.37	3.40	0.40	1.25	2.00	1.95	4.88	10.32	7.63	6.42	0.78								
hf= 1m	3.00	3.00	3.70	3.75	0.35	0.40	0.35	0.35	0.30	3.75	1.90	1.80	3.00	0.35	0.40	1.37	3.40	0.40	1.25	2.00	1.95	4.88	10.32	7.63	6.42	0.78								
hf= 2m	3.00	3.00	3.70	3.75	0.35	0.40	0.35	0.35	0.30	3.75	1.90	1.80	3.00	0.35	0.40	1.37	3.40	0.40	1.25	2.00	1.95	4.88	10.32	7.63	6.42	0.78								
hf= 3m	3.00	3.00	3.70	3.75	0.35	0.40	0.35	0.35	0.30	3.75	1.90	1.80	3.00	0.35	0.40	1.37	3.40	0.40	1.25	2.00	1.95	4.88	10.32	7.63	6.42	0.78								
hf= 4m	3.00	3.00	3.70	3.75	0.35	0.40	0.35	0.35	0.30	3.75	1.90	1.80	3.00	0.35	0.40	1.37	3.40	0.40	1.25	2.00	1.95	4.88	10.32	7.63	6.42	0.78								
hf= 5m	3.00	3.00	3.70	3.75	0.35	0.40	0.35	0.35	0.30	3.75	1.90	1.80	3.00	0.35	0.40	1.37	3.40	0.40	1.25	2.00	1.95	4.88	10.32	7.63	6.42	0.78								



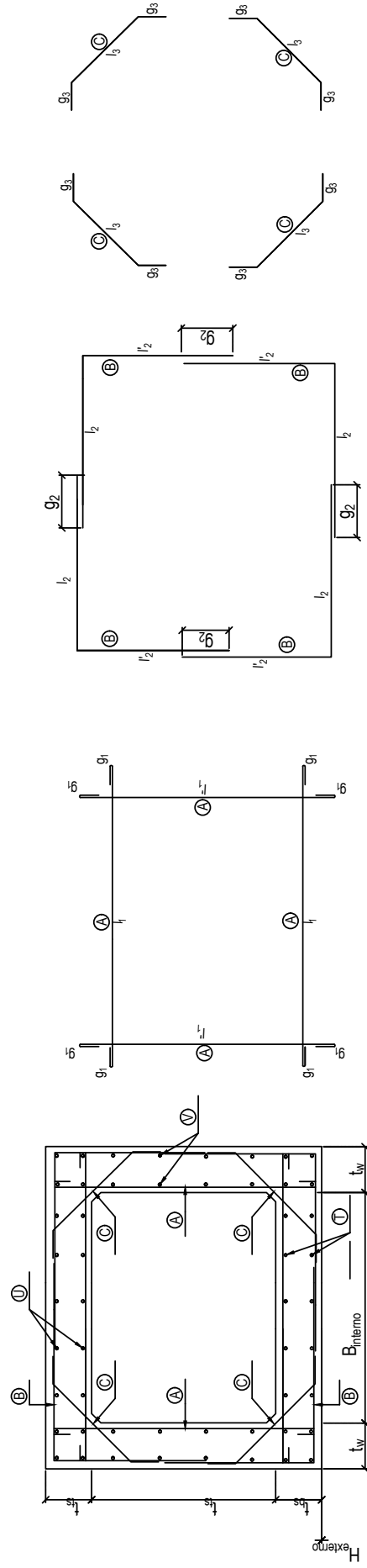


BOX CULVERT DE SECCIÓN CUADRADA



Distribución típica del refuerzo

BOX CULVERT DE SECCIÓN RECTANGULAR



Distribución típica del refuerzo

BOX CULVERT DE SECCIÓN RECTANGULAR


DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		BOX CULVERT CON RELLENO DE ALTURA $0 < h_r < 1m$, CUADRO DE DESPIECE BOX CULVERT																
		Varilla A					Varilla B					Varilla C						
		Ø	s	l ₁	l' ₁	g ₁	LT	LT'	Ø	Separ	l ₂	l' ₂	g ₂	LT	Separ	l ₃	g ₃	LT
hf = 0m	1/2"	0.15	1.85	1.35	0.20	2.25	1.75	1/2"	0.15	1.30	1.05	0.75	4.70	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80
hf = 0m	5/8"	0.15	2.95	2.45	0.25	3.45	2.95	5/8"	0.15	1.95	1.70	0.95	7.30	1/2"	0.15	0.65	0.20	1.05

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		BOX CULVERT CON RELLENO DE ALTURA $1 < h_r < 5m$, CUADRO DE DESPIECE BOX CULVERT																
		Varilla A					Varilla B					Varilla C						
		Ø	s	l ₁	l' ₁	g ₁	LT	LT'	Ø	s	l ₂	l' ₂	g ₂	LT	Ø	s	l ₃	g ₃
hf = 1m	1/2"	0.15	1.85	1.35	0.20	2.25	1.75	1/2"	0.15	1.30	1.05	0.75	4.70	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80
hf = 2m	1/2"	0.18	1.85	1.35	0.20	2.25	1.75	1/2"	0.18	1.30	1.05	0.75	4.70	3/8"	0.18	0.50	0.15	0.80
hf = 3m	1/2"	0.15	1.85	1.35	0.20	2.25	1.75	1/2"	0.15	1.30	1.05	0.75	4.70	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80
hf = 4m	1/2"	0.15	1.85	1.35	0.20	2.25	1.75	1/2"	0.15	1.30	1.05	0.75	4.70	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80
hf = 5m	1/2"	0.14	1.85	1.35	0.20	2.25	1.75	1/2"	0.14	1.30	1.05	0.75	4.70	3/8"	0.14	0.50	0.15	0.80
hf = 1m	5/8"	0.15	2.95	2.45	0.25	3.45	2.95	5/8"	0.15	1.95	1.7	0.95	7.3	1/2"	0.15	0.65	0.2	1.05
hf = 2m	5/8"	0.15	2.95	2.45	0.25	3.45	2.95	5/8"	0.15	1.95	1.7	0.95	7.3	1/2"	0.15	0.65	0.2	1.05
hf = 3m	5/8"	0.15	2.95	2.45	0.25	3.45	2.95	5/8"	0.15	1.95	1.7	0.95	7.3	1/2"	0.15	0.65	0.2	1.05
hf = 4m	5/8"	0.13	2.95	2.45	0.25	3.45	2.95	5/8"	0.13	1.95	1.7	0.95	7.3	1/2"	0.13	0.65	0.2	1.05
hf = 5m	5/8"	0.13	2.95	2.45	0.25	3.45	2.95	5/8"	0.13	1.95	1.7	0.95	7.3	1/2"	0.13	0.65	0.2	1.05

Ø Diámetro de la varilla en pulgadas
s Separación varilla en metros
l₁ Longitud varilla tramo recto
g₁ longitud gancho en metros
LT longitud total varilla en metros

6. Materiales
- Resistencia a la compresión del concreto: f_c= 21 MPa
 - Resistencia a la compresión concreto simple para soldos: f_c= 14 MPa
 - Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: f_y= 420MPa
 - Material de relleno:
 - Relleno material filtrante: Especificaciones Generales de Construcción de carreter
 - Geotextil: NT
- Parámetros geotécnicos utilizados en el dimensionamiento de los box culvert
- Material de relleno:
- Peso específico del relleno: Y = 19.0 kN/m³
- Coeficiente activo de presión de tierras Ka = 0.40

Nota: En el caso de presentarse una diferencia en los parámetros geotécnicos y sísmicos. La estructura requiere de un nuevo diseño

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación</p>	<p>BOX CULVERT</p>	<p>DETALLE DEL REFUERZO</p>	<p>Fecha: DICIEMBRE 2017</p>
	<p>OBRAS DE ARTE PARA VÍAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA</p>	<p>Plano: BOX 7 DE 14</p>	

BOX CULVERT DE SECCIÓN CUADRADA

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		BOX CULVERT CON RELLENO DE ALTURA $1 < h_r < 5m$, CUADRO DE DESPIECE BOX CULVERT																	
		Varilla A						Varilla B						Varilla C					
		Ø	s	l ₁	g ₁	LT	Ø	Separ	l ₂	g ₂	LT	Ø	Separ	l ₃	g ₃	LT			
hf= 1m	1.00 x 1.00 m	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.20	2.10	0.75	4.20	3/8"	0.20	0.50	0.15	0.80			
hf= 2m	1.00 x 1.00 m	1/2"	0.25	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.25	2.10	0.75	4.20	3/8"	0.25	0.50	0.15	0.80			
hf= 3m	1.00 x 1.00 m	1/2"	0.25	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.25	2.10	0.75	4.20	3/8"	0.25	0.50	0.15	0.80			
hf= 4m	1.00 x 1.00 m	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.20	2.10	0.75	4.20	3/8"	0.20	0.50	0.15	0.80			
hf= 5m	1.00 x 1.00 m	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.20	2.10	0.75	4.20	3/8"	0.20	0.50	0.15	0.80			
hf= 1m	1.50 x 1.50 m	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.15	2.60	0.75	5.20	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80			
hf= 2m	1.50 x 1.50 m	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.15	2.60	0.75	5.20	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80			
hf= 3m	1.50 x 1.50 m	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.15	2.60	0.75	5.20	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80			
hf= 4m	1.50 x 1.50 m	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.15	2.60	0.75	5.20	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80			
hf= 5m	1.50 x 1.50 m	1/2"	0.13	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.13	2.60	0.75	5.20	3/8"	0.13	0.50	0.15	0.80			
hf= 1m	2.00 x 2.00 m	1/2"	0.15	2.45	0.20	2.85	1/2"	0.15	3.20	0.75	6.40	3/8"	0.15	0.65	0.15	0.95			
hf= 2m	2.00 x 2.00 m	1/2"	0.15	2.45	0.20	2.85	1/2"	0.15	3.20	0.75	6.40	3/8"	0.15	0.65	0.15	0.95			
hf= 3m	2.00 x 2.00 m	1/2"	0.12	2.45	0.20	2.85	1/2"	0.12	3.20	0.75	6.40	3/8"	0.12	0.65	0.15	0.95			
hf= 4m	2.00 x 2.00 m	1/2"	0.12	2.45	0.20	2.85	1/2"	0.12	3.20	0.75	6.40	3/8"	0.12	0.65	0.15	0.95			
hf= 5m	2.00 x 2.00 m	1/2"	0.10	2.45	0.20	2.85	1/2"	0.10	3.20	0.75	6.40	3/8"	0.10	0.65	0.15	0.95			
hf= 1m	3.00 x 3.00 m	5/8"	0.15	3.55	0.25	4.05	5/8"	0.15	4.55	0.95	9.10	1/2"	0.15	0.80	0.20	1.20			
hf= 2m	3.00 x 3.00 m	5/8"	0.15	3.55	0.25	4.05	5/8"	0.15	4.55	0.95	9.10	1/2"	0.15	0.80	0.20	1.20			
hf= 3m	3.00 x 3.00 m	5/8"	0.10	3.55	0.25	4.05	5/8"	0.10	4.55	0.95	9.10	1/2"	0.10	0.80	0.20	1.20			
hf= 4m	3.00 x 3.00 m	5/8"	0.10	3.55	0.25	4.05	5/8"	0.10	4.55	0.95	9.10	1/2"	0.10	0.80	0.20	1.20			
hf= 5m	3.00 x 3.00 m	5/8"	0.10	3.55	0.25	4.05	5/8"	0.10	4.55	0.95	9.10	1/2"	0.10	0.80	0.20	1.20			
hf= 1m	2.50 x 2.50 m	1/2"	0.15	2.95	0.25	3.45	1/2"	0.15	3.90	0.95	7.80	1/2"	0.15	0.65	0.20	1.05			
hf= 2m	2.50 x 2.50 m	1/2"	0.15	2.95	0.25	3.45	1/2"	0.15	3.90	0.95	7.80	1/2"	0.15	0.65	0.20	1.05			
hf= 3m	2.50 x 2.50 m	1/2"	0.13	2.95	0.25	3.45	1/2"	0.13	3.90	0.95	7.80	1/2"	0.13	0.65	0.20	1.05			
hf= 4m	2.50 x 2.50 m	1/2"	0.13	2.95	0.25	3.45	1/2"	0.13	3.90	0.95	7.80	1/2"	0.13	0.65	0.20	1.05			
hf= 5m	2.50 x 2.50 m	1/2"	0.10	2.95	0.25	3.45	1/2"	0.10	3.90	0.95	7.80	1/2"	0.10	0.65	0.20	1.05			



BOX CULVERT DE SECCIÓN CUADRADA

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		BOX CULVERT CON RELLENO DE ALTURA $0 < h_r < 1m$, CUADRO DE DESPIECE BOX CULVERT														
		Varilla A					Varilla B					Varilla C				
		Ø	s	l ₁	g ₁	LT	Ø	Separ	l ₂	g ₂	LT	Ø	Separ	l ₃	g ₃	LT
hf = 0m	1.00 x 1.00 m	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.20	2.10	0.75	4.20	3/8"	0.20	0.50	0.15	0.80
hf = 0m	1.50 x 1.50 m	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.15	2.60	0.75	5.20	3/8"	0.15	0.50	0.15	0.80
hf = 0m	2.00 x 2.00 m	1/2"	0.15	2.45	0.20	2.85	1/2"	0.15	3.20	0.75	6.40	3/8"	0.15	0.65	0.15	0.95
hf = 0m	2.50 x 2.50 m	5/8"	0.15	2.95	0.25	3.45	5/8"	0.15	3.90	0.95	7.80	1/2"	0.15	0.65	0.20	1.05
hf = 0m	3.00 x 3.00 m	5/8"	0.10	3.60	0.25	4.10	5/8"	0.10	4.55	0.95	9.10	1/2"	0.10	0.80	0.20	1.20

REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS																
		Varilla R					Varilla S					Varilla T	Varilla U	Varilla V				
		Ø	s	l ₁₇	g ₁₇	LT	Ø	s	l ₁₈	g ₁₈	LT	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	
1.00 x 1.00 m	hf = 0m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"
	hf = 1m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"
	hf = 2m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"
	hf = 3m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"
	hf = 4m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"
	hf = 5m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"	0.20	14.00	3/8"

REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS																
		Varilla R					Varilla S					Varilla T	Varilla U	Varilla V				
		Ø	s	l ₁₇	g ₁₇	LT	Ø	s	l ₁₈	g ₁₈	LT	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	
1.50 x 1.00 m	hf = 0m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"
	hf = 1m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"
	hf = 2m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"
	hf = 3m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"
	hf = 4m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"
	hf = 5m	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.60	0.20	1.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"



DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT	REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS																			
	PROFUNDIDAD DE RELLENO			Varilla R			Varilla S			Varilla T			Varilla U			Varilla V				
	Ø	s	l ₁₇	g ₁₇	LT	Ø	s	l ₁₈	g ₁₈	LT	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	
1.50 x 1.50 m	hf = 0m	1/2"	0.20	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.20	1.00	0.20	1.40	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	30.00
	hf = 1m	1/2"	0.20	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.20	1.00	0.20	1.40	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	30.00
	hf = 2m	1/2"	0.20	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.20	1.00	0.20	1.40	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	30.00
	hf = 3m	1/2"	0.20	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.20	1.00	0.20	1.40	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	30.00
	hf = 4m	1/2"	0.20	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.20	1.00	0.20	1.40	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	30.00
	hf = 5m	1/2"	0.20	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.20	1.00	0.20	1.40	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	19.00	3/8"	0.20	30.00

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT	REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS																			
	PROFUNDIDAD DE RELLENO			Varilla R			Varilla S			Varilla T			Varilla U			Varilla V				
	Ø	s	l ₁₇	g ₁₇	LT	Ø	s	l ₁₈	g ₁₈	LT	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	
2.00 x 2.00 m	hf = 0m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	54.00
	hf = 1m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	54.00
	hf = 2m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	54.00
	hf = 3m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	54.00
	hf = 4m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	54.00
	hf = 5m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	33.00	3/8"	0.15	54.00

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT	REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS																			
	PROFUNDIDAD DE RELLENO			Varilla R			Varilla S			Varilla T			Varilla U			Varilla V				
	Ø	s	l ₁₇	g ₁₇	LT	Ø	s	l ₁₈	g ₁₈	LT	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	
2.50 x 2.00 m	hf = 0m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	54.00
	hf = 1m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	54.00
	hf = 2m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	54.00
	hf = 3m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	54.00
	hf = 4m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	54.00
	hf = 5m	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25	1/2"	0.15	1.55	0.20	1.95	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	54.00



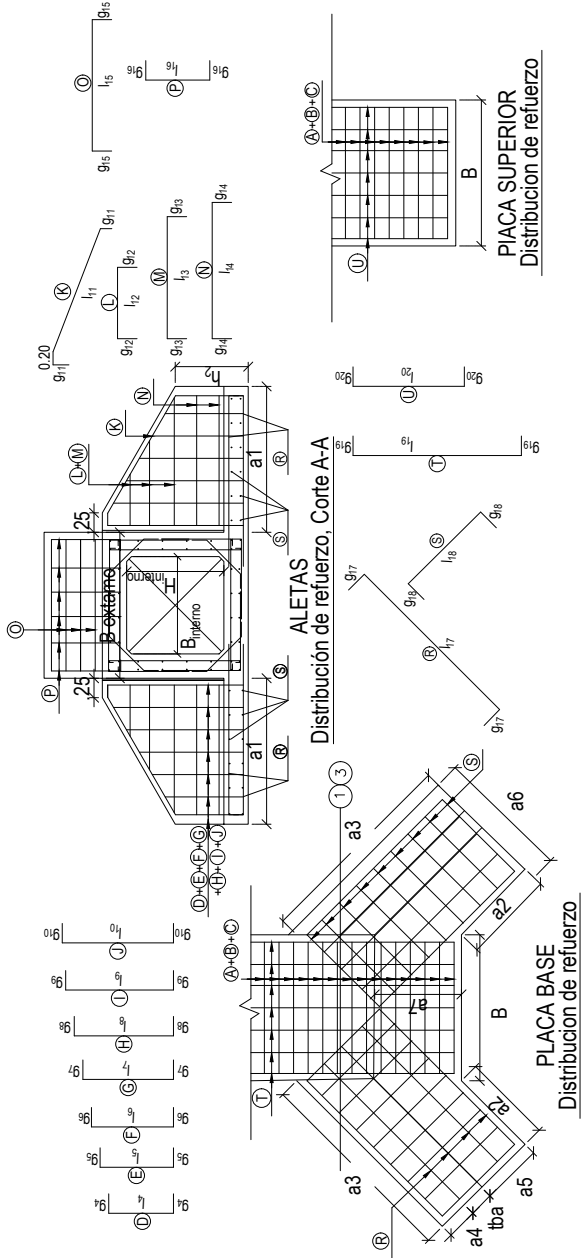
DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS																		
		Varilla R			Varilla S						Varilla T			Varilla U			Varilla V			
		Ø	s	l ₁₇	g ₁₇	LT	Ø	s	l ₁₈	g ₁₈	LT	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.
2.50 x 2.50 m	hf = 0m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.30	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00
	hf = 1m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.30	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00
	hf = 2m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.30	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00
	hf = 3m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.30	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00
	hf = 4m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.30	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00
	hf = 5m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.30	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00	1/2"	0.15	40.00

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		REFUERZO PLACA BASE, PLACA SUPERIOR Y MUROS																		
		Varilla R			Varilla S						Varilla T			Varilla U			Varilla V			
		Ø	s	l ₁₇	g ₁₇	LT	Ø	s	l ₁₈	g ₁₈	LT	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.	Ø	s	Cant.
3.00 x 3.00 m	hf = 0m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.30	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00
	hf = 1m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.30	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00
	hf = 2m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.30	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00
	hf = 3m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.30	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00
	hf = 4m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.30	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00
	hf = 5m	1/2"	0.15	3.25	0.20	3.65	1/2"	0.15	1.85	0.20	2.30	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00	1/2"	0.15	48.00

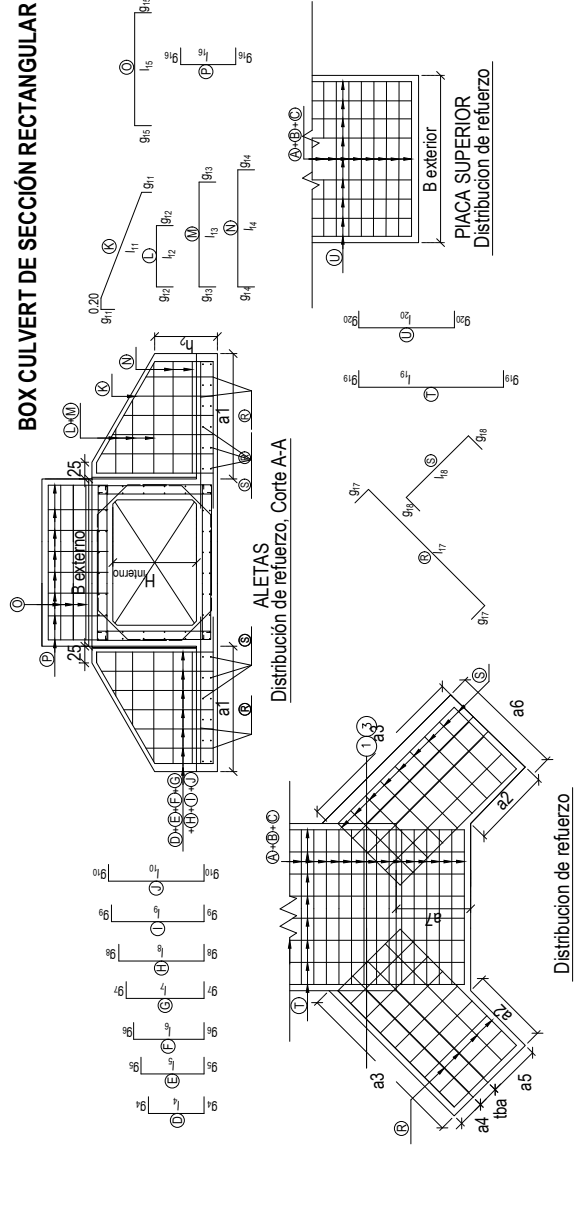
DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT		REFUERZO GUARDA RUEDAS											
		Varilla P box, relleno h=1.0m a 5.0m											
		Ø	s	l ₁₅	g ₁₅	LT	Ø	Separ	l ₁₆	g ₁₆	LT	Ø	LT
1.00 x 1.00 m	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.20	0.50	0.20	0.9	0.9	0.9	
1.50 x 1.00 m	1/2"	0.20	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.20	0.50	0.20	0.9	0.9	0.9	
1.50 x 1.50 m	1/2"	0.20	1.85	0.20	2.25	1/2"	0.20	0.50	0.20	0.9	0.9	0.9	
2.00 x 2.00 m	1/2"	0.15	2.45	0.20	2.85	1/2"	0.15	0.55	0.20	0.95	0.95	0.95	
2.50 x 2.00 m	1/2"	0.15	2.95	0.20	3.35	1/2"	0.15	0.55	0.20	0.95	0.95	0.95	
2.50 x 2.50 m	1/2"	0.15	2.95	0.20	3.35	1/2"	0.15	0.55	0.20	0.95	0.95	0.95	
3.00 x 3.00 m	1/2"	0.15	3.55	0.20	3.95	1/2"	0.15	0.60	0.20	1.00	1.00	1.00	



BOX CULVERT DE SECCIÓN CUADRADA



BOX CULVERT DE SECCIÓN RECTANGULAR



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VÍAS DE
LA RED TERCIARIA Y FÉRREA

BOX CULVERT

DETALLE DEL REFUERZO

Fecha: DICIEMBRE 2017

Plano: BOX 12 DE 14

BOX CULVERT DE SECCIÓN CUADRADA

REFUERZO ALETAS

PROFUNDIDAD DE RELLENO EN INTERVALOS DE 1m	DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT										DIMENSIONES DEL BOX CULVERT																			
	Vanilla D		Vanilla E		Vanilla F		Vanilla G		Vanilla H		Vanilla I		Vanilla J		Vanilla K		Vanilla L		Vanilla M		Vanilla N									
	Ø	s	l ₄	g ₄	LT	Ø	s	l ₅	g ₅	LT	Ø	s	l ₆	g ₆	LT	Ø	s	l ₇	g ₇	LT	Ø	s	l ₈	g ₈	LT	Ø	s	l ₉	g ₉	LT
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.20	0.65	0.20	1.05	1/2"	0.20	0.75	0.20	1.15	1/2"	0.20	0.85	0.20	1.25	1/2"	0.20	0.95	0.20	1.35	1/2"	0.20	1.05	0.20	1.45	1/2"	0.20	1.15	0.20	1.55
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.20	0.65	0.20	1.05	1/2"	0.20	0.75	0.20	1.15	1/2"	0.20	0.85	0.20	1.25	1/2"	0.20	0.95	0.20	1.35	1/2"	0.20	1.05	0.20	1.45	1/2"	0.20	1.15	0.20	1.55
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.20	0.90	0.20	1.30	1/2"	0.20	1.05	0.20	1.45	1/2"	0.20	1.20	0.20	1.60	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	1.65	0.20	2.05
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	1.20	0.20	1.60	1/2"	0.15	1.40	0.20	1.80	1/2"	0.15	1.60	0.20	2.00	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.20	1/2"	0.15	2.00	0.20	2.40	1/2"	0.15	2.20	0.20	2.60
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	1.20	0.20	1.60	1/2"	0.15	1.40	0.20	1.80	1/2"	0.15	1.60	0.20	2.00	1/2"	0.15	1.80	0.20	2.20	1/2"	0.15	2.00	0.20	2.40	1/2"	0.15	2.20	0.20	2.60
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	1.40	0.20	1.80	1/2"	0.15	1.65	0.20	2.05	1/2"	0.15	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.15	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.15	2.40	0.20	2.80	1/2"	0.15	2.65	0.20	3.05
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	1.70	0.20	2.10	1/2"	0.15	2.00	0.20	2.40	1/2"	0.15	2.30	0.20	2.70	1/2"	0.15	2.60	0.20	3.00	1/2"	0.15	2.90	0.20	3.30	1/2"	0.15	3.20	0.20	3.60
RELLENO EN INTERVALOS DE 1m	Vanilla J		Vanilla K		Vanilla L		Vanilla M		Vanilla N																					
	Ø	s	h ₁₀	g ₁₀	LT	Ø	s	h ₁₁	g ₁₁	LT	Ø	s	h ₁₂	g ₁₂	LT	Ø	s	h ₁₃	g ₁₃	LT	Ø	s	h ₁₄	g ₁₄	LT					
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.20	1.40	0.20	1.80	1/2"	0.20	1.30	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.55	0.20	0.95	1/2"	0.20	1.15	0.20	1.55	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75					
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.20	1.40	0.20	1.80	1/2"	0.20	1.30	0.20	1.90	1/2"	0.20	0.55	0.20	0.95	1/2"	0.20	1.15	0.20	1.55	1/2"	0.20	1.35	0.20	1.75					
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.20	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.20	1.85	0.20	2.45	1/2"	0.20	0.75	0.20	1.15	1/2"	0.20	1.50	0.20	1.90	1/2"	0.20	1.85	0.20	2.25					
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	2.50	0.20	2.90	1/2"	0.15	2.50	0.20	3.10	1/2"	0.15	0.95	0.20	1.35	1/2"	0.15	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.15	2.45	0.20	2.85					
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	2.50	0.20	2.90	1/2"	0.15	2.50	0.20	3.10	1/2"	0.15	0.95	0.20	1.35	1/2"	0.15	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.15	2.45	0.20	2.85					
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	3.00	0.20	3.40	1/2"	0.15	3.00	0.20	3.75	1/2"	0.15	1.05	0.20	1.45	1/2"	0.15	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25					
hf=0.0m-5.0m	1/2"	0.15	3.65	0.20	4.05	1/2"	0.15	3.15	0.20	3.75	1/2"	0.15	1.05	0.20	1.45	1/2"	0.15	2.15	0.20	2.55	1/2"	0.15	2.85	0.20	3.25					

Nota: Las profundidades de relleno se deben tomar para alturas de 1,2,3,4 y 5m



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA

BOX CULVERT

DETALLE DEL REFUERZO

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: BOX 13 DE 14

Cantidades de obra para box culvert con relleno

ESPOSOR DE RELLENO	DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT	TOTAL ACERO kg/m VARILLAS A,B,C,T,U,V			TOTAL kg/ml
		3/8"	1/2"	5/8"	
hr= 1m	1.00 x 1.00 m	35.28	118.29	--	153.57
hr= 2m	1.00 x 1.00 m	33.49	94.63	--	128.12
hr= 3m	1.00 x 1.00 m	33.49	94.63	--	128.12
hr= 4m	1.00 x 1.00 m	35.28	118.29	--	153.57
hr= 5m	1.00 x 1.00 m	35.28	118.29	--	153.57
hr= 1m	1.50 x 1.50 m	49.47	197.57	--	247.04
hr= 2m	1.50 x 1.50 m	49.47	197.57	--	247.04
hr= 3m	1.50 x 1.50 m	49.47	197.57	--	247.04
hr= 4m	1.50 x 1.50 m	49.47	197.57	--	247.04
hr= 5m	1.50 x 1.50 m	51.30	227.79	--	279.09
hr= 1m	2.00 x 2.00 m	80.63	245.31	--	325.94
hr= 2m	2.00 x 2.00 m	80.63	245.31	--	325.94
hr= 3m	2.00 x 2.00 m	84.16	306.36	--	390.53
hr= 4m	2.00 x 2.00 m	84.16	306.36	--	390.53
hr= 5m	2.00 x 2.00 m	87.72	367.78	--	455.50
hr= 1m	3.00 x 3.00 m	--	205.46	544.51	749.96
hr= 2m	3.00 x 3.00 m	--	205.46	544.51	749.96
hr= 3m	3.00 x 3.00 m	--	221.34	816.35	1037.70
hr= 4m	3.00 x 3.00 m	--	221.34	816.35	1037.70
hr= 5m	3.00 x 3.00 m	--	221.34	816.35	1037.70
hr= 1m	1.50 x 1.00 m	43.87	184.31	--	228.18
hr= 2m	1.50 x 1.00 m	41.88	153.64	--	195.52
hr= 3m	1.50 x 1.00 m	43.87	184.31	--	228.18
hr= 4m	1.50 x 1.00 m	43.87	184.31	--	228.18
hr= 5m	1.50 x 1.00 m	44.71	197.30	--	242.01
hr= 1m	2.50 x 2.00 m	--	159.05	445.13	604.18
hr= 2m	2.50 x 2.00 m	--	159.05	424.43	583.48
hr= 3m	2.50 x 2.00 m	--	159.05	424.43	583.48
hr= 4m	2.50 x 2.00 m	--	163.31	489.33	652.64
hr= 5m	2.50 x 2.00 m	--	163.31	541.84	705.15
hr= 1m	2.50 x 2.50 m	--	172.33	465.83	638.17
hr= 2m	2.50 x 2.50 m	--	172.33	465.83	638.17
hr= 3m	2.50 x 2.50 m	--	176.59	537.07	713.66
hr= 4m	2.50 x 2.50 m	--	176.59	537.07	713.66
hr= 5m	2.50 x 2.50 m	--	186.24	698.40	884.64

Cantidades de obra para aletas y placa solera

Box culvert -aletas hf= 0-5 m	Total refuerzo kg 5/8"	Total refuerzo kg 1/2"	Total refuerzo kg 3/8"	Total kg
1.00 x 1.00 m	--	364.53	37.51	402.04
1.50 x 1.00 m	--	364.53	37.51	402.04
1.50 x 1.50 m	--	640.80	58.23	699.03
2.00 x 2.00 m	--	1373.17	111.27	1484.45
2.50 x 2.00 m	--	1373.17	111.27	1484.45
2.50 x 2.50 m	278.43	1831.83	33.39	2143.65
3.00 x 3.00 m	326.85	2065.67	36.91	2429.44

*Las cantidades de materiales incluyen 4 aletas y dos placa solera

Cantidades de obra para guarda rueda

DIMENSIONES INTERNAS DEL BOX CULVERT	Cantidad de acero 3/8" (kg)	Cantidad de acero 1/2" (kg)	Cantidad de acero 5/8" (kg)	Total kg
1.00 x 1.00 m	--	38.07	--	38.07
1.50 x 1.00 m	--	50.99	--	50.99
1.50 x 1.50 m	--	50.99	--	50.99
2.00 x 2.00 m	--	95.69	--	95.69
2.50 x 2.00 m	--	114.24	--	114.24
2.50 x 2.50 m	--	114.24	--	114.24
3.00 x 3.00 m	--	146.45	--	146.45

Cantidades de obra para box culvert sin relleno

Box culvert	Total refuerzo kg 5/8"	Total refuerzo kg 1/2"	Total refuerzo kg 3/8"	Total kg
1.00 x 1.00 m	--	118.29	45.81	164.09
1.50 x 1.00 m	--	171.05	56.64	227.69
1.50 x 1.50 m	--	197.57	64.48	262.05
2.00 x 2.00 m	424.43	245.31	107.21	352.52
2.50 x 2.00 m	465.83	230.13	--	635.96
3.00 x 3.00 m	819.46	290.80	--	1110.25

Nota: Las anteriores cantidades no incluyen desperdicios ni longitud de traslapeo y deberán ser verificadas por el constructor



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA

BOX CULVERT

CANTIDADES DE ACERO

Fecha: DICIEMBRE 2017

Plano: BOX 14 DE 14

A photograph of a concrete drainage structure, likely a manhole or catchment, set in a grassy field. The structure is a trapezoidal concrete wall with a circular opening in the center. The background shows a line of trees and a cloudy sky. The text 'CAPÍTULO 5' and 'OBRAS DE DRENAJE' is overlaid on the image.

CAPÍTULO 5
OBRAS DE DRENAJE

5 OBRAS DE DRENAJE

Este capítulo presenta los esquemas típicos de las obras de drenaje tipo cuneta, filtros y alcantarillas circulares sencillas, obras que como mínimo se deben considerar durante el diseño de la corona de la calzada de una carretera de la red terciaria a cargo del Instituto Nacional de Vías de tal manera que con el adecuado manejo de la escorrentía superficial y el flujo subsuperficial se asegure la vida útil y el estado de conservación de la misma. Aunque obras complementarias como zanjas de coronación y estructuras o gradas disipadoras de energía constituyen elementos de drenaje que requieren ser considerados en el diseño vial, estas obras no hacen parte de este documento; sin embargo, se pueden consultar en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS, 2009

Se resalta que el Manual de Drenaje para Carreteras, en sus Capítulos 4 “Drenaje Superficial” y 5 “Drenaje Subsuperficial”, para cada uno de los elementos de drenaje que hacen parte integral de la calzada de una carretera, presenta tanto los criterios hidrológicos e hidráulicos de diseño como las metodologías convencionales que se deben considerar a la hora de desarrollar un proyecto de drenaje vial.

Los elementos de drenaje considerados corresponden a:

Cunetas: En un corredor de la red terciaria corresponde al elemento longitudinal de drenaje de la corona con ancho de calzada hasta de 6.0 m, y que de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico, 2008, Tabla 5.4, dependiendo del tipo de terreno y de la velocidad de diseño se debe proyectar como berma – cuneta con anchos que oscilan entre 0,50 a 1,0 m.

Los aspectos relacionados para su diseño como localización, caudal de diseño, tipos de sección, seguridad vial, descole, etc., y el desarrollo de un ejemplo se presentan en el numeral 4.2 del Manual de Drenaje para carreteras.

Durante la etapa de construcción para cunetas revestidas en concreto se debe considerar en un todo el artículo 671-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, 2013.

Filtros: Corresponde al elemento encargado de captar, controlar y evacuar las aguas provenientes a nivel subsuperficial por la presencia de niveles freáticos altos o por infiltración ya sea a través del pavimento, afirmado o de los suelos de las laderas adyacentes en un tramo de la vía considerada. Esencialmente, está compuesto por un medio filtrante y otro drenante.

Los aspectos relacionados para su diseño como localización, caudal de diseño, tipos de sección, se presentan a través del Capítulo 5 del Manual de Drenaje.

Durante su construcción se debe considerar en un todo el artículo 673-13 “Subdrenes con Geotextil y Material Granular de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, 2013.

Alcantarillas circulares: En su forma más elemental de un solo tubo de dimensión mínima de 36" (0,90 m), corresponde al elemento de drenaje transversal tipo poceta – aleta encargado de recolectar y evacuar a través de la estructura de vía la escorrentía de origen superficial y subsuperficial aportante por las cunetas y/o filtros o en su configuración aleta – aleta que permite además de recibir y evacuar los aportes anteriores a dar continuidad de cauces con flujos tipo intermitentes o efímeros, limitando su capacidad hidráulica hasta valores de caudales del orden 1,2 m³/s bajo condiciones de pendiente del 2 %, la cual es usual en este tipo de estructura.

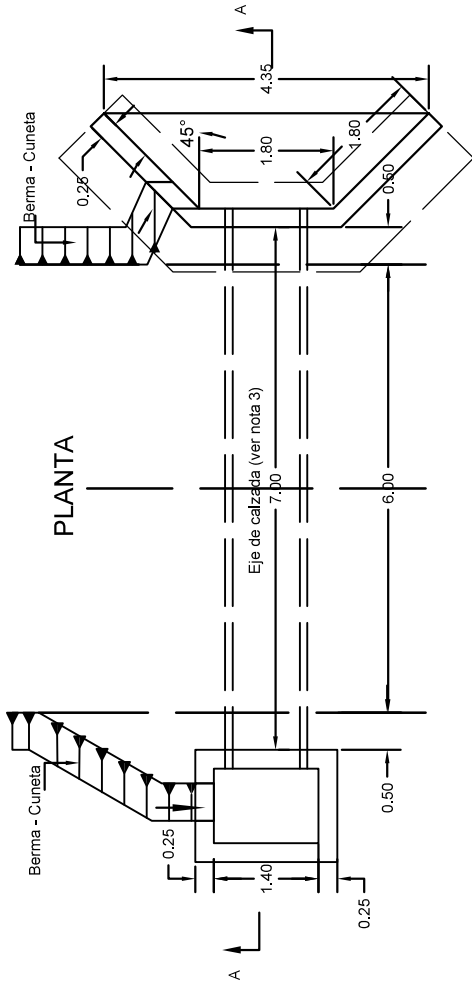
La profundidad mínima de instalación de la tubería deberá satisfacer los requerimientos geotécnicos de la cimentación y estructurales del tipo de tubería seleccionada durante y después de la construcción.

En el numeral 4.4 del Manual de Drenaje para Carreteras se desarrolla todos los aspectos a ser considerados para su diseño.

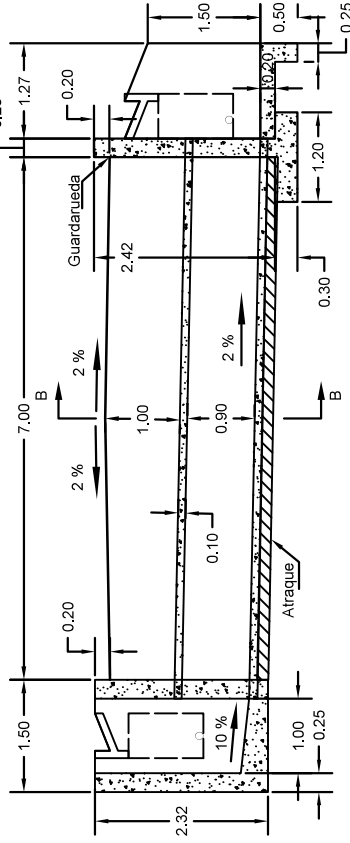
Desde el punto de vista seguridad vial de ser posible por las condiciones locales de la topografía del terreno, los muros cabezales en el caso de la configuración aleta – aleta y/o de poceta – aleta se podrían localizar lo más alejados del borde externo de la calzada, siempre y cuando no se excedan los límites del derecho de vía ni que esta prolongación afecte el presupuesto de la obra.

Durante la etapa de construcción de las alcantarillas se deben considerar en un todo las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, 2013 y de manera particular los artículos 600-13, 610-13, 630-13, 640-13 y las relacionadas con el tipo de tubería artículos 661-13, 662-13 y 663-13.

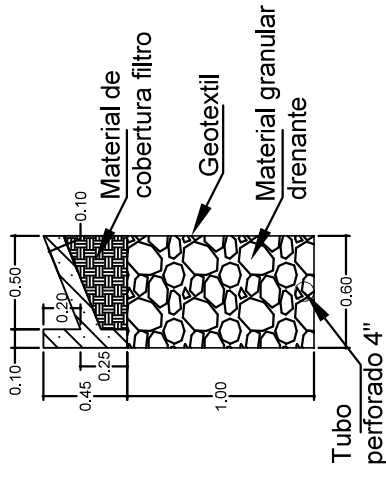
Considerando los anteriores elementos como los más esenciales para el drenaje de una vía terciaria, en los siguientes planos se presenta los esquemas típicos para una alcantarilla con muros y tubería en concreto reforzado, cuneta y filtro. Las dimensiones que se señalan, toman en consideración los valores mínimos que en materia de diseño geométrico e hidráulico han sido establecidas en los diferentes Manuales del Instituto Nacional de Vías, por tal razón corresponden a modelos que pueden ser modificados dependiendo de las particularidades de cada proyecto y de las condiciones locales asociadas a la topografía, estabilidad del suelo, volúmenes de escorrentía a evacuar, tipo de encole o de descole, criterios de seguridad vial, cimentación del tipo de tubería seleccionada, etc.



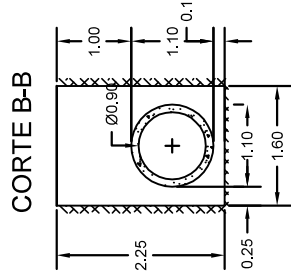
PLANTA



CORTE A-A



DETALLE BERMA/CUNETETA - FILTRO



CORTE B-B

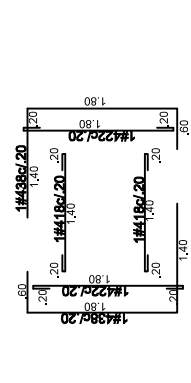
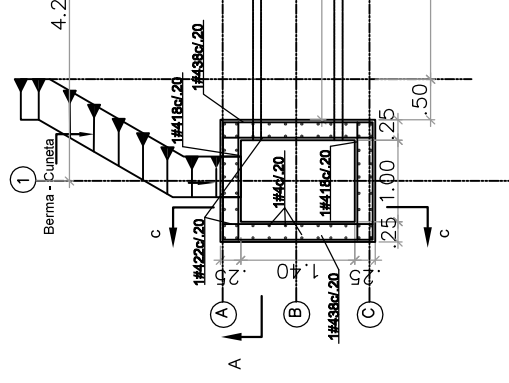
Notas:

1. El recubrimiento de la tubería medido en el eje de la calzada desde el nivel de rasante a la cota clave del tubo es de 1.0 m.
2. Se debe cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, 2013.
3. La distancia mínima entre guardarruedas corresponde al ancho de calzada más berma para vías terciarias definidos en las Tablas 5.2 y 5.4 del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, 2008, a excepción de las condiciones de terreno plano y ondulado para velocidad de 40 km/h. Sin embargo, por razones de seguridad vial esta distancia puede ser mayor, siempre y cuando se localice dentro del derecho de vía.
4. Unidades en metros a menos que se indique otra unidad.
5. Las dimensiones corresponden a un modelo para una pendiente del cuerpo de obra igual al 2 % y podrán ser variadas a juicio del Interventor previo diseño fundamentado en las condiciones locales asociadas a la topografía, estabilidad del suelo, etc.
6. La tipología de la berma-cuneta en concreto y del filtro corresponde a un diseño típico que depende de variables como la pendiente, caudal, localización del nivel freático, etc. Por lo tanto, sus formas y dimensiones deberán corresponder a las particularidades técnicas de cada proyecto.
7. El filtro se implementará en aquellas vías que por requerimientos geotécnicos resulte necesario.
8. Ver refuerzo en los Planos No. DR 2 y DR 3.

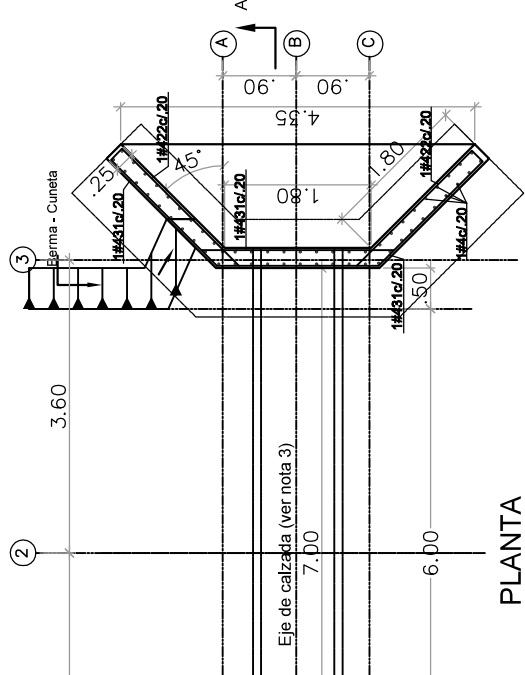
Item	Unidad	Cantidad
Excavación	m ³	44.0
Relleno	m ³	21.0
Tubería D = 36"	ml	7.5
Concreto estructural	m ³	10.4
Acero	Kg	1030.0
Acero cuneta	kg/ml	12.9
Concreto cuneta	m ² /ml	0.1
Filtro (excavación)	m ² /ml	0.6
Filtro (relleno)	m ² /ml	0.6
Tubería de 4"	m/ml	1.0
Geotextil NT	m ² /ml	3.5

Notas: Cantidades aproximadas

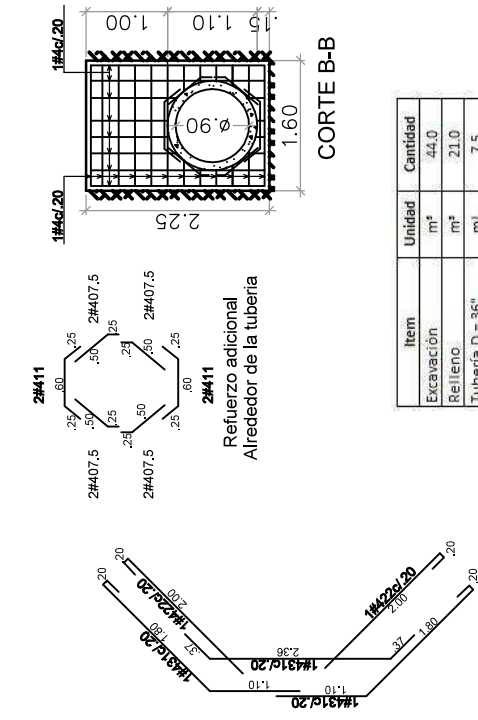




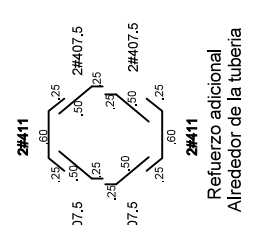
DETALLE BERMA/CUNETETA - FILTRO



PLANTA



CORTE B-B



Refuerzo adicional
Alrededor de la tubería

Item	Unidad	Cantidad
Excavación	m ²	44.0
Relleno	m ³	21.0
Tubería D = 36"	ml	7.5
Concreto estructural	m ³	10.4
Acero	Kg	1030.0
Acero cuneta	kg/ml	12.9
Concreto cuneta	m ² /ml	0.1
Filtro (excavación)	m ² /ml	0.6
Filtro (relleno)	m ² /ml	0.6
Tubería de 4"	m/ml	1.0
Geotextil NT	m ² /ml	3.5

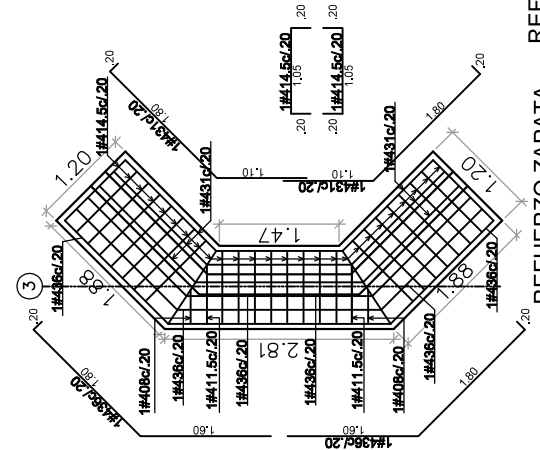
Notas: Cantidades aproximadas

NOMENCLATURA:

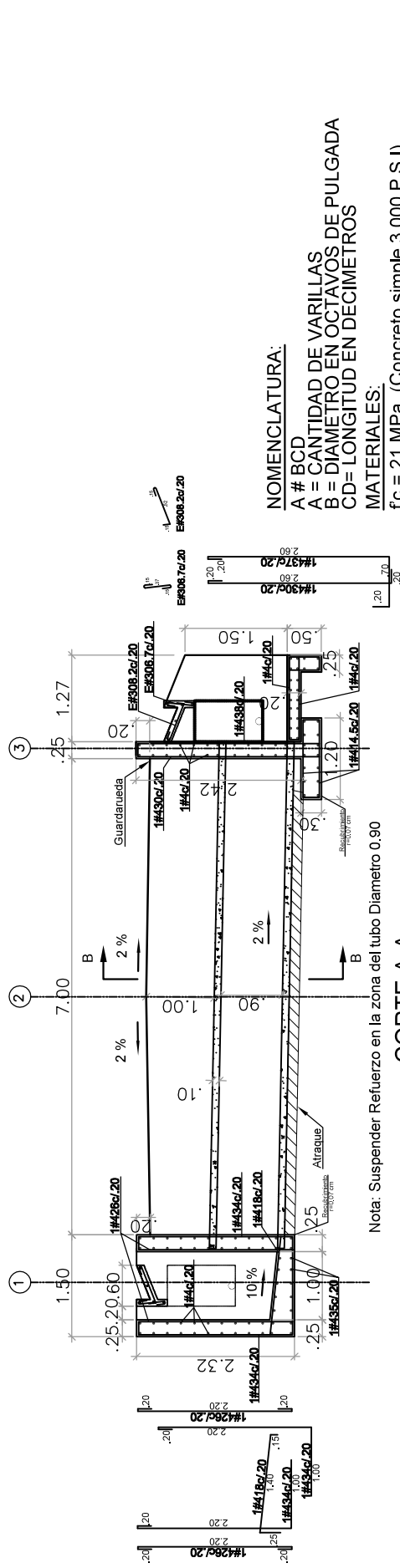
- A # BCD
- A = CANTIDAD DE VARILLAS
- B = DIAMETRO EN OCTAVOS DE PULGADA
- CD= LONGITUD EN DECIMETROS

MATERIALES:

f_c = 21 MPa (Concreto simple 3.000 P.S.I)
 f_y = 420 MPa (60.000 P.S.I. (# 3 y mayores)
 Peso unitario del relleno promedio= 2.0 kg/cm³
 Factores de seguridad: Deslizamiento=1.5 Volcamiento=2.0
 NOTA: Cuando cualquiera de los parametros considerados supere los valores aqui mencionados, el diseno debera tratarse como particular.



REFUERZO ZAPATA REFUERZO PLACA CONTRA EROSION

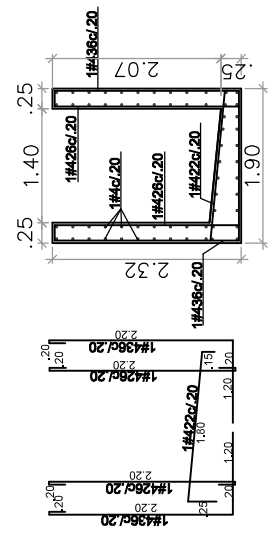


NOMENCLATURA:
 A # BCD
 A = CANTIDAD DE VARILLAS
 B = DIAMETRO EN OCTAVOS DE PULGADA
 CD= LONGITUD EN DECIMETROS

MATERIALES:
 $f_c = 21 \text{ MPa}$ (Concreto simple 3.000 P.S.I)
 $f_y = 420 \text{ MPa}$ (60.000 P.S.I.# 3 y mayores)
 Peso unitario del relleno promedio= 2.0 kg/cm³
 Factores de seguridad: Deslizamiento=1.5 Volcamiento=2.0
 NOTA: Cuando cualquiera de los parametros considerados supere los valores aqui mencionados, el diseño debera tratarse como particular.

Nota: Suspender Refuerzo en la zona del tubo Diámetro 0.90

CORTE A-A



CORTE C-C

Notas:

1. El recubrimiento de la tubería medido en el eje de la calzada desde el nivel de rasante a la cota clave del tubo es de 1.0 m.
2. Se debe cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, 2013.
3. La distancia mínima entre guardarruedas corresponde al ancho de calzada más bermas para vías terciarias definidos en las Tablas 5.2 y 5.4 del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, 2008, a excepción de las condiciones de terreno plano y ondulado para velocidad de 40 km/h. Sin embargo, por razones de seguridad vial esta distancia puede ser mayor, siempre y cuando se localice dentro del derecho de vía.
4. Unidades en metros a menos que se indique otra unidad.
5. Las dimensiones corresponden a un modelo para una pendiente del cuerpo de obra igual al 2 % y podrán ser variadas a juicio del Interventor previo diseño fundamentado en las condiciones locales asociadas a la topografía, estabilidad del suelo, etc.
6. La tipología de la bermas-cuneta en concreto y del filtro corresponde a un diseño típico que depende de variables como la pendiente, caudal, localización del nivel freático, etc. Por lo tanto, sus formas y dimensiones deberán corresponder a las particularidades técnicas de cada proyecto.
7. El filtro se implementará en aquellas vías que por requerimientos geotécnicos resulte necesario.
8. Ver refuerzo en el Plano No. DR 2 de 6 y DR 3 de 6



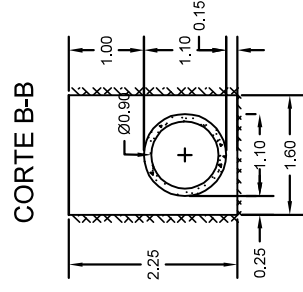
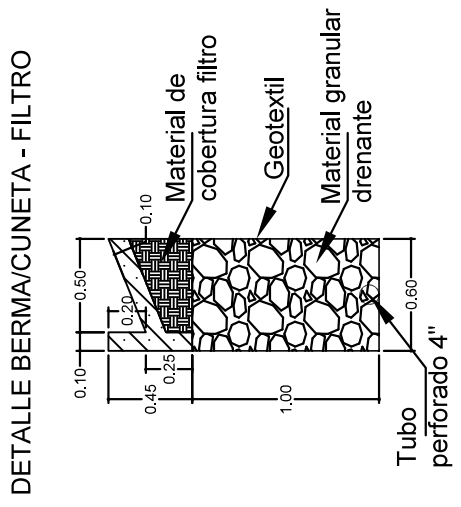
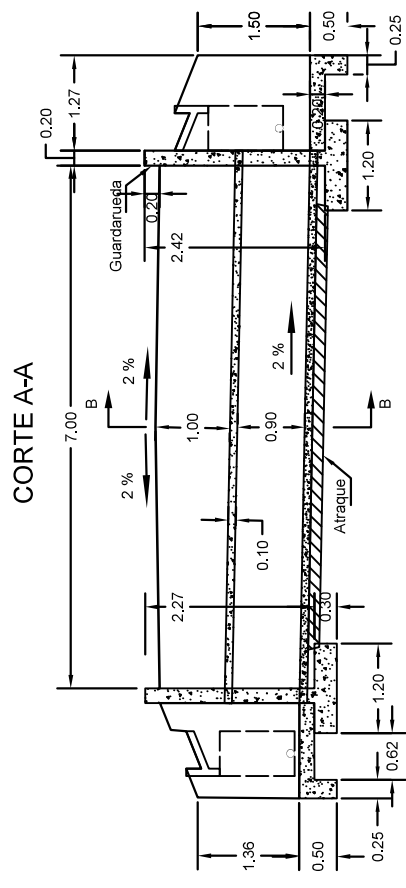
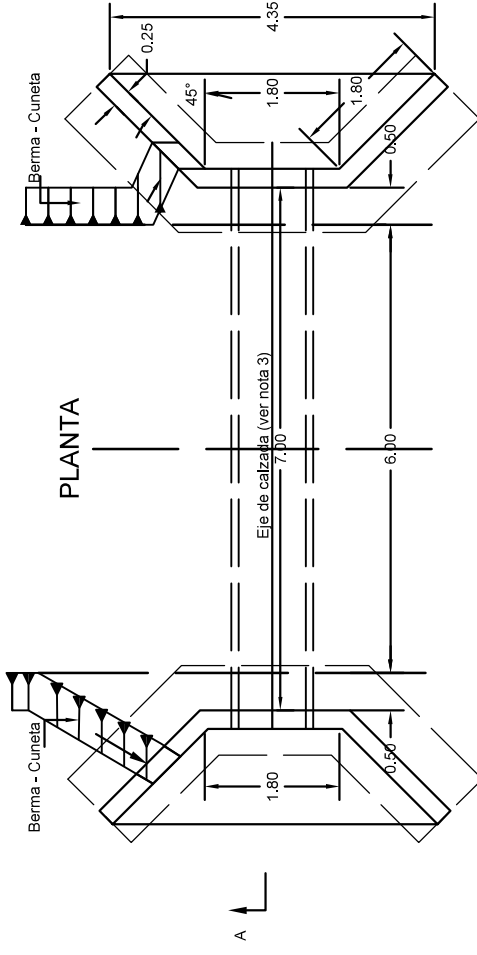
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
 Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA

ALCANTARILLA CON MUROS EN CONCRETO REFORZADO POCETA-ALETA

Contenido:
 DETALLE REFUERZO

Fecha: Agosto 2016
Plano: DR 3 de 6

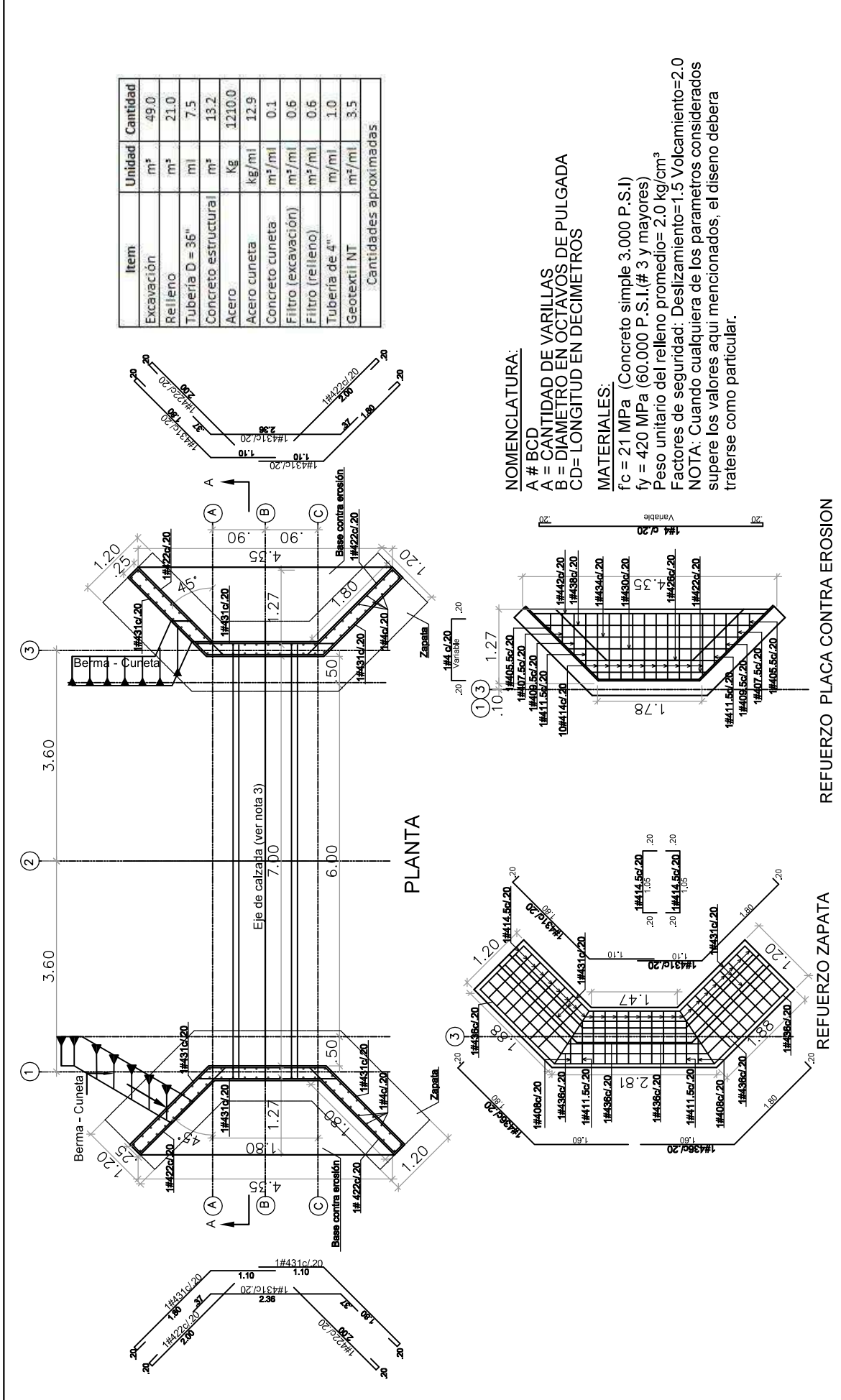


Item	Unidad	Cantidad
Excavación	m ³	49.0
Relleno	m ³	21.0
Tubería D = 36"	ml	7.5
Concreto estructural	m ³	13.2
Acero	Kg	1210.0
Acero cuneta	kg/ml	12.9
Concreto cuneta	m ² /ml	0.1
Filtro (excavación)	m ² /ml	0.6
Filtro (relleno)	m ² /ml	0.6
Tubería de 4"	m/ml	1.0
Geotextil NT	m ² /ml	3.5

Notas: Cantidades aproximadas

- Notas:**
- El recubrimiento de la tubería medido en el eje de la calzada desde el nivel de rasante a la cota clave del tubo es de 1.0 m.
 - Se debe cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, 2013.
 - La distancia mínima entre guardarruedas corresponde al ancho de calzada más berma para vías terciarias definidos en las Tablas 5.2 y 5.4 del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, 2008, a excepción de las condiciones de terreno plano y ondulado para velocidad de 40 kmh. Sin embargo, por razones de seguridad vial esta distancia puede ser mayor, siempre y cuando se localice dentro del derecho de vía.
 - Unidades en metros a menos que se indique otra unidad.
 - Las dimensiones corresponden a un modelo para una pendiente del cuerpo de obra igual al 2 % y podrán ser variadas a juicio del Interventor previo diseño fundamentado en las condiciones locales asociadas a la topografía, estabilidad del suelo, etc.
 - La tipología de la berma-cuneta en concreto y del filtro corresponde a un diseño típico que depende de variables como la pendiente, caudal, localización del nivel freático, etc. Por lo tanto, sus formas y dimensiones deberán corresponder a las particularidades técnicas de cada proyecto.
 - El filtro se implementará en aquellas vías que por requerimientos geotécnicos resulte necesario.
 - Ver refuerzo en los Planos No. DR 5 y DR 6.





Item	Unidad	Cantidad
Excavación	m ³	49.0
Relleno	m ³	21.0
Tubería D = 36"	ml	7.5
Concreto estructural	m ³	13.2
Acero	kg	1210.0
Acero cuneta	kg/ml	12.9
Concreto cuneta	m ³ /ml	0.1
Filtro (excavación)	m ² /ml	0.6
Filtro (relleno)	m ² /ml	0.6
Tubería de 4"	m/ml	1.0
Geotextil NT	m ² /ml	3.5
Cantidades aproximadas		

NOMENCLATURA:

- A # BCD
- A = CANTIDAD DE VARILLAS
- B = DIAMETRO EN OCTAVOS DE PULGADA
- CD= LONGITUD EN DECIMETROS

MATERIALES:

f_c = 21 MPa (Concreto simple 3,000 P.S.I)
 f_y = 420 MPa (60,000 P.S.I.# 3 y mayores)
 Peso unitario del relleno promedio= 2.0 kg/cm³
 Factores de seguridad: Deslizamiento=1.5 Volcamiento=2.0
 NOTA: Cuando cualquiera de los parametros considerados supere los valores aqui mencionados, el diseno debiera tratarse como particular.



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
 Subdirección de Estudios e Innovación

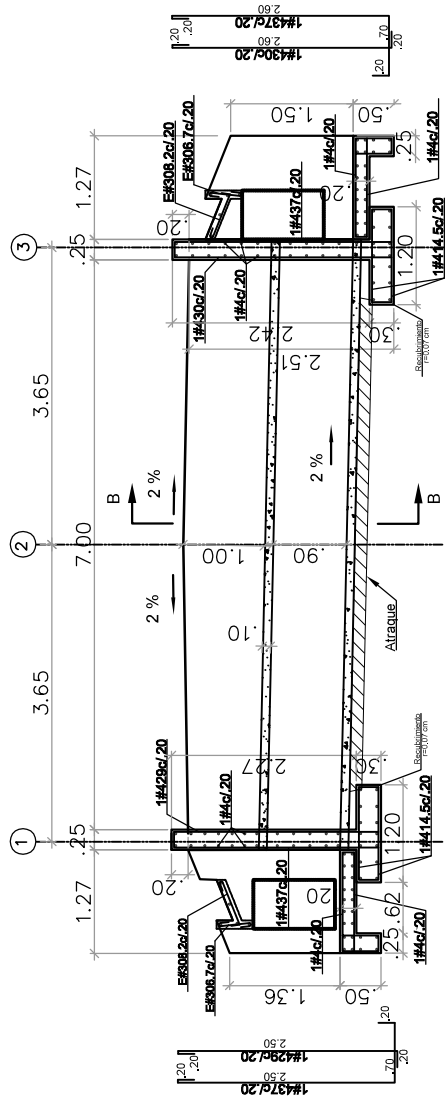
OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FERREA

REFUERZO PLACA CONTRA EROSION

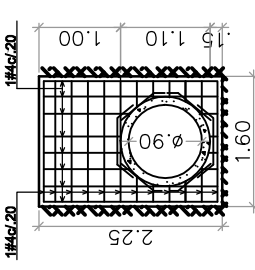
ALCANTARILLA CON MUIROS EN CONCRETO REFORZADO ALETA - ALETA

Contenido: DETALLE REFUERZO

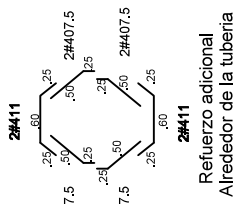
Fecha: Agosto 2016
 Plano: DR 5 de 6



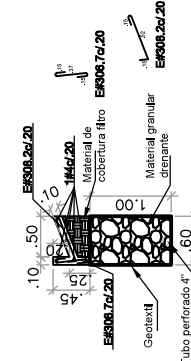
CORTE A-A



CORTE B-B



Reinuerzo adicional Alrededor de la tubería



DETALLE BERMAYCUNETA - FILTRO

NOMENCLATURA:

- A # BCD
- A = CANTIDAD DE VARILLAS
- B = DIAMETRO EN OCTAVOS DE PULGADA
- CD= LONGITUD EN DECIMETROS

MATERIALES:

f_c = 21 MPa (Concreto simple 3.000 P.S.I)
 f_y = 420 MPa (60.000 P.S.I. (# 3 y mayores)
 Peso unitario del relleno promedio= 2.0 kg/cm³
 Factores de seguridad: Deslizamiento=1.5 Volcamiento=2.0
 NOTA: Cuando cualquiera de los parámetros considerados supere los valores aquí mencionados, el diseño deberá tratarse como particular.

Notas:

1. El recubrimiento de la tubería medido en el eje de la calzada desde el nivel de rasante a la cota clave del tubo es de 1.0 m.
2. Se debe cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, 2013.
3. La distancia mínima entre guardarruedas corresponde al ancho de calzada más bermas para vías terciarias definidos en las Tablas 5.2 y 5.4 del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, 2008, a excepción de las condiciones de terreno plano y ondulado para velocidad de 40 km/h. Sin embargo, por razones de seguridad vial esta distancia puede ser mayor, siempre y cuando se localice dentro del derecho de vía.
4. Unidades en metros a menos que se indique otra unidad.
5. Las dimensiones corresponden a un modelo para una pendiente del cuerpo de obra igual al 2 % y podrán ser variadas a juicio del Interventor previo diseño fundamentado en las condiciones locales asociadas a la topografía, estabilidad del suelo, etc.
6. La tipología de la bermaycuneta en concreto y del filtro corresponde a un diseño típico que depende de variables como la pendiente, caudal, localización del nivel freático, etc. Por lo tanto, sus formas y dimensiones deberán corresponder a las particularidades técnicas de cada proyecto.
7. El filtro se implementará en aquellas vías que por requerimientos geotécnicos resulte necesario.
8. Ver refuerzo en el Plano No. DR 5 de 6 y DR 6 de 6.



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
 Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA

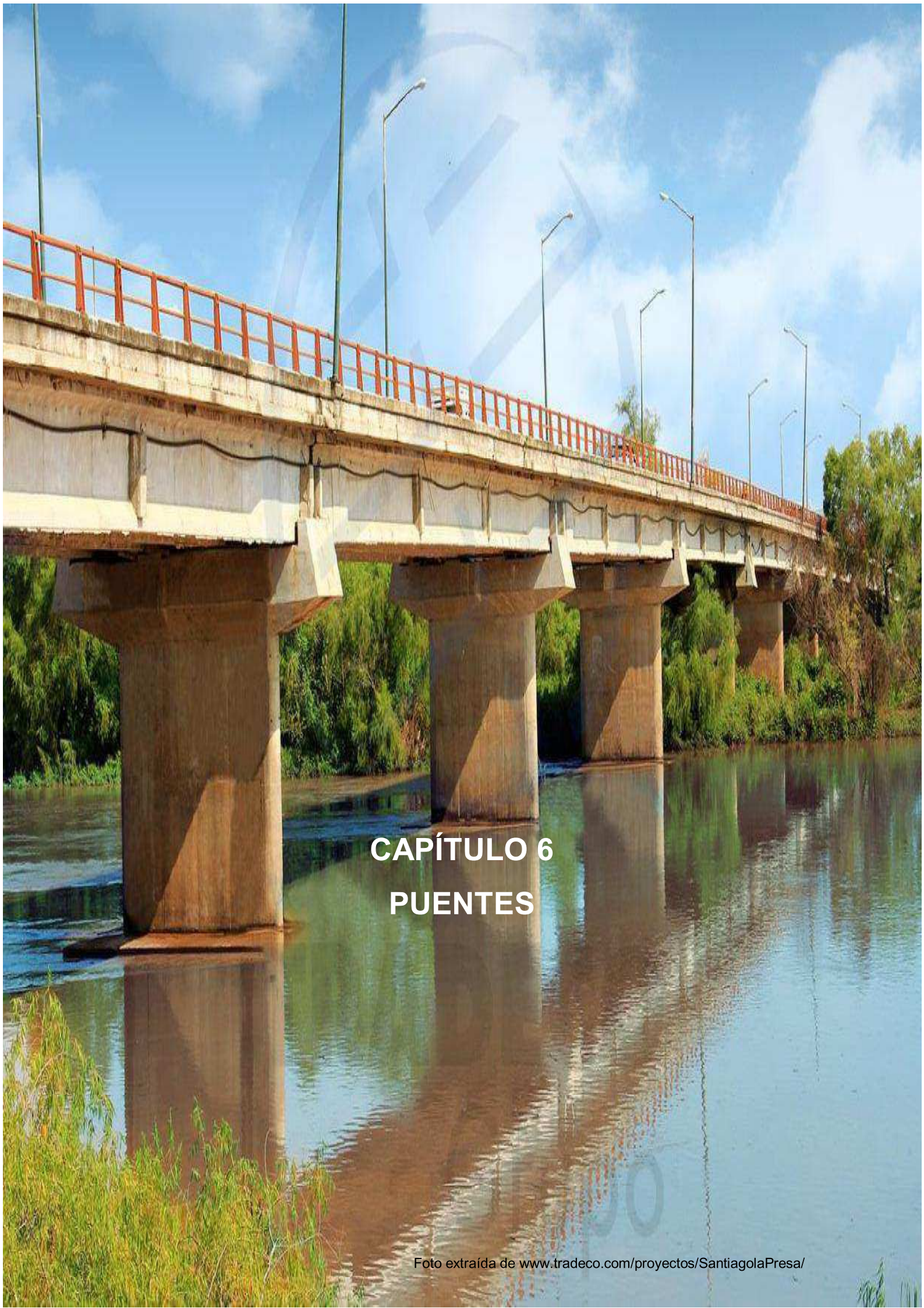
ALCANTARILLA CON MUROS EN CONCRETO REFORZADO ALETA - ALETA

Contenido:

DETALLE REFUERZO

Fecha: Agosto 2016

Plano: DR 6 de 6



CAPÍTULO 6 PUENTES

6 PUENTES

6.1 DISEÑO ESTRUCTURAL SUPERESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO

Generalidades

El objeto de elaborar los diseños para dos tipologías de superestructura de puentes en concreto reforzado simplemente apoyados, puentes de placa maciza y puentes de placa y vigas, es el de suministrar a la SUBDIRECCIÓN DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA, un insumo que le permita elaborar presupuestos de obra para los contratos a cargo de la menciona oficina.

Las características geométricas que se adoptaron para proyectar estas superestructuras, se basaron en lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS, se procuró que la sección transversal del puente no generara variaciones súbitas en la geometría de la carretera.

De acuerdo con el manual de Diseño Geométrico del INVIAS, para las vías de la red terciaria, que se encuentren localizadas en un terreno plano u ondulado es posible proyectar bermas de 1.0 metro, así mismo se tuvo en cuenta que muchas de las vías de la red terciaria pueden ser incorporadas en un futuro a la red secundaria, razón por la cual los puentes se diseñaron para un ancho de tablero de 9.0 metros.

Previendo futuras ampliaciones de vía que pueden obedecer al mejoramiento del trazado geométrico o por la incorporación de la vía a una red secundaria, se dejaron previstas anchos de berma de 1.0 metro a cada lado, también se proyecta un andén en uno de los costados, para paso peatonal provisto de una baranda peatonal y en el otro costado un bordillo con baranda vehicular.

Descripción de las estructuras

Se proyectaron dos tipos de superestructuras, puentes de placa maciza y puentes tipo placa – vigas.

Las superestructuras de placa maciza tienen luces simplemente apoyadas de 6, 8 y 10 metros de longitud entre centros de apoyo.

Los puentes del tipo placa y vigas, simplemente apoyados en concreto reforzado, se proyectaron para las luces de 12,15, 18, 20, 23 y 25 m de longitud entre centros de apoyo, para un ancho de tablero de 9.0 metros, se asumieron 4 vigas, con separación entre centros de vigas de 2.3 metros, la placa de piso tiene un espesor de 0.20 metros.

La sección transversal de 9.0 metros de ancho, alberga dos carriles de circulación de 3.0 metros cada uno, bermas de 1.0 m y un paso peatonal o andén de 1.0 m de ancho en uno de los costados.

Criterios de diseño

Las superestructuras se dimensionaron para los efectos generados por las máximas cargas que se puedan presentar durante la vida útil del puente, constituidas

básicamente por las cargas muertas (el peso propio, el peso de las cargas sobre impuestas como son el pavimento y barandas), las cargas vivas correspondiente al camión de diseño CC 14.

Para el análisis y diseño de las superestructuras se siguieron los criterios del método de diseño con Factores de Carga y Resistencia – LRFD, que es la filosofía concebida por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – CCP 14.

El sistema estructural para el análisis es el que corresponde a elementos simplemente apoyados.

Se asume que los puentes estarán localizados en un tramo recto de vía y que los estribos no estarán sesgados, en caso de que el proyecto se encuentre localizado en una entre tangencia o en un tramo de curvatura constante, se deberá realizar los ajustes para el diseño de la placa de piso en los extremos sesgados y por último no se considera que los puentes puedan estar localizados dentro de curvas de transición.

Filosofía de diseño

Para el diseño la placa y vigas, se debió satisfacer que el diseño cumpliera la Ecuación 1.3.2.1-1 del CCP-14:

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r$$

Donde:

γ_i = Factor de carga

ϕ = Factor de Resistencia

η_i = Factor de modificación de cargas, factor relacionado con la ductilidad, redundancia e importancia operativa

Q_i = Solicitación

R_n = resistencia nominal

R_r = resistencia mayorada: $\phi * R_n$

$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I$; $\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95$ para cargas para las cuales un valor máximo de γ_i es apropiado y $\eta_i = 1/(\eta_D \eta_R \eta_I) \leq 1.0$ para cargas para las cuales un valor mínimo de γ_i es apropiada

Se analizaron el estado límite de Resistencia I y el estado Límite de Servicio I

Para el estado Límite de Resistencia I, con un factor $\eta_i=1$, se tiene:

$$\eta_i (\gamma_p M_{DC} + \gamma_p M_{DW} + \gamma_i M_{LL+IM}) \leq \phi M_u$$

$$\eta_i (1.25M_{DC} + 1.50M_{DW} + 1.75M_{LL+IM}) \leq \phi M_u$$

Donde:

M_{DC} = momento debido a componentes estructurales

M_{DW} = momento debido a superficie de rodamiento

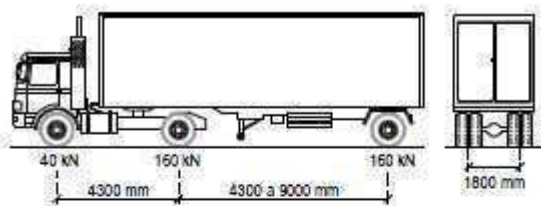
M_{LL+IM} = momento debido a carga viva + incremento dinámico

M_u = resistencia

ϕ = factor de reducción de resistencia

Carga viva De Diseño

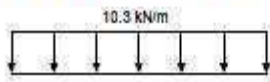
La carga viva de diseño corresponde a la carga CC-14.



b. Tandem de diseño:



c. Carga de carril de diseño (w=10.3 kN/m)



Diseño estructural

Generalidades

El diseño estructural de todas los componentes de la superestructura de los puentes se adelantó una vez se han obtenido los máximos esfuerzos de corte y momento.

En los anexos se presentan las memorias de cálculo de todos los elementos.

Materiales utilizados.**Calidad del Concreto:**

$f'c = 28$ MPa Para placa de piso, vigas reforzadas y riostras

$f'c = 21$ MPa Para andén y bordillo

Calidad del Acero de Refuerzo:

$Fy = 420$ MPa Para todos los elementos de concreto reforzado.

Acero ASTM A36 Para perfiles y platinas de la baranda peatonal y vehicular

Calidad de los Neoprenos reforzados:

Dureza 60

Platinas de acero ASTM-A36

6.2 INFRAESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO

Generalidades

En este capítulo se presenta el diseño estructural de la subestructura o estribos para superestructuras de 12, 18 y 23 metros de longitud.

Los estribos son los elementos estructurales que sirven de apoyo a la superestructura y que tiene como función transmitir las cargas al suelo de fundación y la de contener el terraplén de los accesos al puente.

Se proyectaron estribos con alturas que varían de 3 a 7 con intervalos de 0.50m de altura, con cimentación superficial lo que significa que las cargas de la estructura se transmiten a un estrato poco profundo que cuenta con la suficiente capacidad portante para resistirlas, para cada estribo se proyectaron muros de acompañamiento con una longitud igual a la de la zarpa posterior.

El de diseño de los estribos se basó en los métodos indicados en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD- CCP 14.

Para el diseño de los estribos se consideró que el nivel freático se encuentra por debajo del nivel de cimentación y que no existen presiones originadas por la infiltración de agua dentro del relleno soportado por el muro, por lo que es indispensable lograr el drenaje mediante el material filtrante dispuesto a todo lo largo del muro en la cara posterior y la descarga se hace con tubo colector perforado, colocado en la base del mismo y con descarga en ambos extremos, tal como se indica en los planos.

Se debe tener en cuenta las notas que se incluyen para los estribos, donde se indican los parámetros técnicos bajo los cuales se adelantó el diseño, los cuales deben ser verificados en el sitio de una obra particular y si no se cumplen en su totalidad, el diseño estructural deberá ser revisado y ajustado para las condiciones del sitio.

Durante la etapa de construcción de los estribos de contención se deben considerar las Normas de Ensayos para Carreteras del INVIAS, año 2013 y las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS, 2013.

Criterios de diseño

Los estribos se dimensionaron para los efectos generados por las máximas cargas que se puedan presentar durante la vida útil del puente, constituidas básicamente por las cargas muertas (el peso propio, el peso de las cargas provenientes de la superestructuras), el sismo) y las cargas vivas correspondiente al camión de diseño CC 14.

Para el análisis y diseño de las infraestructuras se siguieron los criterios del método de diseño con Factores de Carga y Resistencia – LRFD, que es la filosofía concebida por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – CCP 14.

El sistema estructural para el análisis es el que corresponde a elementos en voladizo es decir que el comportamiento estructural del vástago y la zapata son voladizos empotrados en su base.

El dimensionamiento de cada una de las alturas de estribo se realizó para que cumpla con las condiciones de estabilidad al deslizamiento, al volcamiento y para que resistan los estados límites de resistencia y de evento extremos, según las combinaciones y factores de carga dados en la Tabla 3.4.1-1 de la CCP-14.

SUPERESTRUCTURAS PARA PUENTES EN CONCRETO REFORZADO

NOTAS GENERALES

La presente cartilla contiene el diseño de cuatro superestructuras en concreto reforzado proyectadas para vías de la Red Terciaria y Férrica y sirve como insumo para obtener las cantidades de obra para elaborar presupuestos de obra.

1. Alcance

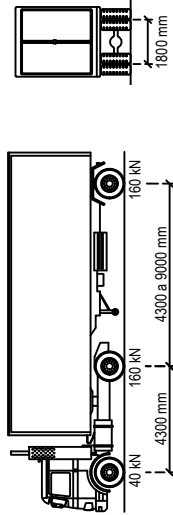
No se incluye el diseño de la infraestructura de los puentes, toda vez que cada infraestructura es un caso particular y el diseño debe obedecer a una serie de estudios previos del sitio, donde se pretenda implantar el proyecto: levantamiento topográfico, diseño geométrico, estudio hidráulico y de socavación, estudio geotécnico para la cimentación de la infraestructura.

2. Norma de diseño y Especificaciones:

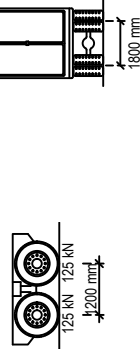
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes-LRFD-CCP-14
- Normas de ensayo de materiales para carreteras. I. Versión 2013
- Especificaciones Generales de construcción para carreteras- INV/IAS Versión 2013.

3. Carga viva de diseño:

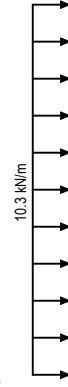
a) Camión de diseño CC - 14



b) Tándem de diseño



c) Carga de carril de diseño (w=10.3 kN/m)



4. Materiales

- Resistencia a la compresión del concreto para placa, vigas, riostras: $f_c = 28$ MPa
- Resistencia a la compresión del concreto para andén y bordillo: $f_c = 21$ MPa
- Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y = 420$ MPa
- Barandas: Acero estructural A-36 psi esfuerzo de fluencia $f_y = 252$ MPa
- Apoyos de neopreno dureza 60, reforzados con platinas de acero, que cumplan los requerimientos de la norma ASTM, para vigas.
- Apoyos de neopreno dureza 50, para superestructura de placa maciza.

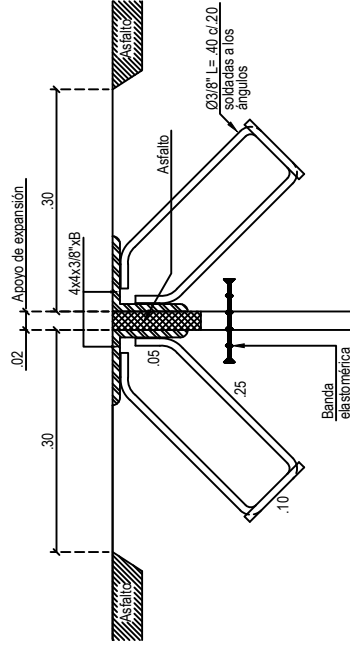
5. El diseño del puente en concreto reforzado tipo placa reforzado tipo placa viga de luces de 15 metros y 20 metros, son una actualización del Reglamento Técnico General de obras Viales, Tomo VI: Puentes de placa y viga, Concreto Reforzado, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, año 1988.

6. Se asume que los puentes estarán localizados en un tramo recto de vía, por lo que los estribos no presentarían sesgos.

7. En caso de que el proyecto se encuentre localizado en una entre lanchancia o en un tramo de curvatura constante, se deberá realizar los ajustes para el diseño de la placa de piso en los extremos sesgados.

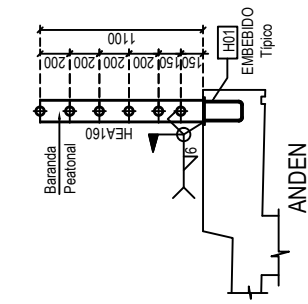
8. No se admiten que los puentes puedan estar localizados dentro de curvas de transición.

9. Para las superestructuras de 15 y 20 m de longitud, no se contemplan los elementos de restricción sísmicos longitudinales y/o transversales, los cuales deben ser previstos en el diseño de la infraestructura, según la zona sísmica de ubicación del puente.

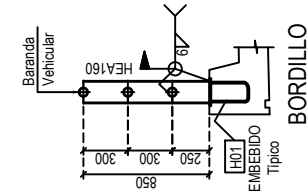


JUNTA
ESC: 1:10

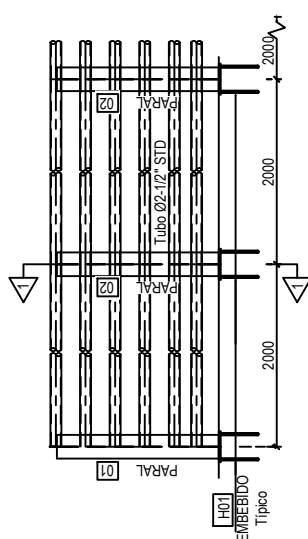




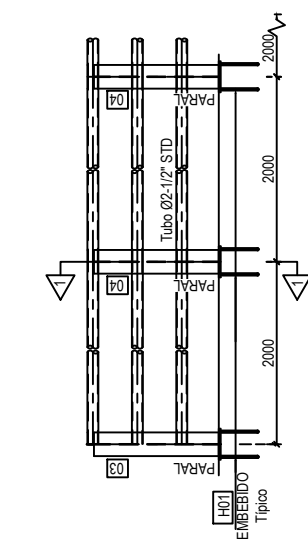
SECCION 1 - 1
1:50



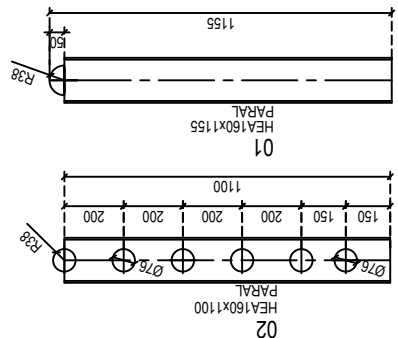
SECCION 1 - 1
1:50



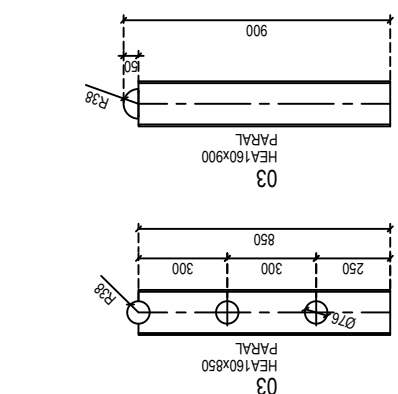
ALZADO BARANDA PEATONAL
1:50



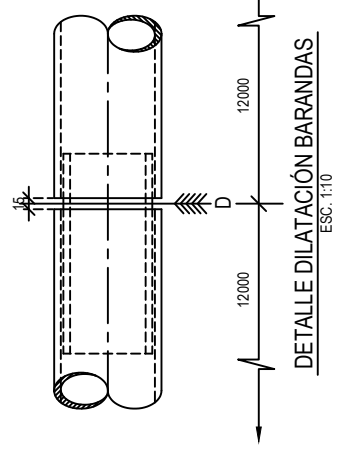
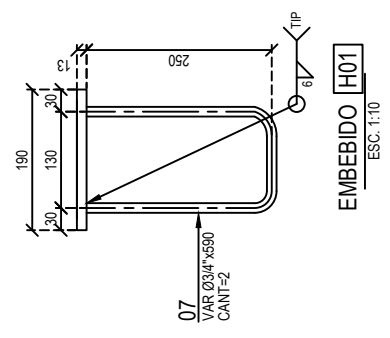
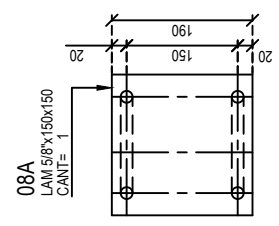
ALZADO BARANDA VEHICULAR
1:50



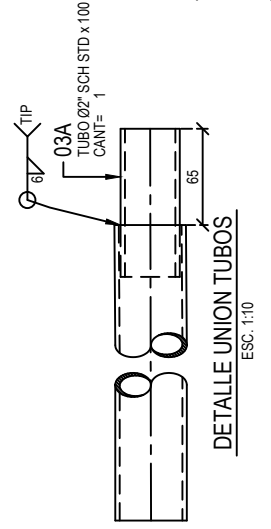
PARALES BARANDA PEATONAL
1:25



PARALES BARANDA VEHICULAR
1:25



DETALLE DILATACION BARANDAS
ESC. 1:10



DETALLE UNION TUBOS
ESC. 1:10

Todas las dimensiones estan dadas en milímetros excepto donde se indique otra unidad
- Ver notas generales en plancha N° PT/1/43



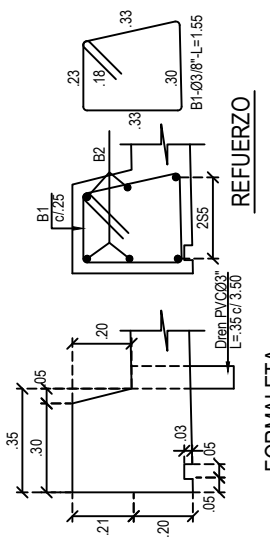
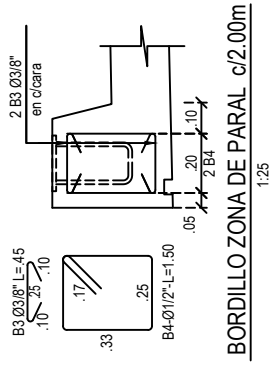
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FERREA

SUPERESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO

CONTIENE: DETALLES GENERALES BARANDA PEATONAL Y BARANDA VEHICULAR

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 2 de 43



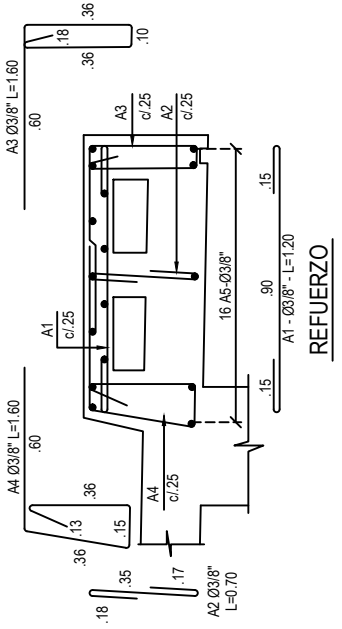
(No se indica baranda)

BORDILLO

1:25

REFUERZO

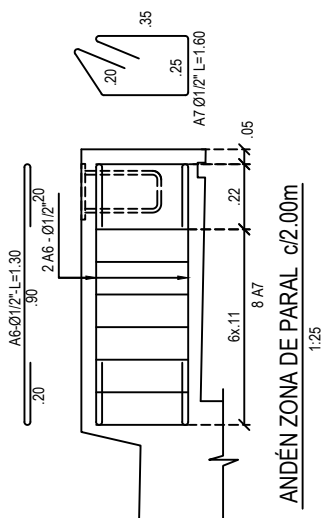
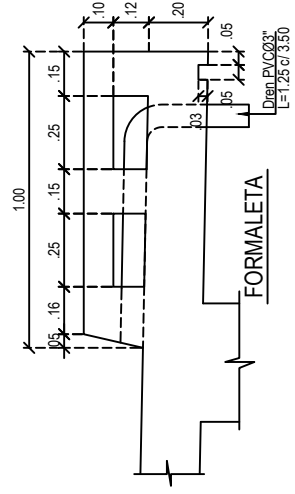
(No se indica baranda)



ANDEN

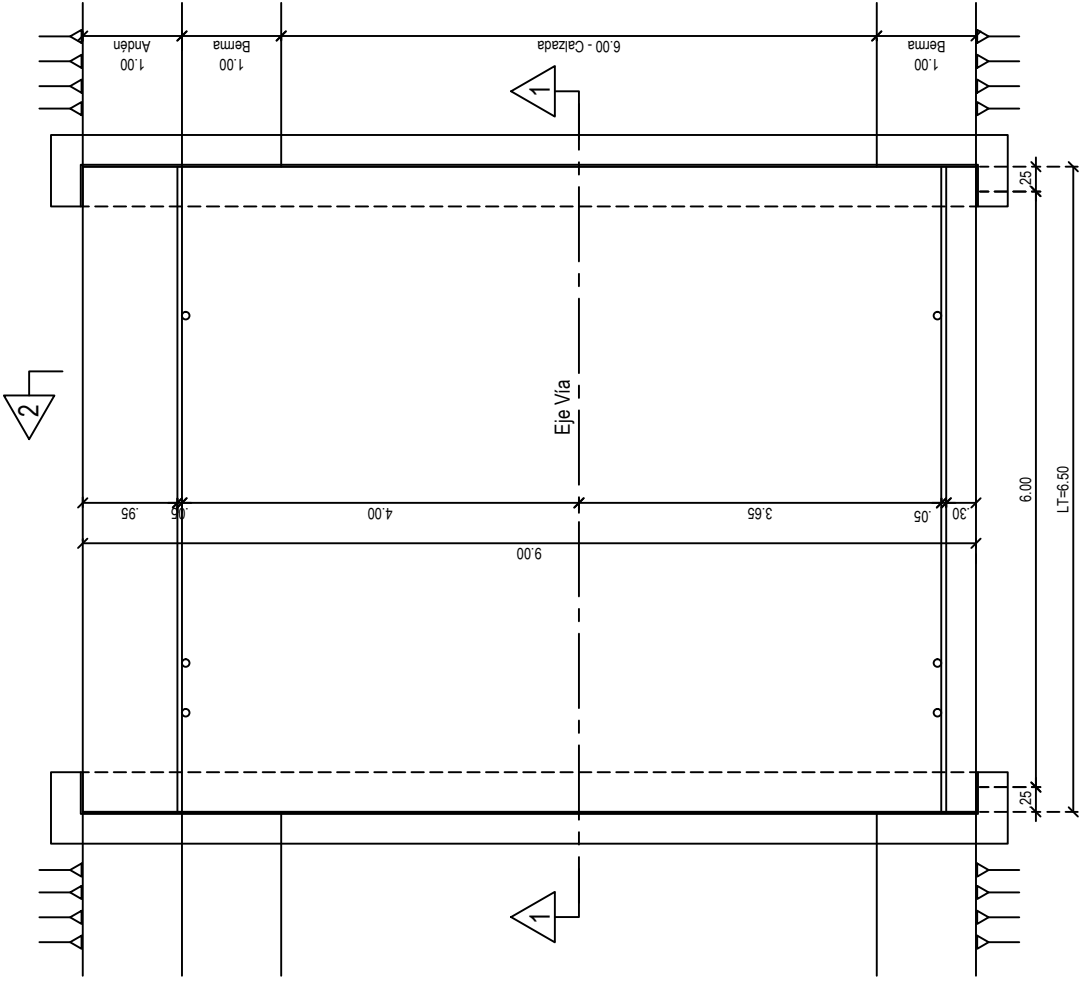
1:25

(No se indica baranda)

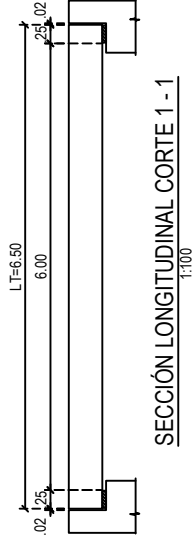


Notas:

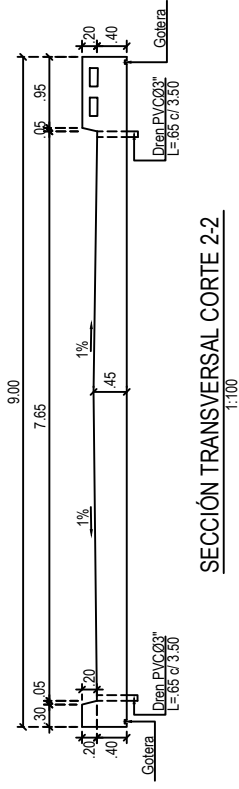
- Materiales andén y bordillo
- Concreto $f_c = 21$ MPA
- Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa



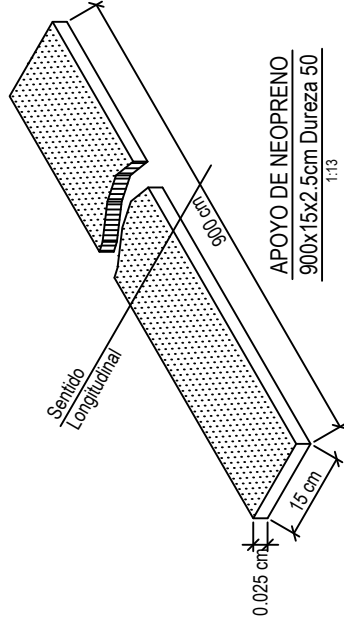
PLANTA PLACA MACIZA L=6.00m
1:75



SECCIÓN LONGITUDINAL CORTE 1-1
1:100



SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2-2
1:100

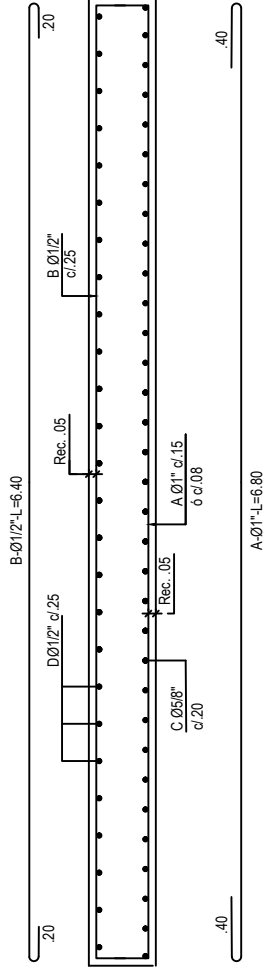


APOYO DE NEOPRENO
900x15x2.5cm Dureza 50
1:13

NOTAS:

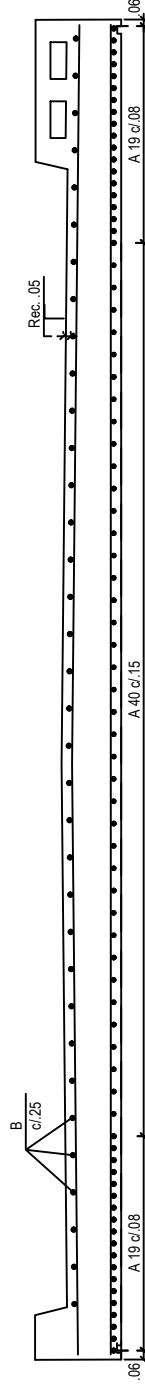
1. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
2. Materiales
 - Concreto $f'c=28\text{MPa}$ (280 Kg/cm²)
 - Acero de refuerzo $f_y=420\text{MPa}$ (4200 Kg/cm²)





REFUERZO LONGITUDINAL CORTE 1 - 1
1:50

D - $\emptyset 12''$ - L = 8.90



C - $\emptyset 5/8''$ - L = 8.90

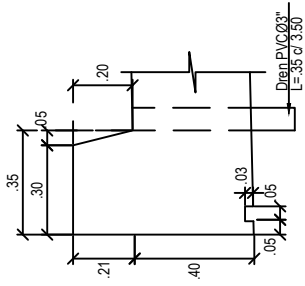
REFUERZO TRANSVERSAL CORTE 2 - 2
1:50

NOTAS:

1. El despiece del refuerzo principal se realizó para varillas de 9 metros de longitud.
2. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
3. Ver cantidades de obra en el plano 07



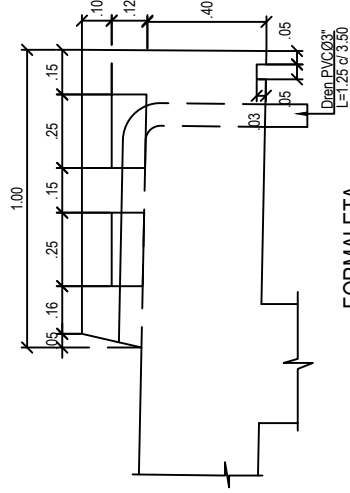
Contiene:



FORMALETA

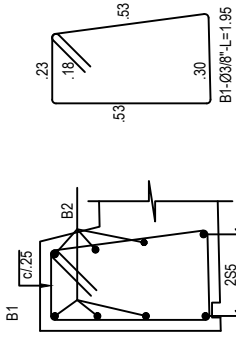
BORDILLO

1:25



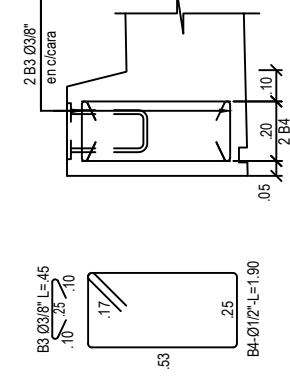
FORMALETA

1:25



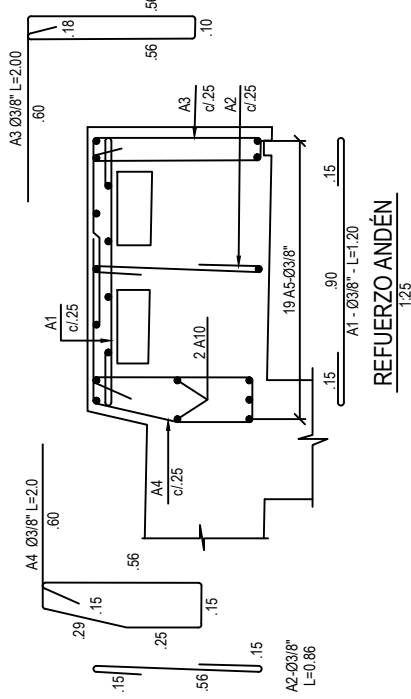
REFUERZO

1:25



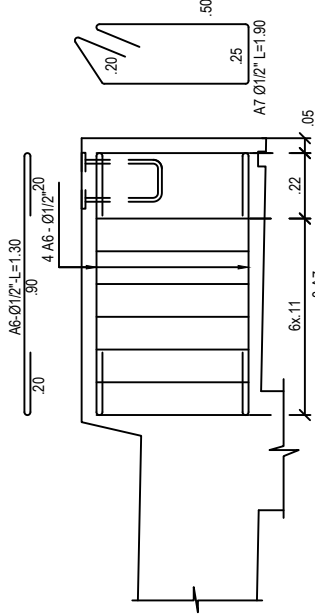
BORDILLO ZONA DE PARAL

1:25



REFUERZO ANDÉN

1:25




ANDÉN ZONA DE PARAL

1:25

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
2. Materiales andén y bordillo
 - Concreto $f'c=21MPa$ (210 Kg/cm²)
 - Acero de refuerzo $f_y=420MPa$ (4200 Kg/cm²)

	INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación	OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIAARIA Y FERREA	SUPERESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO	Contiene: ANDÉN Y BORDILLO PUENTE PLACA MACIZA, L=6m	Fecha: DICIEMBRE 2017
					Plano: PT 6 DE 43

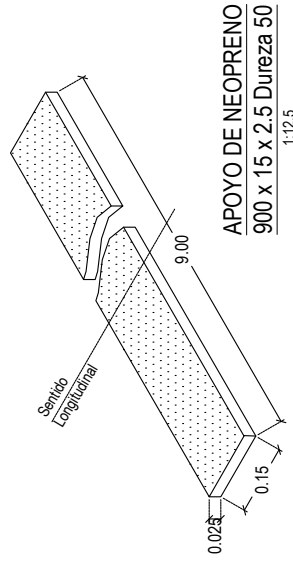
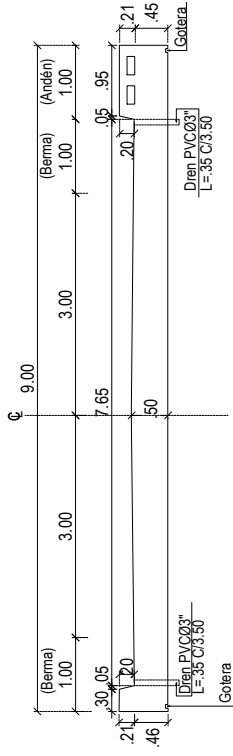
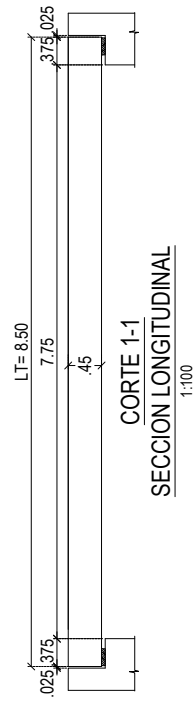
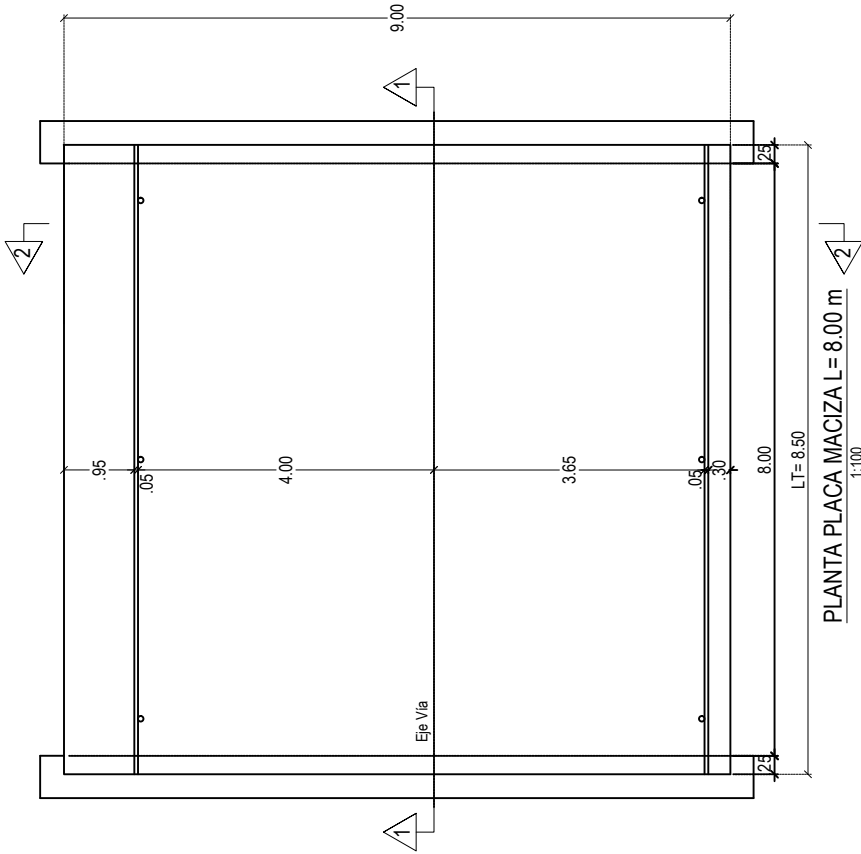
CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A	1	6,8	77,5	2109,84
B	1/2	6,4	37	239,80
C	5/8	8,9	33	458,80
D	1/2	8,9	27	243,34
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				3051,78 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				24,3 m3

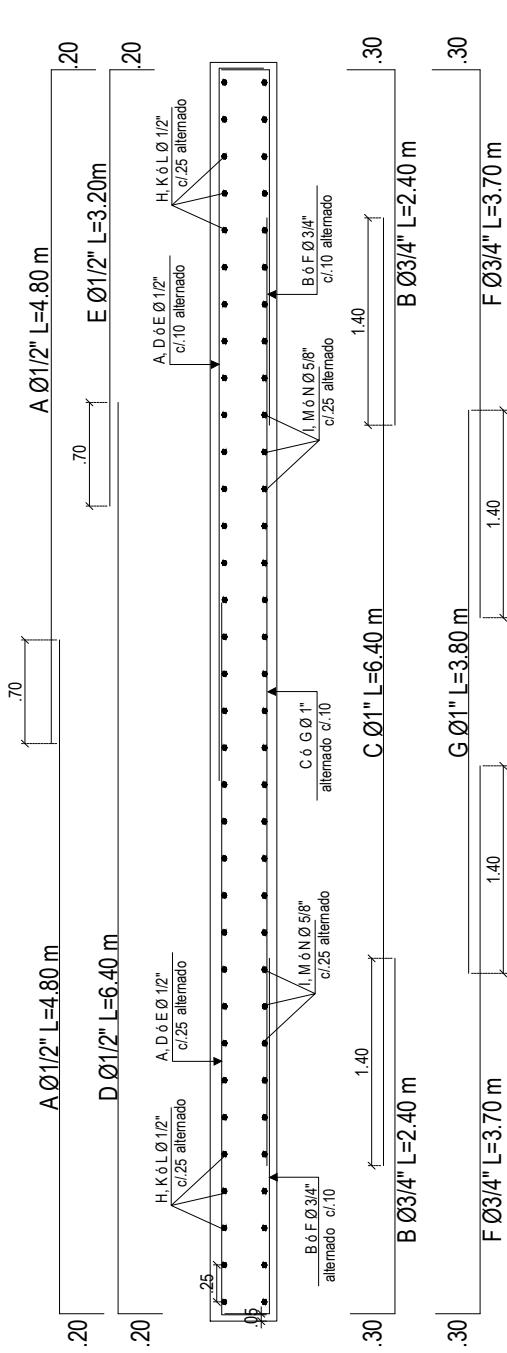
CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
B1	3/8	1,95	27	29,34
B2	3/8	6,4	6	21,40
B3	3/8	0,45	12	3,01
B4	1/2	1,9	6	11,54
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				65,30 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				0,4 m3

CANTIDADES DE MATERIALES ANDÉN				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A1	3/8	1,2	27	18,06
A2	3/8	0,86	27	12,94
A3	3/8	2	27	30,10
A4	3/8	2	27	30,10
A5	3/8	6,4	19	67,77
A6	1/2	1,3	12	15,80
A7	1/2	1,9	24	46,18
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				220,94 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				1,3 m3

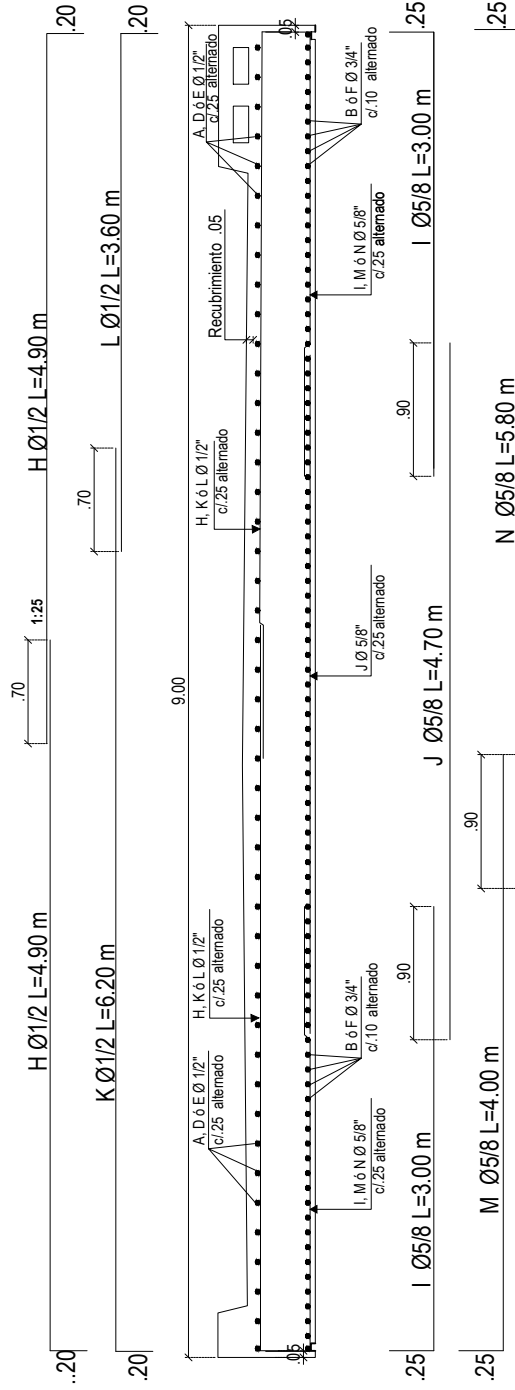
ITEMS			
SUPERESTRUCTURA	ITEMS	UNIDAD	CANTIDAD
	TABLERO (fc=280 Kg/cm2)	m3	24,3
	ANDEN Y BORDILLO (fc=210 Kg/cm2)	m3	1,7
	ACERO DE REFUERZO (fy=4200 Kg/cm2)	Kg	3338,0
OTROS	APOYOS DE NEOPRENO	un	2
	DRENAJES TUBO PVC Ø3"	un	4
	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	18
	CONCRETO ASFALTICO MDC	m3	2,49
	BARANDAS METÁLICAS	Kg	840







CORTE 2-2
REFUERZO TRANSVERSAL
1:50



Notas:

- Materiales andén y bordillo
- Concreto $f_c = 21$ MPa
- Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa



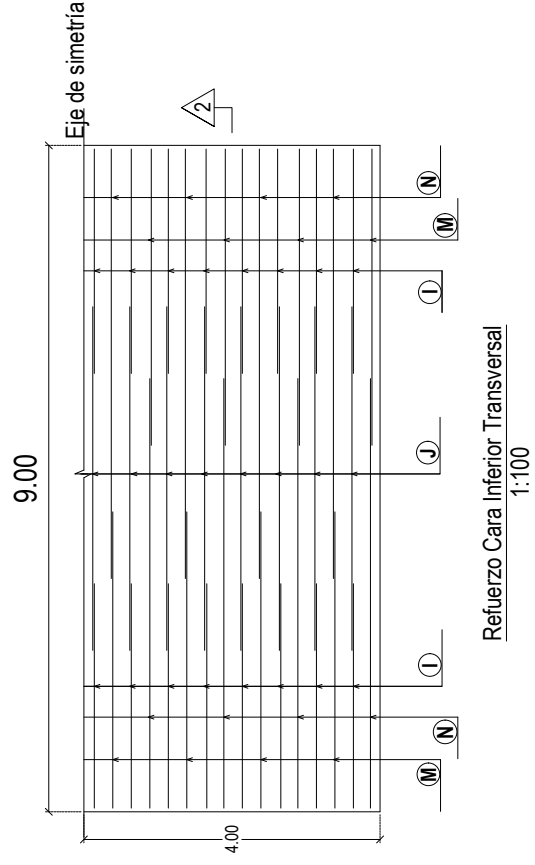
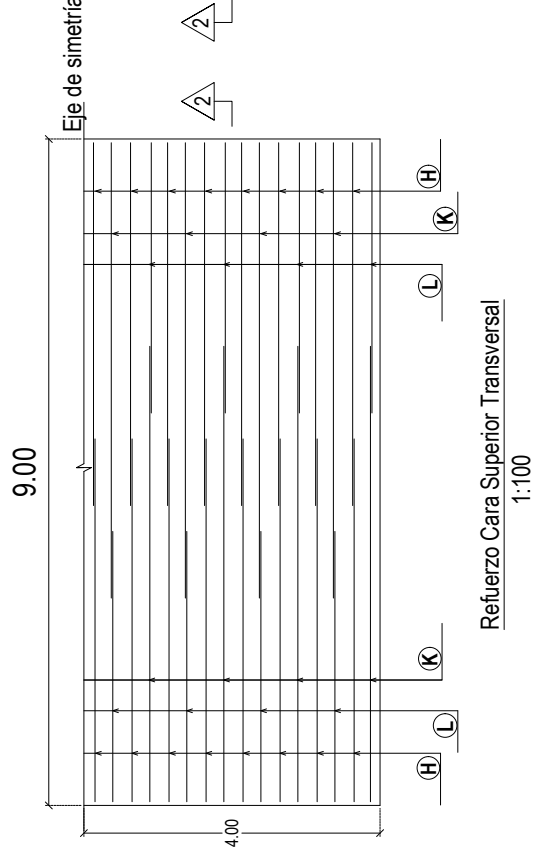
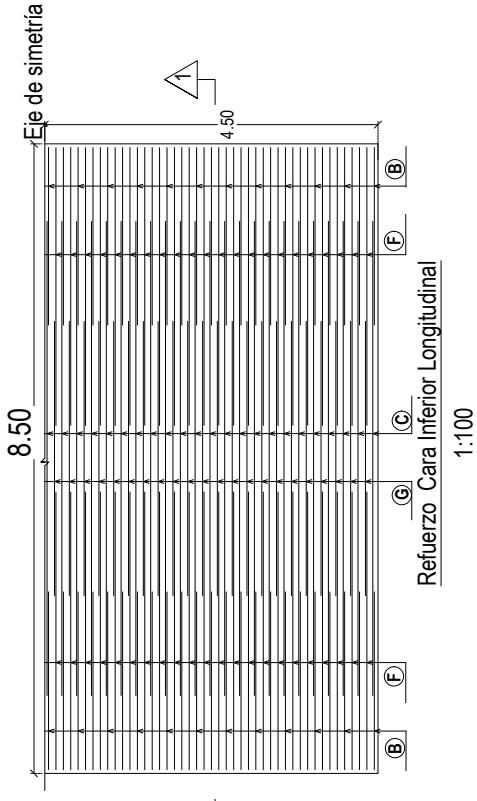
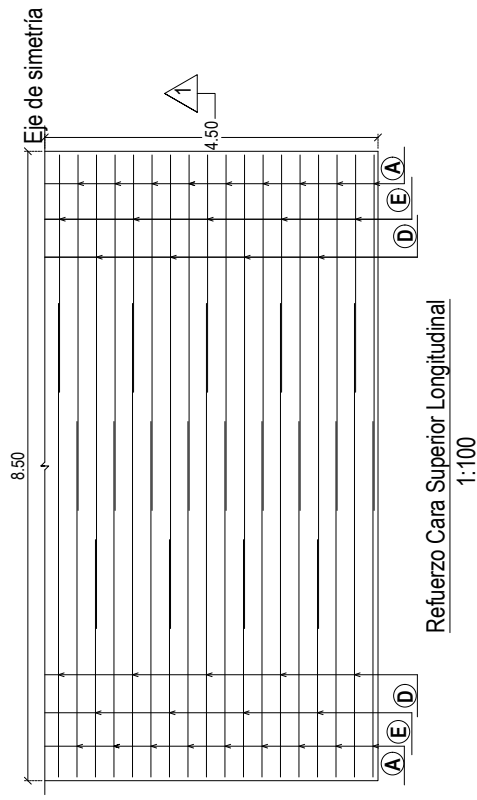
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

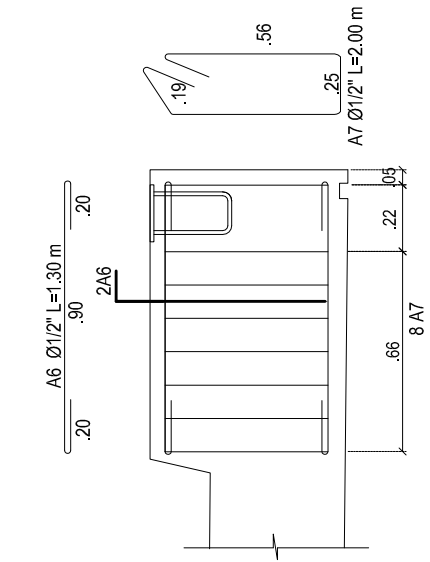
OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA

SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO PLACA MACIZA L=8m

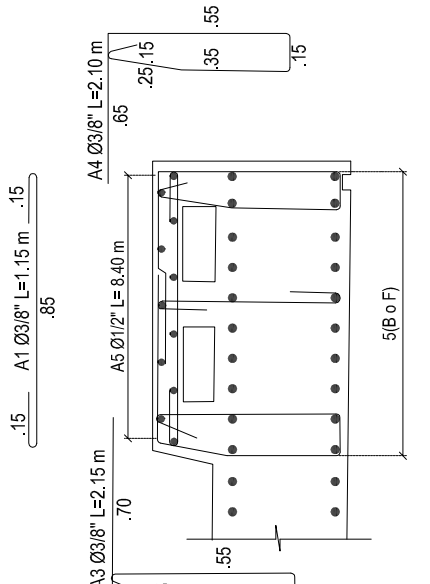
Contenido: REFUERZO PLACA, REFUERZO LONGITUDINAL Y REFUERZO TRANSVERSAL

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 9 de 43

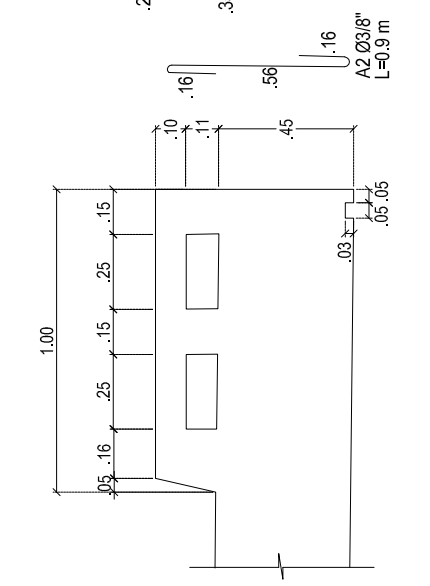




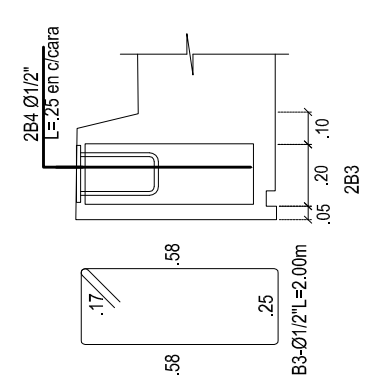
BORDILLO ZONA DE PARAL c/2.00m
 1:25



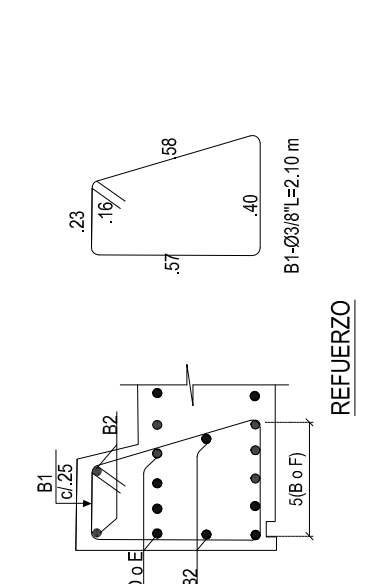
REFUERZO
 ANDÉN
 1:25



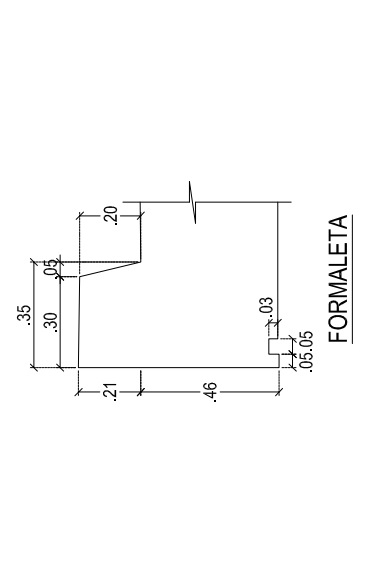
FORMALETA
 1:25




BORDILLO ZONA DE PARAL c/2.00m
 1:25



BORDILLO
 1:25



FORMALETA
 1:25

 INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación	OBRA DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCARIA Y FERREA	SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO PLACA MACIZA L=8m	Contenido: ANDÉN Y BORDILLO	Fecha: DICIEMBRE 2017 Plano: PT 11 de 43

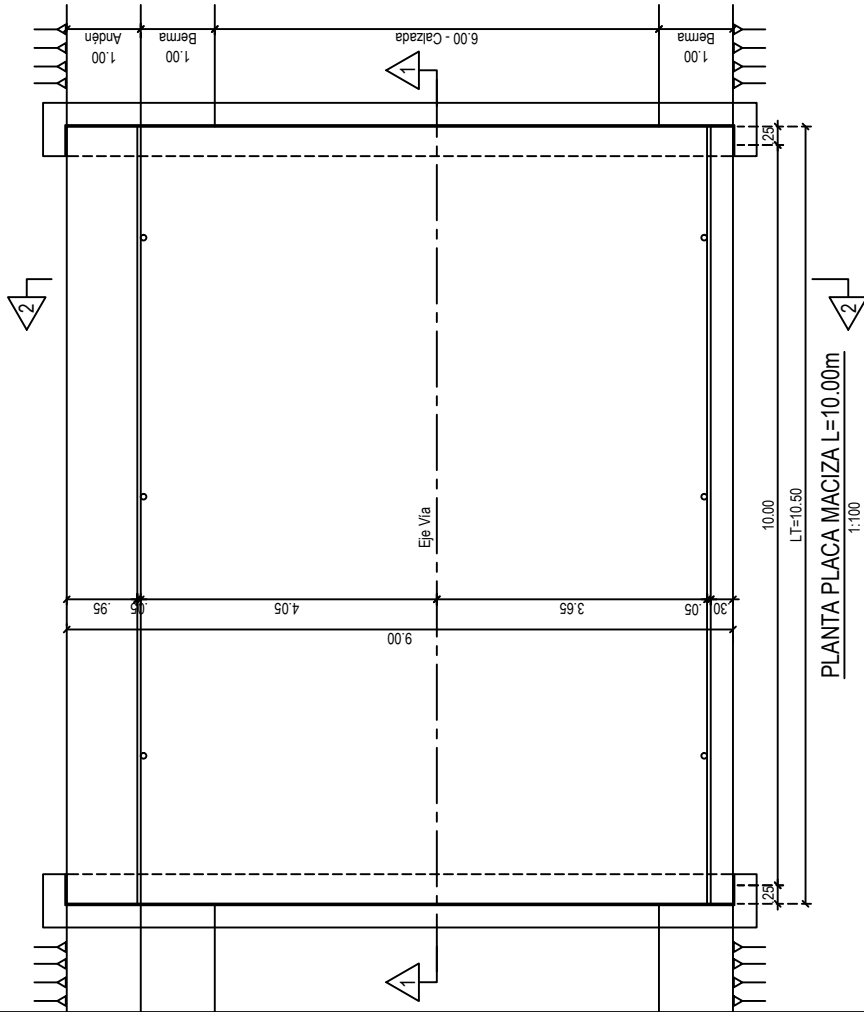
CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	LONG (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
B1	3/8	2.10	34	39.91
B2	3/8	8.70	4	19.45
B3	1/2	2.00	10	19.92
B4	1/2	0.25	20	4.98
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				84.3 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				0.5 m3

CANTIDADES DE MATERIALES ANDEN				
CLASE	Ø	L(m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A1	3/8	1.15	34	21.86
A2	3/8	0.88	34	16.73
A3	3/8	2.15	34	40.86
A4	3/8	2.10	34	39.91
A5	1/2	8.60	11	94.22
A6	1/2	1.30	12	15.54
A7	1/2	2.00	16	31.87
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				261 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				1.8 m3

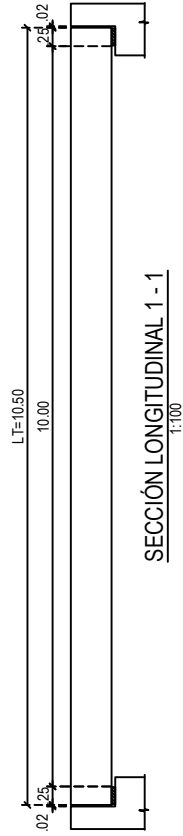
CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO				
CLASE	Ø	LONG (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A	1/2	5.00	36	179.3
B	3/4	2.70	90	543.1
C	#	6.40	45	1144.2
D	1/2	6.60	20	131.5
E	1/2	3.40	20	67.7
F	3/4	4.00	90	804.6
G	#	3.80	45	679.4
H	1/2	5.10	34	172.7
I	5/8	3.25	34	171.5
J	5/8	4.70	17	124.0
K	1/2	6.40	17	108.4
L	1/2	3.80	17	64.3
M	5/8	4.25	17	112.1
N	5/8	6.05	17	159.6
Total acero de refuerzo fy 4200 Kg/cm2				4462.5Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				34.5 m3

ITEMS			
		UNIDAD	CANTIDAD
SUPER- ESTRUCTURA	TABLERO (f'c=280 Kg/cm2)	m3	34.50
	ANDEN Y BORDILLO (f'c=280 Kg/cm2)	m3	2.30
	ACERO DE REFUERZO (fy=4200 Kg/cm2)	Kg	4807.72
	APOYOS DE NEOPRENO 0.35 x 0.35 x 0.05 Dureza 60	un	2.00
OTROS	DRENAJES TUBO PVC Ø3"	un	6.00
	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	18.00
	COCRETO ASFALTICO MDC	m3	2.50
	BARANDAS METÁLICAS	Kg	1016.00

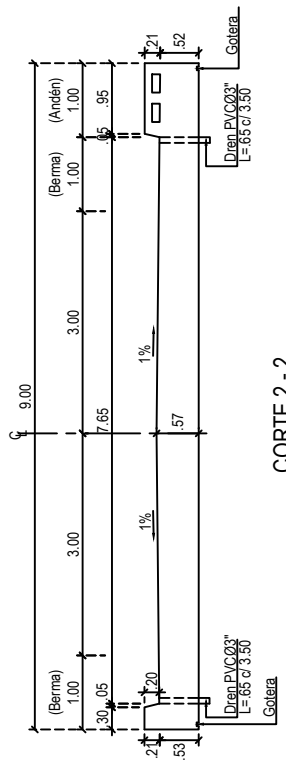




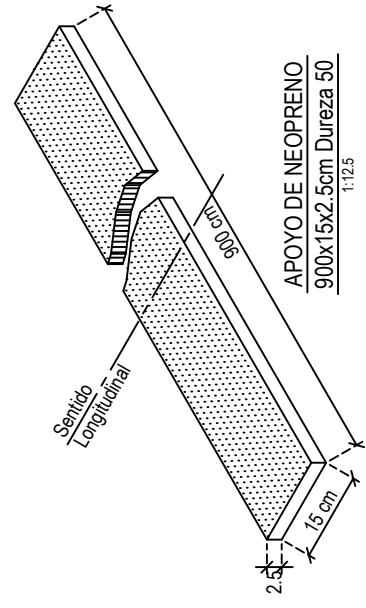
PLANTA PLACA MACIZA L=10.00m
1:100



SECCIÓN LONGITUDINAL 1 - 1
1:100



CORTE 2 - 2
SECCIÓN TRANSVERSAL
1:100

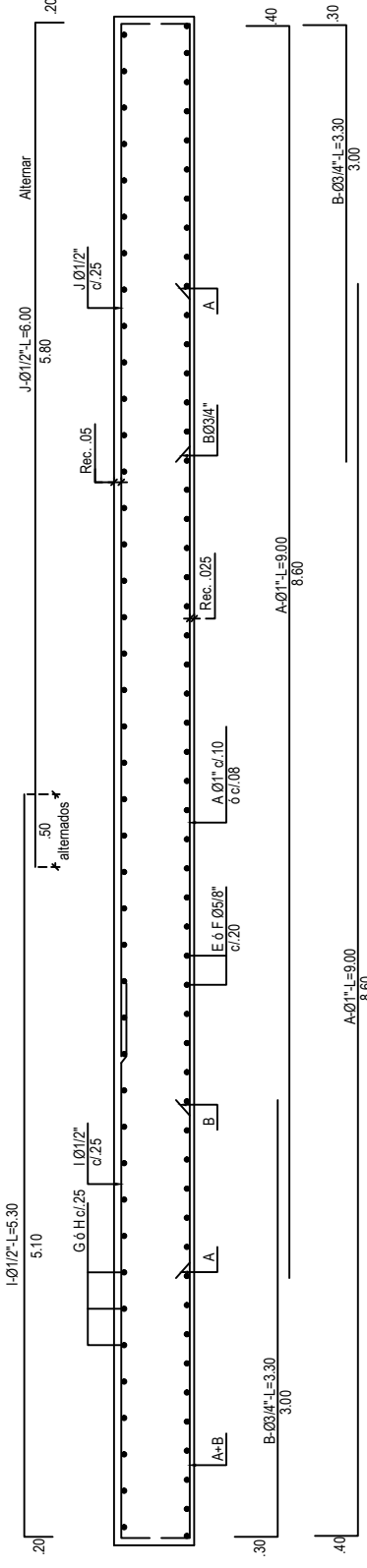


APOYO DE NEOPRENO
900x15x2.5cm Dureza 50
1:12.5

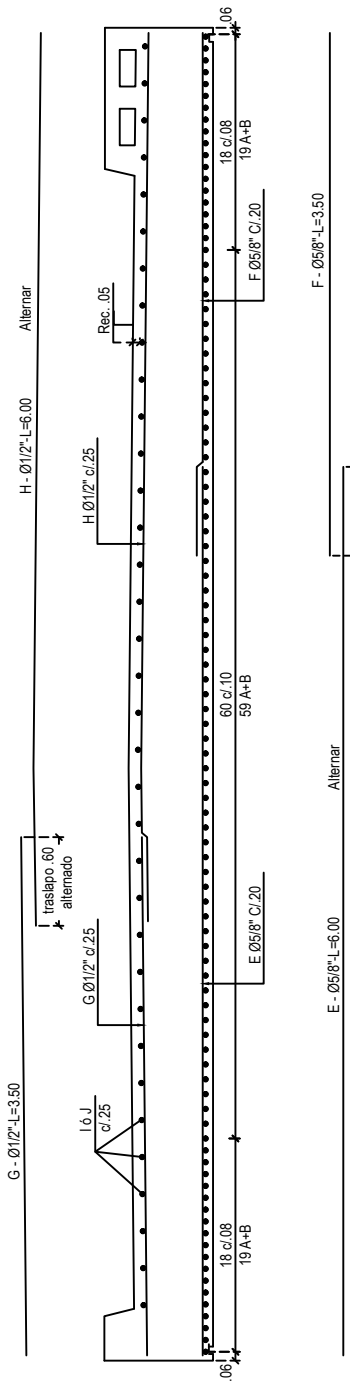
NOTAS:

1. Ver notas generales en plano No PT1 de 43
2. Ver cantidades de obra plano No. PT 17 de 43
3. No se proyecta la infraestructura.
4. Norma de diseño: Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14
5. Materiales
 - Concreto $f_c=28$ MPA - Placa y vigas
 - Concreto $f_c=21$ MPA - Andén y bordillo
 - Acero de refuerzo $f_y=420$ MPa
5. Carga viva de diseño CC-14
6. Todas las dimensiones están en metros excepto cuando se indica otra unidad



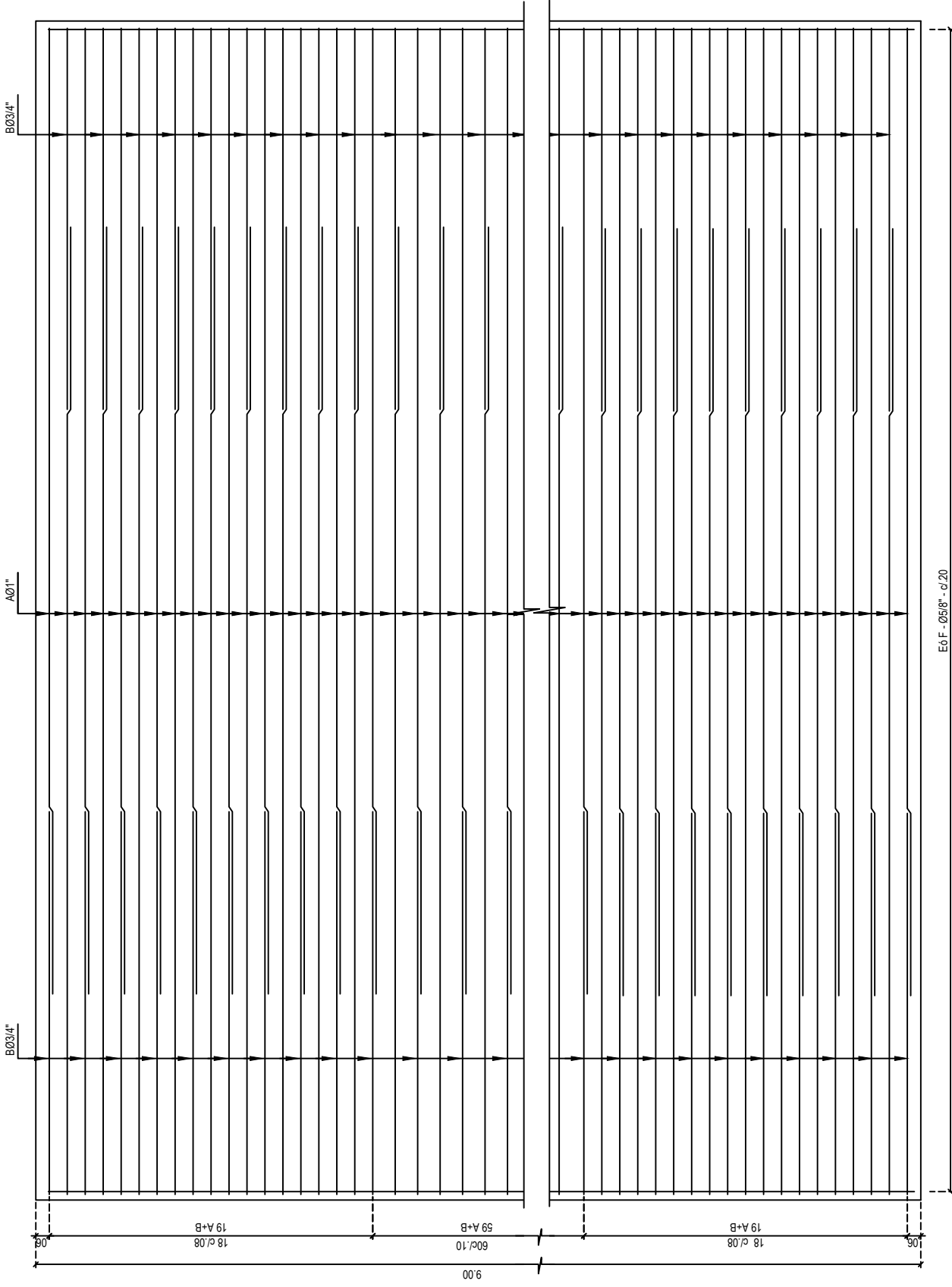


REFUERZO CORTE 1 - 1
1:50



REFUERZO CORTE 2 - 2
1:50

- NOTAS:
1. El despiece del refuerzo principal se realizó para varillas de 9 metros de longitud.
 2. Ver distribución de refuerzo en planta en plano PT15 de 43
 3. Todas las dimensiones están en metros excepto cuando se indica otra unidad.
 4. Ver cantidades de obra en plano No.PT 17 de 43



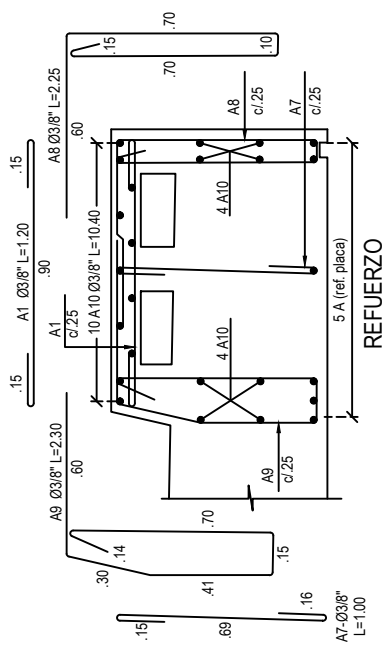
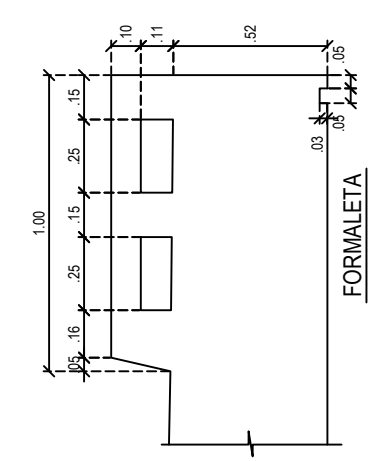
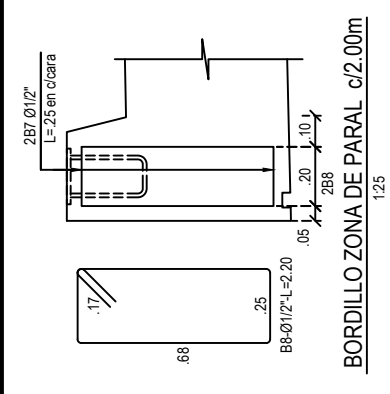
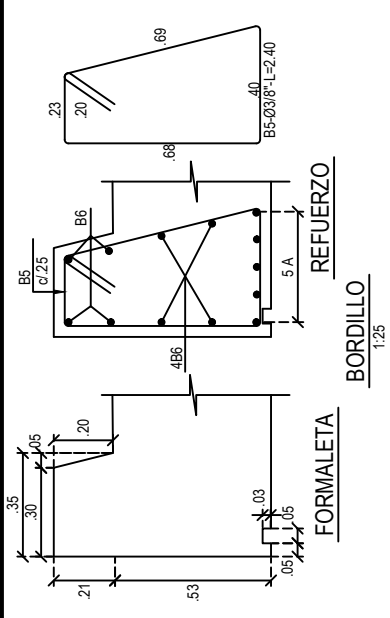
PLANTA REFUERZO PRINCIPAL

(CARA INFERIOR)

Escala horizontal 1:50
Escala vertical 1:25

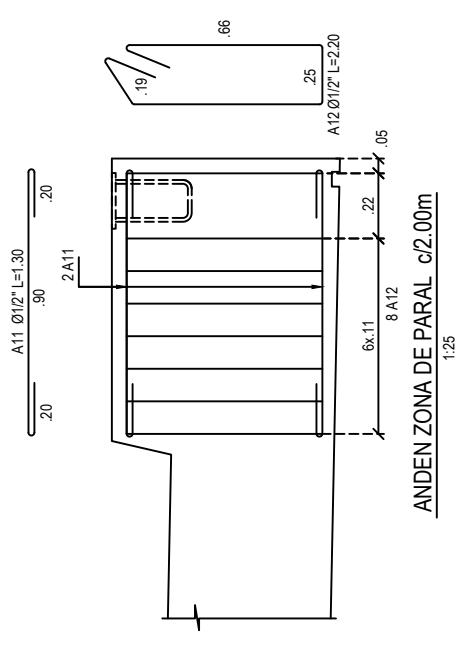
E6 F - 05/8" - c/20






ANDÉN
1:25

(No se indica baranda)



Notas:
- Materiales andén y bordillo
Concreto f'c= 21 MPA
Acero de refuerzo fy=420 MPa

 INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación	OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA	SUPERESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO	Contiene: ANDÉN Y BORDILLO PUNTE PLACA MACIZA, L=10m	Fecha: DICIEMBRE 2017 Plano: PT 16 DE 43
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

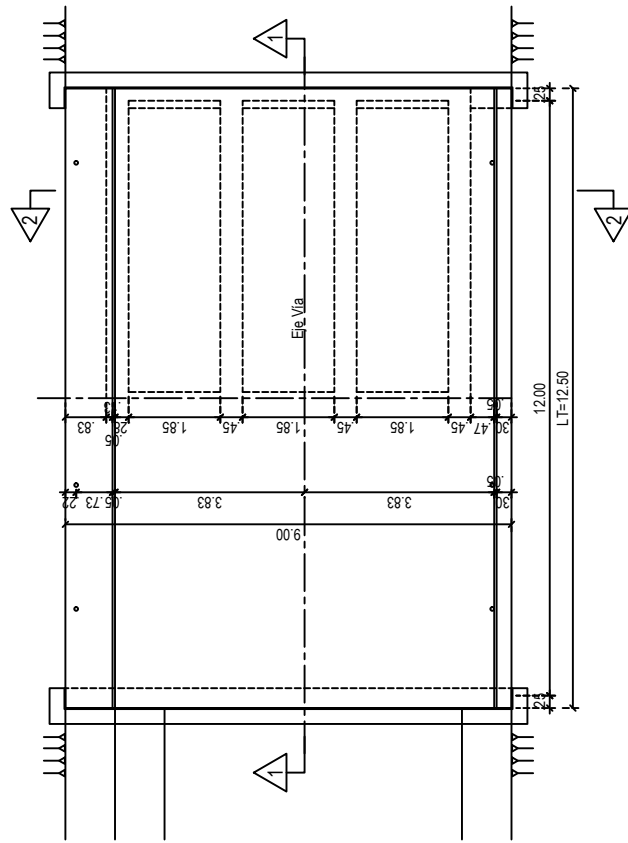
CANTIDADES DE MATERIALES PLACA MACIZA L=10 m				
CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
A	1"	9.00	97	3468.4
B	3/4"	3.30	97	717.0
E	5/8"	6.00	53	493.5
F	5/8"	3.50	53	287.9
G	1/2"	3.50	43	150.5
H	1/2"	6.00	43	258.0
I	1/2"	5.30	35	185.5
J	1/2"	6.00	35	210.0
Total concreto f'c=28 MPa				52.0 m³
Total acero de refuerzo fy=420 Mpa				5770.9 Kg

CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
B5	3/8"	2.40	43	57.8
B6	3/8"	10.80**	8	48.4
B7	1/2"	0.25	24	6.0
B8	5/8"	2.20	12	26.4
Total concreto f'c= 21 MPa				0.75 m³
Total acero de refuerzo fy= 420 MPa				138.6 Kg

CANTIDADES DE MATERIALES ANDEN				
CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
A1	3/8"	1.20	43	30.8
A7	3/8"	1.00	43	24.1
A8	3/8"	2.25	43	54.2
A9	3/8"	2.30	43	55.4
A10	3/8"	10.80	18	108.9
A11	1/2"	1.30	24	31.2
A12	1/2"	2.20	48	105.6
Total concreto f'c = 28 MPa				1.65 m³
Total acero de refuerzo fy=420 MPa				410.2 Kg

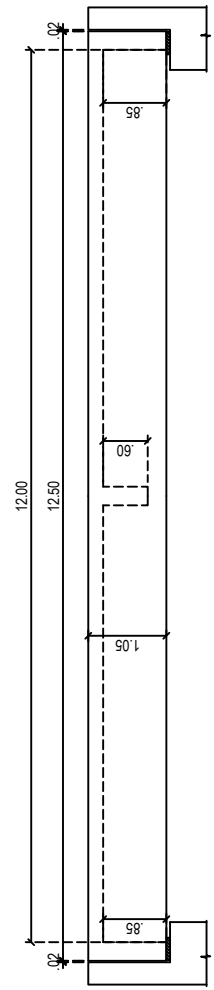
CANTIDADES TOTALES DE MATERIALES				
SUPERESTRUCTURA PUENTE PLACA MACIZA L=10 m				
	ITEMS	UNIDAD	CANTIDAD	
PLACA MACIZA	PLACA MACIZA f'c=28 MPa (280 Kg/cm²)	m³	52.0	
	ANDEN Y BORDILLO f'c=21MPa (210 Kg/cm²)	m³	2.4	
ACERO	ACERO DE REFUERZO fy=420MPa (4200 Kg/cm²)	Kg	6319.5	
	Apoyos de neopreno reforzado 0,15x9,0x0,025 Dureza 50	un.	2	
OTROS	Drenajes tubo PVC Ø 3"	un.	6	
	Juntas de dilatación	m	18	
	Concreto asfáltico (MDC-2) espesor 0,05m	m³	4	
	Barandas metálicas	Kg	1.365.0	





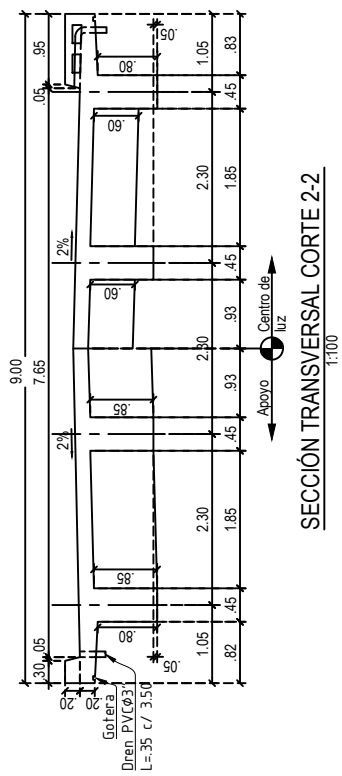
PLANTA PUENTE VIGAS REFORZADAS L=12.00m

1:150



SECCION LONGITUDINAL 1 - 1

1:100

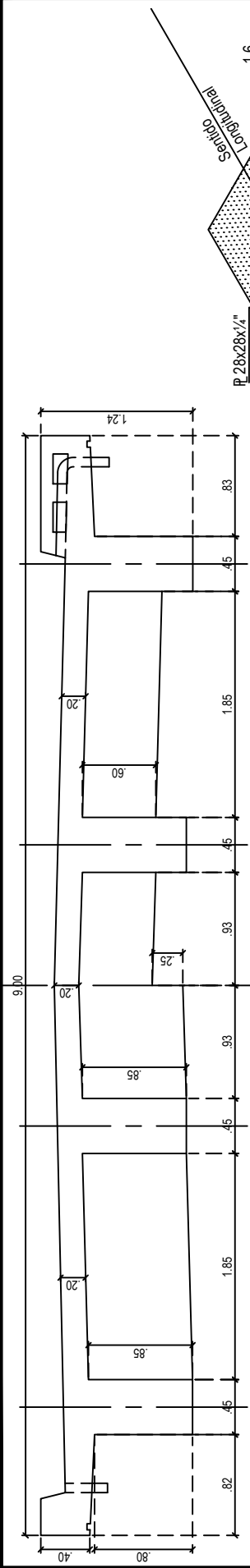


SECCION TRANSVERSAL CORTE 2-2

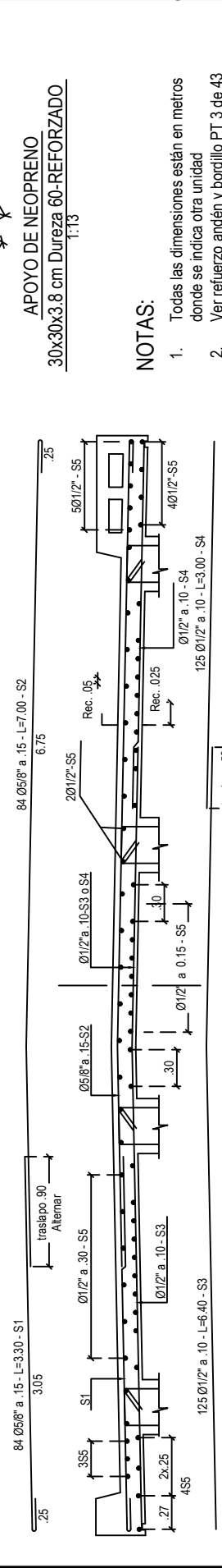
1:100

NOTAS:

1. Ver notas generales en plano No PT1 de 43
2. No se proyecta la infraestructura
3. Norma de diseño: Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14
4. Materiales
 - Concreto $f_c=28\text{MPa}$ (280 Kg/cm²) - Placa y vigas
 - Concreto $f_c=21\text{MPa}$ (210 Kg/cm²) - Andén y bordillo
 - Acero de refuerzo $f_y=420\text{MPa}$ (4200 Kg/cm²)
5. Carga viva de diseño CC-14
6. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad

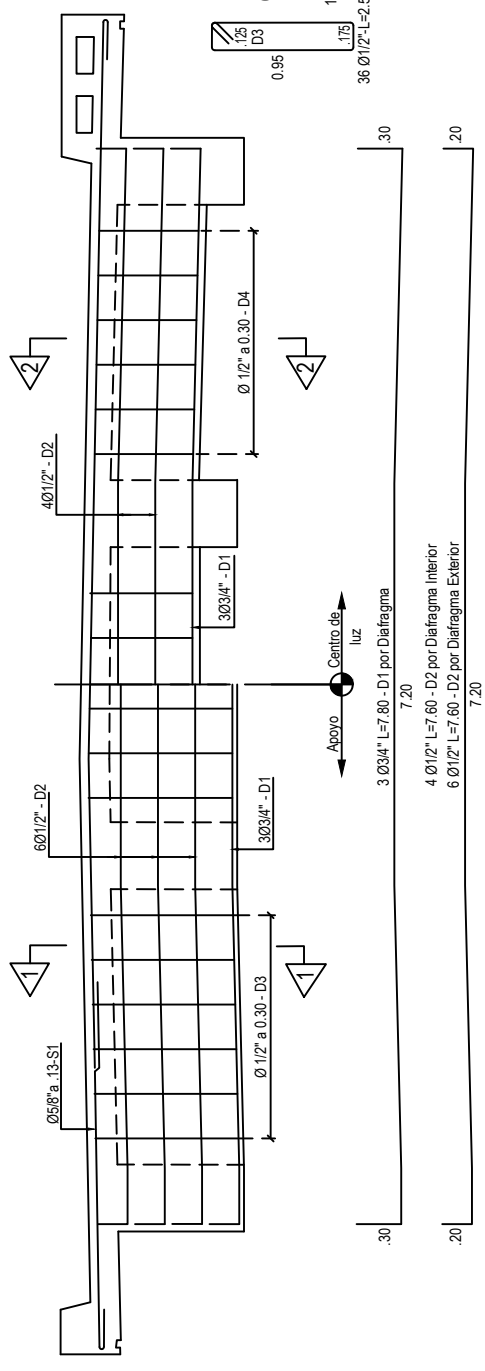


SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2-2
1:50



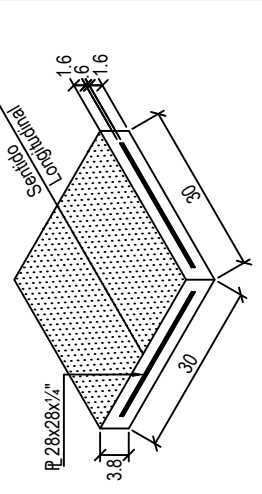
REFUERZO TABLERO
1:50

No se indica refuerzo de andén ni bordillo



RIOSTRAS
1:50

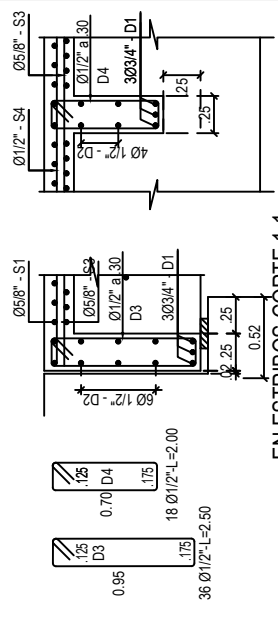
3 Ø3/4" L=7.80 - D1 por Diafragma
4 Ø1/2" L=7.60 - D2 por Diafragma Interior
6 Ø1/2" L=7.60 - D2 por Diafragma Exterior



APOYO DE NEOPRENO
30x30x3.8 cm Dureza 60-REFORZADO
1:13

NOTAS:


1. Todas las dimensiones están en metros donde se indica otra unidad
2. Ver refuerzo andén y bordillo PT 3 de 43
3. Ver detalle baranda PT 2 de 43



EN ESTRIBOS CORTE 1-1

EN EL EJE CORTE 2-2

RIOSTRAS
1:50

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación</p>	<p>OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FERREA</p>	<p>SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO TIPO PLACA - VIGAS L=12.0m</p>	<p>Contiene: FORMALETA - TABLERO - REFUERZO PLACA Y RIOSTRAS</p>	<p>Fecha: DICIEMBRE 2017</p> <p>Plano: PT 19 DE 43</p>
	<p>RIOSTRAS 1:50</p>			<p>Fecha: DICIEMBRE 2017</p> <p>Plano: PT 19 DE 43</p>

CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
S1	5/8	3,3	84	429,66
S2	5/8	7	84	911,40
S3	1/2	6,4	125	797,56
S4	1/2	3	125	373,86
S5	1/2	13,0 **	72	933,15
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				3445,62 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				22,5 m3
** Incluye traslapos				

CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
B1	3/8	1,55	51	44,06
B2	3/8	13,0 **	4	28,98
B3	3/8	0,45	24	6,02
B4	1/2	1,5	12	17,95
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				97,01 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				0,88 m3
** Incluye traslapos				

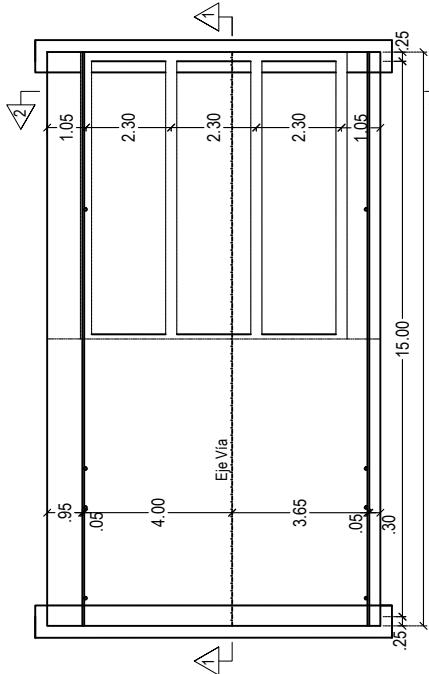
CANTIDADES DE MATERIALES ANDÉN				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A1	3/8	1,2	51	34,11
A2	3/8	0,7	51	19,90
A3	3/8	1,6	51	45,48
A4	3/8	1,6	51	45,48
A5	3/8	13,0 **	16	115,93
A6	1/2	1,3	24	31,10
A7	1/2	1,6	48	76,57
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				368,57 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				2,0 m3
** Incluye traslapos				

CANTIDADES DE MATERIALES CUATRO VIGAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
G1	1	11	20	875,60
G2	1	2,5	20	199,00
G3	1	10	20	796,00
G4	1	8	12	382,08
G5	1	6	8	191,04
G6	3/8	12,9 **	24	172,56
G7	1/2	3,08	328	1007,16
G8	1/2	0,69	336	231,13
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				3854,57 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				19,1 m3
** Incluye traslapos				

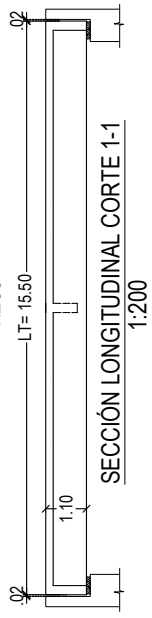
CANTIDADES DE MATERIALES RIOSTRAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
D1	3/4	7,8	9	157,25
D2	1/2	7,6	16	121,23
D3	1/2	2,5	36	89,73
D4	1/2	2	18	35,89
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				404,09 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				3,19 m3

CUADRO DE CANTIDADES			
	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
SUPERESTRUCTURA	VIGAS REFORZADAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	19,1
	TABLERO Y RIOSTRAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	25,7
	ANDÉN Y BORDILLO (fc=210 Kg/cm2)	m3	2,9
	ACERO DE REFUERZO (fy=4200 Kg/cm2)	Kg	8169,9
OTROS	APOYOS DE NEOPRENO	un	8
	DRENAJES TUBO PVC Ø3"	un	8
	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	18
	CONCRETO ASFALTICO MDC	m3	4,78
	BARANDAS METÁLICAS	Kg	1750

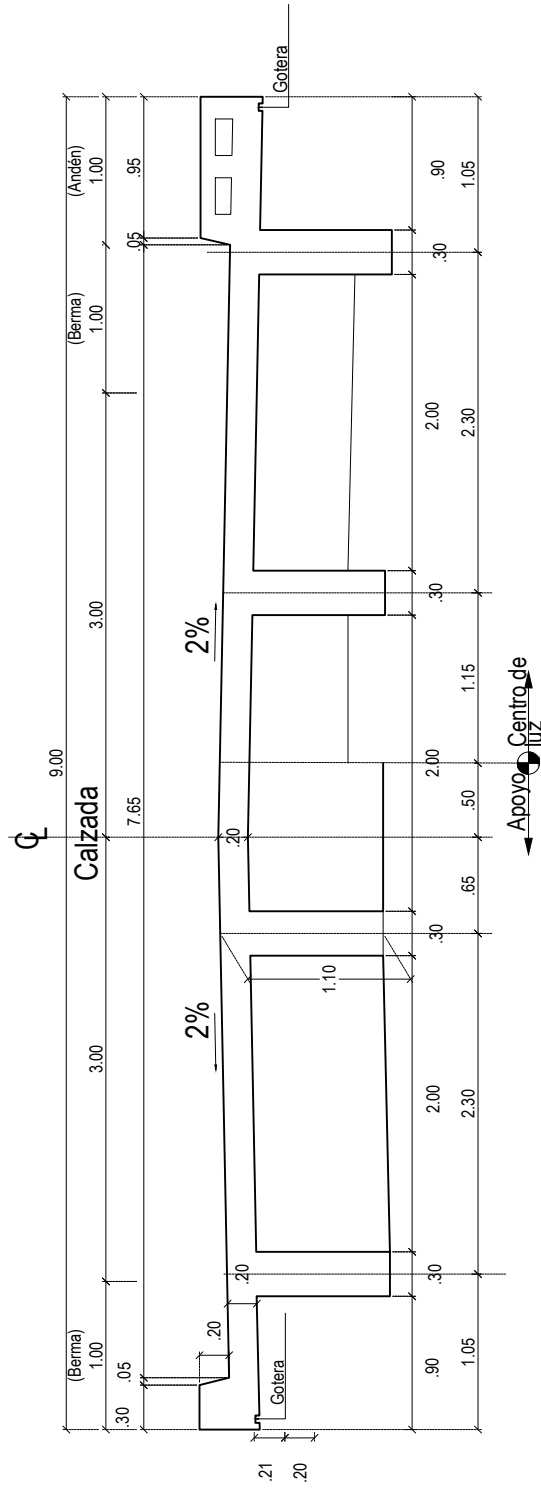





PLANTA PUENTE PLACA VIGA L = 15.00 m
 LT = 15.50
 1:200



SECCIÓN LONGITUDINAL CORTE 1-1
 1:200



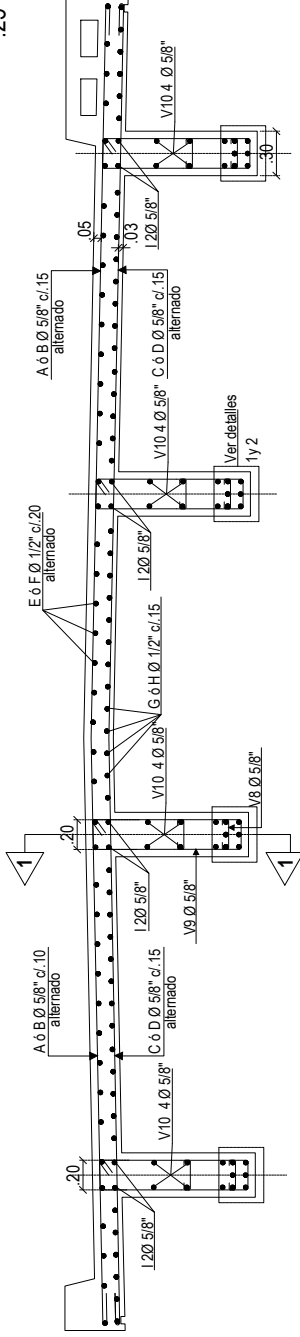
SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2-2
 1:50

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación</p>	<p>OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA</p>	<p>SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO TIPO PLACA-VIGA L=15.0 m</p>	<p>Contenido: GEOMETRÍA PLANTA SECCIÓN LONGITUDINAL Y SECCIÓN TRANSVERSAL</p>	<p>Fecha: DICIEMBRE 2017 Plano: PT 22 de 43</p>
	<p>SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2-2 1:50</p>			

A Ø5/8 L=6.20 m (alternado)

B Ø5/8 L=3.60 m (alternado)

.25



C Ø5/8 L=4.00 m (alternado)

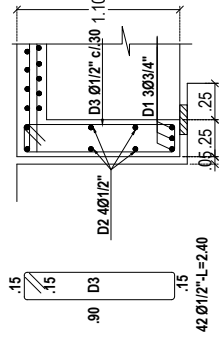
.25

D Ø5/8 L=5.80 m (alternado)

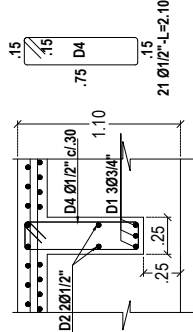
.25

REFUERZO TABLERO

1:50



EN ESTRIBOS



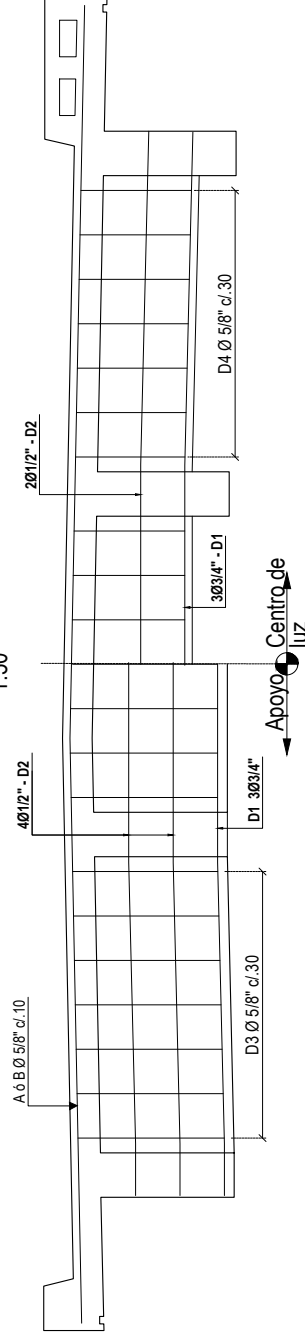
EN C

NOTAS :

1. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
2. Ver refuerzo andén y bordillo PT 3 de 43
3. Ver detalle baranda PT 2 de 43

RIOSTRAS

1:50

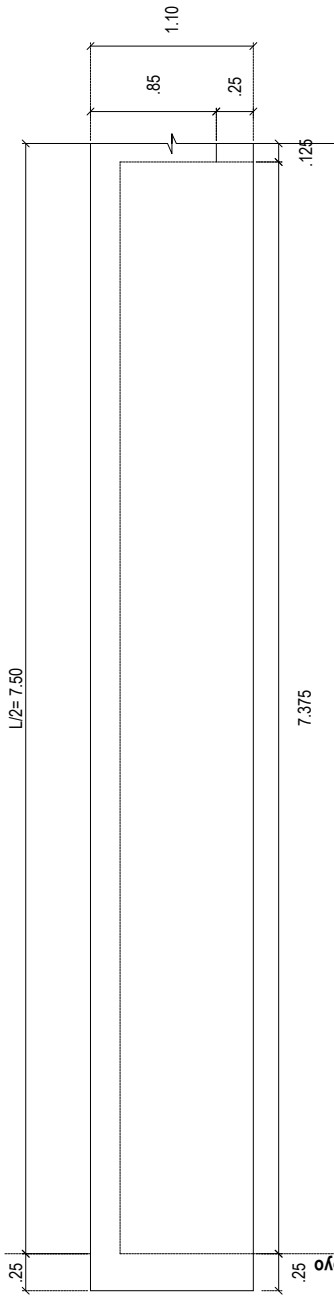


Apoyo Centro de Luz

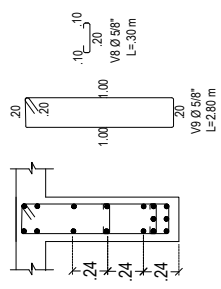
- 3 Ø3/4" L=7.20 - D1 por Diafragma
- 2 Ø1/2" L=7.20 - D2 por Diafragma Interior
- 4 Ø1/2" L=7.20 - D2 por Diafragma Interior

RIOSTRAS

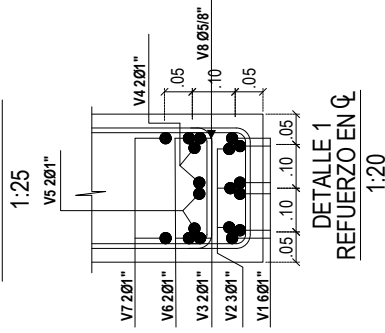
1:50



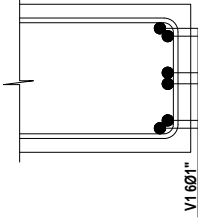
GEOMETRIA VIGA
1:50



CORTE 1-1
REFUERZO VIGAS
1:25



DETALLE 1
REFUERZO EN ϕ
1:20



DETALLE 2
REFUERZO EN APOYOS
1:20

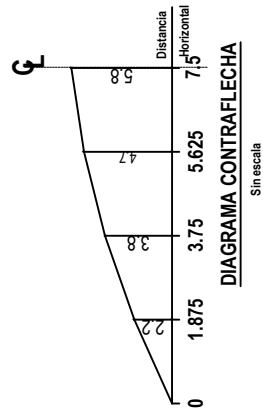


DIAGRAMA CONTRAFLECHA
Sin escala

REFUERZO VIGA
1:50

- V1 6Ø1" L=16.20 m
- V2 3Ø1" L=15.00 m
- V3 2Ø1" L=13.00 m
- V4 2Ø1" L=11.00 m
- V5 2Ø1" L=9.00 m
- V6 2Ø1" L=8.00 m
- V7 2Ø1" L=7.00 m



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

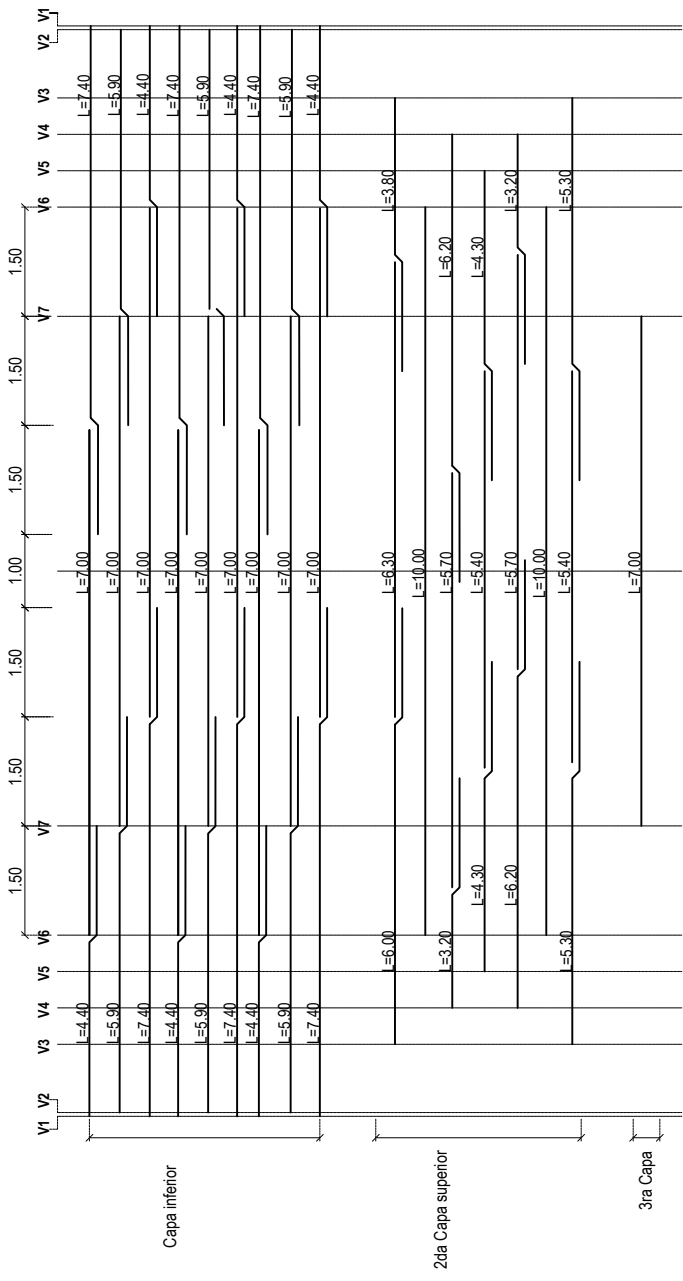
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE
LA RED TERCIARIA Y FERREA

SUPERESTRUCTURA EN
CONCRETO REFORZADO TIPO
PLACA-VIGA L=15.0 m

Contenido:
VIGA REFORZADA FORMALETA
Y DETALLES REFUERZO

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 24 de 43



ALTERNATIVAS DE REFUERZO VIGA

1:100

Longitud incluye gancho de 0.40 m

NOTA: Ver detalle traslazo en planto PT 34



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE
LA RED TERCIARIA Y FERREA

SUPERESTRUCTURA EN
CONCRETO REFORZADO TIPO
PLACA-VIGA L=15.0 m

Contenido:
DETALLE TRASLAPOS,
REFUERZO DE VIGA

Fecha: DICIEMBRE 2017

Plano:
PT 25 de 43

CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO				
CLASE	Ø	LONG (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A	5/8	6.45	150	1501.6
B	5/8	3.85	150	896.3
C	5/8	4.25	100	659.6
D	5/8	6.05	100	939.0
E	1/2	10.20	45	457.2
F	1/2	7.20	45	322.7
G	1/2	11.20	60	669.3
H	1/2	8.20	60	490.0
I	5/8	8.25	16	204.9
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²				6140.5 Kg
Total concreto fc=280 Kg/cm ²				27.9 m ³

CANTIDADES DE MATERIALES VIGAS				
CLASE	Ø	L(m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
V1	1	16.20	24	1544.70
V2	1	15.00	12	715.14
V3	1	13.00	8	413.19
V4	1	11.00	8	349.62
V5	1	9.00	8	286.06
V6	1	8.00	8	254.27
V7	1	7.00	8	222.49
V8	5/8	0.30	296	137.82
V9	5/8	2.80	736	3198.36
V10	5/8	8.25	32	409.73
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²				7531.4 Kg
Total concreto fc=280 Kg/cm ²				17.0 m ³

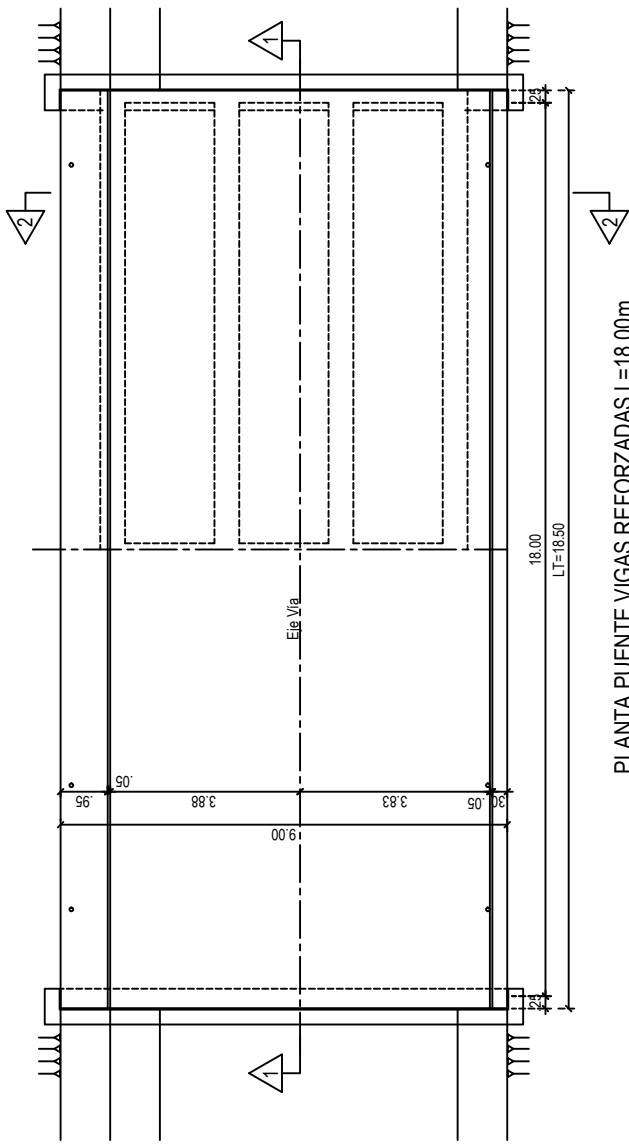
CANTIDADES DE MATERIALES ANDEN				
CLASE	Ø	L(m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A1	3/8	1.15	62	39.86
A2	3/8	0.70	62	24.26
A3	3/8	1.60	62	55.45
A4	3/8	1.70	62	58.92
A5	3/8	15.70	16	140.42
A4	1/2	1.30	32	41.43
A5	1/2	1.60	64	101.99
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²				462.3 Kg
Total concreto fc=210 Kg/cm ²				3.3 m ³

CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	LONG (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
B1	3/8	1.55	62.00	53.72
B2	3/8	15.70	4.00	35.11
B3	3/8	0.45	32.00	8.05
B4	1/2	1.50	16.00	23.90
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²				120.8 Kg
Total concreto fc=210 Kg/cm ²				1.0 m ³

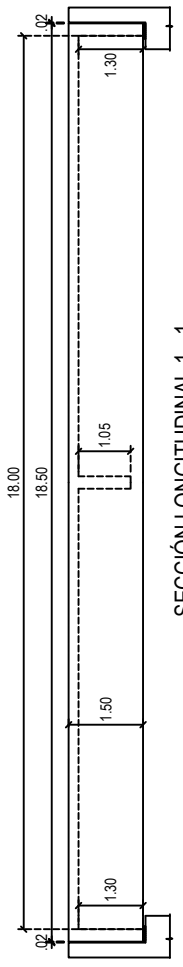
CANTIDADES DE MATERIALES RIOSTRAS				
CLASE	Ø	L(m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
D1	3/4	7.20	9	144.83
D2	1/2	8.00	10	79.68
D3	1/2	2.40	60	143.42
D4	1/2	2.10	30	62.75
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²				430.7 Kg
Total concreto fc=280 Kg/cm ²				5.50 m ³

ITEMS		UNIDAD	CANTIDAD
SUPER - ESTRUCTURA	VIGAS REFORZADAS (fc=280 Kg/cm ²)	m ³	17.00
	TABLERO Y RIOSTRAS (fc=280 Kg/cm ²)	m ³	34.00
	ANDEN Y BORDILLO (fc=280 Kg/cm ²)	m ³	4.30
	ACERO DE REFUERZO (fy=4200 Kg/cm ²)	Kg	14685.60
OTROS	APOYOS DE NEOPRENO 0.35 x 0.35 x 0.05 Dureza 60	un	2.00
	DRENAJES TUBO PVC Ø3"	m	10.00
	JUNTAS DE DILATACION	m	18.00
	COCNRETO ASFALTICO MDC	m ³	2.50
	BARANDAS METALICAS	Kg	2100.00

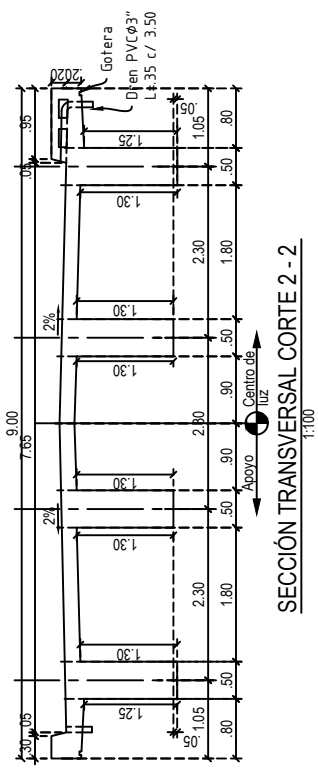




PLANTA PUENTE VIGAS REFORZADAS L=18.00m
1:150



SECCIÓN LONGITUDINAL 1 - 1
1:150



SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2 - 2
1:100

NOTAS:

1. Ver notas generales en plano No PT1 de 43
2. No se proyecta la infraestructura
3. Norma de diseño: Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14
4. Materiales
 - Concreto $f'c=28MPa$ (280 Kg/cm²) - Placa y vigas
 - Concreto $f'c=21MPa$ (210 Kg/cm²) - Andén y bordillo
 - Acero de refuerzo $f_y=420MPa$ (4200 Kg/cm²)
5. Carga viva de diseño CC-14
6. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad



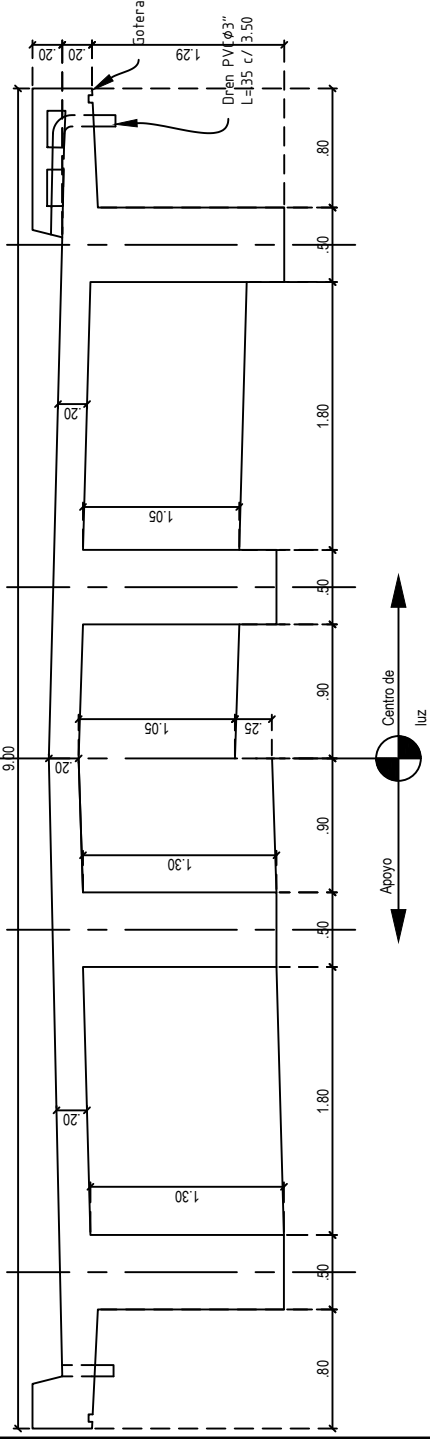
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA
VIAS DE LA RED TERCERIA
Y FERREA

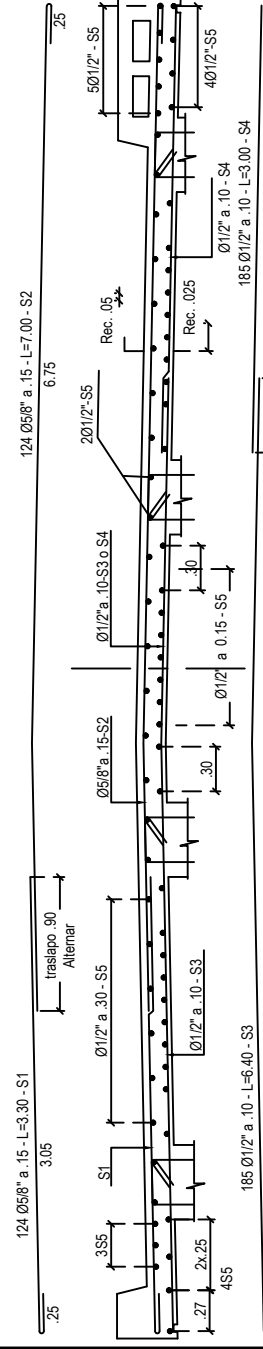
SUPERESTRUCTURA
EN CONCRETO REFORZADO
TIPO PLACA - VIGAS L=18.0m

Contiene:
PLANTA
SECCIÓN LONGITUDINAL
SECCIÓN TRANSVERSAL

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 27 DE 43

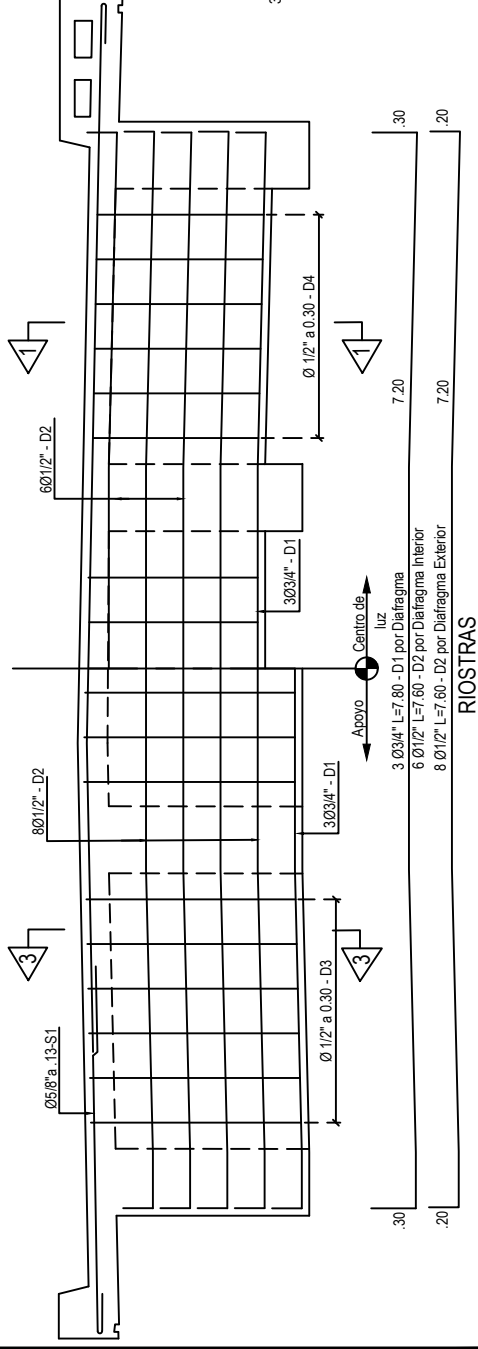


SECCIÓN TRANSVERSAL SIMPLIFICADA
1:50



REFUERZO TABLERO
1:50

No se indica refuerzo de andén ni bordillo

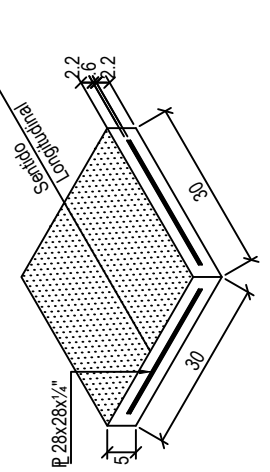


RIOSTRAS
1:50

EN EL EJE CORTE 1 - 1

EN ESTRIBOS CORTE 3-3

RIOSTRAS
1:50



APOYO DE NEOPRENO
30x30x5 cm Dureza 60-REFORZADO
1:13

NOTAS :

1. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
2. Ver refuerzo andén y bordillo PT 3 de 43
3. Ver detalle baranda PT 2 de 43



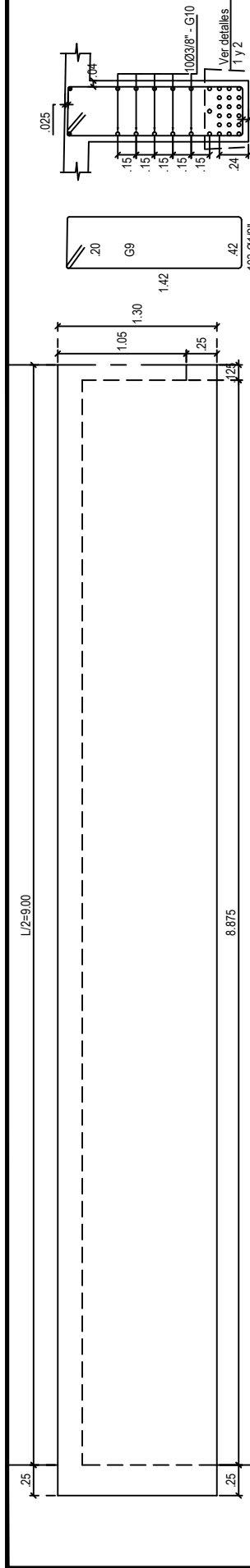
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA
VIAS DE LA RED TERCERIA
Y FERREA

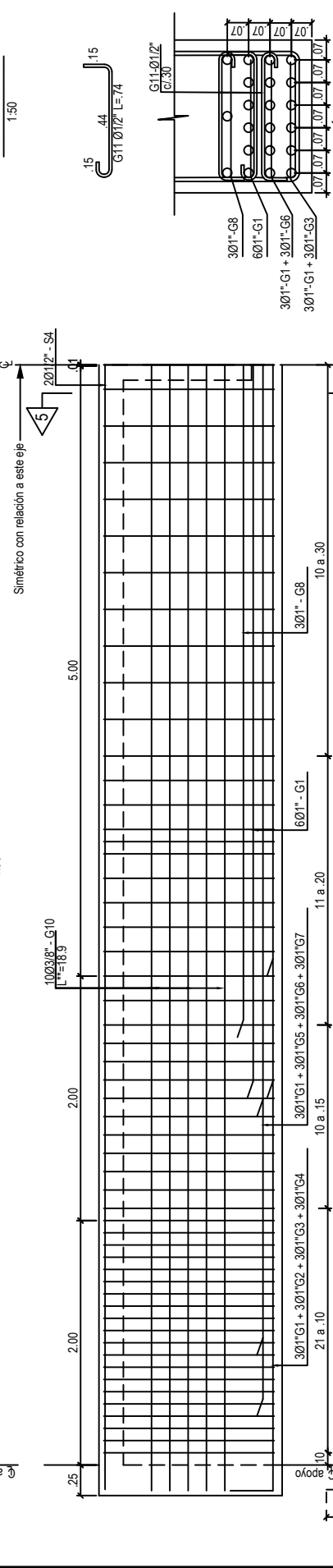
SUPERESTRUCTURA
EN CONCRETO REFORZADO
TIPO PLACA - VIGAS L=18.0m

Contiene:
FORMALETA - TABLERO - REFUERZO
PLACA Y RIOSTRAS

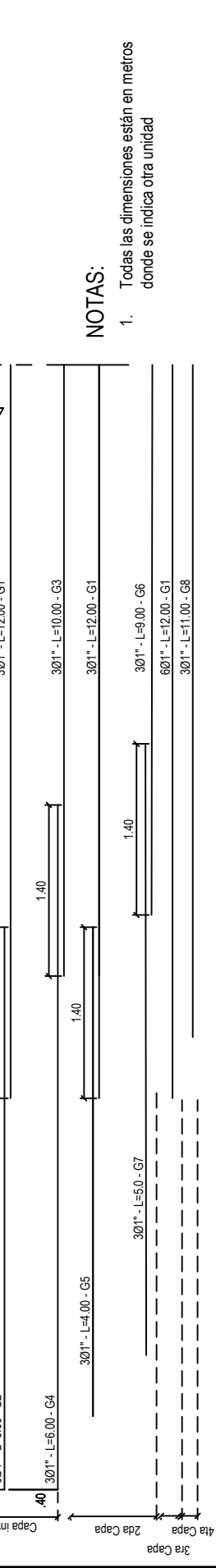
Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 28 DE 43



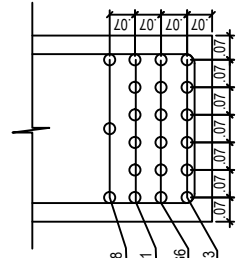
GEOMETRÍA VIGA
1:50



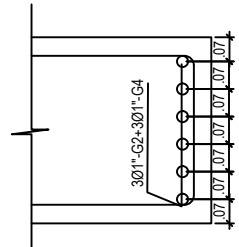
COLOCACIÓN REFUERZO
1:20



REFUERZO VIGA
1:50



DETALLE 1 C
REFUERZO EN C
1:20



DETALLE 2
REFUERZO EN APOYOS
1:20

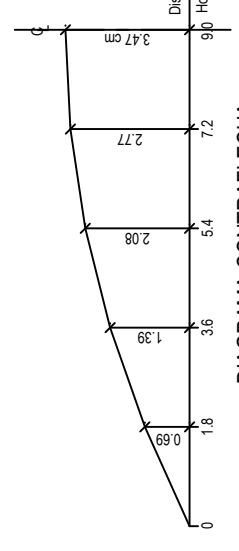


DIAGRAMA CONTRAFLECHA
Sin escala

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están en metros donde se indica otra unidad



CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
S1	5/8	3,3	124	634,26
S2	5/8	7	124	1345,40
S3	1/2	6,4	185	1180,39
S4	1/2	3	185	553,31
S5	1/2	19,0 **	72	1363,83
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				5077,18 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				33,3 m3
** Incluye traslapes				

CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
B1	3/8	1,55	75	64,79
B2	3/8	19,0 **	4	42,36
B3	3/8	0,45	36	9,03
B4	1/2	1,5	18	26,92
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				143,10 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				1,30 m3
** Incluye traslapes				

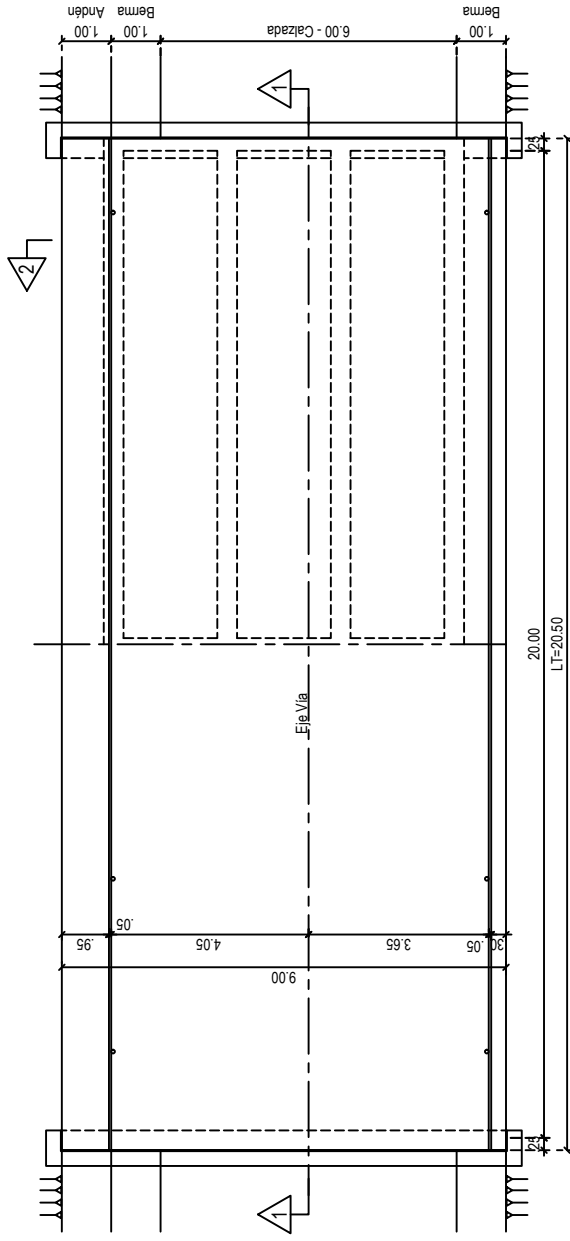
CANTIDADES DE MATERIALES ANDÉN				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A1	3/8	1,2	75	50,16
A2	3/8	0,7	75	29,26
A3	3/8	1,6	75	66,88
A4	3/8	1,6	75	66,88
A5	3/8	19,0 **	16	169,43
A6	1/2	1,3	36	46,66
A7	1/2	1,6	72	114,85
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				544,13 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				3,0 m3
** Incluye traslapes				

CANTIDADES DE MATERIALES CUATRO VIGAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
G1	1	12	48	2292,48
G2	1	5	12	238,80
G3	1	10	12	477,60
G4	1	6	12	286,56
G5	1	4	12	191,04
G6	1	9	12	429,84
G7	1	5	12	238,80
G8	1	11	12	525,36
G9	1/2	4,08	412	1675,83
G10	3/8	18,9 **	40	421,36
G11	1/2	0,74	744	548,88
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				7326,55 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				48,1 m3
** Incluye traslapes				

CANTIDADES DE MATERIALES RIOSTRAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
D1	3/4	7,8	9	157,25
D2	1/2	7,6	22	166,69
D3	1/2	3,2	36	114,85
D4	1/2	2,7	18	48,45
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				487,24 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				4,93 m3

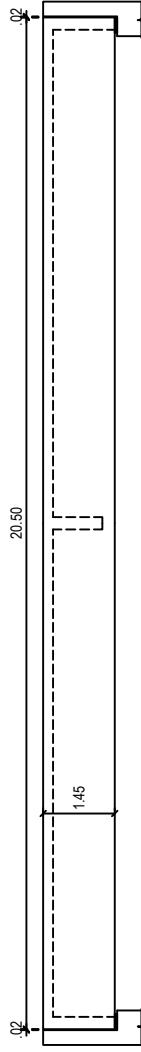
CUADRO DE CANTIDADES			
ITEM			
SUPERESTRUCTURA	UNIDAD	CANTIDAD	
VIGAS REFORZADAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	48,1	
TABLERO Y RIOSTRAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	38,2	
ANDEN Y BORDILLO (fc=210 Kg/cm2)	m3	4,3	
ACERO DE REFUERZO (fy=4200 Kg/cm2)	Kg	13578,2	
APOYOS DE NEOPRENO	un	8	
DRENAJES TUBO PVC Ø3"	un	12	
JUNTAS DE DILATACION	m	18	
CONCRETO ASFALTICO MIDC	m3	7,08	
BARANDAS METALICAS	Kg	2590	
OTROS			





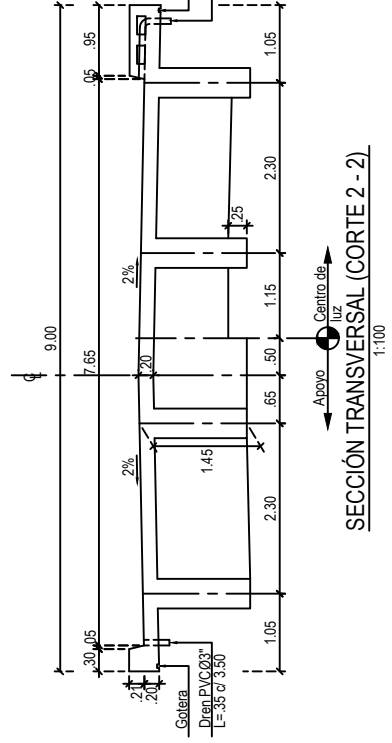
PLANTA PUENTE VIGAS REFORZADAS L=20.00m

1:150



SECCIÓN LONGITUDINAL 1 - 1

1:150



SECCIÓN TRANSVERSAL (CORTE 2 - 2)

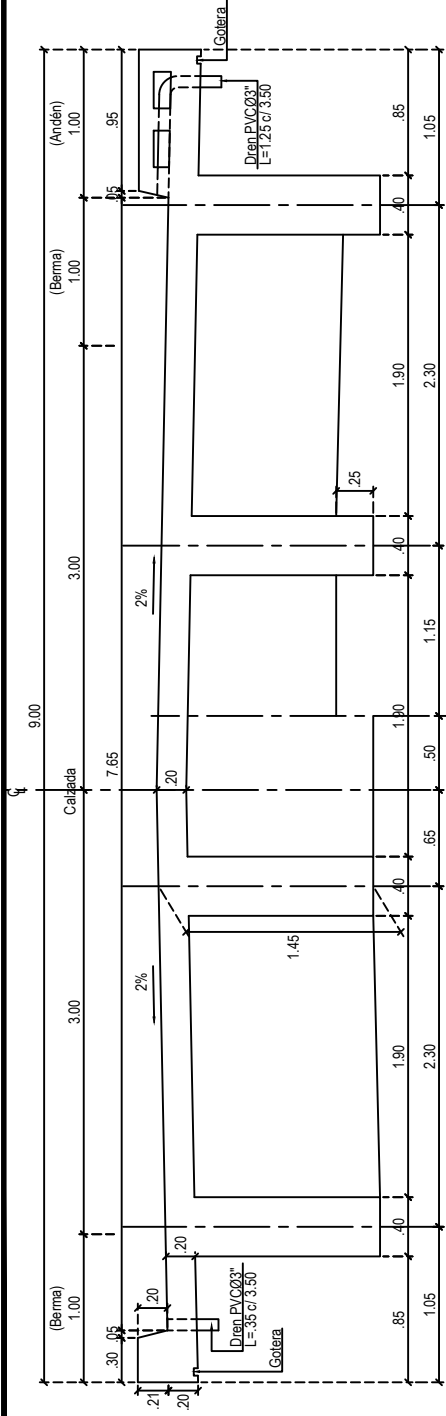
1:100

NOTAS:

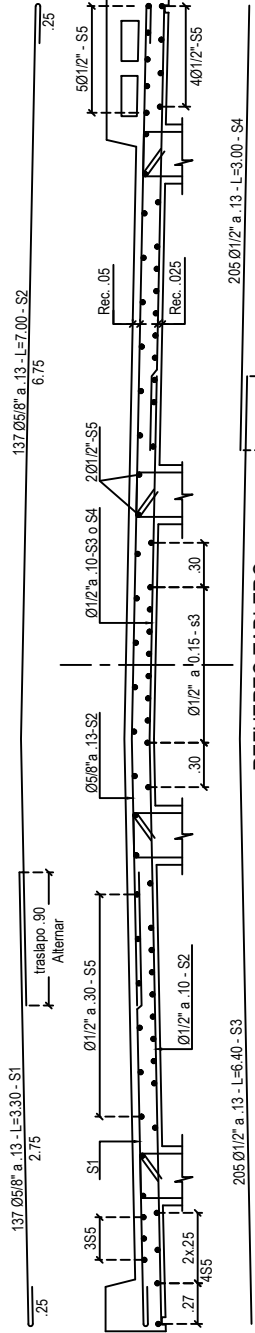
1. Ver notas generales en plano No PT1 de 43
2. No se proyecta la infraestructura.
3. Norma de diseño: Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14
4. Materiales
 - Concreto $f_c=28$ MPA - Placa y vigas
 - Concreto $f_c=21$ MPA - Andén y bordillo
 - Acero de refuerzo $f_y=420$ MPA
5. Carga viva de diseño CC-14
6. Todas las dimensiones están en metros excepto cuando se indica otra unidad



Contiene:

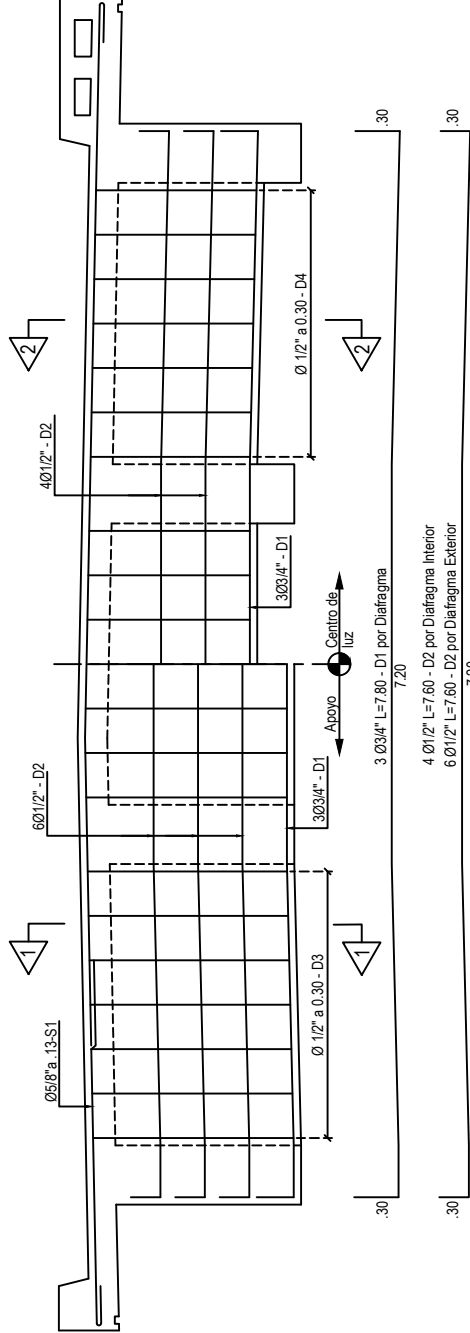


SECCION TRANSVERSAL CORTE (2 - 2)
1:50



REFUERZO TABLERO
1:50

No se indica refuerzo de andén ni bordillo

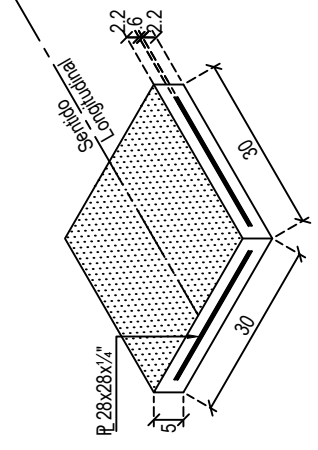


RIOSTRAS
1:50

3 Ø3/4\"/>

4 Ø1/2\"/>

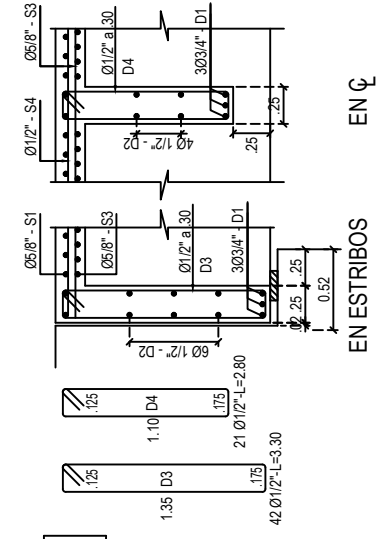
6 Ø1/2\"/>



APOYO DE NEOPRENO
30x30x5 Dureza 60
1:125

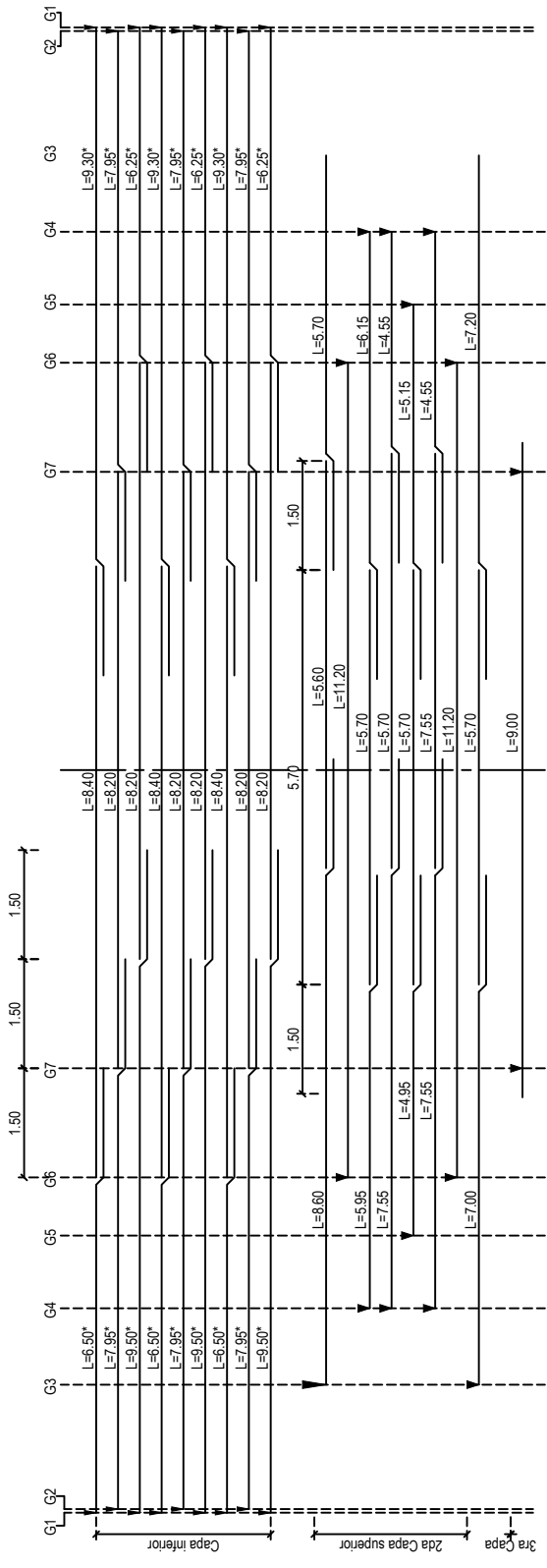
NOTAS :

1. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
2. Ver refuerzo andén y bordillo PT 3 de 43
3. Ver detalle baranda PT 2 de 43



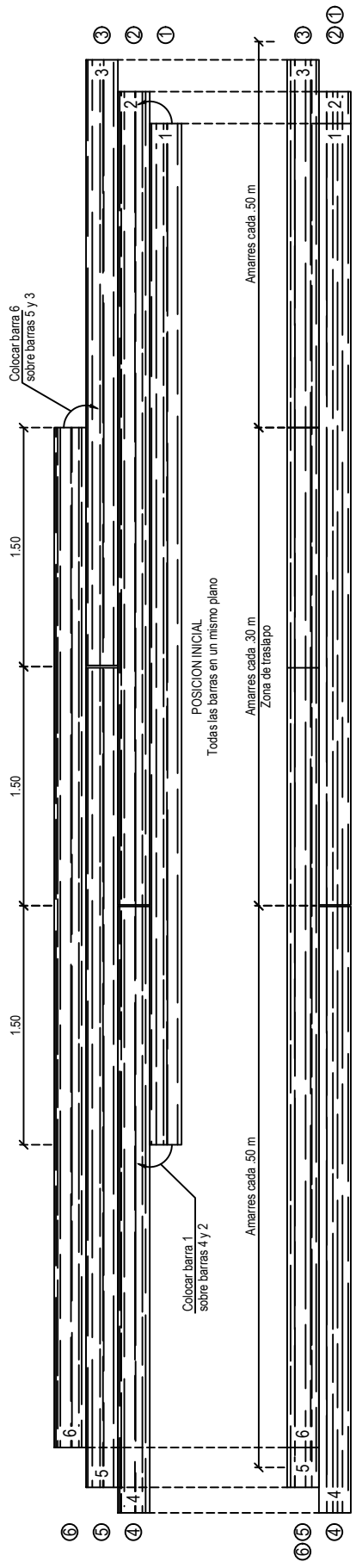
RIOSTRAS
1:50





ALTERNATIVAS DE TRASLAPOS REFUERZO VIGA


1:100
* Longitud incluye gancho de 0.40m



Los amarres deben hacerse en alambre dulce N° 18

DETALLE TRASLAPO DE UN GRUPO DE TRES BARRAS
SIN ESCALA

- NOTAS:**
- Todas las dimensiones están en metros excepto cuando se indica otra unidad
 - Ver cantidades de obra en PL N°35 de 43

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación</p>	<p>OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FERREA</p>	<p>CONTIENE: SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO TIPO PLACA - VIGAS L=20.0m</p>	<p>FECHA: DICIEMBRE 2017</p>
	<p>DETALLE TRASLAPOS REFUERZO DE VIGAS</p>	<p>PLANO: PT 34 de 43</p>	

CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO

CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
S1	5/8"	3.00	158	738.0
S2	5/8"	7.00	158	1722.0
S3	1/2"	6.40	205	1312.0
S4	1/2"	3.00	205	615.0
S5	1/2"	30.00 **	72	2160.0
Total concreto f'c 28 Mpa				37.0 m³
Total acero de refuerzo fy 420 Mpa				6547.1 Kg

** Incluye longitud de traslapo

CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO

CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
B1	3/8"	1.55	81	70.3
B2	3/8"	21.20 **	4	47.5
B3	3/8"	0.45	44	11.1
B4	1/2"	1.50	22	33.0
Total concreto f'c 21 Mpa				1.50 m³
Total acero de refuerzo fy 420 Mpa				161.9 Kg

** Incluye longitud de traslapo

CANTIDADES DE MATERIALES ANDEN

CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
A1	3/8"	1.20	81	54.4
A2	3/8"	0.70	81	31.8
A3	3/8"	1.60	81	72.6
A4	3/8"	1.60	81	72.6
A5	3/8"	21.20 **	16	190.0
A6	1/2"	1.30	44	57.2
A7	1/2"	1.60	88	140.8
Total concreto f'c 21 Mpa				3.20 m³
Total acero de refuerzo fy 420 Mpa				619.3 Kg

** Incluye longitud de traslapo

CANTIDADES DE MATERIALES CUATRO VIGAS

CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
TRASLAPOS	1"	1.50	120	715.1
G1	1"	21.20	24	2021.5
G2	1"	21.10	12	1006.0
G3	1"	16.90	8	537.1
G4	1"	14.80	8	470.4
G5	1"	12.80	8	406.8
G6	1"	10.80	12	514.9
G7	1"	9.00	12	429.1
G8	1/2"	3.80	404	1535.2
G9	5/8"	22.20 **	24	829.6
G10	3/8"	0.65	240	87.4
Total concreto (nervio) f'c 280 Kg/cm²				41.0 m³
Total acero de refuerzo fy 4200 Kg/cm²				8553.1 Kg

** Incluye longitud de traslapo

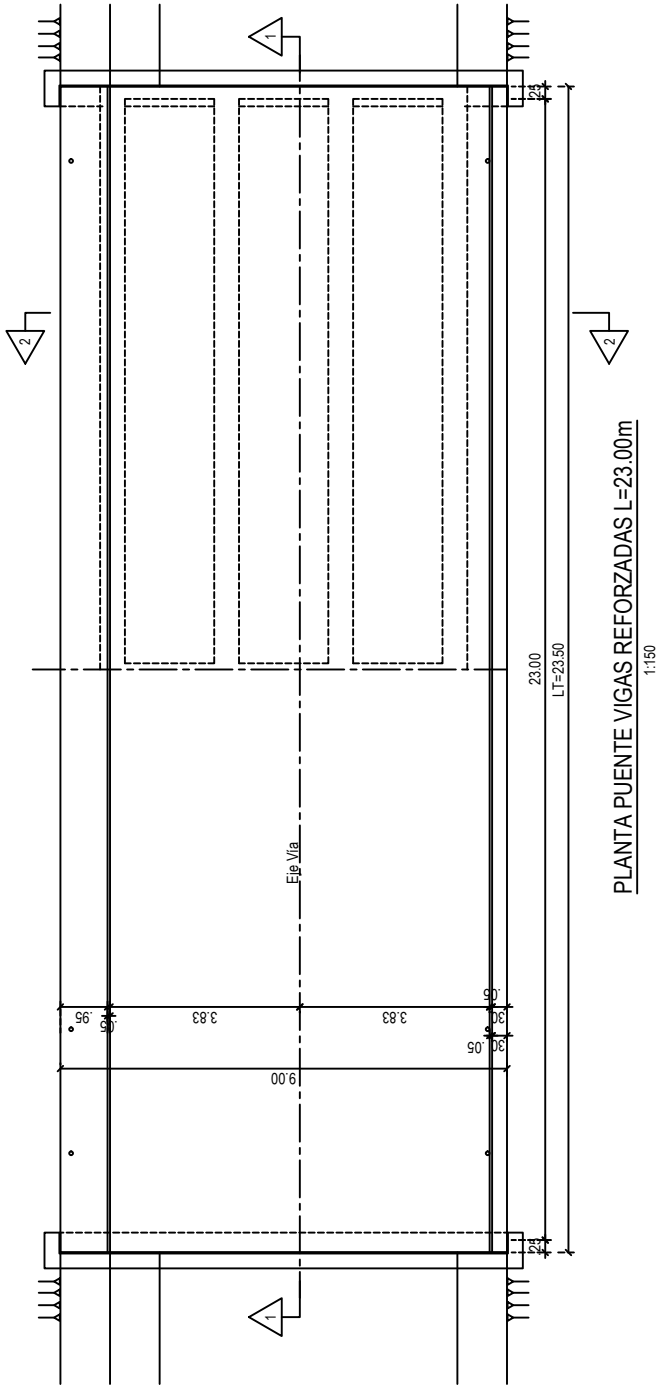
CANTIDADES DE MATERIALES RIOSTRAS

CLASE	Ø	LONG. (m)	CANT.	PESO (Kg)
D1	3/4"	7.80	9	156.9
D2	1/2"	7.60	16	121.6
D3	1/2"	3.30	42	138.6
D4	1/2"	2.80	21	58.8
Total concreto f'c 210 Kg/cm²				5.0 m³
Total acero de refuerzo fy 4200 Kg/cm²				475.9 Kg

CANTIDADES TOTALES DE MATERIALES
SUPERESTRUCTURA PUENTE EN CONCRETO REFORZADO L=20 m

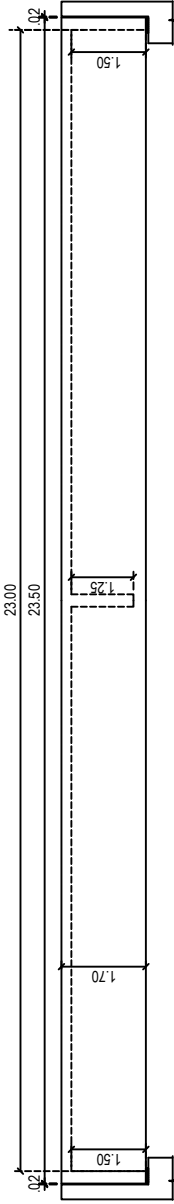
ITEMS	UNIDAD	CANTIDAD
VIGAS REFORZADAS (f'c=280 Kg/cm²)	m³	41.0
TABLERO Y RIOSTRAS (f'c=280 Kg/cm²)	m³	42.0
ANDEN Y BORDILLO (f'c=210 Kg/cm²)	m³	4.7
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm²	Kg	16357.2
Apoyos de neopreno reforzado 0.30x0.30x0.05 Dureza 60	un.	8
Drenajes tubo PVC AÆ 3"	un.	12
Juntas de dilatación	m	18
Concreto asfáltico (MDC-2) espesor 0.05m	m³	8
Barandas metálicas	Kg	2,540.0





PLANTA PUENTE VIGAS REFORZADAS L=23.00m

1:150

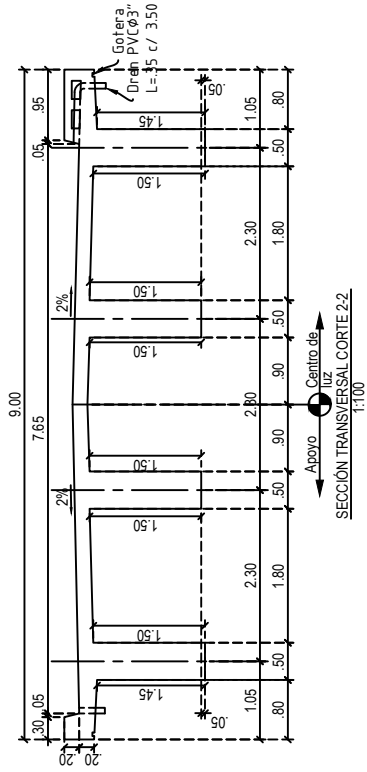


SECCIÓN LONGITUDINAL 1 - 1

1:150

NOTAS:

1. Ver notas generales en plano No PT1 de 43
2. No se proyecta la infraestructura
3. Norma de diseño: Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14
4. Materiales
 - Concreto $f'c=28\text{MPa}$ (280 Kg/cm²)
 - Placa y vigas
 - Concreto $f'c=21\text{MPa}$ (210 Kg/cm²)
 - Acero de refuerzo $f_y=420\text{MPa}$ (4200 Kg/cm²)
 - Andén y bordillo
5. Carga viva de diseño CC-14
6. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad



SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2-2

1:100



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

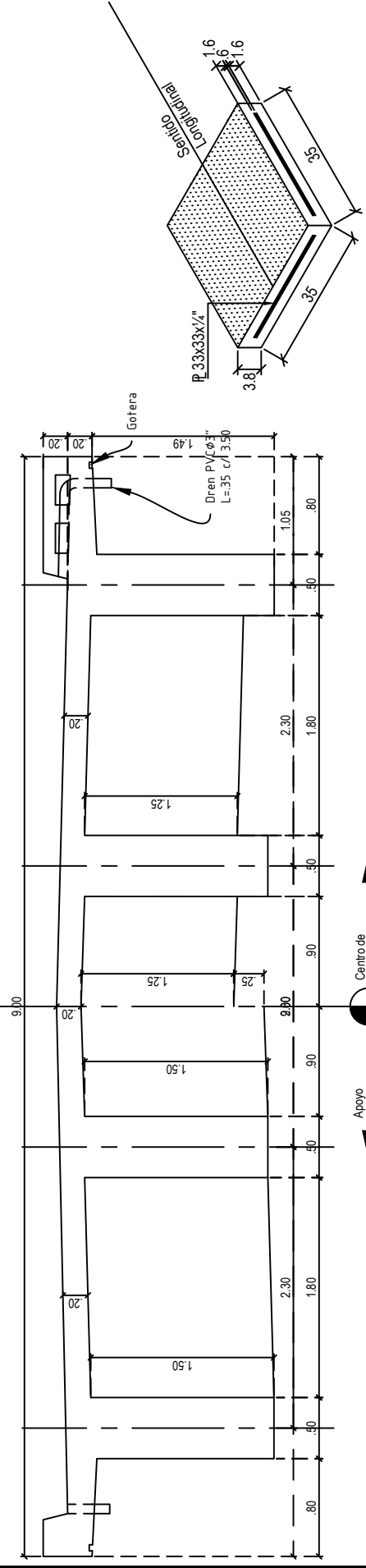
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FERREA

SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO TIPO PLACA - VIGAS L=23.0m

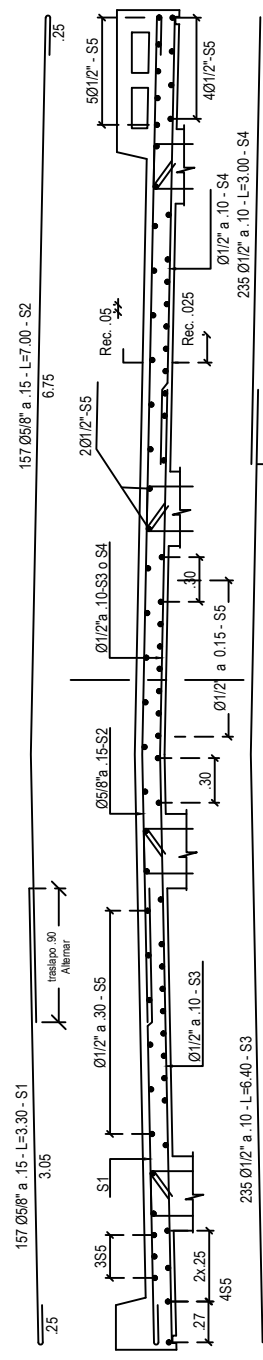
PLANTA SECCIÓN LONGITUDINAL SECCIÓN TRANSVERSAL

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 36 DE 43



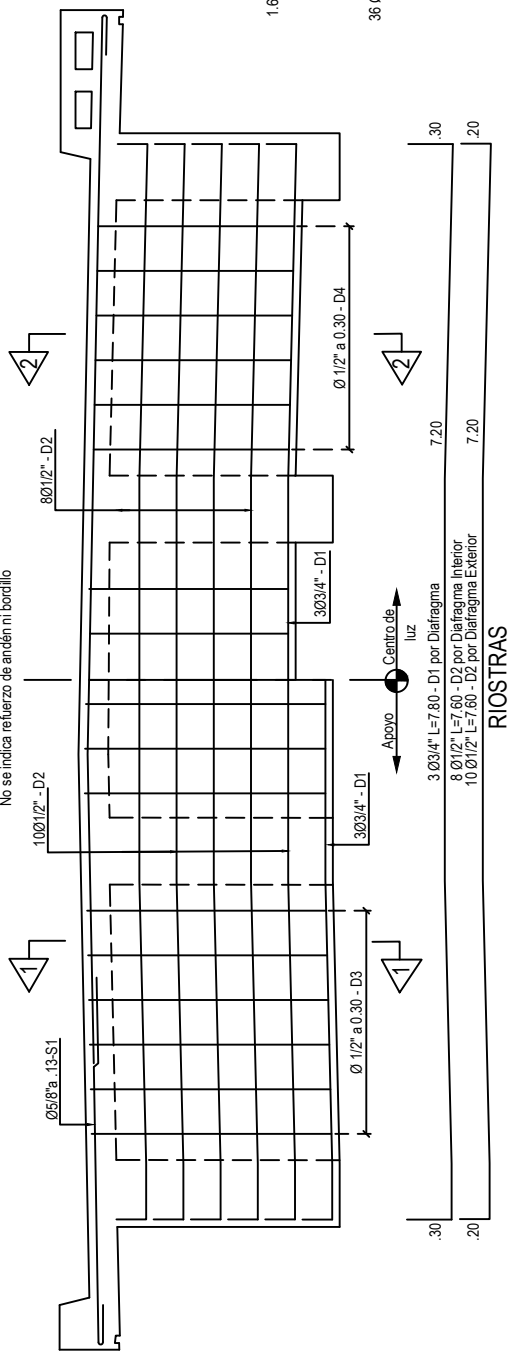
APOYO DE NEOPRENO
35x35x3.8 cm Dureza 60-REFORZADO
1:13

SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2-2
1:50



REFUERZO TABLERO
1:50

No se indica refuerzo de andén ni bordillo




NOTAS :

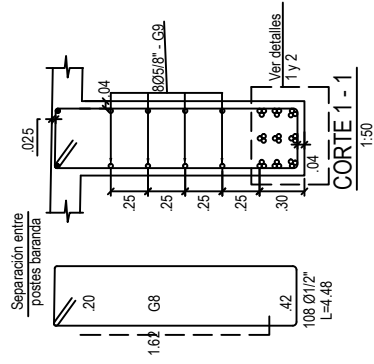
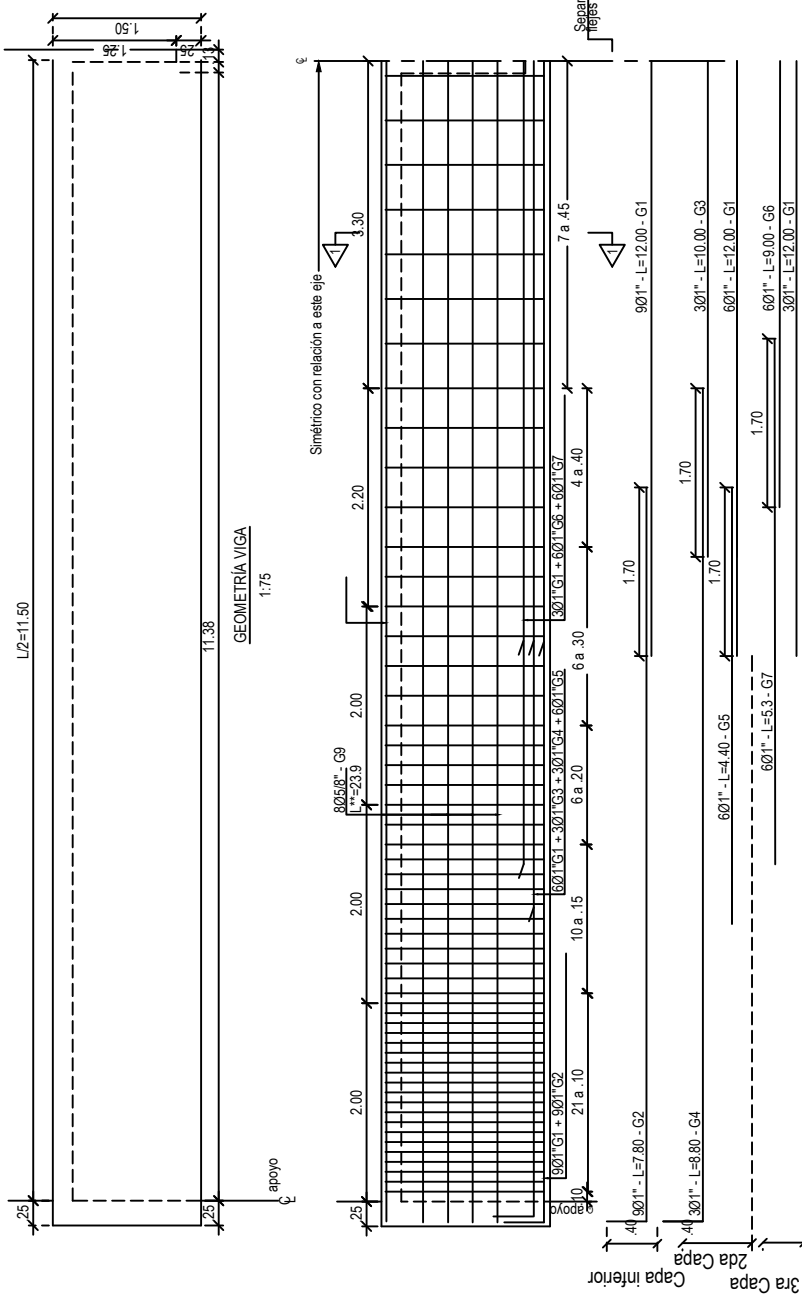
1. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
2. Ver refuerzo andén y bordillo PT 3 de 43
3. Ver detalle baranda PT 2 de 43

EN ESTRIBOS CORTE 1 - 1
1:50

EN EL EJE CORTE 2 - 2

RIOSTRAS
1:50

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación</p>	<p>OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FERREA</p>	<p>SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO TIPO PLACA - VIGAS L=23.0m</p>	<p>FORMALETA - TABLERO - REFUERZO PLACA Y RIOSTRAS</p>	<p>Fecha: DICIEMBRE 2017 Plano: PT 37 DE 43</p>
	<p>Contiene:</p>			



REFUERZO VIGA
1:75

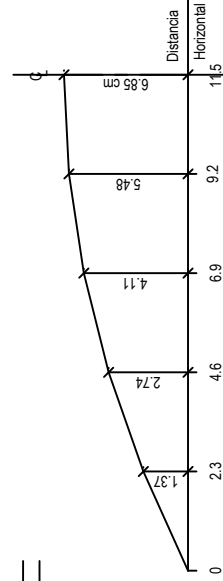
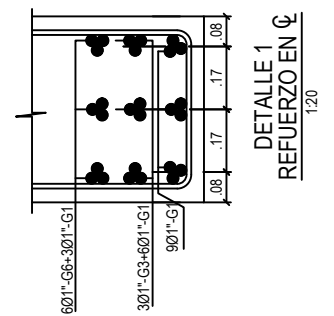
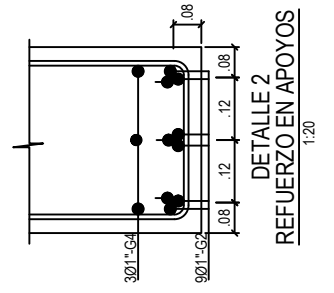
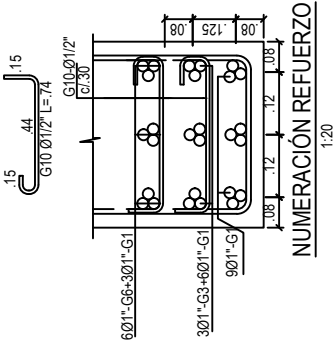


DIAGRAMA CONTRAFLECHA
Sin escala



NOTAS:
1. Todas las dimensiones están en metros donde se indica otra unidad



CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
S1	5/8	3,3	157	803,06
S2	5/8	7	157	1703,45
S3	1/2	6,4	235	1499,41
S4	1/2	3	235	702,85
S5	1/2	24,0 **	72	1722,73
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				6431,50 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				42,3 m3

** Incluye traslapos

CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
B1	3/8	1,55	95	82,07
B2	3/8	24,0 **	4	53,51
B3	3/8	0,45	46	11,54
B4	1/2	1,5	23	34,39
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				181,51 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				1,65 m3

** Incluye traslapos

CANTIDADES DE MATERIALES ANDÉN				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A1	3/8	1,2	95	63,54
A2	3/8	0,7	95	37,06
A3	3/8	1,6	95	84,72
A4	3/8	1,6	95	84,72
A5	3/8	24,0 **	16	214,02
A6	1/2	1,3	46	59,62
A7	1/2	1,6	92	146,75
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				690,43 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				3,8 m3

** Incluye traslapos

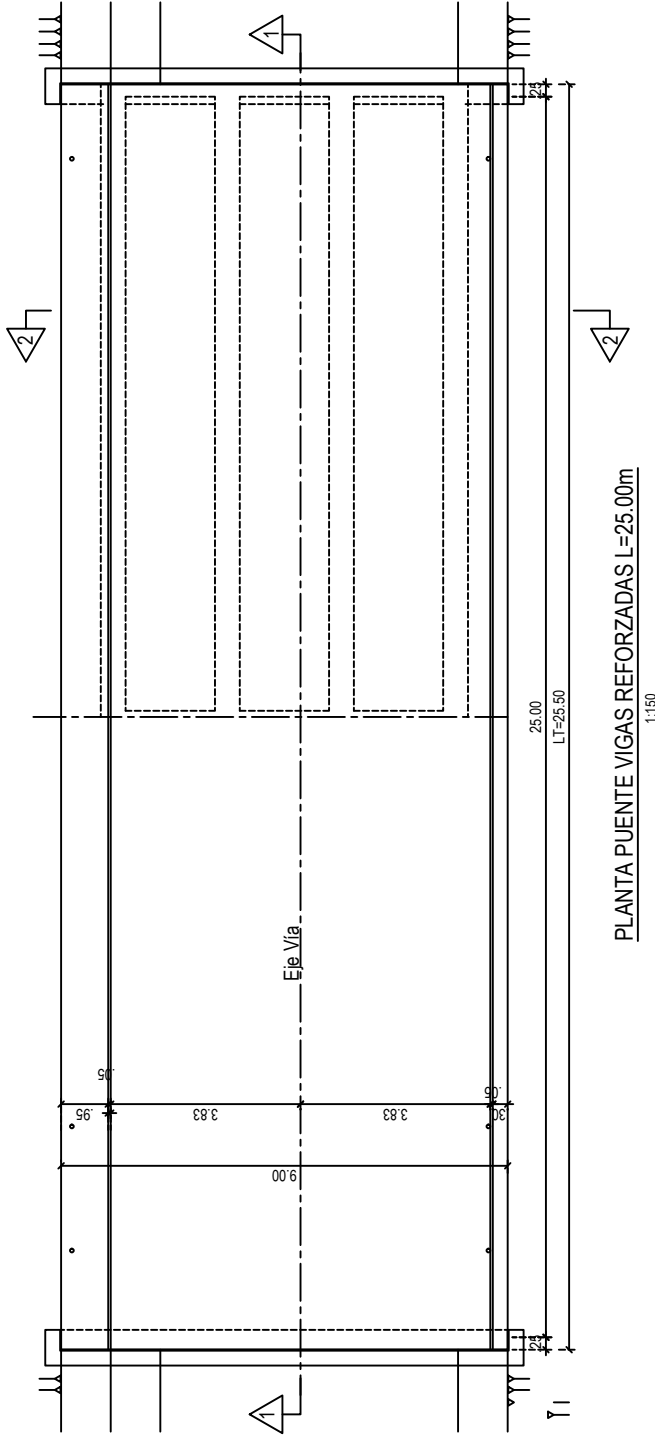
CANTIDADES DE MATERIALES CUATRO VIGAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
G1	1	12	72	3438,72
G2	1	7,8	36	1117,58
G3	1	10	12	477,60
G4	1	8,8	12	420,29
G5	1	4,4	24	420,29
G6	1	9	24	859,68
G7	1	5,3	24	506,26
G8	1/2	4,48	432	1929,46
G9	5/8	23,9 **	32	1185,44
G10	1/2	0,74	632	466,25
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				10821,57 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				70,5 m3

** Incluye traslapos

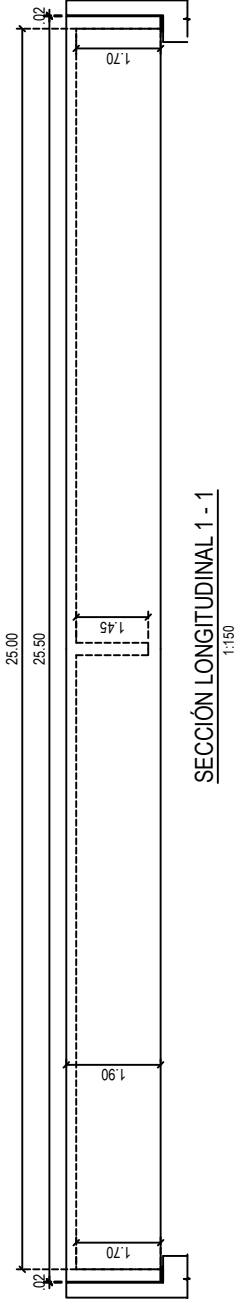
CANTIDADES DE MATERIALES RIOSTRAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
D1	3/4	7,8	9	157,25
D2	1/2	7,6	28	212,15
D3	1/2	3,8	36	136,38
D4	1/2	3,2	18	57,42
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				563,21 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				5,74 m3

CUADRO DE CANTIDADES			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	
VIGAS REFORZADAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	70,5	
TABLERO Y RIOSTRAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	48,0	
ANDÉN Y BORDILLO (fc=210 Kg/cm2)	m3	5,4	
ACERO DE REFUERZO (fy=4200 Kg/cm2)	Kg	18688,2	
APOYOS DE NEOPRENO	un	8	
DRENAJES TUBO PVC Ø3"	un	16	
JUNTAS DE DILATACIÓN	m	18	
CONCRETO ASFALTICO MDC	m3	8,99	
BARANDAS METÁLICAS	Kg	3290	

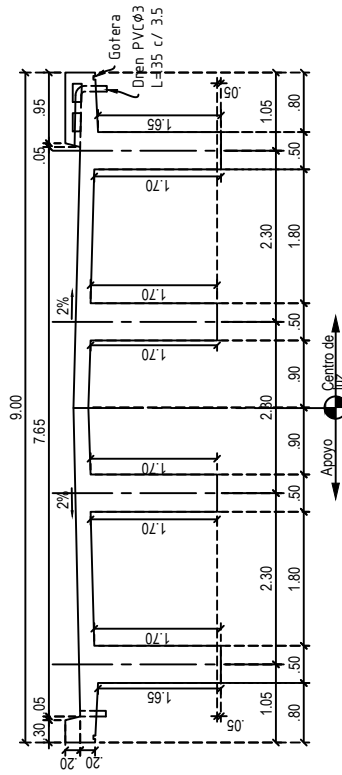




PLANTA PUENTE VIGAS REFORZADAS L=25.00m
1:150



SECCIÓN LONGITUDINAL 1 - 1
1:150



SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE 2-2
1:100

NOTAS:

1. Ver notas generales en plano No PT1 de 43
2. No se proyecta la infraestructura
3. Norma de diseño: Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14
4. Materiales
 - Concreto $f'c=28MPa$ (280 Kg/cm²) - Placa y vigas
 - Concreto $f'c=21MPa$ (210 Kg/cm²) - Andén y bordillo
 - Acero de refuerzo $f_y=420MPa$ (4200 Kg/cm²)
5. Carga viva de diseño CC-14
6. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad



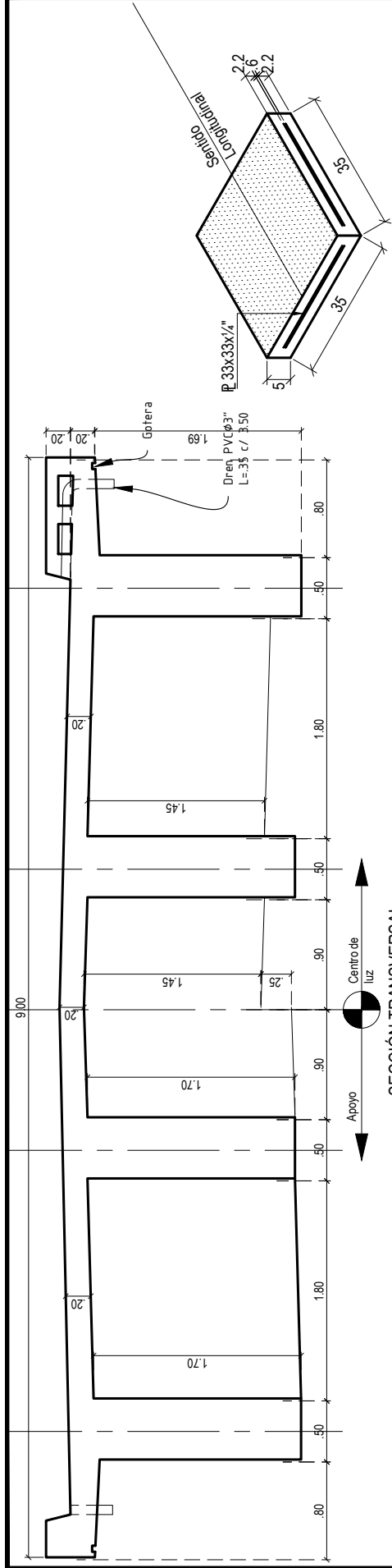
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA
VIAS DE LA RED TERCERIA
Y FERREA

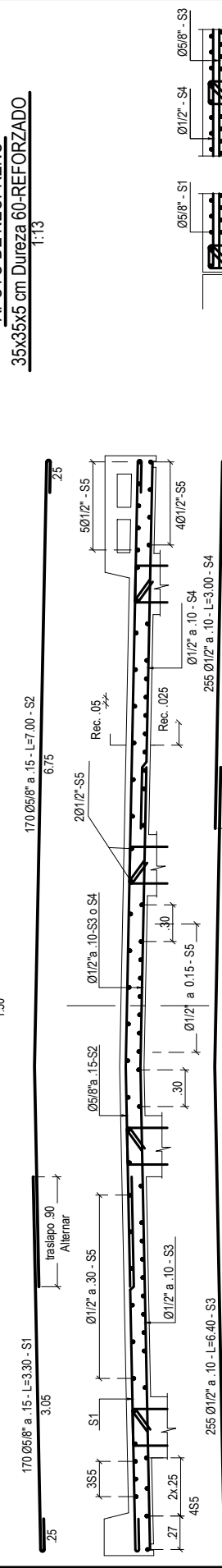
SUPERESTRUCTURA
EN CONCRETO REFORZADO
TIPO PLACA - VIGAS L=25.0m

Contiene:
PLANTA
SECCIÓN LONGITUDINAL
SECCIÓN TRANSVERSAL

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 40 DE 43

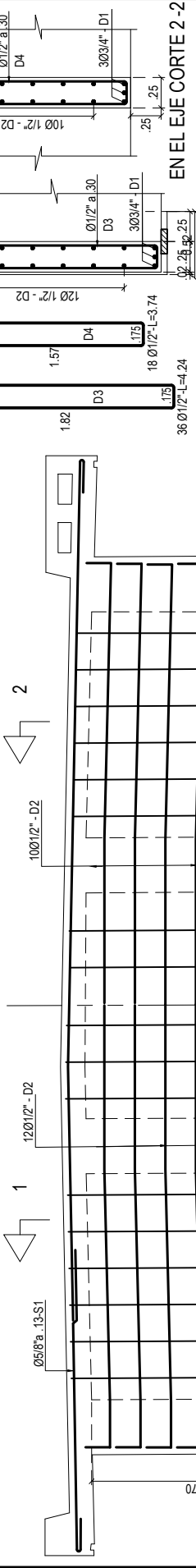


SECCIÓN TRANSVERSAL
1:50

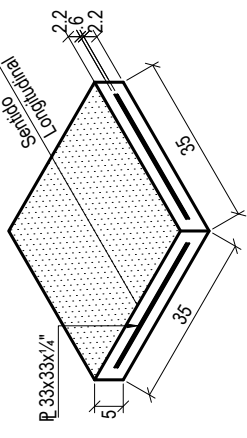


REFUERZO TABLERO
1:50

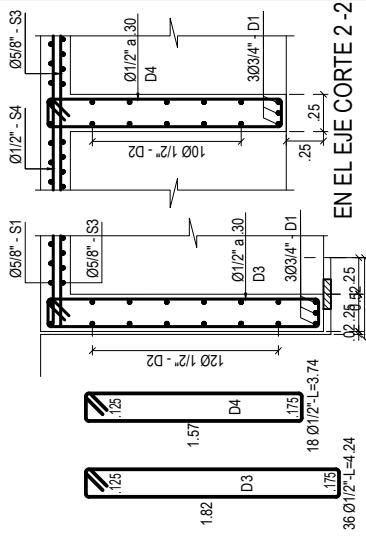
No se indica refuerzo de andén ni bordillo



RIOSTRAS
1:50



APOYO DE NEOPRENO
35x35x5 cm Dureza 60-REForzado
1:13




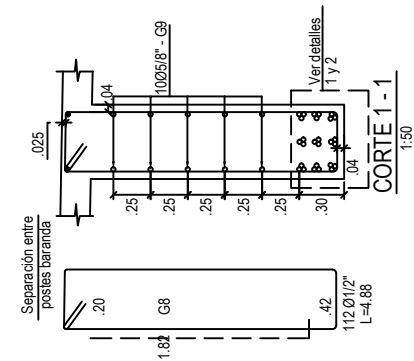
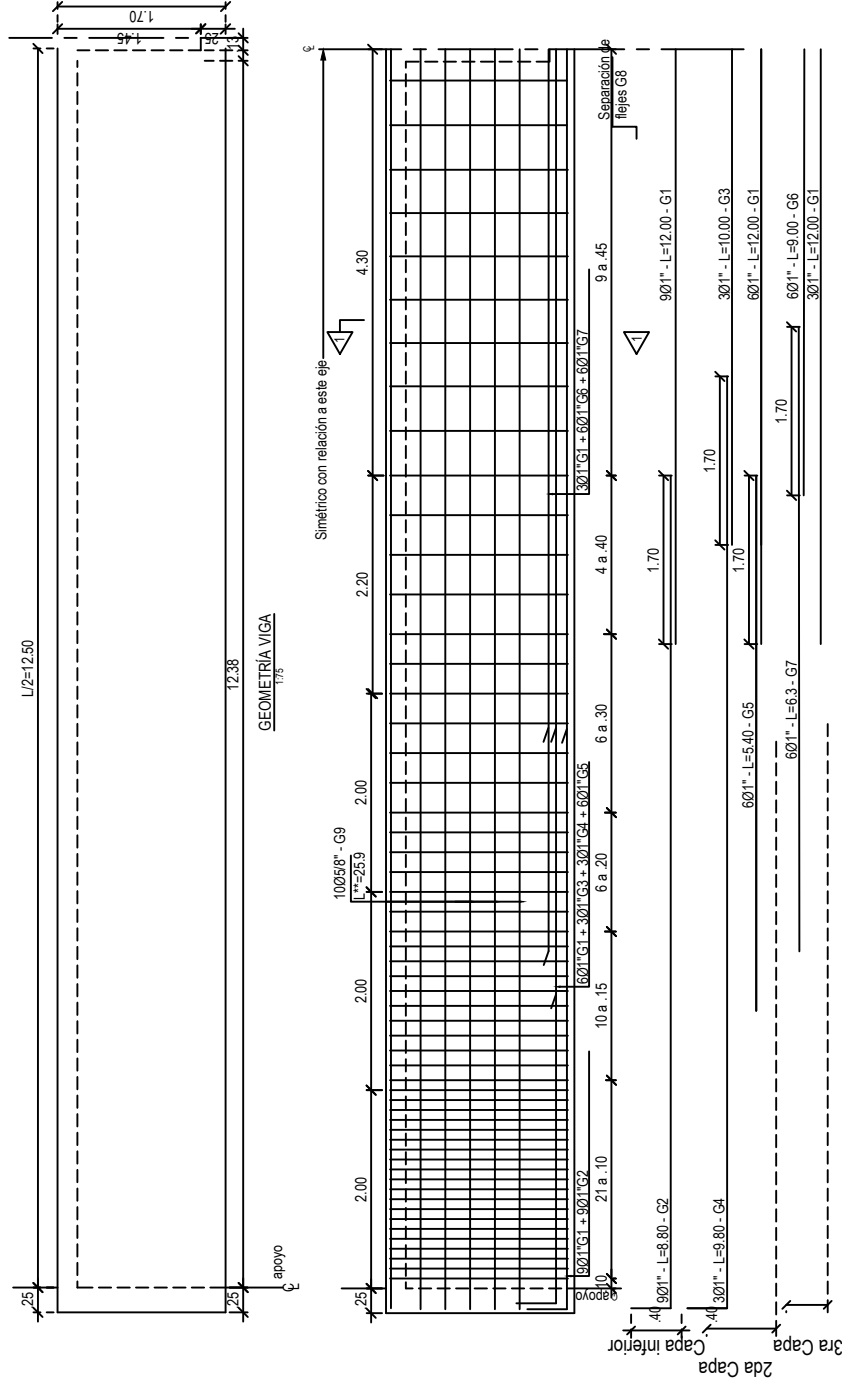
EN ESTRIBOS CORTE 1 - 1

RIOSTRAS
1:50

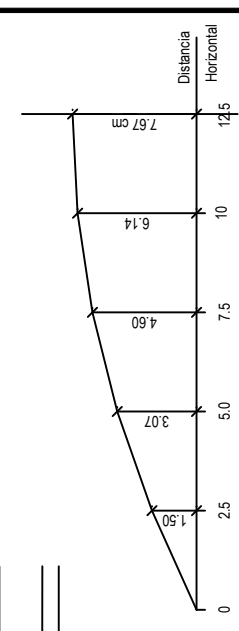
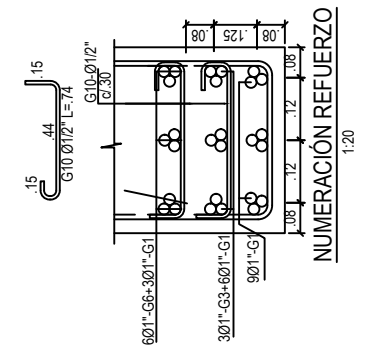
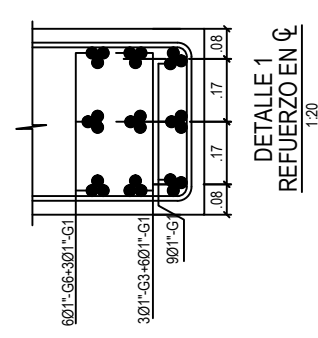
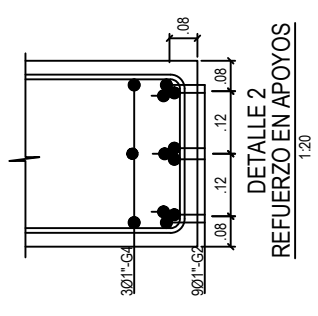
NOTAS :

1. Todas las dimensiones están en metros excepto donde se indica otra unidad
2. Ver refuerzo andén y bordillo PT 3 de 43
3. Ver detalle baranda PT 2 de 43

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Subdirección de Estudios e Innovación</p>	<p>OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCERIA Y FERREA</p>	<p>SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO TIPO PLACA - VIGAS L=25.0m</p>	<p>Contiene: FORMALETA - TABLERO - REFUERZO PLACA Y RIOSTRAS</p>	<p>Fecha: DICIEMBRE 2017</p>
				<p>Plano: PT 41 DE 43</p>



REFUERZO VIGA
1/75



NOTAS:
1. Todas las dimensiones están en metros donde se indica otra unidad



INSTITUTO NACIONAL DE VIAS
Subdirección de Estudios e Innovación

OBRAS DE ARTE PARA VIAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA

SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO TIPO PLACA - VIGAS L=25.0m

VIGA REFORZADA FORMALETA - REFUERZO DETALLES

Fecha: DICIEMBRE 2017
Plano: PT 42 de 43

CANTIDADES DE MATERIALES TABLERO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
S1	5/8	3,3	170	869,55
S2	5/8	7	170	1844,50
S3	1/2	6,4	255	1627,02
S4	1/2	3	255	762,67
S5	1/2	26,0 **	72	1866,29
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				6970,03 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				45,9 m3
** Incluye traslapos				

CANTIDADES DE MATERIALES BORDILLO				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
B1	3/8	1,55	103	88,98
B2	3/8	26,0 **	4	57,96
B3	3/8	0,45	50	12,54
B4	1/2	1,5	25	37,39
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				196,87 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				1,79 m3
** Incluye traslapos				

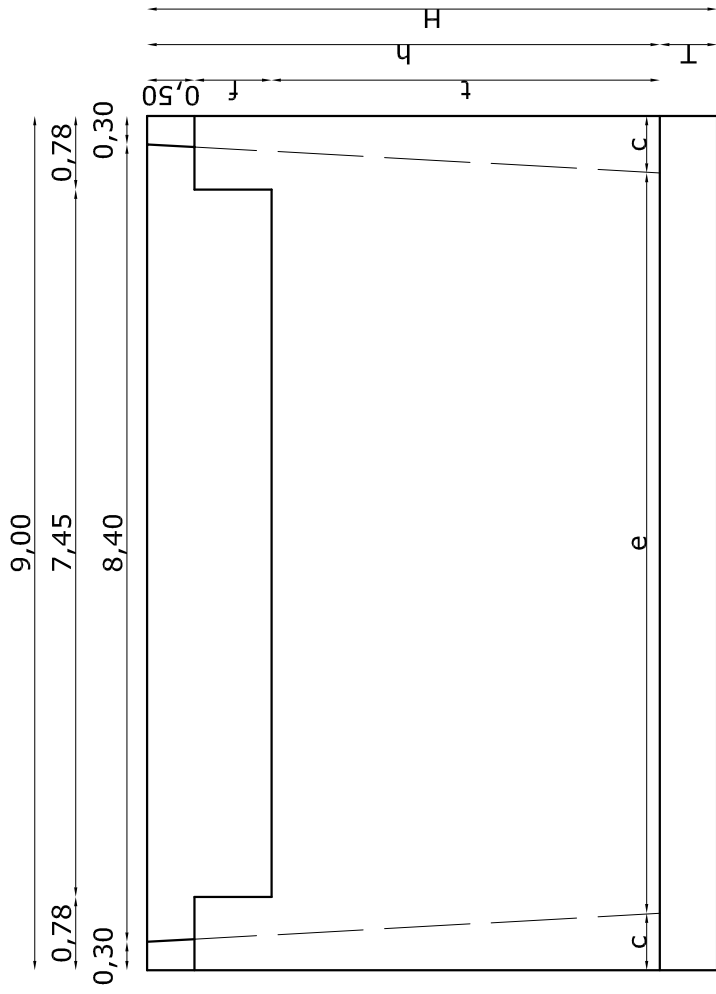
CANTIDADES DE MATERIALES ANDÉN				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
A1	3/8	1,2	103	68,89
A2	3/8	0,7	103	40,18
A3	3/8	1,6	103	91,85
A4	3/8	1,6	103	91,85
A5	3/8	26,0 **	16	231,86
A6	1/2	1,3	50	64,80
A7	1/2	1,6	100	159,51
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				748,95 Kg
Total concreto f'c 210 Kg/cm2				4,1 m3
** Incluye traslapos				

CANTIDADES DE MATERIALES CUATRO VIGAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
G1	1	12	72	3438,72
G2	1	8,8	36	1260,86
G3	1	10	12	477,60
G4	1	9,8	12	468,05
G5	1	5,4	24	515,81
G6	1	9	24	859,68
G7	1	6,3	24	601,78
G8	1/2	4,88	448	2179,57
G9	5/8	25,9 **	40	1605,80
G10	1/2	0,74	688	507,57
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				11915,44 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				86,7 m3
** Incluye traslapos				

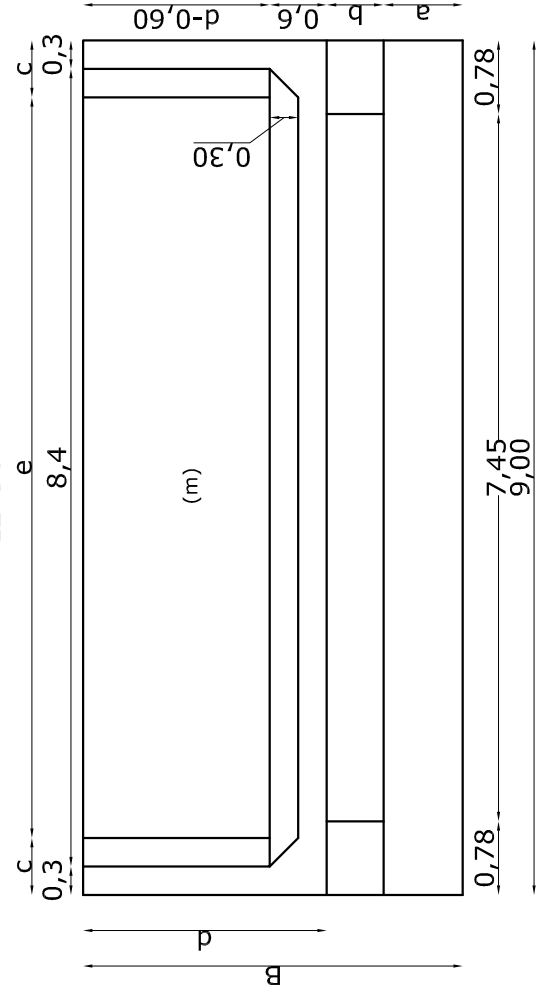
CANTIDADES DE MATERIALES RIOSTRAS				
CLASE	Ø	L (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
D1	3/4	7,8	9	157,25
D2	1/2	7,6	28	212,15
D3	1/2	3,8	36	136,38
D4	1/2	3,2	18	57,42
Total acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2				563,21 Kg
Total concreto f'c 280 Kg/cm2				6,55 m3

CUADRO DE CANTIDADES				
	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	
SUPERESTRUCTURA	VIGAS REFORZADAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	86,7	
	TABLERO Y RIOSTRAS (fc=280 Kg/cm2)	m3	52,4	
	ANDEN Y BORDILLO (fc=210 Kg/cm2)	m3	5,9	
	ACERO DE REFUERZO (fy=4200 Kg/cm2)	Kg	20394,5	
OTROS	APOYOS DE NEOPRENO	un	8	
	DRENAJES TUBO PVC Ø3"	un	17	
	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	18	
	CONCRETO ASFALTICO MDC	m3	9,75	
	BARANDAS METÁLICAS	Kg	3570	

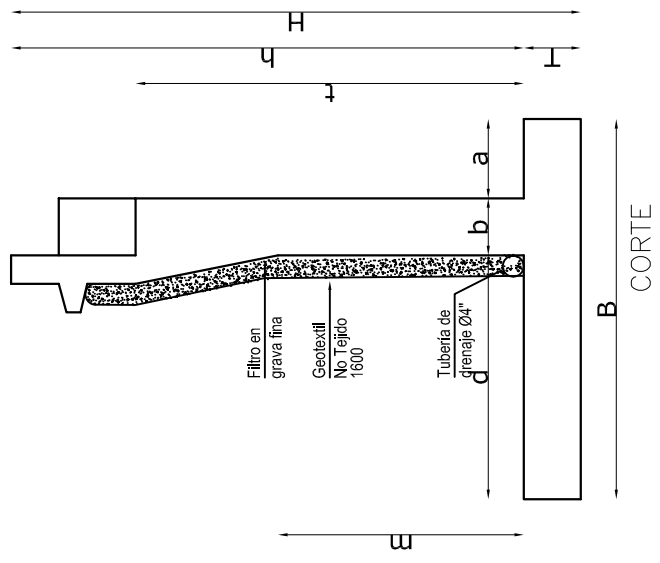




ALZADO



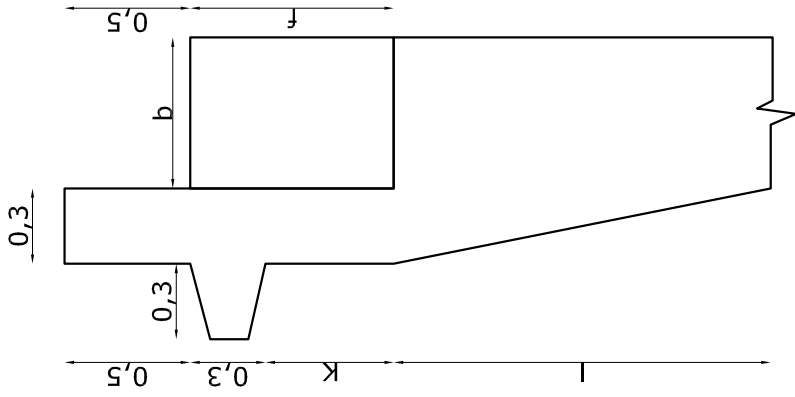
PLANTA



NOTAS GENERALES

- Recubrimiento del acero de refuerzo 0.08 m.
- Norma de diseño y especificaciones.
 - Norma Colombiana de Diseño de Puentes—LRFD—CCP—14.
 - Normas de ensayo de materiales para carreteras I. Versión 2013.
- Método de diseño
 - Las disposiciones de diseño para estribos siguieron el Método con Factores de Carga y Resistencia—LRFD.
- Cargas de diseño
 - Peso específico del hormigón: 23,52 kN/m³.
- Materiales
 - Resistencia a la compresión del concreto: $f'_c=21$ MPa.
 - Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y=420$ MPa.

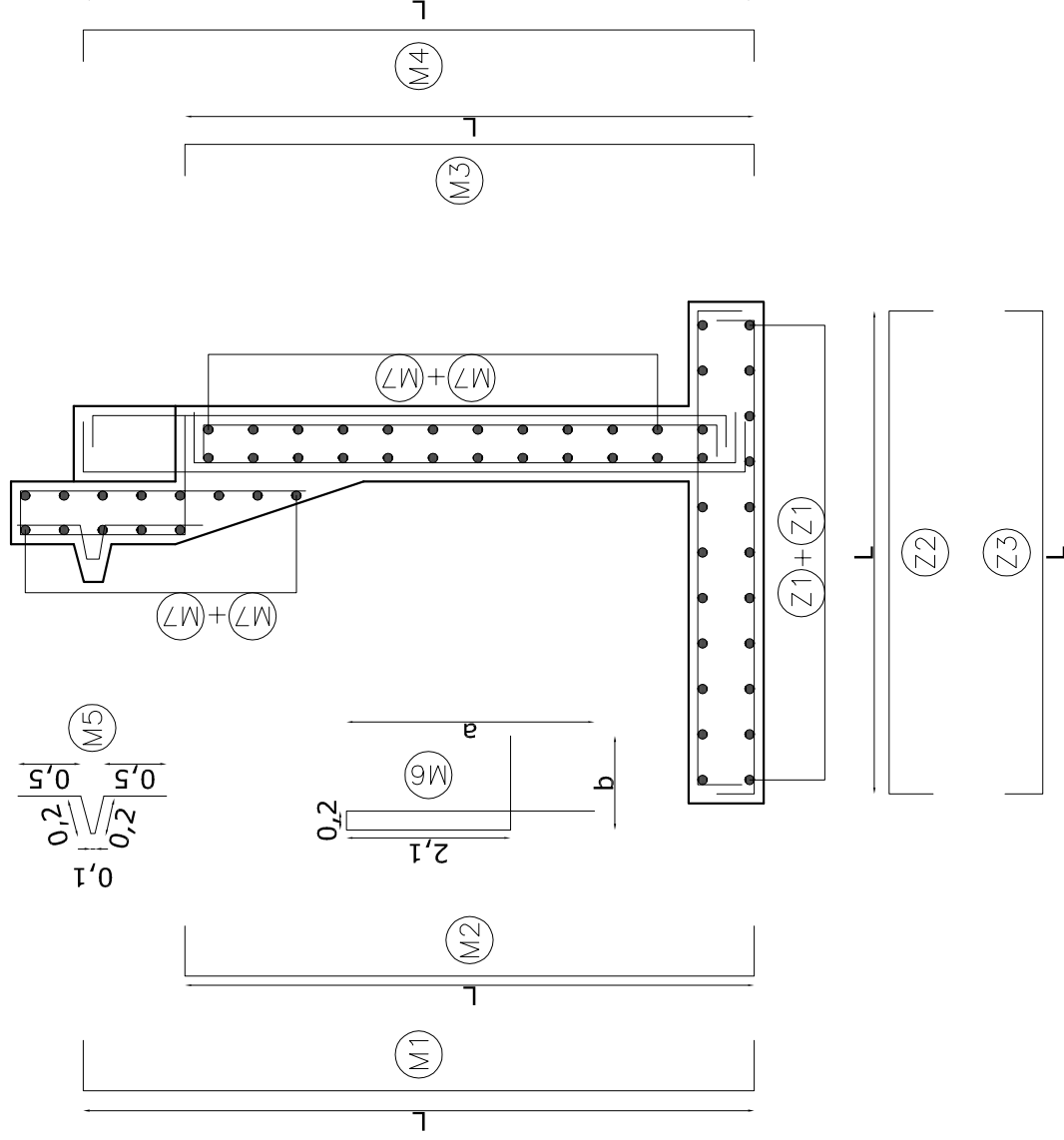




DETALLE - ESPALDAR

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

1. Material de relleno.
 - Peso específico: 19,6 kN/m³.
 - Tipo de suelo: C.
 - Ángulo de fricción interna: 30°.



Longitud del puente: 12 m

H	B	T	h	t	d	b	a	f	k	l	m	c	e	Esfuerzo actuante en el suelo (MPa)	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Resistencia I	Evento Extremo I
3.00	2.70	0.50	2.50	1.60	1.80	0.35	0.55	0.40	0.10	0.80	0.80	0.35	8.30	0.39	0.25
3.50	3.00	0.50	3.00	2.10	2.10	0.35	0.55	0.40	0.10	0.90	1.20	0.35	8.30	0.38	0.27
4.00	3.40	0.50	3.50	2.60	2.40	0.40	0.60	0.40	0.10	1.00	1.60	0.40	8.20	0.34	0.26
4.50	3.80	0.50	4.00	3.10	2.70	0.45	0.65	0.40	0.10	1.20	1.90	0.45	8.10	0.31	0.26
5.00	4.20	0.50	4.50	3.60	3.00	0.50	0.70	0.40	0.10	1.30	2.30	0.50	8.00	0.30	0.26
5.50	4.60	0.60	4.90	4.00	3.30	0.55	0.75	0.40	0.10	1.40	2.60	0.55	7.90	0.30	0.27
6.00	5.00	0.60	5.40	4.50	3.60	0.60	0.80	0.40	0.10	1.50	3.00	0.60	7.80	0.29	0.27
6.50	5.40	0.70	5.80	4.90	3.90	0.65	0.85	0.40	0.10	1.70	3.20	0.65	7.70	0.29	0.28
7.00	5.80	0.70	6.30	5.40	4.20	0.70	0.90	0.40	0.10	1.80	3.60	0.70	7.60	0.29	0.29

Longitud del puente: 12 m

H	Z2			Z3			M1			M2			M3			M4			M5			M6			Z1 y M7								
	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	a	b	LT	CT	#	s	L	LT	CT		
3.00	4	25	2.6	3.0	3.6	4	25	2.6	3.0	3.6	6	15	2.0	2.6	50	4	25	2.0	2.4	2.8	4	4	25	1.6	0.2	3.9	30	4	25	8.9	9.3	44	
3.50	5	20	2.9	3.4	4.5	4	25	2.9	3.3	3.6	6	10	2.5	3.1	75	4	25	2.5	2.9	3.3	4	4	25	1.5	0.2	4.0	30	4	25	8.9	9.3	52	
4.00	5	15	3.3	3.8	60	4	20	3.3	3.7	4.5	6	10	3.0	3.6	75	4	25	3.0	3.4	3.8	4	4	25	1.8	0.2	4.1	30	4	25	8.9	9.3	58	
4.50	6	15	3.7	4.3	60	4	20	3.7	4.1	4.5	6	10	3.5	4.1	75	4	25	3.5	3.9	4.3	4	4	25	2.0	0.2	4.3	30	4	25	8.9	9.3	66	
5.00	7	15	4.1	4.8	60	5	30	4.1	4.6	5.0	7	10	4.0	4.7	75	5	25	4.0	4.5	4.9	4	5	25	2.1	0.2	4.4	30	5	25	8.9	9.4	74	
5.50	7	15	4.5	5.2	60	5	30	4.5	5.0	5.0	7	10	4.5	5.2	75	5	25	4.5	5.0	5.4	4	5	25	2.2	0.2	4.5	30	5	25	8.9	9.4	80	
6.00	7	15	4.9	5.6	60	5	30	4.9	5.4	6.0	8	10	5.0	5.8	75	5	25	5.0	5.5	5.9	4	5	25	2.3	0.2	4.6	30	5	25	8.9	9.4	88	
6.50	7	15	5.3	6.0	60	5	30	5.3	5.8	6.7	8	10	5.5	6.3	75	5	25	5.5	6.0	6.4	4	5	25	2.5	0.2	4.8	30	5	25	8.9	9.4	94	
7.00	7	15	5.7	6.4	60	5	25	5.7	6.2	7.2	6	8	15	6.0	6.8	50	5	25	6.0	6.5	6.9	4	5	25	2.6	0.2	4.9	30	5	25	8.9	9.4	104

Longitud del puente: 12 m

H	Total Refuerzo	Concreto
(m)	(kg)	(m ³)
3.00	1203	24.3
3.50	2259	28.6
4.00	2026	35.1
4.50	2459	42.6
5.00	3595	50.9
5.50	4233	63.6
6.00	5086	71.6
6.50	5467	89.8
7.00	5224	102.9

NOTAS GENERALES

- Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y=420$ MPa.
- H: altura del estribo, en metros.
- Z1, Z2, Z3: acero de refuerzo de la zapata.
- M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7: acero de refuerzo de la zapata.
- #: diámetro de la barra, en número de pulgadas.
- s: separación del refuerzo, en centímetros.
- L, a, d: longitud del tramo recto del acero de refuerzo, en metros.
- LT: longitud total del acero de refuerzo, en metros.
- CT: cantidad total de acero de refuerzo.

#	Gancho recto	Peso lineal (kg/m)
4	20	0.99
5	25	1.55
6	30	2.24
7	35	3.04
8	40	3.97



Longitud del puente: 18 m															
H	B	T	h	t	d	b	a	f	k	l	m	c	e	Esfuerzo actuante en el suelo (MPa)	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Resistencia I	Evento Extremo I
3.00	2.60	0.50	2.50	1.20	1.60	0.35	0.65	0.80	0.50	0.75	0.45	0.35	8.30	0.43	0.31
3.50	3.00	0.50	3.00	1.70	1.90	0.40	0.70	0.80	0.50	0.90	0.80	0.40	8.20	0.38	0.30
4.00	3.30	0.50	3.50	2.20	2.10	0.50	0.70	0.80	0.50	1.00	1.20	0.50	8.00	0.37	0.31
4.50	3.80	0.60	3.90	2.60	2.40	0.55	0.85	0.80	0.50	1.10	1.50	0.55	7.90	0.32	0.28
5.00	4.20	0.60	4.40	3.10	2.70	0.60	0.90	0.80	0.50	1.25	1.85	0.65	7.70	0.31	0.28
5.50	4.50	0.60	4.90	3.60	2.90	0.65	0.95	0.80	0.50	1.40	2.20	0.65	7.70	0.31	0.30
6.00	5.10	0.60	5.40	4.10	3.30	0.65	1.15	0.80	0.50	1.50	2.60	0.65	7.70	0.28	0.27
6.50	5.50	0.60	5.90	4.60	3.60	0.65	1.25	0.80	0.50	1.60	3.00	0.65	7.70	0.28	0.28
7.00	6.00	0.70	6.30	5.00	3.90	0.70	1.40	0.80	0.50	1.75	3.25	0.70	7.60	0.27	0.28

Longitud del puente: 18 m

Longitud del puente: 18 m																																								
H	Z2			Z3			M1			M2			M3			M4			M5			M6			Z1 y M7															
	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT										
3.00	4	25	2.5	2.9	3.6	5	20	2.5	3.0	3.6	6	15	1.6	2.2	50	4	25	1.6	2.0	30	4	25	2.4	2.8	4	4	25	1.5	30	4	25	1.9	0.5	4.6	30	4	25	8.9	9.3	42
3.50	5	25	2.9	3.4	3.6	5	20	2.9	3.4	4.5	6	15	2.1	2.7	50	4	25	2.1	2.5	30	4	25	2.9	3.3	4	4	25	1.5	30	4	25	2.1	0.6	4.8	30	4	25	8.9	9.3	52
4.00	5	20	3.2	3.7	4.5	5	25	3.2	3.7	3.6	6	15	2.6	3.2	50	4	25	2.6	3.0	30	4	25	3.4	3.8	4	4	25	1.5	30	4	25	2.2	0.7	5.0	30	4	25	8.9	9.3	58
4.50	5	15	3.7	4.2	60	5	20	3.7	4.2	4.5	6	10	3.1	3.7	75	4	25	3.1	3.5	30	4	25	3.9	4.3	4	4	25	1.5	30	4	25	2.3	0.7	5.2	30	4	25	8.9	9.3	66
5.00	6	20	4.1	4.7	45	5	20	4.1	4.6	4.5	6	10	3.6	4.2	75	5	25	3.6	4.1	30	5	25	4.4	4.9	4	4	25	1.5	30	5	25	2.4	0.8	5.4	30	5	25	8.9	9.4	74
5.50	6	15	4.4	5.0	60	5	20	4.4	4.9	4.5	6	10	4.1	4.7	75	5	25	4.1	4.6	30	5	25	4.9	5.4	4	4	25	1.5	30	5	25	2.6	0.8	5.6	30	5	25	8.9	9.4	80
6.00	6	10	5.0	5.6	90	6	20	5.0	5.6	4.5	8	10	4.6	5.4	75	5	25	4.6	5.1	30	5	25	5.4	5.9	4	4	25	1.5	30	5	25	2.7	0.8	5.7	30	5	25	8.9	9.4	88
6.50	7	15	5.4	6.1	60	6	15	5.4	6.0	60	8	10	5.1	5.9	75	5	25	5.1	5.6	30	5	25	5.9	6.4	4	4	25	1.5	30	5	25	2.8	0.8	5.8	30	5	25	8.9	9.4	98
7.00	7	15	5.9	6.6	60	6	15	5.9	6.5	60	8	10	5.6	6.4	75	5	25	5.6	6.1	30	5	25	6.4	6.9	4	4	25	1.5	30	5	25	2.9	0.9	6.0	30	5	25	8.9	9.4	106

Longitud del puente: 18 m	
H	Total Refuerzo
(m)	Concreto
(m)	(m ³)
3.00	1203
3.50	1473
4.00	1836
4.50	5387
5.00	3223
5.50	3663
6.00	5417
6.50	5983
7.00	5293

#	Gancho recto	Peso lineal (kg/m)
4	20	0.99
5	25	1.55
6	30	2.24
7	35	3.04
8	40	3.97

NOTAS GENERALES

- Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y=420$ MPa.
- H: altura del estribo, en metros.
- Z1, Z2, Z3: acero de refuerzo de la zapata.
- M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7: acero de refuerzo de la zapata.
- #: diámetro de la barra, en número de pulgadas.
- s: separación del refuerzo, en centímetros.
- L, a, d: longitud del tramo recto del acero de refuerzo, en metros.
- LT: longitud total del acero de refuerzo, en metros.
- CT: cantidad total de acero de refuerzo.



Longitud del puente: 23 m

H	B	T	h	t	d	b	a	f	k	l	m	c	e	Esfuerzo actuante en el suelo (MPa)	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Resistencia I	Evento Extremo I
3.00	2.60	0.50	2.50	0.80	1.70	0.35	0.55	1.20	0.90	0.75	0.05	0.30	8.40	0.44	0.27
3.50	3.00	0.50	3.00	1.30	2.00	0.40	0.60	1.20	0.90	0.90	0.40	0.35	8.30	0.38	0.26
4.00	3.40	0.50	3.50	1.80	2.30	0.40	0.70	1.20	0.90	1.00	0.80	0.40	8.20	0.33	0.25
4.50	3.80	0.50	4.00	2.30	2.60	0.45	0.75	1.20	0.90	1.10	1.20	0.45	8.10	0.31	0.25
5.00	4.20	0.50	4.50	2.80	2.90	0.50	0.80	1.20	0.90	1.30	1.50	0.50	8.00	0.30	0.26
5.50	4.60	0.55	4.95	3.25	3.20	0.55	0.85	1.20	0.90	1.40	1.85	0.55	7.90	0.29	0.26
6.00	5.00	0.60	5.40	3.70	3.50	0.60	0.90	1.20	0.90	1.50	2.20	0.60	7.80	0.28	0.27
6.50	5.40	0.65	5.85	4.15	3.80	0.65	0.95	1.20	0.90	1.60	2.55	0.65	7.70	0.29	0.28
7.00	5.80	0.70	6.30	4.60	4.20	0.70	0.90	1.20	0.90	1.80	2.80	0.70	7.60	0.30	0.30

Longitud del puente: 23 m

H	Z2			Z3			M1			M2			M3			M4			M5			M6			Z1 y M7										
	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT	#	s	L	LT	CT					
3.00	4	25	2.5	2.9	36	4	20	2.5	2.9	45	6	15	1.2	1.8	50	4	25	1.2	1.6	30	4	25	1.5	30	4	25	2.3	0.2	4.6	30	4	25	8.9	9.3	22
3.50	5	25	2.9	3.4	36	4	20	3.3	3.7	45	6	15	1.7	2.3	50	4	25	1.7	2.1	30	4	25	1.5	30	4	25	2.5	0.2	4.8	30	4	25	8.9	9.3	52
4.00	5	15	3.3	3.8	60	4	15	3.3	3.7	60	6	10	2.2	2.8	75	4	25	2.2	2.6	30	4	25	1.5	30	4	25	2.6	0.2	4.9	30	4	25	8.9	9.3	58
4.50	6	15	3.7	4.3	60	4	15	3.7	4.1	60	6	10	2.7	3.3	75	4	25	2.7	3.1	30	4	25	1.5	30	4	25	2.7	0.2	5.0	30	4	25	8.9	9.3	66
5.00	7	15	4.1	4.8	60	5	20	4.1	4.6	45	6	10	3.2	3.8	75	5	25	3.2	3.7	30	5	25	1.5	30	5	25	2.9	0.2	5.1	30	5	25	8.9	9.4	74
5.50	7	15	4.5	5.2	60	5	20	4.5	5.0	45	7	10	3.7	4.4	75	5	25	3.7	4.2	30	5	25	1.5	30	5	25	3.0	0.2	5.3	30	5	25	8.9	9.4	80
6.00	7	15	4.9	5.6	60	5	25	4.9	5.4	36	8	10	4.2	5.0	75	5	25	4.2	4.7	30	5	25	1.5	30	5	25	3.1	0.2	5.4	30	5	25	8.9	9.4	88
6.50	7	15	5.3	6.0	60	5	20	5.3	5.8	45	8	10	4.7	5.5	75	5	25	4.7	5.2	30	5	25	1.5	30	5	25	3.2	0.2	5.5	30	5	25	8.9	9.4	94
7.00	7	15	5.7	6.4	60	5	25	5.7	6.2	36	8	15	5.2	6.0	50	5	25	5.2	5.7	30	5	25	1.5	30	5	25	3.4	0.2	5.7	30	5	25	8.9	9.4	104

Longitud del puente: 23 m

H	Total Refuerzo	Concreto
(m)	(kg)	(m³)
3.00	931	21.4
3.50	1394	29.0
4.00	1946	34.9
4.50	2383	41.4
5.00	3532	49.5
5.50	4167	60.1
6.00	4896	72.0
6.50	5402	85.2
7.00	5005	100.6

#	Gancho recto	Peso línea (kg/m)
4	20	0.99
5	25	1.55
6	30	2.24
7	35	3.04
8	40	3.97

NOTAS GENERALES

- Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo: $f_y=420$ MPa.
- H: altura del estribo, en metros.
- Z1, Z2, Z3: acero de refuerzo de la zapata.
- M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7: acero de refuerzo de la zapata.
- #: diámetro de la barra, en número de pulgadas.
- s: separación del refuerzo, en centímetros.
- L, a, d: longitud del tramo recto del acero de refuerzo, en metros.
- LT: longitud total del acero de refuerzo, en metros.
- CT: cantidad total de acero de refuerzo.



CAPÍTULO 7 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN



7 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se presenta un resumen de las Especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías para cada una de las capas que conforman la estructura de pavimentos flexibles y rígidos.

7.1 TERRAPLÉN

El Artículo 220 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, hace referencia a las características de calidad que debe tener el material utilizado como terraplén en una vía.

La construcción del terraplén comprende la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde se haya de colocar un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza; eventual descapote y retiro de material inadecuado; demolición; drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas y deberán cumplir los requisitos que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5 Requisitos de los materiales para terraplenes (Artículo 220)

Característica	Norma de Ensayo INV	Suelos Seleccionados	Suelos Adecuados	Suelos Tolerables
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Cont. de materia orgánica máximo (%)	E-121	0	1	1
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0	2	2
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2	2	2
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0,2	0,2	-

Nota 1. Los valores de C.B.R están asociados al grado de compactación mínimo especificado del Artículo 220. El CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión

Nota 2. La muestra para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el Artículo 220 y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación

Los documentos del proyecto o las especificaciones particulares indicarán el tipo de suelo por utilizar en cada capa.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, en una profundidad de 15 cm, la cual se podrá reducir a 10 cm cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

El material del terraplén se colocará en capas paralelas y de espesor uniforme, para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Este espesor no será mayor a 30 cm antes de la compactación, salvo que lo autorice el interventor.

Los taludes de los terraplenes tendrán una inclinación uniforme, la que en general será de 3:2 (H:V).

La corona deberá tener un espesor compacto de 30 cm construidos en dos capas de igual espesor, las cuales se conformarán utilizando suelos seleccionados o adecuados.

Se deberán efectuar las verificaciones periódicas de la calidad del material que se indican en la Tabla 6.

Tabla 6 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de terraplén

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-123	Una por jornada
Contenido de materia orgánica	E-121	Una a la semana
Límite líquido	E-125	Una por jornada
Índice de plasticidad	E-126	Una por jornada
CBR de laboratorio, con expansión	E-148	Una por mes
Índice de colapso	E-157	Una por mes
Densidad seca máxima	E-142	Una por semana
Contenido de sales solubles	E-158	Una a la semana

Para el control de la compactación de una capa de terraplén, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de compactación, mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material sin sobretamaños:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material con sobretamaños

Siendo:

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, sin efectuar corrección por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total.

$\gamma_{d,m\acute{a}x}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 (ensayo normal de compactación) o INV E-142 (ensayo modificado de compactación).

Cyd,máx: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 o INV E-142, y corregido por sobre tamaños según la norma de ensayo INV E-143.

Para materiales de terraplén que clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-142 y el lote se acepta sí:

$GCI_{(90)} \geq 90\%$ (Cimiento y núcleo)

$GCI_{(90)} \geq 95\%$ (Corona)

Para otros materiales de terraplén, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-141 y el lote se acepta si:

$GCI_{(90)} \geq 95\%$ (Cimiento y núcleo)

$GCI_{(90)} \geq 100\%$ (Corona)

Siendo:

$GCI_{(90)}$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

7.2 AFIRMADO

En el Artículo 311 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, se definen las características de calidad que debe presentar el material utilizado como afirmado en una vía.

La construcción de la capa de afirmado comprende el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, o sobre un afirmado existente, de acuerdo con el artículo 311 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Los agregados para la construcción del afirmado deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 7, y ajustarse a alguna de las franjas granulométricas (A-38 o A-25). Adicionalmente, deberán cumplir con las relaciones de contracción lineal establecidas.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase 1500 m de las operaciones de extensión, conformación y compactación del material. El material de afirmado deberá ser distribuido en una sola capa y en todo el ancho de la corona, de tal manera que al extenderse, la capa resulte de espesor uniforme, con una pendiente transversal entre 3 % y 4 %, para facilitar el escurrimiento de las aguas superficiales.

Tabla 7 Especificación general para afirmados (Artículo 311)

Ensayo		Norma	Descripción	Afirmado			
Dureza	Desgaste Máquina de los Ángeles (%) Máx.	INV E-218	500 Revoluciones	50			
	Durabilidad	Pérdida de solidez en sulfatos (%) Máx.	Sulfato de Sodio	12			
Sulfato de Magnesio			18				
Limpieza	Límite Líquido (%) Máx.	INV E-125		40			
	Índice de Plasticidad (%)	INV E -125 Y 126		4-9			
	Contenido Partículas y Terrones Arcilla % Máx.	INV E-211		2			
	Contracción Lineal	INV E-127 o 129	% pasa No. 200 / pasa No.10	0,20 - 0,45			
			% pasa No. 200 / pasa No.40	≤ 2/3			
			% pasa 1"- pasa No. 10 x pasa No.4	16 -34			
% C. lineal x % pasa No. 40			100 - 240				
Características	Granulometría (% pasa)	INV E-123	Tamiz	A-38	A-25	Tolerancia (%)	
			1 1/2"	100	-		0
			1"	-	100	7	
			3/4"	80-100	90-100		
			3/8"	60-85	65-90	6	
			No. 4	40-65	45-70		
			No. 10	30-50	35-55		
			No. 40	13-30	15-35		
No. 200	9-18	10-20	3				
Resistencia	CBR (%)	INV E-148		≥ 15			
	Compactación	INV E-142	GCI ₍₉₀₎	≥ 95 %			
	Espesor		em	≥ ed			
			ei	0,90 ed			

C: Contracción

em: Espesor medio de la capa compactada

ed: Espesor de diseño

ei= Espesor individual se admite sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al 85 % del espesor de diseño.

GCI₍₉₀₎: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

Para el control de la compactación de una capa de afirmado, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de compactación, mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100$$

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} \times 100$$

Material sin sobretamaños:

Material con sobretamaños

Siendo:

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, sin efectuar corrección por presencia de sobretamaños.

$\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141

(ensayo normal de compactación) o INV E-142 (ensayo modificado de compactación).

$\gamma_{d,m\acute{a}x}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 o INV E-142, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143.

Para la aceptación del lote se aplicará el siguiente criterio:

$$GCI_{(90)} \geq 95 \%$$

Siendo:

$GCI_{(90)}$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

Al material colocado en la vía se le realizarán controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 8.

Tabla 8 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de afirmado

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-123	Una por jornada
Límite líquido	E-125	Una por jornada
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	Una por jornada
Contracción lineal	E-127	Una por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una por semana

Para el control de la compactación de una capa de afirmado, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo modificado de compactación, mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material sin sobretamaños:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material con sobretamaños

Siendo:

GCI : Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños.

$\gamma_{d,m\acute{a}x}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$C\gamma_{d,m\acute{a}x}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143.

Para la aceptación del lote se deberá cumplir:

$$GCI_{(90)} \geq 95 \%$$

Siendo:

$GCI_{(90)}$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

7.3 SUBBASE GRANULAR

El Artículo 320 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías contiene las características de calidad que debe presentar el material utilizado como sub-base en una vía.

La construcción de la capa de sub-base comprende el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de sub-base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Se definen tres clases de sub-base granular en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C). Los documentos del proyecto definirán la clase de sub-base granular por utilizar en el proyecto; así mismo, definirán el tipo de granulometría por emplear.

Tabla 9 Clasificación de sub-bases granulares

Clase de Sub-base granular	Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño, N80 kN, millones
Clase C	NT1	$N80kN \leq 0.5$
Clase B	NT2	$0.5 < N80kN \leq 5.0$
Clase A	NT3	$N80kN > 5.0$

Los agregados para la construcción de la sub-base granular deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 10. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran.

Tabla 10 Especificación general para Sub-base granular (Artículo 320)

Ensayo		Norma	Descripción	Sub-base granular	
			Clase	Clase C (NT1)	Clase B (NT2)
Dureza	Desgaste Máquina de los Ángeles (%) Máx.	INV E-218	500 Revoluciones	50	50
	Degradación en el Equipo Micro-Deval (%) Máx.	INV E-238		-	35
Durabilidad	Pérdida de Solidez en Sulfatos (%) Máx.	INV E-220	Sulfato de sodio	12	
			Sulfato de magnesio	18	
Limpieza	Límite Líquido (%) Máx.	INV E-125		25	
	Índice de Plasticidad (%) Máx.	INV E 125 126		6	
	Equivalente de Arena (%) Mín.	INV E-133		25	
	Contenido de Partículas y Terrones de Arcilla (%) Máx.	INV E-211		2	

Ensayo		Norma	Descripción	Sub-base granular	
			Clase	Clase C (NT1)	Clase B (NT2)
Características	Granulometría (% pasa)	INV E-123		SBG-50	SBG-38
			2"	100	-
			1 1/2"	70-95	100
			1"	60-90	75-95
			1/2"	45-75	55-85
			3/8"	40-70	45-75
			No. 4	25-55	30-60
			No. 10	15-40	20-45
			No. 40	6-25	8-30
Resistencia	CBR (%) Mín.	INV E-148		30	30
	Compactación	INV E-142	GCI ₍₉₀₎	≥ 95 %	
	Espesor		em	≥ ed	
				ei	≥ 0,90ed
Planicidad	Uniformidad (mm)	INV E-793		<20	

em: Espesor medio de la capa compactada

ed: Espesor de diseño

ei: Espesor individual se admite sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al 85 % del espesor de diseño.

GCI₍₉₀₎: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

Al material colocado en la vía se le realizarán controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 11.

Tabla 11 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de sub-base granular

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-123	Una por jornada
Límite líquido	E-125	Una por jornada
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	Una por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una por semana

Para el control de la compactación de una capa de sub-base granular, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo modificado de compactación, mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material sin sobretamaños:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material con sobretamaños

Siendo:

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de

ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total.

$\gamma_d, \text{máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$\gamma_{d, \text{máx}}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143.

Para la aceptación del lote se aplicará el siguiente criterio:

$$GCI_{(90)} \geq 95 \% \text{ se acepta el lote}$$

Siendo:

$GCI_{(90)}$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada se comprobará mediante la regla de 3 m, según la norma de ensayo INV E-793, donde se considere conveniente. La regla se colocará tanto paralela como normalmente al eje de la vía y no se admitirán variaciones superiores a 20 mm. Donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia se deberán corregir con reducción o adición de material en capas de poco espesor, asegurando una buena adherencia, escarificando la capa existente y compactando la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos.

7.4 BASE GRANULAR

El Artículo 330 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías contiene las características de calidad que debe presentar el material utilizado como base granular en una vía.

La construcción de la capa de base comprende el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Se definen tres clases de base granular en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C). Los documentos del proyecto definirán la clase de base granular por utilizar en el proyecto; así mismo, definirán el tipo de granulometría por emplear.

Tabla 12 Clasificación de bases granulares

Clase de Base granular	Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño, N80 kN, millones
Clase C	NT1	$N80kN \leq 0.5$
Clase B	NT2	$0.5 < N80kN \leq 5.0$
Clase A	NT3	$N80kN > 5.0$

Tabla 13 Especificación general para base granular (Artículo 330)

Ensayo	Norma	Descripción	Base Granular		
			Clase C NT ₁	Clase B NT ₂	
Dureza	INV E-218	500 Revoluciones	40	40	
		100 Revoluciones	8	8	
	INV E-238	-	30		
Durabilidad	INV E-224	Valor seco mínimo (kN)	-	70	
		Relación húmedo-seco %	-	75	
	INV E-220	Sulfato de sodio	12		
Limpieza	INV E-125	Sulfato de magnesio	18		
			25	-	
	INV E-125 126		3	0	
	INV E-133		30		
	INV E-235		10		
Características	INV E-211	Granulometría (% pasa)	2		
			Base Granular		
			1 1/2"	BG-38	BG-25
			1"	100	-
			3/4"	70-100	100
			3/8"	60-90	70-100
			No. 4	45-75	50-80
			No. 10	30-60	35-65
			No. 40	20-45	20-45
			No. 200	10-30	10-30
Resistencia	INV E-148	CBR (%) Mín.	80	80	
	INV E-142	Compactación	≥ 98 %		
		Espesor	≥ 95 %		
Geometría de las partículas	INV E-230	Indice de alar y apla (%)Máx.	≥ 0,90ed		
		Caras Fracturadas (%) Mín.	ei	35	
	INV E-227	Angularidad de la Fracción Fina (%) Mín.	Una cara	50	70
Planicidad	INV E-239	Uniformidad (mm) Máx.	Dos caras	-	50
				-	35
	INV E-793			10	

em : Espesor medio de la capa compactada

ed: Espesor de diseño

ei: Espesor individual se admite sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al 85 % del espesor de diseño.

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

GCI₍₉₀₎: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

Alar: Alargamiento

Apla: Aplanamiento

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 13. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran.

Al material colocado en la vía se le realizarán controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 14.

Tabla 14 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales de base granular

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-123	Una por jornada
Límite líquido	E-125	Una por jornada
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	Una por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una por semana
Valor de azul (si aplica)	E-235	Una por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una por semana

Para el control de la compactación de una capa de base granular, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de modificado de compactación, mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material sin sobretamaños:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{C_{\gamma_{d,m\acute{a}x}}} \times 100$$

Material con sobretamaños

Siendo:

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E- 161, E-162 y E-164, sin efectuar de manera que corresponda a la muestra total.

$\gamma_{d,m\acute{a}x}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$C_{\gamma_{d,m\acute{a}x}}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143.

Para la aceptación del lote se aplicarán los siguientes criterios:

$$GCI_{(90)} \geq 98 \%$$

y

$$GCI \text{ mínimo} \geq 95 \%$$

Siendo:

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$GCI_{(90)}$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, "Control y aceptación de los trabajos", a partir de los valores individuales del grado de compactación GCI.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada se comprobará mediante la regla de 3 m, según norma de ensayo INV E-793, donde se considere conveniente. La regla se colocará tanto paralela como normalmente al eje de la vía y no se admitirán variaciones superiores a 10 mm. Donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia se deberán corregir con reducción o adición de material en capas de poco espesor, asegurando una buena adherencia, escurificando la capa existente y compactando la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos.

7.5 BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

El Artículo 340 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, se refiere a la construcción de una base estabilizada con emulsión asfáltica, de acuerdo con los alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o autorizados por el Interventor. El material por estabilizar puede ser aquel que resulta al escurificar una capa superficial existente, un material que se adiciona o una mezcla de ambos.

Los materiales por estabilizar podrán ser agregados pétreos o suelos naturales, cuyas características básicas se indican en la Tabla 15. Los agregados pétreos podrán ser utilizados en la construcción de bases estabilizadas para todo tipo de tránsito, en tanto que los suelos sólo se podrán emplear en la construcción de bases estabilizadas en proyectos con nivel de tránsito NT1.

El material bituminoso será una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta, que corresponda a los tipos CRL-1 o CRL-1h.

Para el control de la compactación de una capa de base estabilizada con emulsión, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo modificado de compactación, mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100$$

Material sin sobretamaños:

$$GCI = \frac{\gamma_{d,i}}{C_{\gamma_{d,m\acute{a}x}}} \times 100$$

Material con sobretamaños

Tabla 15 Especificación general para base estabilizada con emulsión asfáltica

	Ensayo	Norma	Descripción Clase	Base estabilizada con emulsión			
				Clase C (NT1)	Suelos Granulares		
Dureza	Desgaste Máquina de los Ángeles (%) Máx.	INV E-218	500 rev 100 rev	50 10			
	Degradación en el Equipo Micro-Deval (%) Máx.	INV E-238		45			
	Resistencia Mecánica 10 % finos (%) Min.	INV E-224		30			
Durabilidad	Pérdida de Solidez en Sulfatos (%) Máx.	INV E-220	Valor seco mínimo (kN) Relación húmedo - seco (%) Sulfato de sodio Sulfato de magnesio	30 - 18			
	Límite Líquido (%) Máx.	INV E-125		35			
	Índice de Plasticidad (%) Máx.	INV E-125 126		7	7		
Limpieza	Equivalente de Arena (%) Min.	INV E-133		20	A-1-b≥90 A-2-4 =20-40		
	Cont. de Partículas y Terrones de Arcilla (%) Máx.	INV E-211		2	2		
	Clasificación AASHTO	INV E-180			A-1-b o A-2-4		
Características	Contenido Óptimo de Emulsión Asfáltica	NLT 170/77	Extrusión Seca Min. (N)		4500		
			Extrusión Humedad Min. (N)		1500		
			Absorción Agua (%) Máx.		7		
			Hinchamiento (%) Máx.		5		
Características	Granulometría (% pasa)	INV E-123	BEE-38		BEE-25	Tolerancia %	BEE-5
			2"				
			1 1/2"	100	-		
			1"	70-100	100		
			1/2"	50-80	60-90		
			3/8"	45-75	50-80		5
			No. 4	30-60	30-60		100
			No. 8	20-45	20-45		
			No. 40	10-27	10-27		
			No. 100	5-18	5-18		3
			No. 200	3-15	3-15		5-25
			Agua	D 1293 D 516		pH	5,5 - 8,0
Contenido de Asfalto Residual		INV E-732	Contenido Sulfato Máx.		1,0		
			ARF (%) Mezcla en via		ARF% -1,0%≤ART%≤ARF%+1,0%		
			Mezcla en planta		ARF% -0,5 %≤ART%≤ARF%+0,5 % ART% -1,0%<ARI%<ART%+1,0%		

Ensayo		Norma	Descripción Clase	Base estabilizada con emulsión	
				Clase C (NT1)	Suelos Granulares
Resistencia	CBR (%)	INV E-148	20	15	
	Compactación	INV E-142	GCI ⁽⁹⁰⁾	≥ 95 %	
			GCI min		
	Espesor		em	≥ ed	
ei			≥ 0,90ed		
Resistencia	INV E-622	P. Curadas en seco	1,5		
		P. Curado en húmedo	7,5		
Planicidad	Uniformidad (mm) Máximo	INV E-793		≥ 0,90Rd	15

ART (%): Porcentaje de asfalto residual promedio

ARF (%): Porcentaje de asfalto fórmula de trabajo

ARI(%): Porcentaje de asfalto residual de cada muestra individual

Rd: Promedio de la resistencia de diseño

Rm: Promedio de resistencia de 3 probetas sometidas a curado seco

GCI: Valor individual del grado de compactación.

GCI⁽⁹⁰⁾: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

Siendo:

G_{Ci}: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

γ_{d,i}: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección por presencia de sobretamaños.

γ_{d,máx}: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

C_{γd,máx}: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, de manera que corresponda a la muestra total.

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, zonas de acumulación de agua ni irregularidades mayores de 15 mm cuando se compruebe con una regla de 3 m, según la norma de ensayo INV E-793; la regla se colocará tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor. Para la aceptación del lote se aplicará el siguiente criterio:

$$GCI_{(90)} \geq 95 \%$$

Siendo:

G_{Ci(90)}: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje.

Se efectuarán las verificaciones de calidad indicadas en la Tabla 16.

Tabla 16 Ensayos de verificación sobre los pétreos y suelos granulares

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia	
		Agregados	Suelos
<i>Composición (F)</i>			
Granulometría	E-123	1 por jornada	1 por jornada
<i>Dureza, agregado grueso (O)</i>			
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes	No Aplica
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes	
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos	E-224	1 por mes	
<i>Durabilidad (O)</i>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes	No Aplica
<i>Limpieza, gradación combinada (F)</i>			
Límite líquido	E-125	1 por jornada	1 por jornada
Índice de plasticidad	E-125 - 126	1 por jornada	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznales	E-211	1 por semana	No aplica
<i>Capacidad de soporte (F)</i>			
CBR del material sin emulsión asfáltica	E-148	1 por mes	1 por mes

7.6 CEMENTO ASFÁLTICO

El Artículo 410 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías se refiere al suministro de cemento asfáltico para la fabricación de mezclas asfálticas.

La designación del cemento asfáltico será por grados de penetración, en décimas de milímetro (0,1 mm). El material por suministrar será de grado de penetración 40-50, 60-70 u 80-100, de acuerdo con las características de la mezcla y del proyecto, que cumpla los requisitos de calidad establecidos la Tabla 17.

Tabla 17 Especificación general para el cemento asfáltico

Ensayo		Norma	Grado de Penetración					
			40- 50		60-70		80-100	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max
Propiedades	Penetración (25°C, 100g, 5s), 0.1 mm	INV E-706	40	50	60	70	80	100
	Punto de Ablandamiento	INV E-712	52	58	48	54	45	52
	Índice de Penetración	INV E-724	-1,2	+0,6	-1,2	+0,6	-1,2	+0,6
	Viscosidad Absoluta (60°C)	INV E-716 INV-E 717	200 0	-	150 0	-	100 0	-
	Ductilidad (25°C, 5cm/min), cm	INV E-702	80	-	100	-	100	-
	Solubilidad en Tricloroetileno (%)	INV E-713	99	-	99	-	99	-
	Contenido de agua (%)	INV E-704	-	0,2	-	0,2	-	0,2
	Punto de inflamación mediante copa abierta de Cleveland (°C)	INV E-709	240	-	230	-	230	-
Contenido de Parafinas (%)	INV E-718	-	3	-	3	-	3	
Residuos del ensayo de pérdida por calentamiento en película delgada rotatoria	Pérdida de masa por calentamiento	INV E-720	-	0,8	-	0,8	-	1,0
	Penetración del residuo (%)	INV E-706	55	-	50	-	46	-
	Incremento en el punto de ablandamiento °C	INV E-712	-	8	-	9	-	9
	Índice de envejecimiento	INV E-716 o 717	-	4	-	4	-	4

7.7 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

El Artículo 450 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, se refiere a la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de gradación continua, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

Los agregados pétreos y el llenante mineral deberán satisfacer los requisitos de calidad mencionados en la Tabla 18.

Tabla 18 Especificación general para los agregados para pavimentos asfálticos (Artículo 450) Proporción y requisitos del llenante mineral, espesor compacto de la capa y valores máximos admisibles de IRI

	Ensayo		Norma	Descripción	Mezcla en caliente	
					NT-1	NT-2
Dureza	Desgaste Máquina de los Ángeles (%) Máx. Capa de Rodadura/Intermedia/Base		INV E-218	500	25/35/-	25/35/35
			INV E-219	100	5/7/-	5/7/7
	Degradación en el Equipo Micro-Deval (%) Máx Rodadura/Intermedia/Base		INV E-238		-	25/30/30
		Coefficiente de Pulimiento Acelerado (%) Min.		INV E-232		0,45
Durabilidad	Resistencia Mecánica 10 % Finos Rodadura/Intermedia/Base		INV E-224	V.Seco (kN) Min	-	-
			INV E-220	Relación Húmedo / Seco (%) Mín.	-	-
	Pérdida de Solidez en Sulfato de magnesio (%) Máx.		INV E-220		18	18
	Índice de Plasticidad (%) Máx.		INV E-125 126		NP	NP
Limpieza	Equivalente de Arena (%) Min.		INV E-133		50	50
	Azul de Metileno (%) Máx.		INV E-235		10	10
	Impurezas en Agregado Grueso, Máx. (%)		INV E-237		0,5	0,5
	Contenido de Asfalto Residual		INV E-732	ART (%)	ART% \geq 0,5% \leq ARI% \leq ART% \pm 0,5%	ART% \geq 0,5% \leq ARI% \leq ART% \pm 0,5%
Geometría de las partículas	Partículas Alargadas y Planas (%) Máx.		INV E-240		10	10
		Caras Fracturadas (%) Min. Rodadura/Intermedia/Base		INV E-227	Una cara	75/60/-
	Angularidad Fracción Fina (%) Min.		INV E-239	Dos caras	-/-/-	60/-/-
					40/35/-	45/40/35
Resistencia	Compactación Gc min			GCI (g ₀)	\geq Gc min	
				Rodadura Intermedia Base	94	94
				Alto módulo	92	92
					-	91
Adhesividad	Espesor Agregado Fino (%) Min.			em	\geq ed	
				ei	\geq 0,90ed	
Coefficiente de resistencia al deslizamiento	Glorietas, intersecciones, zonas de frenado frecuente, curvas <200 m y tramos con pendientes \geq 5% en l > 100 Otras Secciones		INV E-774		4	
			INV E-815 INV E-792		0,5	0,55
					0,45	0,5

	Ensayo	Norma	Descripción	Mezcla en caliente		
				NT-1	NT-2	
Características	Contenido Arena Natural Agregado Combinado			≤25	NT-2 ≤25	
	Contenido Arena Natural Agregado Fino				≤50	
	Densidad BULK Llenante Mineral	INV E-225			0,5 a 0,8	
	Vacios del Llenante Seco Compactado	INV E-229		-	<38	
	Espesor Compactado de la Capa			Roadadura	30-40/40-60/>60	
				Intermedia	>50	
				Base	>75	
				Alto módulo	60-130	
	Proporción Llenante Mineral			Bacheos	50-75/>75	
				Roadadura/Intermedia/Base	-	≥25/≥25/-
			Estabilidad media	Em≥0,90Et		
Estabilidad		INV E-748	Estabilidad F. trabajo	1,25 Et≥Ei≥ valor mínimo		
			Estabilidad individual	Ei≥0,80Em		
Flujo				0,80 Ft≤Fm ≤1,20 Ft		
IRI (%)	Porcentaje de hectómetros 40 Construcción / Rehabilitación			2,4 / 2,9	1,9 / 2,4	
	Porcentaje de hectómetros 80 Construcción / Rehabilitación			3,0 / 3,5	2,5 / 3,0	
	Porcentaje de hectómetros 100 Construcción / Rehabilitación			3,5 / 4,0	3,0 / 3,5	

ARF: Contenido de asfalto residual por fórmula

ART: Contenido de asfalto residual por tramo.

ARI: Contenido de asfalto residual individual.

IRI: Índice Internacional de Rugosidad

Fm: Flujo fórmula de trabajo

Et: Estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo. Además, la Ei deberá ser igual o superior al 80 % del valor Em, admitiéndose sólo un valor individual por debajo de ese límite.

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

GCI₍₉₀₎: Límite inferior del intervalo de confianza en el que con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote.

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 19. El análisis granulométrico se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E-213.

Tabla 19 Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

Tipo de mezcla		Tamiz (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1½"	1"	¾"	½"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.80	No.200
		% Pasa									
Densa	MDC-25		100	80-95	67-85	60-77	43-59	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-19			100	80-95	70-88	49-65	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-10					100	65-87	43-61	16-29	9-19	5-10
Semidensa	MSC-25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
	MSC-19			100	80-95	65-80	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
Gruesa	MGC-38	100	75-95	65-85	47-67	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	MGC-25		100	75-95	55-75	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
Alto módulo	MAM -25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	10-20	8-14	6-9
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)		-	4%				3%			2%	

El tipo de mezcla asfáltica en caliente por emplear dependerá del tipo y del espesor compacto de la capa asfáltica y se definirá en los documentos del proyecto, siguiendo los criterios de la Tabla 20.

Tabla 20. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor compacto de la capa

Tipo de capa	Espesor compacto (mm)	Tipo de mezcla
Rodadura	30 – 40	MDC-10
	40 – 60	MDC-19, MSC-19
	> 60	MDC-25, MDC-19, MSC-19
Intermedia	> 50	MDC-25, MSC-25
Base	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25
Alto módulo	60 - 130	MAM-25
Bacheos	50 – 75	MSC-25, MGC-25
	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25

El material bituminoso para elaborar la mezcla en caliente será seleccionado en función de las características climáticas de la zona; el tipo de capa y las condiciones de operación de la carretera, según como se indica en la Tabla 21. El diseño preliminar que cumpla los requisitos de la Tabla 21 se deberá someter a las pruebas de verificación relacionadas y cumplir los requisitos allí establecidos. La verificación se deberá adelantar en la secuencia indicada en esta tabla; las probetas se elaborarán con la mezcla definida como óptima en el diseño preliminar mencionado en el numeral anterior.

Tabla 21 Criterios de diseño de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

Descripción	Ensayo INV	NT1			NT2			Mezcla de Alto Módulo	Aplicabilidad
		Temperatura media anual de la región (°C)			Temperatura media anual de la región (°C)				
		>24	15-24	<15	>24	15-24	<15		
Tipo de Capa	Rodadura e intermedia (rangos de penetración del asfalto)	60-70	60-70 u 80-100	80-100	60-70	60-70 u 80-100	80-100		
	Base	NA	60-70 u 80-100	80-100	60-70 u 80-100	80-100	80-100		
	Alto Módulo	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
	Compactación (Golpe/cara)	50	5000	75 (112)	75 (112)	75	75		
	Estabilidad Mínima (N)	E-748	2,0 a 4,0	2,0 a 4,0 (3,0 a 6,0)	7500 (16,875)	2,0 a 4,0 (3,0 a 6,0)	15000	2,0 a 3,0	
Flujo (mm)	E-800	2,0 a 4,0	2,0 a 4,0 (4,5 a 7,5)	3,0 a 5,0 (4,5 a 7,5)	3,0 a 5,0 (4,5 a 7,5)	-	-		
Relación Estabilidad/Flujo (kN/mm)	E-736	3,0 a 5,0	3,0 a 5,0	3,0 a 5,0	3,0 a 5,0	NA	NA		
Vacios con Aire (Va), %	E-799	4,0 a 8,0	4,0 a 8,0	4,0 a 7,0	4,0 a 7,0	4,0 a 6,0	4,0 a 6,0		
Características		NA	NA	5,0 a 8,0	5,0 a 8,0	4,0 a 6,0	4,0 a 6,0		
			13,0	13,0	13,0	-	-		
			14,0	14,0	14,0	14	14		
			15,0	15,0	15,0	-	-		
			16,0	16,0	16,0	-	-		
	Vacios llenos asfalto (%)	E-799	65 a 80	65 a 80	65 a 78	65 a 78	63 a 75	63 a 75	
	Relación llenante/ligante efectivo en peso	E-799	0,8 a 1,2	0,8 a 1,2	0,8 a 1,2	0,8 a 1,2	1,2 a 1,4	1,2 a 1,4	
	Concentración de llenante	E-745	Valor crítico						
	Evaluación de Propiedades empaquetamiento	-	Reportar						

Descripción		Ensayo INV	NT1	NT2	Mezcla de Alto Módulo	Aplicabilidad
Características	Espesor promedio de película de asfalto (µm) Min.	E-741		7,5		
	Adherencia: resistencia retenida (%) Min.	E-725		80		Todas las mezclas
Propiedad	Resistencia a la deformación plástica (µm/min)	E-756	-	-		Para capas de rodadura intermedia
				20		Mezclas de alto módulo
	Módulo resiliente (MPa)	E-749		10000		Mezclas de alto módulo
						Opcional para otras mezclas, según documentos del proyecto
						Obligatorio para mezclas de alto módulo
Leyes de Fatiga (µm/m) Min.	E-808 E-784 E-808		100	Nota 2	Opcional para otras mezclas, según documentos del proyecto	

Nota 1: Se deberá usar la norma de ensayo INV E-800 en lugar de la norma INV E-748 cuando los agregados tengan un tamaño máximo superior a 25mm

Nota 2: Los documentos del proyecto podrán establecer los valores que deben cumplir los ensayos

Se efectuarán las verificaciones de calidad indicadas en la Tabla 22 para los agregados grueso y fino y en la Tabla 23 para el llenante mineral de aporte.

Tabla 22 Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente de gradación continua

Característica	Norma de Ensayo INV	Frecuencia
<i>Composición (F)</i>		
Granulometría	E-123	1 por jornada
<i>Dureza, agregado grueso (O)</i>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval aplica	E-238	1 por mes
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos	E-224	1 por mes
Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura	E-232	Cuando cambie la procedencia de los agregados
<i>Durabilidad (O)</i>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
<i>Limpieza, agregado grueso (F)</i>		
Impurezas en agregado grueso	E-237	1 por semana
<i>Limpieza, gradación combinada (F)</i>		
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana
Valor de azul de metileno	E-235	1 por semana
<i>Geometría de las partículas, agregado grueso (F)</i>		
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Partículas planas y alargadas, relación 5:1	E-240	1 por semana
Caras fracturadas	E-227	1 por jornada
<i>Geometría de las partículas, agregado fino (F)</i>		
Angularidad de la fracción fina, método A	E-239	1 por jornada
<i>Adhesividad, gradación (O)</i>		
Agregado grueso: cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo	E-757	Cuando cambie la procedencia de los agregados
Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber)	E-739	

Tabla 23 Ensayos de verificación sobre el llenante mineral de aporte para mezclas en caliente de gradación continua

Característica	Norma de Ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-123	1 por suministro
Densidad Bulk	E-225	1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de 10 mm en capas de rodadura o 15 mm en capas de base o intermedias y bacheos, cuando se compruebe con una regla de 3m, según la norma de ensayo INV E-793; la regla se colocará tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

7.8 MEZCLA DENSA EN FRÍO

El Artículo 440 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, se refiere a la elaboración, transporte, colocación y compactación de una mezcla asfáltica densa, preparada en frío, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

Los agregados pétreos y el llenante mineral deberán satisfacer los requisitos de calidad mencionados en la Tabla 24.

Tabla 24 Especificación general para los agregados para pavimentos asfálticos, (Artículo 440) requisitos granulométricos, verificación de la resistencia de la mezcla asfáltica, requisitos del llenante mineral y valores máximos admisibles de IRI

Ensayo		Norma	Descripción Tolerancia	Nivel del Tránsito NT1	Nivel del Tránsito NT2	
Dureza	Desgaste Máquina de los Ángeles (%) Rodadura/ Intermedia/Base	INV E-218 INV E-219	500	25/35/-	25/35/35	
	Degradación en el Equipo Micro-Deval Máximo (%) Rodadura/ Intermedia/Base	INV E-238		-	25/30/30	
	Coefficiente de Pulimiento Acelerado (%) Mínimo	INV E-232	Seco	0,45	0,45	
	Resistencia Mecánica 10 % Finos Mínimo	INV E-224	Relación Húm. / Seco	-	-	
Durabilidad	Pérdida de Solidez en Sulfatos (%) Máximo	INV E-220		18	18	
	Índice de Plasticidad (%) Máximo	INV E -125-126		NP	NP	
	Equivalente de Arena (%) Mínimo	INV E-133		50	50	
	Azul de Metileno (%) Mínimo	INV E-235		10	10	
Limpieza	Impurezas en Agregado Grueso, Máximo (%)	INV E-237		0,5	0,5	
	Granulometría - (% Pasa)			MDF-38	MDF-25	
				1 1/2"	100	-
				1"	80-95	100
				3/4"	-	80-95
				1/2"	62-77	-
				3/8"	-	60-75
				No.4	45-60	47-62
				No.8	35-50	35-50
				No. 50	13-23	13-23
			No.200	3-8	3-8	
Composición	Contenido de Asfalto Residual	INV E-732	ART (%) ARF (%)	ART% -0,5%≤ART%≤ART%+0,5% ARF% -0,3%≤ART%≤ARF%+0,3%		
	Partículas Alar. y Planas (%) Máximo	INV E-240		10	10	
	Caras Fracturadas % Mínimo Rodadura/ Intermedia/Base	INV E-227	Una cara Dos caras	75/60/- /-/-	75/75/60 60/-/-	
	Angularidad Fracción Fina % Mínimo	INV E-239	Rm	40/35/-	45/40/35	
Geometría de las partículas	Ri		Rm		≥0,90 Rt	
	Ri		Ri		≥0,80 Rm	
	Rcm		Rcm		≥0,75 %	
	Compactación		GCI (90)		≥0,95 %	
	Espesor		em ei		≥ ed ≥0,90ed	

Ensayo		Norma	Descripción Tolerancia	Nivel del Tránsito	
Adhesividad	Agua			NT1	NT2
	Agregado Fino	D1293 D516 INV E-774	pH Sulfatos	5,5 - 8,0 1 4	
Coeficiente de resistencia al deslizamiento	Glorietas, intersecciones, zonas de frenado frecuente, curvas <200 m y tramos con pendientes ≥5% en l >100	INV E-815 INV E-792		0,5	0,55
	Otras Secciones			0,45 ≤25	0,5 ≤25
Características	Contenido Arena Natural Agregado Combinado				≤50
	Contenido Arena Natural Agregado Fino				0,5 a 0,8
	Densidad BULK Llenante Mineral	INV E-225		-	≥38
	Vacios del Llenante Seco Compactado	INV E-229			50-75
	Espesor Compactado de la Capa		Rodadura Intermedia Base	≥75	≥50
	Resistencia Seca Resistencia Húmeda Resistencia Conservada	INV E-622			2,5 2 75
IRI (%)	Velocidad de Deformación	INV E-756	T > 24° C T < 24° C		
	Porcentaje de hectómetros 40 Construcción/Rehabilitación			2,4 / 2,9	1,9 / 2,4
	Porcentaje de hectómetros 80 Construcción / Rehabilitación			3 / 3,5	2,5 / 3,0
	Porcentaje de hectómetros 100 Construcción / Rehabilitación			3,5 / 4,0	3 / 3,5

ARF: Contenido de asfalto residual por fórmula

ARI: Contenido de asfalto residual individual.

TML: Tasa media de aplicación de ligante residual.

em: Espesor medio de la capa compactada.

Rt: Resistencia de la mezcla definitiva de trabajo Rm: Resistencia media de la mezcla

Ri: Resistencia individual de cada probeta. La Ri deberá ser igual o superior al 80 % del valor medio de su respectivo grupo, admitiéndose sólo un valor individual por debajo de ese límite.

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

Gci (90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote.

Alar: Alargamiento

ART: Contenido de asfalto residual por tramo.

IRI: Índice Internacional de Rugosidad

TMA: Tasa media de aplicación de agregados.

ei: Espesor obtenido en cada determinación individual.

Se efectuarán las verificaciones de calidad indicadas en la Tabla 25 para los agregados grueso y fino y la Tabla 26 para el llenante mineral, si éste se incorpora de manera independiente.

Tabla 25 Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas asfálticas densas en frío

Característica	Norma de Ensayo INV	Frecuencia
<i>Composición (F)</i>		
Granulometría	E-123	1 por jornada
<i>Dureza, agregado grueso (O)</i>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos	E-224	1 por mes
Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura	E-232	Cuando cambie la procedencia de los agregados
<i>Durabilidad (O)</i>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
<i>Limpieza, agregado grueso (F)</i>		
Impurezas en agregado grueso	E-237	1 por semana
<i>Limpieza, gradación combinada (F)</i>		
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana
Valor de azul de metileno	E-235	1 por semana
<i>Geometría de las partículas, agregado grueso (F)</i>		
Partículas planas y alargadas, relación 5:1	E-240	1 por semana
Caras fracturadas	E-227	1 por jornada
<i>Geometría de las partículas, agregado fino (F)</i>		
Angularidad de la fracción fina, método A	E-239	1 por jornada
<i>Gravedad específica</i>		
Gravedad específica y absorción	E-222 y E-223	1 por mes

Tabla 26 Ensayos de verificación sobre el llenante mineral de aporte para mezclas asfálticas densas en frío

Característica	Norma de Ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-123	1 por suministro
Densidad Bulk	E-225	1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante

Para el control de la compactación de una capa mezcla densa en frío, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y de los ensayos de densidad en el laboratorio, mediante la siguiente expresión:

$$GCI = \frac{D_i}{D_e} \times 100$$

Siendo:

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

Di: Valor individual de la densidad en el terreno, determinado por alguno de los métodos descritos en las normas de ensayo INV E-733, E-734, E-746 o E-802.

De: Valor promedio de los valores de densidad de las 6 probetas por lote, elaboradas en el laboratorio, según la metodología de ensayo inmersión-compresión.

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de 10 mm en capas de rodadura o 15 mm en capas de base o intermedias y bacheos, cuando se compruebe con una regla de 3m según la norma de ensayo INV E-793; la regla se colocará tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

7.9 TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE

El Artículo 430 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, se refiere a la aplicación de un riego de material bituminoso sobre una superficie preparada, seguido por la extensión y compactación de una capa de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o establecidos por el Interventor. Los agregados pétreos deberán cumplir los requisitos de la Tabla 27.

Tabla 27 Especificación general para los agregados para tratamiento superficial simple y coeficientes de resistencia al deslizamiento

Ensayo		Norma	Descripción y Tolerancia		Nivel de Tránsito	
					NT-1	NT-2
Dureza	Desgaste Máquina de los Ángeles (%) Máximo	INV E-218	500		25	25
			100		5	5
	Degradación Equipo Micro-Deval (%) Máximo	INV E-238			-	25
	Coefficiente De Pulimiento Acelerado (%) Mínimo	INV E-232			0,45	0,45
Durabilidad	Pérdida en Ensayo Solidez (%) Máximo	INV E-220			18	18
Limpieza	Impurezas en Agregado Grueso, Máximo (%)	INV E-237			0,5	0,5
Características	Granulometría	INV E-123		Tolerancia	TSS-19	TSS-13
			3/4"	4%	100	-
			1/2"		90-100	100
			3/8"		20-55	90-100
			1/4"		0-15	10-40
			No.4		-	0-15
	No.8	1%	0-5	0-5		
	Dosificación		Ligante residual		0,9-1,3	0,7-1,1
			Agreg.		8-10	6-8
	Tasa de Aplicación Ligante Residual	INV E-818		0,9 TEL ≤ TML ≤ 1,1 TEL		
	Tasa de Aplicación de Agregados	INV E-819		0,9 TEA ≤ TMA ≤ 1,1 TEA		
Geometría de las Partículas	Índice de Alar y Apla (%) Máximo	INV E-230			30	30
	Caras Fracturadas (una cara/dos caras) Mínimo (%)	INV E-227			75/-	75/60

Ensayo		Norma	Descripción y Tolerancia		Nivel de Tránsito	
					NT-1	NT-2
Adhesividad	Bandeja, Mínimo (%)	INV E-740			80	80
Coefficiente de Resistencia al Deslizamiento	Glorietas, intersecciones, zonas de frenado, curvas radio < 200 m y tramos con pendientes $\geq 5\%$ y $l > 100$	INV E-815	NT1		0,5	0,55
	Otras Secciones		NT2			
			NT3		0,45	0,5

ARF: Contenido de asfalto residual por fórmula

ART: Contenido de asfalto residual por tramo.

ARI: Contenido de asfalto residual individual.

TML: Tasa media de aplicación de ligante residual.

TMA: Tasa media de aplicación de agregados.

TEL TEA: Tasa del ligante autorizada por el interventor.

IRI: Índice Internacional de Rugosidad

ei: Espesor obtenido en cada determinación individual.

em: Espesor medio de la capa compactada

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

Gci (g_{90}): Límite inferior del intervalo de confianza en el que con una probabilidad de 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote.

Alar: Alargamiento

Apla: Aplanamiento

Tabla 28 Ensayos de verificación sobre los agregados para tratamientos superficiales simples

Característica	Norma de Ensayo INV	Frecuencia
<i>Composición (F)</i>		
Granulometría	E-123	1 por jornada
<i>Dureza, (O)</i>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Coefficiente de pulimiento acelerado	E-232	1 por mes
<i>Durabilidad (O)</i>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
<i>Limpieza, agregado grueso (F)</i>		
Contenido de impurezas	E-237	1 por jornada
<i>Geometría de las partículas (F)</i>		
Índice de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Caras fracturadas	E-227	1 por semana

7.10 TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE

El Artículo 431 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, consiste en dos aplicaciones de un material bituminoso sobre una superficie preparada, seguidas sucesivamente por la extensión y compactación de sendas capas de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o establecidos por el Interventor. Los agregados pétreos deberán cumplir los requisitos de la Tabla 29.

Tabla 29 Especificación general para los agregados para tratamientos superficiales dobles y coeficientes de resistencia al deslizamiento

Ensayo		Norma	Descripción	Nivel de Tránsito			
				NT-1	NT-2	-	-
Dureza	Desgaste Máquina de los Ángeles (%) Máximo	INV E-218	500	25	25	-	-
			100	5	5	-	-
	Degradación en el Equipo Micro-Deval (%) Máximo	INV E-238		-	25	-	-
	Coeficiente Pulimiento Acelerado (%) Mínimo	INV E-232		0,45	0,45	-	-
Durabilidad	Pérdida en Ensayo de Solidez (%) Máximo	INV E-220		18	18	-	-
	Impurezas en Agregado Grueso, Máximo (%)	INV E-237		0,5	0,5	-	-
Características	Granulometría	INV E-123		TSD-25	TSD-19	TSD-13	TSD-10
			1"	100	-	-	-
			3/4"	90-100	100	-	-
			1/2"	10-45	90-100	100	-
			3/8"	0-15	20-55	90-100	100
			1/4"	-	0-15	10-40	90-100
			No. 4	0,5	-	0-15	20-55
	No. 8	-	0-5	0-5	0-15		
	No. 16	-	-	-	0-5		
	Dosificación			Ligante residual	1,3-1,8	0,9-1,3	0,8-1,2
			Agreg.	12-14	8-10	6-8	5-7
	Tasa de Aplicación Ligante Residual	INV E-818		0,9 TEL ≤ TML ≤ 1,1 TEL			
	Tasa de Aplicación de Agregados	INV E-819		0,9 TEA ≤ TMA ≤ 1,1 TEA			
Geometría de las Partículas	Índice de Alar y Apla (%) Máximo	INV E-230		30	30	-	-
	Caras Fracturadas (%) Mínimo (una cara/dos caras)	INV E-227		75/-	75/60	-	-
Adhesividad	Bandeja, Mínimo (%)	INV E-740		80	80	-	-
Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento	Glorietas, intersecciones, zonas de frenado, curvas radio < 200 m y tramos con pendientes ≥ 5% y I > 100	INV E-815	NT1 NT2 NT3	0,5	0,55	-	-
	Otras Secciones		NT1 NT2 NT3	0,45	0,5	-	-

ARF: Contenido de asfalto residual por fórmula ART: Contenido de asfalto residual por tramo.

ARI: Contenido de asfalto residual individual. TML: Tasa media de aplicación de ligante residual.

TMA: Tasa media de aplicación de agregados. IRI: Índice Internacional de Rugosidad

ei: Espesor obtenido en cada determinación individual. em: Espesor medio de la capa compactada

GCI: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

Gci (90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que con una probabilidad de 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote.

Alar: Alargamiento

Apla: Aplanamiento

Se efectuarán las verificaciones de calidad de los agregados indicadas en la Tabla 30.

Tabla 30 Ensayos de verificación sobre los agregados para tratamientos superficiales dobles

Característica	Norma de Ensayo INV	Frecuencia
<i>Composición (F)</i>		
Granulometría	E-123	1 por jornada
<i>Dureza, (O)</i>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Coefficiente de pulimiento acelerado	E-232	1 por mes
<i>Durabilidad (O)</i>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
<i>Limpieza, agregado grueso (F)</i>		
Contenido de impurezas	E-237	1 por jornada
<i>Geometría de las partículas (F)</i>		
Índice de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Caras fracturadas	E-227	1 por semana

ANEXO A

ESTIMATIVO PROMEDIO DE COSTOS DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO

Existen dos tipos principales de pavimentos que son los pavimentos flexibles y los pavimentos rígidos. Los pavimentos flexibles, son aquellos que tienen superficies compuestas por materiales bituminosos y se definen como flexibles por que la estructura de pavimento se deflecta debido a las cargas impuestas por el tráfico. Los pavimentos rígidos, son aquellos los cuales se encuentran compuestos por losas de concreto hidráulico de cemento Portland; y tienen grandes módulos de elasticidad.

En el presente anexo, se seleccionaron del Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito del INVIAS, estructuras para un proyecto con las siguientes características:

- Ubicación de proyecto en una zona con temperatura de 24° (R₃)
- CBR de la subrasante 3% (S₁)
- Tránsito de diseño de 500000 de ejes (T₂).

La estructura en pavimento rígido se tomó del Manual de Diseño de Pavimentos de Concretos para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Las alternativas de pavimento seleccionadas se indican a continuación:

- Alternativa 1: Estructura de pavimento flexible convencional
MDC-2 + BG + SBG
- Alternativa 2: Estructura de pavimento flexible mejorada con cemento
MDC-2 + BG + BEC
- Alternativa 3: Estructura de pavimento flexible base estabilizada con emulsión
MDF-2 + BEE-3 + SBG
- Alternativa 4: Estructura de pavimento Tratamiento superficial doble
TSD + BG + SBG
- Alternativa 5: Estructura de pavimento flexible Mezcla Densa en Frío
MDF-2 + BG + SBG
- Alternativa 6: Estructura de pavimento rígido
Losa de pavimento + SBG

Las cantidades de obra fueron calculadas para 1 kilómetro de vía de red terciaria teniendo en cuenta el ancho de calzada de 7 metros, estipulado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008. Se aclara que los precios unitarios utilizados,

corresponden a los precios estipulados en la página del INVIAS de la territorial Cundinamarca (2016) y se deben ajustar de acuerdo a la ubicación del proyecto.

Las estructuras de pavimento obtenidas de los manuales se presentan a continuación:

Alternativa 1 MDC-2 + BG + SBG: Conformada por una carpeta bituminosa apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. En la Tabla 31 se presenta los espesores de la estructura obtenida con su respectivo costo por kilómetro de vía.

Tabla 31 Diseño de pavimento flexible estructura convencional para 1 kilómetro

Capa ó Actividad	Cantidad m ³	Valor	Total
0,08 m CA	525	\$ 638.500	\$ 335.212.500
0,15 m BG	1050	\$ 110.000	\$ 115.500.000
0,20 m SBG	1500	\$ 75.700	\$ 113.550.000
Excavación	3075	\$ 50.000	\$ 153.750.000
			\$ 718.012.500
Con obras de drenaje, bermas y señalización			\$ 1.025.732.143

Alternativa 2 MDC-2 + BG + BEC: Conformada por una carpeta bituminosa apoyada sobre una base granular, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material granular estabilizado con cemento. En la Tabla 32 se presenta la estructura de pavimento obtenida con su respectivo costo por kilómetro.

Tabla 32 Diseño de pavimento semiflexible - mejorada con cemento para 1 kilómetro

Capa ó Actividad	Cantidad m ³	Valor m ³	Total
0,08 m CA	525	\$ 638.500	\$ 335.212.500
0,15 m BG	1050	\$ 110.000	\$ 115.500.000
0,20 m BEC	1500	\$ 74.000	\$ 111.000.000
Excavación	3075	\$ 50.000	\$ 153.750.000
			\$ 715.462.500
Con obras de drenaje, bermas y señalización			\$ 1.022.089.286

Alternativa 3 MDF-2 + BEE-3 + SBG: Conformada por una carpeta bituminosa apoyada sobre una capa de materiales granulares estabilizados con ligantes bituminosos, la cual se encuentra a su vez sobre una capa de sub-base granular convencional. En la Tabla 33 se encuentra la estructura obtenida.

Tabla 33 Diseño de pavimento semiflexible - estabilizada con emulsión para 1 kilómetro

Capa ó Actividad	Cantidad m ³	Valor m ³	Total	
0,08 m CA	Carpeta asfáltica	525	\$ 638.500	\$ 335.212.500
0,15 m BEE	B. Estabilizada Emulsión	1050	\$ 260.000	\$ 273.000.000
0,20 m SBG	Subbase granular	1500	\$ 75.700	\$ 113.550.000
	Excavación	3075	\$ 50.000	\$ 153.750.000
				\$ 875.512.500
	Con obras de drenaje, bermas y señalización			\$ 1.250.732.143

Alternativa 4 TSD + BG + SBG: Conformada por dos riegos alternados de ligante bituminoso y agregado uniformemente distribuidos sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. En la Tabla 34 se presenta la estructura obtenida.

Tabla 34 Diseño de pavimento flexible - tratamiento superficial doble para 1 kilómetro

Capa ó Actividad	Cantidad	Valor m ³	Total	
0,03 m TSD	TSD m ²	7000	\$ 15.000	\$ 105.000.000
0,20 m BG	Base granular	1400	\$ 110.000	\$ 154.000.000
0,20 m SBG	Subbase granular	1500	\$ 75.700	\$ 113.550.000
	Excavación	3075	\$ 50.000	\$ 153.750.000
				\$ 526.300.000
	Con obras de drenaje, bermas y señalización			\$ 751.857.143



Alternativa 5 MDF-2 + BG + SBG: Conformada por una carpeta bituminosa fabricada en frío apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. En la Tabla 35 se presenta la estructura obtenida.

Tabla 35 Diseño de pavimento flexible - mezcla densa en frío para 1 kilómetro

Capa ó Actividad	Cantidad m ³	Valor m ³	Total	
0,08 m MDF	M. densa en frío	525	\$ 564.000	\$ 296.100.000
0,15 m BG	Base granular	1050	\$ 110.000	\$ 115.500.000
0,20 m SBG	Subbase granular	1500	\$ 75.700	\$ 113.550.000
	Excavación	3075	\$ 50.000	\$ 153.750.000
				\$ 678.900.000
	Con obras de drenaje, bermas y señalización			\$ 969.857.143

Alternativa 6: Losa de pavimento + SBG: Conformada por una losa de pavimento MR 38 sin dovelas y con berma sobre una capa de sub-base granular convencional.

Tabla 36 Diseño de pavimento rígido - losa de pavimento + SBG para 1 kilómetro

		Capa ó Actividad	Cantidad m³	Valor m³	Total
0,22 m		Losa de Concreto	1540	\$ 900.000	\$ 1.386.000.000
0,15 m		Subbase granular	1200	\$ 75.700	\$ 90.840.000
		Excavación	2740	\$ 50.000	\$ 137.000.000
					\$ 1.613.840.000
Con obras de drenaje y señalización					\$ 2.017.300.000

Al momento de seleccionar el tipo de pavimento de un proyecto los costos juegan un papel muy significativo. Se aclara que los costos mostrados no incluyen costos de mantenimiento.

En la Tabla 37 se presenta el resumen los costos de las alternativas analizadas en la cual se puede observar que los costos de los pavimentos flexibles son menores que los de pavimentos rígidos, pero se debe tener en cuenta que estos últimos requieren menos inversión para realizar los trabajos de mantenimiento.

Tabla 37 Resumen de costo de alternativas

Tipo de estructura	Total
Tratamiento Superficial Doble	\$ 751,857,143
Flexible Mezcla Densa en Frío	\$ 969,857,143
Flexible Convencional	\$ 1,025,732,143
Flexible Mejoramiento con Suelo Cemento	\$ 1,022,089,286
Flexible Base Estabilizada con Emulsión	\$ 1,250,732,143
Rígida	\$ 2,017,300,000

GLOSARIO

Afirmado: Capa de rodadura de grava, generalmente con algún contenido de ligante arcilloso.

Alcantarilla: Ducto de sección generalmente circular o rectangular, que permite el paso de una corriente de agua superficial de un lado al otro de una carretera.

Base: Capa principal de la estructura de pavimento ubicada entre la subrasante o la sub-base y la capa de rodadura.

Base estabilizada con emulsión: Base que ha sido tratada mediante procedimiento con material asfáltico con el fin de conseguir niveles de adhesión más altos de los agregados, evitando de esta manera fenómenos como la erosión y la infiltración causante del bombeo.

Berma: Franja longitudinal contigua a la calzada que no está destinada al uso de vehículos más que en circunstancias excepcionales.

Bombeo: Pendiente transversal en los tramos rectos de la carretera, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua.

Box culvert: Alcantarilla del tipo rectangular construida generalmente en concreto reforzado.

Carretera: Infraestructura de transporte suburbana o rural, cuya finalidad es permitir la circulación de automotores en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación y uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

Carreteras Terciarias: Aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.

Calzada: Zona de la carretera destinada a la circulación de vehículos.

Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

Carga muerta: Carga estructural debido al peso de las vigas, columnas, pisos, techos, y otros elementos fijos. No se incluyen elementos no estructurales, tales como muebles, u ocupantes.

Carga viva: Es la carga estructural debida a los elementos no estructurales, como muebles y ocupantes.

Cartilla: En general, es un tratado breve e impreso en un documento, a manera de cuaderno, que se elabora manteniendo un tamaño determinado, según sea su aplicabilidad, donde se consigna un conjunto de información, para ser consultada y utilizada, sobre un tema muy específico de algún trabajo, disciplina o actividad que contribuye al conocimiento en un área determinada. La presente cartilla consiste en un documento que contiene planos de secciones típicas de modelos estructurales para

obras de drenaje y muros de contención de uso más frecuente en el territorio nacional y destinado a ser utilizado para la Red Terciaria a cargo del INVÍAS.

Cuneta: Las cunetas son estructuras de drenaje que captan las aguas de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la vía y de los taludes de corte, conduciéndolas longitudinalmente hasta asegurar su adecuada disposición. Las cunetas construidas en zonas en terraplén protegen también los bordes de la berma y los taludes del terraplén de la erosión causada por el agua lluvia, además de servir, en muchas ocasiones, para continuar las cunetas de corte hasta una corriente natural, en la cual entregar.

Dren: Excavación en forma de zanja, rellena con materiales permeables, cuya función es la captación de aguas freáticas o de infiltración.

Dren horizontal: Tubería de poco diámetro con pequeñas perforaciones o ranuras, que se instala con una ligera inclinación ascendente en un talud de corte o terraplén para drenar aguas internas y aliviar presiones de poros, lo que trae como consecuencia un incremento en su estabilidad.

Granulometría: Distribución dimensional de las partículas de un suelo o agregado, la cual se expresa por la proporción en peso de material existente de cada tamaño.

Gravedad específica: Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen de un material a una temperatura determinada, y el peso en aire de igual densidad, de un volumen igual de agua destilada, a la misma temperatura.

Índice de plasticidad: El límite líquido menos el límite plástico. A menudo se expresa como un número entero.

Material seleccionado: Material natural proveniente de una excavación de la carretera o de una zona de préstamo, de calidad apropiada para la construcción de un cimientó, núcleo o corona de un terraplén o de una subrasante mejorada.

Mezcla asfáltica: Material utilizado en la construcción de pavimentos, formado por una combinación de agregados pétreos y un producto asfáltico, de suerte que las partículas queden cubiertas de manera homogénea por éste. La mezcla se realiza de forma mecánica, bien en una planta fija o móvil, debiendo ser transportada después a la obra, donde se extiende y compacta, o bien puede ser elaborada directamente en la vía.

Mezcla asfáltica en caliente: Mezcla de agregados pétreos y un cemento asfáltico, elaborada en caliente en una planta especial, la cual debe ser colocada y compactada cuando aún conserve una temperatura elevada.

Mezcla asfáltica en frío: Mezcla de agregados pétreos y un asfalto líquido o emulsionado, elaborada en una planta fija o directamente en el sitio de la obra y colocada y compactada a temperatura ambiente o cerca de ella.

Muros de contención: Estructura que provee apoyo lateral a una masa de suelo y que deben su estabilidad fundamentalmente a su peso propio y al peso de cualquier suelo ubicado directamente sobre la base.

Muro de gravedad: Estructura rígida que debe su estabilidad exclusivamente al peso de la mampostería de roca o concreto y de cualquier suelo ubicado directamente sobre la mampostería.

Muro de Semi-gravedad: Estructura rígida un poco más esbelta que un muro de gravedad y requiere refuerzo en forma de barras verticales a lo largo de la cara interna y conectores que continúen hasta la cimentación.

Muro gavión: Estructura de paneles de malla electrosoldada, drenantes armadas, monolíticas, de fácil instalación y son inmediatamente operativos ya que a diferencia de los muros de hormigón no precisan de un período de curado antes de poder entrar en carga. La construcción de los gaviones es rápida a la utilización de medios mecánicos para su ensamblaje, que a su vez no necesitan cimentación, únicamente una base sólida.

Muro de tierra estabilizada: Son sistemas en los cuales se utiliza materiales térreos como elementos de construcción. La tierra estabilizada es una agrupación de tierra y elementos capaces de soportar fuerzas de tensión importantes.

Muro en voladizo: Estructura rígida que consiste en un alma de concreto y una losa base de concreto, ambos son relativamente esbeltos y totalmente reforzados para resistir los momentos y los cortantes a los cuales están sujetos.

Límite líquido: El contenido de agua correspondiente al cambio de comportamiento entre los estados líquido y plástico.

Límite plástico: El contenido de agua correspondiente al cambio de comportamiento entre plástico y semisólido de un suelo.

Pavimento: Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmite durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.

Pavimento flexible: Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado.

Pavimento rígido: Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub-base del pavimento rígido.

Plasticidad: Término aplicado a la plasticidad de limos y arcillas, para indicar la capacidad del suelo para ser laminado o moldeado sin romperse. La medida de plasticidad de un suelo es su Índice de Plasticidad.

Puente: Construcción que permite salvar un accidente geográfico como un río, un cañón, un valle una carretera, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier otro obstáculo físico. La infraestructura de un puente está formada por los estribos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las

armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos.

Sección transversal: Sección obtenida al cortar la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje longitudinal, en un punto cualquiera del mismo.

Subrasante: Capa de suelo preparada para soportar la estructura del pavimento.

Terraplén: Relleno que se construye mediante la extensión y compactación de materiales inorgánicos en capas, cuyo tamaño máximo y demás características de calidad dependen de su ubicación dentro del relleno.

Tratamiento superficial: Aplicación de un ligante bituminoso en estado líquido seguido de la extensión y compactación de una capa de gravilla de tamaño uniforme, en una o varias operaciones sucesivas.

Tratamiento superficial doble: Tratamiento superficial consistente en dos aplicaciones de ligante bituminoso seguidas sucesivamente por dos capas de gravilla.

Tratamiento superficial simple: Tratamiento superficial consistente en una aplicación de ligante y una capa de gravilla.

Bibliografía

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE. Reglamento General de Obras Viales – Tomo VI, Septiembre 1998

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA –AIS. Norma Colombiana de Diseño de Puentes, Bogotá D.C., 2014.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Drenaje para Carreteras, Bogotá D.C., 2009.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Bogotá D.C., 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Bogotá D.C., 2013.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010, Bogotá D.C., 2013.

ALFONSO MONTEJO FONSECA. Tecnología y Patología del Concreto Armado, Bogotá D.C., 2013
