



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL NORDESTE**

Trabajo Final de Ingeniería civil

ANTEPROYECTO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE Y OBRA BÁSICA

Ruta Provincial N°13 - Sección IV - Tramo: km 136 a km
162,79 - Provincia del Chaco

Autores:

García, Mario Ramón

Medina, Mariela Giselle

Tentor, Araceli Vivian

AÑO 2025



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Trabajo Final

**ANTEPROYECTO DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE Y
OBRA BÁSICA**

Ruta Provincial N°13 - Sección IV - Tramo: km 136 a km
162,79 - Provincia del Chaco

Autores:

García, Mario Ramón
Medina, Mariela Giselle
Tentor, Araceli Vivian

Tutor:

Biain, Rolando

Asesor:

Salgado, Alejandro

2025



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos profundamente a nuestras familias y amigos, quienes nos han acompañado a lo largo de este proceso, brindándonos su apoyo incondicional, alentándonos ante las dificultades y motivándonos a culminar este recorrido.

Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento a nuestros profesores, quienes han contribuido significativamente a nuestra formación académica, personal y profesional. En especial, queremos expresar nuestra gratitud al Ing. Rolando Biain, por su valiosa orientación y guía en el desarrollo de este trabajo; al Ing. Alejandro Salgado, por su constante acompañamiento y motivación; al Ing. Alejandro Ruberto, por su ayuda en la mejora de la redacción y la transmisión clara de nuestros conocimientos; y al Ing. Hugo Rorthman, por su asesoramiento en el área hidráulica.

Finalmente, queremos agradecer a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional del Nordeste, así como a todas las personas que forman parte de estas instituciones, por brindarnos las herramientas necesarias para nuestra formación.



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	9
2	GENERALIDADES	11
2.1	Objetivos del trabajo	11
2.2	Ubicación Geográfica.....	11
2.3	Historia y antecedentes	12
3	ANÁLISIS DE LA DEMANDA – TRÁNSITO	14
3.1	Consideraciones generales.....	14
3.2	Censos de Tránsito Vehicular	15
3.3	Tránsito actual. Volumen y composición	17
3.4	Asignación del tránsito.....	20
3.4.1	Tránsito existente	20
3.4.2	Tránsito derivado	20
3.4.3	Tránsito inducido	21
3.4.4	Tránsito generado.....	21
3.5	Crecimiento normal del tránsito.....	21
3.6	TMDA final.....	21
4	SUELOS	23
4.1	Consideraciones generales.....	23
4.2	Descripción de las tareas realizadas de campaña	23
4.3	Descripción de las tareas realizadas en laboratorio	23
4.4	Planillas de estudios de suelos	24
4.5	Exigencias del pliego de la DVP	24
4.6	Descripción de los suelos de la traza	25
4.7	Suelos de yacimientos	26
4.7.1	Consideraciones generales.....	26
4.7.2	Trabajos de campo. Ejecución de cateos y extracción de muestras	26



4.8	Descripción de los suelos de los yacimientos	28
5	DISEÑO ESTRUCTURAL	29
5.1	Criterios de diseño estructural	29
5.1.1	Vita útil.....	29
5.1.2	Tránsito.....	29
5.2	Cálculo del número de ejes equivalentes	29
5.3	Diseño estructural de pavimento flexible	31
5.3.1	Suelos de subrasante	31
5.3.2	Módulo resiliente de la subrasante (MR):.....	32
5.3.3	Confiabilidad (R)	32
5.3.4	Desvío estándar (So)	32
5.3.5	Pérdida de serviciabilidad ($\Delta P.S.I$)	33
5.3.6	Coeficiente de drenaje (m3).....	33
5.4	Cálculo del número estructural necesario	34
5.5	Cálculo del pavimento flexible.....	35
5.5.1	Subbase de suelo cal.....	35
5.5.2	Base granular	36
5.5.3	Carpeta de concreto asfáltico	37
5.5.4	Base de concreto asfáltico	37
5.6	Diseño estructural propuesto	38
6	ADECUACIÓN HIDRÁULICA.....	40
6.1	Objetivo del estudio	40
6.2	Características geomorfológicas de la zona de estudio	40
6.3	Características del desagüe de la sección 4 de la RP N°13.....	43
6.4	Subdivisión de cuencas	46
6.5	Tiempo de concentración.....	51
6.5.1	Selección del número de curva.....	52



6.6	Datos de precipitación	59
6.6.1	Polígonos de Thiessen	59
6.7	Análisis estadístico de las precipitaciones	60
6.8	Determinación de la tormenta de diseño	63
6.9	Tormenta de diseño	67
6.10	Cálculo de caudales.....	68
6.10.1	Aplicación del modelo matemático HMS	68
6.10.2	Esquema y configuración del modelo	69
6.11	Desagüe del proyecto, diseño de obras de arte, cálculo y verificación de capacidades 76	
6.11.1	Verificación de alcantarillas.....	77
6.12	Casos particulares	78
6.13	Conclusión	84
7	TRAVESÍA URBANA	85
7.1	Consideraciones generales.....	85
7.2	Bicisenda	86
7.2.1	Objetivo general.....	86
7.2.2	Emplazamiento	87
7.2.3	Diseño	87
8	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	94
8.1	Factores del diseño geométrico	94
8.1.1	Topografía	94
8.1.2	Tránsito.....	95
8.1.3	Vehículo de diseño	95
8.2	Alineamientos	96
8.2.1	Diseño de alineamiento horizontal	96
8.2.2	Peralte	97
8.2.3	Radio mínimo absoluto	97



8.2.4	Radio mínimo deseable	98
8.2.5	Radio máximo	98
8.2.6	Radio mínimo absoluto	99
8.2.7	Radio mínimo deseable	99
8.2.8	Criterio para adopción del radio de la curva horizontal.....	100
8.2.9	Clotoide	100
8.2.10	Alineamiento altimétrico	103
8.3	Sección transversal.....	105
9	SEGURIDAD VIAL.....	109
9.1	Señalamiento vial	109
9.2	Señalización Vertical.....	109
9.2.1	Tipos de Señales Verticales.....	109
8.3	Señales horizontales.....	116
9.2.2	Especificaciones generales del señalamiento horizontal.....	117
9.2.3	Zona Urbana de Enrique Urien - Señalamiento horizontal para intersecciones urbanas (Fig. 70 y 71)	119
9.3	Plan de mantenimiento y revisión	121
9.4	Iluminación	121
9.4.1	Tipo de estructura-columna	122
9.4.2	Tipo de luminaria	122
9.4.3	Separación entre las luminarias	125
9.5	Dársena para transporte público y refugio de pasajeros	128
9.6	Sistema de contención lateral	130
9.6.1	Elección de sistema de contención lateral	133
10	MÉTODOS CONSTRUCTIVOS.....	137
10.1	Limpieza y desmonte	137
10.1.1	Objetivo	137
10.1.2	Actividades principales	137



10.1.3	Equipos y maquinaria utilizados.....	138
10.2	Movimiento de suelo.....	138
10.2.1	Objetivo del trabajo de movimiento de suelo.....	138
10.2.2	Actividades principales	138
10.2.3	Equipos y maquinaria utilizados.....	139
10.2.4	Medidas de seguridad.....	139
10.2.5	Gestión de residuos	139
10.3	Compactación especial.....	139
10.3.1	Objetivo de la compactación especial	140
10.3.2	Técnicas de compactación especial.....	140
10.3.3	Equipos utilizados en la compactación especial.....	140
10.3.4	Control de calidad y pruebas	140
10.3.5	Medidas de seguridad.....	141
10.4	Nivelación y perfilado final:	141
10.4.1	Equipos y maquinaria utilizados.....	141
10.4.2	Control de calidad y pruebas	141
10.5	Estabilización de suelos granular.....	141
10.5.1	Objetivo de la base de estabilizado granular.....	142
10.5.2	Composición de la base estabilizada granular	142
10.5.3	Métodos de estabilización de la sub base granular	142
10.5.4	Procedimiento con equipos básicos.....	143
10.5.5	Equipos utilizados en la construcción de la base estabilizada granular.....	150
10.5.6	Control de calidad y pruebas	150
10.5.7	Métodos de estabilización de la base granular con cemento	151
10.5.8	Consideraciones adicionales	152
10.6	Riego de imprimación	153
10.6.1	Objetivo del riego de imprimación	153



10.6.2	Materiales utilizados	153
10.6.3	Proceso de aplicación del riego de imprimación	153
10.6.4	Equipos utilizados en el riego de imprimación.....	154
10.6.5	Ventajas del riego de imprimación	155
10.6.6	Consideraciones especiales	155
10.7	Riego de liga.....	155
10.7.1	Objetivo del riego de liga	156
10.7.2	Materiales utilizados	156
10.7.3	Proceso de aplicación del riego de liga	156
10.7.4	Equipos utilizados en el riego de liga	157
10.7.5	Ventajas del riego de liga.....	158
10.7.6	Consideraciones especiales	158
10.8	Base de carpeta de asfalto	158
10.8.1	Objetivo de la base de carpeta de asfalto	159
10.8.2	Materiales utilizados en la base de carpeta de asfalto	159
10.8.3	Proceso de colocación de la base de carpeta de asfalto.....	159
10.8.4	Ventajas de la base de carpeta de asfalto	160
10.8.5	Consideraciones especiales	161
10.9	Carpeta de rodamiento asfáltico	161
10.9.1	Objetivo de la carpeta de rodamiento	161
10.9.2	Materiales utilizados en la carpeta de rodamiento	162
10.9.3	Proceso de colocación de la carpeta de rodamiento	162
10.9.4	Características de la carpeta de rodamiento	163
10.9.5	Ventajas de la carpeta de rodamiento.....	164
10.9.6	Consideraciones especiales	164
11	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO	165
12	RECOMENDACIONES	167



13	CONCLUSIÓN	170
14	BIBLIOGRAFÍA	171
15	ANEXOS	173
15.1	Anexos capítulo cuatro	173
15.2	Anexos capítulo seis	213
15.3	Anexos ocho	262
15.4	Anexos capítulo once	263

INDICE DE PLANOS

PLANO 1 - LÁMINA 1 - ZONA DE ESTUDIO – TRAZA

PLANO 2 - LÁMINA 1 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 0+000 a 2+400)

PLANO 2 - LÁMINA 2 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 2+400 a 4+800)

PLANO 2 - LÁMINA 3 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 4+800 a 7+200)

PLANO 2 - LÁMINA 4 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 7+200 a 9+600)

PLANO 2 - LÁMINA 5 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 9+600 a 12+000)

PLANO 2 - LÁMINA 6 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 12+000 a 14+400)

PLANO 2 - LÁMINA 7 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 14+400 a 16+800)

PLANO 2 - LÁMINA 8 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 16+800 a 19+200)

PLANO 2 - LÁMINA 9 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 19+200 a 21+600)

PLANO 2 - LÁMINA 10 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 21+600 a 24+000)

PLANO 2 - LÁMINA 11 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO (Prog. 24+000 a 26+800)

PLANO 3 - LÁMINA 1 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO BICISENDA

PLANO 3 - LÁMINA 2 - PLANIMETRÍA DE RELEVAMIENTO BICISENDA

PLANO 4 - LÁMINA 1 – PLANO DE CUENCAS

PLANO 4 - LÁMINA 2 - ALCANTARILLAS EXISTENTES

PLANO 4 - LÁMINA 3 - ALCANTARILLAS PROYECTADAS

PLANO 4 - LÁMINA 4 - ALCANTARILLA TRANSVERSAL DE H°A°

PLANO 5 - LÁMINA 1 - PERFIL DE OBRAS BÁSICAS

PLANO 5 - LÁMINA 2 - PERFIL TRANSVERSAL



1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio constituye el Trabajo Final de la carrera de Ingeniería Civil y tiene como propósito el desarrollo del anteproyecto de pavimentación y obras básicas de la Ruta Provincial N°13 (RP N°13) en su Sección IV, en la provincia del Chaco. Este tramo se extiende desde el kilómetro 136 (progresiva 0+000) hasta el kilómetro 162,79 (progresiva 26+790).

La RP N°13 tiene su punto de inicio en la Ruta Nacional N°11 y se extiende hasta la localidad de General Pinedo. En la actualidad, el tramo comprendido entre General Pinedo y la intersección con la Ruta Nacional N° 95, en la ciudad de Villa Ángela, se encuentra pavimentado.

La Dirección de Vialidad Provincial del Chaco (DVP) ha sectorizado el tramo comprendido entre la RN N°11 y Villa Ángela en cuatro secciones, según el estado de su infraestructura vial:

- Sección 1: Comprende el tramo entre la RN N°11 y la localidad de Cote-Lai. Presenta pavimentación en toda su longitud y se encuentra en operación, permitiendo un tránsito fluido y seguro.
- Sección 2: Abarca desde Cote-Lai hasta Charadai, incluyendo su vinculación con la RP N°7. Ha sido objeto de un proceso licitatorio y su financiamiento fue confirmado en diciembre de 2024 mediante el fondo FONPLATA y el Gobierno Nacional, lo que garantiza su próxima ejecución.
- Sección 3: Se extiende desde Charadai hasta Samuhú. Actualmente, este tramo no dispone de pavimentación ni ha sido objeto de procesos licitatorios en curso.
- Sección 4: Corresponde al tramo comprendido entre el kilómetro 136 y Villa Ángela, con una extensión total de 26,79 km. Este segmento es el objeto de estudio del presente anteproyecto.

El propósito de este estudio radica en la necesidad de optimizar la infraestructura vial de la región, promoviendo una red de caminos que garantice mejores condiciones de circulación.



La falta de pavimentación en sectores críticos de la RP N°13 impacta negativamente en el desarrollo económico, al dificultar el transporte de productos agropecuarios y limitar el acceso a servicios esenciales.

Asimismo, la ausencia de una calzada adecuada incrementa los tiempos de traslado y el riesgo de siniestros viales, afectando tanto a los usuarios particulares como al transporte de carga y pasajeros.



2 GENERALIDADES

2.1 Objetivos del trabajo

Esta propuesta busca mejorar las condiciones de circulación en el tramo analizado, elevando su nivel de servicio y proporcionando soluciones para diversos problemas regionales. Siendo importante poder lograr:

- **Conectividad y transitabilidad**

Siendo Villa Ángela la tercera ciudad del Chaco es de suma importancia brindarle mejor conectividad, transitabilidad y seguridad, para comunicarse con Resistencia; actualmente se llega a Villa Ángela desde Resistencia a través de las RN N°95 y RN N°16, lo cual da una distancia de 253 km; en cambio a través de la RP N°13 se acorta esa distancia a 194 km, es decir unos 59 km menos y optimizando los tiempos de viaje.

- **Desarrollo económico y territorial:**

La principal fuente económica de esa región es la agricultura. Los productores trasladan su producción por medio de camiones, mejorar el corredor vial permitirá aumentar la eficiencia económica y social, atrayendo inversiones tanto del sector público como privado.

- **Integración regional**

La pavimentación de la RP N°13 también acortará distancias entre importantes ciudades del sudoeste chaqueño, como General Pinedo, Gancedo y Hermoso Campo (en 25 km), Coronel Du Graty y Santa Sylvina (en 60 km). Además, Charata y Las Breñas contarán con una alternativa adicional a la RN N°16.

- **Acondicionamiento del acceso a Enrique Urien**

Mejorar el acceso a la localidad de Enrique Urien forma parte de este trabajo; donde se contempla la instalación de señalización adecuada, la iluminación del área y la incorporación de una bisisenda, contribuyendo a la seguridad y accesibilidad de la comunidad.

2.2 Ubicación Geográfica

El tramo de estudio corresponde a la Sección 4, la cual es la más occidental del trayecto

comprendido entre la RN N°11 y la RN N°95 (Fig. N°1); se extiende desde el km 136 hasta el km 162,79 de la RP N°13 (Plano 1 - lámina 1), dando continuidad a la variante de Samuhú. Esta sección, junto con las otras tres del tramo mencionado, permite la conexión entre la localidad de Villa Ángela y Resistencia (Fig. N°2).

Chaco se localiza en el norte de la República Argentina, con una superficie de 99.633 km²; la misma limita al norte con Formosa, al este con Corrientes, al sur con la Santa Fe y al oeste con Santiago del Estero y Salta. Además, su límite occidental se extiende hasta la República del Paraguay.



Figura N°1. Ubicación de la sección de estudio (Fuente: DVP).



Figura N°2. Distancia entre Resistencia y Villa Ángela (Fuente: Google Maps, 2024).

2.3 Historia y antecedentes

El 12 de diciembre de 2005 la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) transfirió a Chaco el



tramo de la RN N° 89 con la finalidad de dar continuidad a la RP N°13 de dicha provincia (límite con la provincia de Santiago del Estero hasta la RN N° 11 que se desarrolla paralela y contigua al río Paraná), entre ellas el tramo no pavimentado de la RN N°89 que va desde la RN N°11 hasta General Pinedo (Fig. N°3).



Figura N°3. Extensión de RP N°13 (Fuente: Google Maps,2024).

3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA – TRÁNSITO

3.1 Consideraciones generales

La estimación de la demanda que enfrenta una obra vial, consiste en determinar las cantidades de vehículos que se prevé circulará por la misma en el período de análisis. Las demandas (x) de una obra vial están medidas a través del indicador Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) que expresa la cantidad de vehículos que transitan en un día promedio de un año determinado.

El objetivo de este estudio es determinar la demanda del tránsito actual y futuro bajo el supuesto de la implementación de mejoras, consistentes en la construcción de obras básicas y pavimento en el tramo mencionado de la RP N°13 (Fig. N°4), localizado entre Samuhú y Villa Ángela.

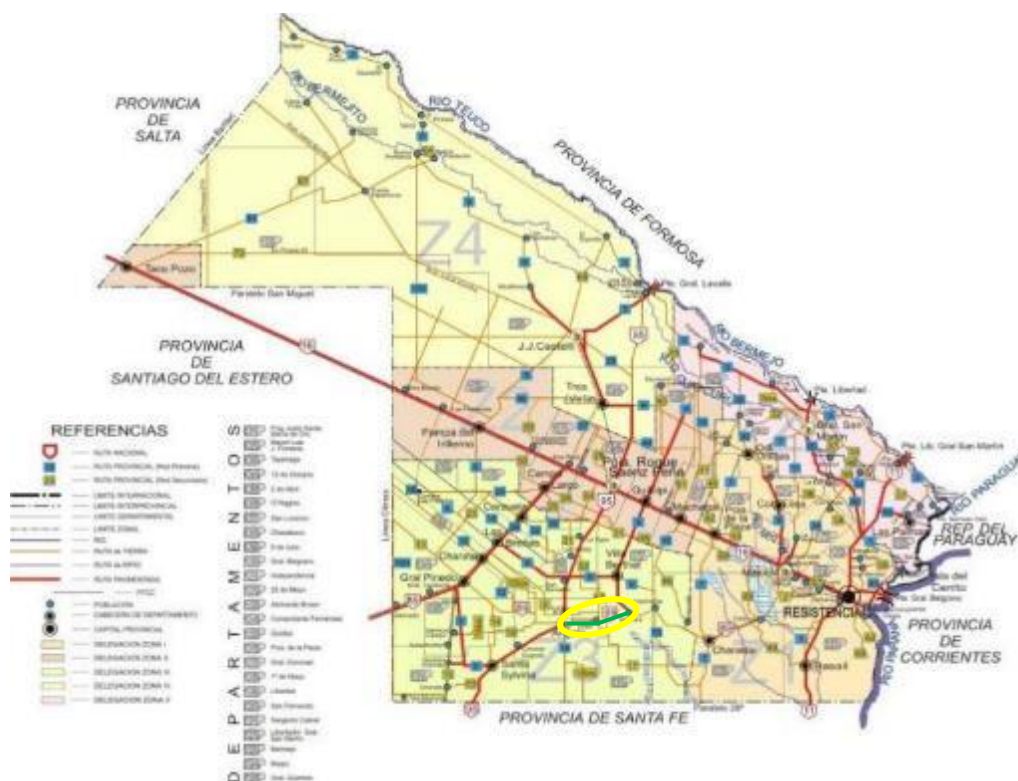


Figura N°4. RP N°13 sección 4, tramo: Samuhú - Villa Ángela, Chaco (Fuente: DVP).



3.2 Censos de Tránsito Vehicular

Los censos realizados para relevar los datos del tránsito en la RP N°13, tramo: Enrique Urien - Villa Ángela, y los aspectos sobresalientes del operativo de campo, se detallan a continuación.

La finalidad de los censos de composición, volumen del tránsito realizados, es obtener la información necesaria que se empleó luego para la asignación y pronóstico del tránsito.

Los siguientes relevamientos in-situ fueron proporcionados por la DVP:

Censos de cobertura

- Modalidad del Estudio: Conteos volumétricos con clasificación;
- Instrumentos: Manual;
- Cantidad de puntos de recopilación de datos: 1 (uno);
- Ubicación del puesto: RP N°13, tramo: Villa Ángela (Prog.166,13 km) – Enrique Urien (Prog.149,64 km) en km 158 (Fig. N°5);
- Clasificación en: automóviles, camionetas/utilitarios, ómnibus, camión simple, camión con acoplado y camión semirremolque;
- Duración: dos días continuos (48 horas) (Tabla N°1).

Tabla N°1. Duración de censo de cobertura (Fuente: DVP).

Día censado	Período(hs)	Total (hs)
Martes 23/03/2021	00:00 a 24:00	24
Miércoles 24/03/2021	00:00 a 24:00	24

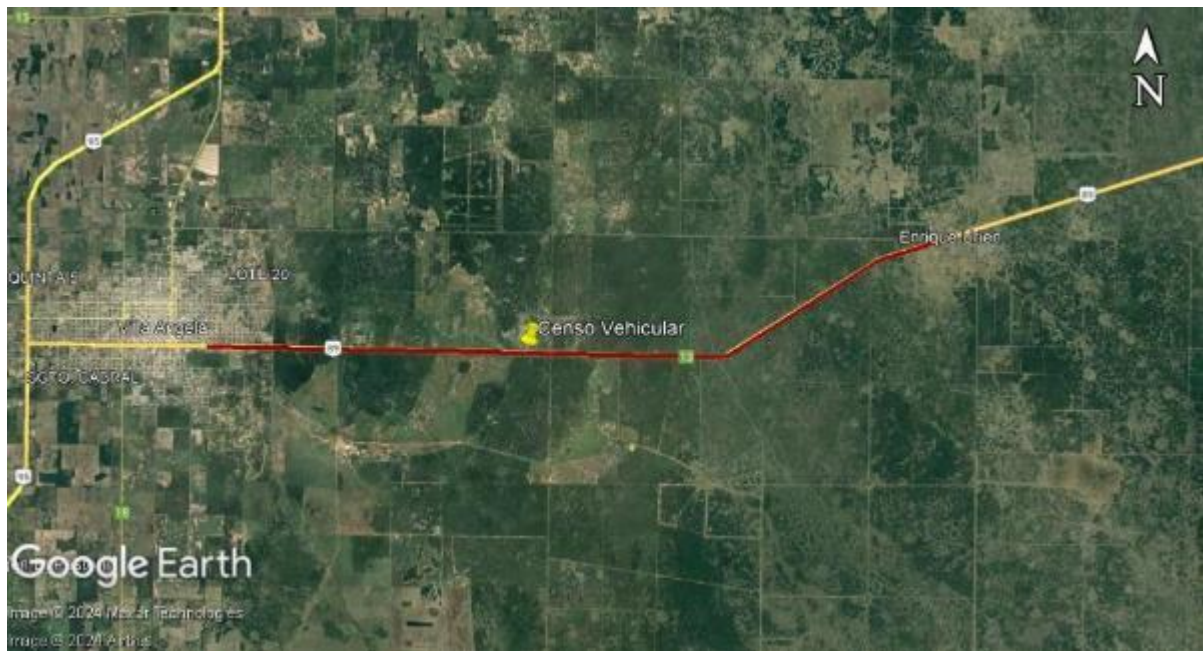


Figura N°5. Ubicación de puesto de tránsito vehicular (Fuente: Google Earth, 2024).

La información obtenida se complementa con los datos proporcionados por medio de registros históricos de la DVN de la red de contadores permanentes desde 2006 hasta 2022, y clasificación vehicular del tránsito total, permitió la estimación del TMDA existente o normal en el tramo.

El tramo en estudio sirve como tránsito pasante, además como tránsito entre localidades como Resistencia, Colonia Baranda, Cotelai, Charadai, Horquilla, Haumonia, Samuhú, Enrique Urien, Villa Ángela, San Bernardo, Villa Berthet, Coronel Dugraty, Santa Silvyna y General Pinedo.

La DVN posee estaciones permanentes que tienen influencia en nuestra zona de estudio:

- RN N°95 “La Tigra” Prog. 1+106;
- RN N°11 “Aeropuerto Resistencia” Prog. 0+995.

Trabajaremos con la estación permanente de “La Tigra”, razón principal de esta elección es que esta estación presenta una cantidad de vehículos por día similar a la que se observa en nuestro tramo de estudio, y descartamos la estación aeropuerto Resistencia debido a su proximidad a la ciudad de Resistencia (zona urbanizada) que posee un número mayor de



vehículos día.

3.3 Tránsito actual. Volumen y composición

El objeto de estos censos fue el de determinar, de la manera más aproximada posible:

- El Tránsito Medio Diario Anual (TMDA);
- El volumen en la hora pico;
- La composición vehicular para el TMDA y en la hora pico;
- La distribución direccional en la hora pico;
- El Factor de Hora Pico (FHP) en la hora pico.

El conteo volumétrico con clasificación (Tabla N°1) tuvo por objetivo el cálculo del TMDA del tramo de estudio.

La estación de análisis de la zona de estudio, se encuentra sobre RN N°95 “La Tigra”, la cual emplearemos para obtener los factores de ajuste mensual y diario; por lo que se procedió a realizar es multiplicar el factor de ajuste diario mensual (mes de marzo de 2022, Tabla N°2) a los valores de TMDA censados, para así obtener el volumen medio diario.



Tabla N°2. Factores diarios mensuales (Fuente: DNV).

Factores Diarios Mensuales

Expresión de cálculo: $F_{(día, mes, año)} = TMDM_{(mes, año)} / TMD_{(día, mes, año)}$

Ruta: 0095 Año: 2022 Mes: 3 Tipo de Día: Todos
Tramo: 1180030 Prog. Inicio: km: 1054,58 Prog. Fin: km: 1111,48
Descripción: INT.R.P.6 - INT.R.N.16 (PRESIDENTE R.S. PEI-AAA) Distrito: DTO: 18

Día	Factor Diario Mensual
Lunes	0,898
Martes	1,116
Miércoles	0,982
Jueves	1,055
Viernes	0,836
Sábado	1,008
Domingo	1,146

Luego aplicamos el factor de corrección mensual (Tabla N°3), que representa la relación promedio entre el TMDA Y TMDM (tránsito medio diario mensual) obtenido de estadísticas históricas de la DNV para la estación permanente utilizada, para desestacionalizar el volumen de un día específico, llevándolo a un promedio semanal.



Tabla N°3. Factores mensuales (Fuente: DVN).

Factores Mensuales

Expresión de cálculo: $F_{(mes,año)} = TMDA_{(año)} / TMDM_{(mes,año)}$		
Ruta: 0095 Tramo: 1180030 Descripción: INT.R.P.6 - INT.R.N.16 (PRESIDENTE R.S. PEÑALBA)	Año: 2022 Prog. Inicio: km: 1054,58 Prog. Fin: km: 1111,48 Distrito: DTO: 18	Tipo de Día: Todos Prog. Fin: km: 1111,48 Distrito: DTO: 18
Mes	Factor Mensual	
1	1,131	
2	1,056	
3	1,082	
4	1,027	
5	0,989	
6	1,037	
7	0,956	
8	0,964	
9	0,921	
10	0,971	
11	0,977	
12	0,937	

Finalmente calculamos el promedio de los valores desestacionalizados, así determinamos el TMDA para el año 2022 del tramo en estudio (Tabla N°4).

Tabla N°4. Cálculo TMDA 2022 (Fuente: Elaboración propia).

Día	V.D.C	F.C.D	V.M.D	F.C.M	TMDM	TMDA 2022
Martes 23/03/21	278	1,116	310	1,082	336	280
Miercoles 24/03/21	212	0,982	208	1,082	225	

Donde:

VDC: volumen diario censado (vehículos / día);

FCD: factor de ajuste diario mensual;

VMD: volumen medio diario (vehículos / día);

FCM: factor de ajuste mensual;

TMDA: tránsito medio diario mensual (vehículos / día);

TMDA 2022: tránsito medio diario anual para el año 2022.

El censo de clasificación nos brinda también el tipo de vehículo (Tabla N°5); por lo que se



procede a emplear los factores mensuales correspondiente a la ubicación y mes de censo.

Tabla N°5. Clasificación de vehículos (Fuente: Elaboración propia).

Livianos	Buses	Camiones			TMDA 2022
Autos y Ctas		S/A	C/A	Semi	
91,1%	0,0%	7,5	1,4	0	280

Predominan los vehículos livianos 91,1%.

Este nuevo tramo va a ocasionar un aumento en el número de camiones, permitiendo la salida directa de producción hacia el puerto de Barranqueras, es por ello que a pesar de que el censo de clasificación realizado dio bajos los valores de camiones, se aumentará el porcentaje de estos, considerando que, a futuro, tendremos un tránsito derivado de la RN N°16, que aumentará la cantidad de camiones sobre RP N°13 (Tabla N°6).

Tabla N°6. Clasificación de vehículos considerando el tránsito derivado de RN N°16 (Fuente: Elaboración propia).

Livianos	Buses	Camiones		
Autos y Ctas		S/A	C/A	Semi
72,0%	2,3%	8,10%	11,50%	6,10%

3.4 Asignación del tránsito

La demanda estará dada por el tránsito total compuesto por los siguientes tipos: existente, derivado, inducido y generado.

La asignación del tránsito surge de evaluar:

3.4.1 Tránsito existente

Es el que surge del censo realizado, llevado al año en que se finalizará la obra 2025.

$$TMDA (2025) = TMDA 2022 * (1+r)^{vu}$$

$$TMDA (2025) = 280 \text{ v/d} * (1+0,025)^3 = 302 \text{ v/d}$$

3.4.2 Tránsito derivado

Es aquel volumen de vehículos que optará por esta vía en lugar de las otras alternativas



existentes por las que transitaba antes de que la obra esté terminada, o bien los que utilizaban otro medio de transporte.

Entonces adoptó el tránsito derivado como el 5% del TMDA actual de la RN N°16 que se dirige a Villa Ángela.

$$\text{TMDA}(d) = 5\% * 6.500 \text{ v/d} = 325 \text{ v/d}$$

3.4.3 Tránsito inducido

Es aquel que se produce por viajes motivado por la mejora y que si no la hubiera esos viajes no se realizan. Como se trata de una obra de pavimentación de la traza actual, se estima un porcentaje del tránsito existente.

$$\text{TMDA}(i) = 20\% * 302 \text{ v/d} = 60 \text{ v/d}$$

3.4.4 Tránsito generado

Es el que se produce como efecto de la mejora, como es una zona de producción agrícola, mejoraría la rapidez con la cual saldría la producción hacia el puerto en caso de exportar.

$$\text{TMDA}(g) = 40\% * 302 \text{ v/d} = 121 \text{ v/d}$$

Entonces el TMDA inicial será:

$$\text{TMDA inicial} = 302 \text{ v/d} + 325 \text{ v/d} + 60 \text{ v/d} + 121 \text{ v/d} = 808 \text{ v/d}$$

3.5 Crecimiento normal del tránsito

Para asignarle un valor es necesario hacer un estudio del tránsito, un conocimiento global de la macroeconomía, nacional y local, su evaluación a lo largo de la vida útil del camino y hacer pronósticos sobre tendencias económicas y sociales de la provincia y la nación.

Los indicadores que manejan estas variables son muchos y al no estar al alcance, se adopta por trabajar con la tasa de crecimiento regional adoptada por la DNV y los organismos multilaterales de crédito, la cual es del 2,5%.

3.6 TMDA final

Se proyectó el TMDA final del tramo que es el tránsito estimado al final de la vida útil; el mismo se obtiene utilizando el tránsito inicial de la tasa de crecimiento r , con la siguiente



expresión:

$$\text{TMDA final} = \text{TMDA}_0 * (1+r)^{VU}$$

Se estima que la vida útil del proyecto sea 10 años y la tasa de crecimiento $r=2,5\%$

$$\text{TMDA final} = 808 \text{ v/d} * (1+0,025)^{10} = 1.034 \text{ v/d}$$

Finalmente, para obtener el TMDA de diseño se establece un promedio entre el inicial y el final.

$$\text{TMDA diseño} = (808 \text{ v/d} + 1.034 \text{ v/d}) / 2 = 921 \text{ v/d}$$



4 SUELOS

4.1 Consideraciones generales

Los datos en el siguiente capítulo fueron provistos por la DVP.

Se analizarán los resultados provistos por la campaña realizada por DVP en el mes de abril del 2021.

4.2 Descripción de las tareas realizadas de campaña

A lo largo de la traza existente, se ejecutaron sondeos con barrenos cada doscientos cincuenta metros aproximadamente; con motivo de poder extraer muestras, para luego proceder a realizar en laboratorio los ensayos de clasificación según HRB (Junta de Investigación de Carreteras).

Las muestras se recogieron con doble bolsa de polietileno, para brindarle protección de los rayos solares y evitar modificaciones en el contenido de humedad.

Las perforaciones se realizaron hasta la profundidad de -2,50 m desde nivel de terreno natural y cada 5.000 m las perforaciones se profundizaron hasta -4 m con el objetivo de determinar presencia de napa freática.

También se ejecutaron cada 5.000 m calicatas a cielo abierto de dimensiones 1 m² medidos en planta y con 1 m de profundidad, del cual se extrajeron muestras para obtener la resistencia al corte del suelo en condiciones críticas a través del ensayo de valor soporte relativo (método dinámico simplificado I).

4.3 Descripción de las tareas realizadas en laboratorio

En la totalidad de las muestras extraídas se realizaron los siguientes ensayos, de acuerdo a las normas de ensayos de la DNV:

- Granulometría VN-E1-65;
- Límite líquido VN-E2-65;
- Límite plástico – Índice de plasticidad VN-E3-65;
- Clasificación de suelos VN-E4-84.



En las muestras extraídas de calicatas a cielo abierto se ejecutaron los siguientes ensayos:

- Clasificación de suelos VN-E4-84;
- Compactación de suelos VN-E5-93;
- Determinación del valor soporte e hinchamiento de suelos VN-E6-84.

4.4 Planillas de estudios de suelos

A continuación, se presentan las planillas correspondientes a los siguientes estudios:

- Estudio de traza – Barrenos – Planillas de clasificación e identificación.
- Estudio de traza – Calicatas – Planillas de clasificación e identificación.
- Estudio de traza – Barrenos – Planilla de ensayos de densidad natural.
- Estudio de traza – Calicatas – Planillas de ensayos de compactación y valor soporte relativo.
- Estudio de Yacimientos – Barrenos – Granulometría y constantes físicas.
- Estudio de Yacimientos – Calicatas – Granulometría y constantes físicas.
- Estudio de Yacimientos – Calicatas – Densidad natural.
- Estudio de Yacimientos – Calicatas – Compactación y valor soporte.

Las planillas completas se encuentran en anexos capítulo cuatro (4).

4.5 Exigencias del pliego de la DVP

Los terraplenes se ejecutarán de acuerdo con lo especificado en la sección B.II del pliego de especificaciones técnicas, edición 1998 de la DNV “terraplenes”, con la siguiente ampliación en el apartado B.III 2.1.

El suelo empleado en la construcción de los terraplenes, no deberá contener ramas, troncos, matas de hierbas, raíces u otros materiales orgánicos; por lo que deberá cumplir con la siguiente exigencia mínima de calidad:

- CBR mayor o igual a 3;
- Hinchamiento menor o igual a 2,5% (con sobrecarga de 4,5kg);
- Índice de plasticidad menor de 25.



4.6 Descripción de los suelos de la traza

A partir de la clasificación de suelos obtenida de los barrenos realizados a lo largo de la traza se puede subdividir a los suelos en aprovechables o no; de los cuales se optó por considerar no aprovechables al material de destape (primer horizonte) en los que:

- El límite líquido e índice de plasticidad son altos;
- $LL > 40$;
- $IP > 18$;
- Hinchamiento $> 2,5\%$.

El resto de suelo se presenta como aprovechable y tienen gran probabilidad de ser incorporados.

Se presenta la siguiente tabla (Tabla N°7) resumen de los valores obtenidos de los ensayos efectuados:

Tabla N°7. Ensayos realizados sobre muestras extraídas de calicatas (Fuente: DVP).

Progresiva		2000	6000	11000	17000	22000	27000	31000
Profundidad (m)		0,30 - 1	0,30 - 1	0,40 - 1	0,30 - 1	0,30 - 1	0,30 - 1	0,30 - 1
Clasificación HRB		A-6 (17)	A7-6 (30)	A-6 (12)	A7-6 (18)	A7-6 (24)	A7-6 (31)	A7-6 (24)
Límite Líquido (LL)		36,49	52,35	33,06	40,6	46,31	53,03	45,91
Límite Plástico (LP)		18,75	23,83	18,43	22,35	22,51	23,77	22,61
Índice Plástico (IP)		17,7	28,5	14,6	18,2	23,8	29,3	23,3
Proctor	Densidad (g/cm3)	1,68	1,61	1,51	1,518	1,625	1,46	1,465
	Humedad óptima(%)	20,6	22,6	22,6	19	18,8	25,7	23
Valor Soporte		5	2,9	4,1	3,2	1,7	3,6	3
Hinchamiento		1,06	1,26	1,16	1,67	1,24	1,18	1,21

En general los suelos hallados a lo largo de la traza son de tipo A6 y A7-6.

En los suelos A6 está compuesto predominantemente por arcilla con contenidos moderados de material grueso; compuestos por materiales que pasan el tamiz 200 como mínimo el 36%, con valor de límite líquido (LL) 40% como máximo y posee índice de plasticidad (IP) 11% como mínimo.

En los suelos A7-6 está compuesto como los suelos A6 predominantemente por arcilla, pero debido a la presencia de partículas uniformes de limo, materia orgánica, son elásticos; por lo cual bajo ciertos contenidos de humedad se deforman rápidamente por la acción de la



carga. Asimismo, comprenden materiales que pasan el tamiz 200 como mínimo el 36%, con valor de LL 41% como mínimo y posee IP 11% como mínimo.

Como estos suelos poseen altos índices de plasticidad en relación al límite líquido y sujetos a extremados cambios volumétricos, teniendo materia orgánica y humedad, no pueden ser usados en subrasantes y terraplenes o cualquier tipo de construcción. Para ser empleados se mejoran por ejemplo con cal, para obtener mayor resistencia y disminuir su plasticidad.

4.7 Suelos de yacimientos

4.7.1 Consideraciones generales

Todo volumen de suelo necesario para ejecutar el terraplén hasta el nivel de subrasante como el que será analizado en las diferentes capas estructurales provendrá de préstamos.

Para la ubicación se tuvo en cuenta la accesibilidad de los mismos, se ubicaron a lo largo de la traza y próximo a la zona de camino con el fin de disminuir las distancias de transporte.

4.7.2 Trabajos de campo. Ejecución de cateos y extracción de muestras

Ubicados los yacimientos (Fig. N°6) se procedió a la ejecución de cateos en forma de cuadrícula con un espacio entre cada perforación de 50 m, cubriendo de esta forma la totalidad de la superficie de estudio.

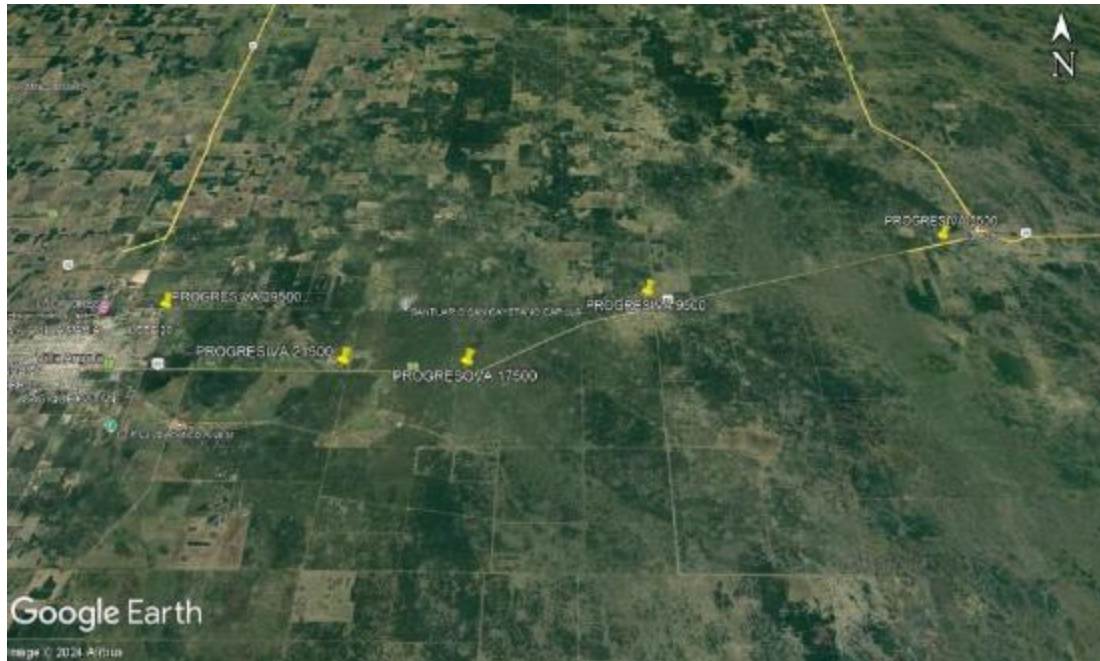


Figura N°6. Croquis de ubicación de yacimientos (Fuente: Google Earth,2024).

Una de las condiciones fundamentales que se tuvo en cuenta es la homogeneidad de cada uno de los posibles yacimientos, de tal forma que sea representativa la muestra del pozo central, la cual fue extraída previa toma de densidad natural por el método de arena y enviada a laboratorio para la realización de los ensayos de clasificación, compactación y valor soporte relativo.



4.8 Descripción de los suelos de los yacimientos

A continuación, se resumen mediante la siguiente tabla (Tabla N°8) los ensayos realizados sobre muestras extraídas de calicatas de los yacimientos.

Tabla N°8. Ensayos realizados sobre muestras extraídas de calicatas de los yacimientos
(Fuente: DVP).

Progresiva		2500	10750	17500	21500	29800
Calicata		C1	C1	C1	C1	C1
Profundidad (m)		0-1,00	0-1,00	0-1,00	0-1,00	0-1,00
Clasificación HRB		A7-6(30)	A-6(16)	A7-6(28)	A7-6(18)	A7-6(25)
Límite Líquido (LL)		51,2	39,48	48,3	40,27	45,93
Límite Plástico (LP)		23,5	22,21	22,56	22	22,13
Índice Plástico (IP)		27,7	17,3	25,7	18,3	23,8
Proctor	Densidad (g/cm ³)	1,52	1,74	1,53	1,57	1,46
	Humedad óptima(%)	21,2	21,2	20,4	22,8	20,8
Valor Soporte (%)		2	7	2,9	3,6	2,1
Hinchamiento		1,7	0,7	1,74	1,42	2,19



5 DISEÑO ESTRUCTURAL

5.1 Criterios de diseño estructural

El diseño estructural se realizará siguiendo las pautas de la AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte) correspondiente al año 1993.

Los criterios adoptados para la fijación de los distintos parámetros que intervienen en el cálculo se detallan a continuación:

5.1.1 Vida útil

Tratándose de una estructura flexible se establece para el cálculo una vida útil de 10 años.

5.1.2 Tránsito

El número de ejes equivalentes para carga máxima de eje simple ruedas duales de 10,5 toneladas, acumulados durante toda la vida útil se obtiene considerando una tasa de crecimiento de 2,5%.

5.2 Cálculo del número de ejes equivalentes

Para el cálculo del número de ejes equivalentes emplearemos la normativa de la DNV utilizando la expresión:

$$N = ((TMDA \text{ Final} + TMDA \text{ Inicial}) / 2) \times F_d \times F_c \times C \times 365 \times 2,6 \times \text{vida útil}$$

Donde:

N: repeticiones de eje equivalente de 10,5 tn;

F_d: factor de distribución direccional, tiene en cuenta el porcentaje de vehículos en cada dirección; por lo que se ha seleccionado el factor 0,5 (50% de vehículos de cada lado);

F_c: factor de distribución por carril. Se tiene en cuenta en los casos que la carretera en estudio tenga más de un carril por sentido de circulación, adoptando para este caso, el factor 1;

C: factor de conversión de ejes mixtos a ejes de 10,5 tn.

Para el cálculo del factor C se utilizan los siguientes coeficientes propuestos por la DNV (Tabla N°9):



Tabla N°9. Factor C en función del tipo de vehículo (Fuente: AASHTO -Guía para el diseño de estructura de pavimento, 1993).

Tipo de Vehículo	Distribución de ejes	Número de ejes	Factor C (8,2tn)
Automóviles Camionetas	1- 1	2	0,01
Ómnibus	1- 1	2	0,07
Camiones sin acoplados	1- 1	2	0,60
	1- 2	3	0,38
Camiones con acoplados	11- 11	4	0,60
	11 - 12	5	0,39
	12 - 11	5	0,47
	12 - 12	6	0,32
Semi remolques	1-1-1	3	0,54
	1-1-2	4	0,45
	1-1-3	5	0,41
	1-2-2	5	0,35

Teniendo en cuenta los datos de tránsito recopilados en el capítulo 2, el TMDA de diseño será de 808 vehículos diarios, siendo la clasificación por tipo de automotor la siguiente:

- Automóviles y camionetas 72%
- Ómnibus 2,3%
- Camiones sin acoplados (8,1%)

Configuración tipo 1-1 8,1%

Configuración tipo 1-2 0%

- Camiones con acoplados (11,50%)

Configuración tipo 11 - 11 0%

Configuración tipo 11-12 0%

Configuración tipo 12 – 11 0%

Configuración tipo 12 – 12 11,50%

- Semi - Remolques (6,1%)

Configuración tipo 1-1-1 0%



Configuración tipo 1-1-2 6,1%

Configuración tipo 1-1-3 0%

Configuración tipo 1-2-3 0%

Combinando los coeficientes propuestos por la DNV con el porcentaje de vehículos para cada categoría, se resume el siguiente cuadro (Tabla N°10):

Tabla N°10. Número de ejes equivalentes (Fuente: Elaboración propia).

Tipo de Vehículo	Distribución de ejes	Número de ejes (1)	% de c/tipo de vehículo (2)	Factor C (8,2tn)(3)	(1)*(2)*(3)/100
Automóviles Camionetas	1- 1	2	72	0,01	0,014
Ómnibus	1- 1	2	2,3	0,07	0,003
Camiones sin acoplados	1- 1	2	8,1	0,60	0,097
	1- 2	3	0	0,38	0,000
Camiones con acoplados	11- 11	4	0	0,60	0,000
	11 - 12	5	0	0,39	0,000
	12 - 11	5	0	0,47	0,000
	12 - 12	6	11,5	0,32	0,221
Semi remolques	1-1-1	3	0	0,54	0,000
	1-1-2	4	6,1	0,45	0,110
	1-1-3	5	0	0,41	0,000
	1-2-2	5	0	0,35	0,000
			100		0,445
Vida útil en años:	10		TMDA inicial	808	
Último año de TMDA conocido	2025		coeficiente (b)	1,28	
TMDA conocido	808				
Año de Inauguración	2025		TMDA INICIAL 2025	808	
N° de años para det. Coef.	0		TMDA final	1034	
Coef. (a)	1,00		Factor por N° de trochas	1	
Tasa de crecimiento	0,025				
			N° de ejes equivalentes 10,5TN:	1,95E+06	
50% DESCENDENTES					

Se considera para el cálculo del ESAL el tránsito al año 2025, el cual corresponde al tránsito proyectado al año de inauguración de la ruta.

Obteniéndose un **ESAL = 1,95 x 10⁶**

5.3 Diseño estructural de pavimento flexible

Para diseñar una estructura de un pavimento flexible son necesario los siguientes datos:

5.3.1 Suelos de subrasante

En función del estudio de suelo realizado de las muestras extraídas de los yacimientos (ver tabla N°8 del cap. 3) y la mala calidad de estos, se trabajará con un valor soporte de 3%.

Valor adoptado de **CBR = 3 %**



5.3.2 Módulo resiliente de la subrasante (MR):

Aplicando la correlación propuesta por el método AASHTO $MR:1.500 \cdot CBR$, se obtiene el MR correspondiente al CBR adoptado:

$$MR = 4.500 \text{ psi}$$

5.3.3 Confiabilidad (R)

Con el objeto de incrementar la probabilidad de alcanzar, por parte de la estructura, el cumplimiento de la vida útil prevista de 10 años, adoptamos una confiabilidad de la tabla N°11 considerando arteria principal y zona rural.

$$R = 80\%$$

Tabla N°11. Niveles de confiabilidad recomendados (Fuente: AASHTO).

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	CONFIABILIDAD, R [%]	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
AUTOPISTA – RUTA INTERESTATAL	85 – 99,9	80 – 99,9
ARTERIA PRINCIPAL	80 – 99	75 – 99
COLECTORA	80 – 95	75 – 95
LOCAL	50 – 80	50 – 80

5.3.4 Desvío estándar (So)

A partir de la predicción del tránsito acumulado durante la vida útil responde a los censos realizados y una estimación razonable de la tasa de crecimiento futuro, se adopta para el desvío estándar de tabla N°12, el valor recomendado por el método AASHTO 93:

$$So = 0,44$$



Tabla N°12. Desvío general estándar (Fuente: AASHTO).

CONDICIÓN DE DISEÑO	S ₀	
VARIACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO SIN ERRORES EN EL TRÁNSITO	PAVIMENTOS FLEXIBLES	0,44
	PAVIMENTOS RÍGIDOS	0,34
VARIACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO CON ERRORES EN EL TRÁNSITO	PAVIMENTOS FLEXIBLES	0,49
	PAVIMENTOS RÍGIDOS	0,39

5.3.5 Pérdida de serviciabilidad ($\Delta P.S.I$)

Como definición de la calidad de la superficie de rodamiento durante la vida útil adoptamos los valores de serviciabilidad inicial del pavimento asfáltico (4,2) y serviciabilidad final (2,5).

La pérdida de serviciabilidad será entonces:

$$\Delta P.S.I = 4,2 - 2,5 = 1,7$$

5.3.6 Coeficiente de drenaje (m₃)

La calidad del drenaje se establece por estimación de la capacidad de reducción de humedad de la estructura a partir de un estado de saturación (Tabla N°13); estableciendo el porcentaje que el pavimento estará expuesto, a niveles de humedad próximos a la saturación, entre 5% y 25%.

Subbase de suelo cal: calidad de drenaje bueno.

De la tabla N°13 los coeficientes de drenajes m_i:

Suelo cal m₂ = 1;

Estabilizado m₃ = 1.



Tabla N°13. Coeficientes de drenaje (Fuente: AASHTO).

Valores recomendados de <i>m</i> para modificar los coeficientes estructurales de bases y subbases granulares en pavimentos flexibles					
Característica del drenaje		Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a contenidos de humedad próximos a la saturación			
		Menos de 1%	1% – 5%	5% - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1 día	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1 semana	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1 mes	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy pobre	no drena	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

5.4 Cálculo del número estructural necesario

Por aplicación del AASHTO 1993, se obtiene el siguiente número estructural necesario para el diseño (SN) (Fig. N°7).

The screenshot shows the 'CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)' window. The 'Tipo de Pavimento' is set to 'Pavimento flexible'. The 'Confiability (R) y Desviación estándar (So)' is set to '90% Zi=0.841' and 'So = 0.44'. The 'Serviciabilidad inicial y final' is set to 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.5'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' is set to 'Mi = 4500 psi'. The 'Tipo de Análisis' is set to 'Calcular SN'. The 'Número Estructural' is calculated as 'SN = 4,33'. The 'W18' is set to '1950000'. The 'Calcular' button is highlighted.

Figura N°7. Cálculo de SN (Fuente: AASHTO).

Por lo tanto, el número estructural necesario es:

SN necesario = 4,33



5.5 Cálculo del pavimento flexible

Coeficiente de capa (a_i)

El aporte estructural de los diferentes materiales a emplear en la estructura de los pavimentos queda definido por los coeficientes de capa que se les asigna en función de sus características y sobre la base de los criterios y correlaciones de AASHTO.

5.5.1 Subbase de suelo cal

Debemos incorporar un porcentaje de cal a la capa sub base y para considerarse satisfactorio se debe realizar el ensayo a compresión simple confinada a una probeta compactada de suelo cal a los 7 días de curado, la cual debe ser como mínimo 7,5 kg/cm² de resistencia a la compresión. Además, se fija como porcentaje mínimo de cal útil vial a incorporarse al suelo el 3%.

Como recomendación de la DVP, adoptamos un 4% de cal a nivel de anteproyecto, ya que es un valor en la práctica general para este tipo de suelo que se obtiene en el ensayo de compresión una resistencia mínima a compresión simple de 7,5 kg/cm².

Se asigna a esta subbase un coeficiente de capa (Fig. N°8):

$$a_2(\text{subbase}) = 0,10(1/\text{pulg}) = 0,039(1/\text{cm})$$

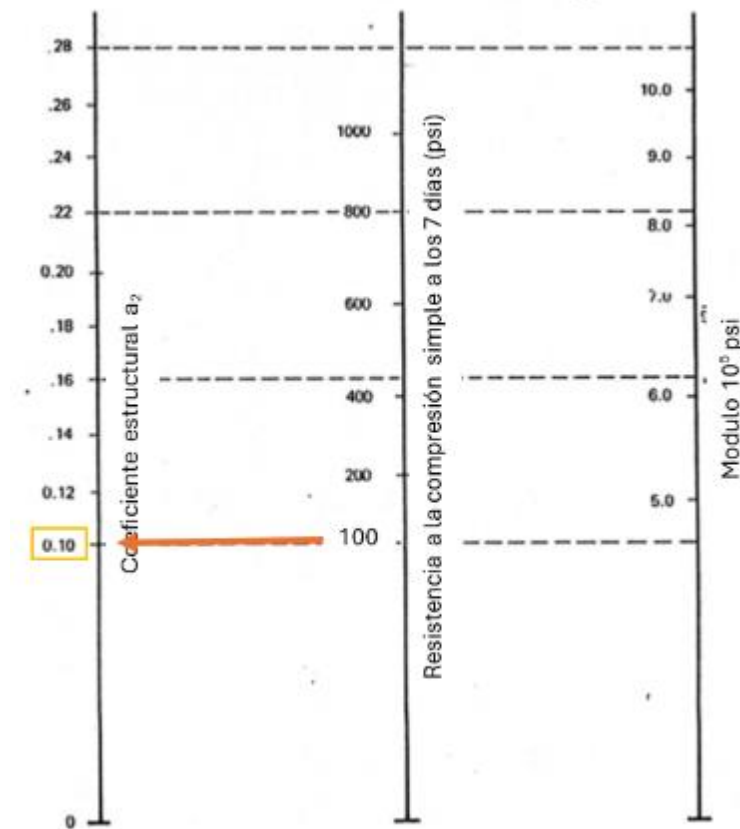


Figura N°8. Relación entre el coeficiente estructural para base tratada con cemento y distintos parámetros resistentes (Fuente: AASHTO).

5.5.2 Base granular

Se ejecutará una base granular compuesta por una mezcla de agregados pétreos de buena calidad tratada con cemento como se observa en la tabla N°14, obteniéndose un coeficiente “ a_i ” como máximo igual a 0,12; de manera que adoptaremos un valor menor para estar del lado de la seguridad:

$$a_3 = 0,09 \text{ (1/cm)}$$



Tabla N°14. Aporte estructural de las capas componentes del pavimento (Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito).

APORTE ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS COMPONENTES DEL PAVIMENTO	
Capa del pavimento	Aporte estructural
Capa 1 – Superficie de rodadura	
Carpeta concreto asfáltico tipo superior – Alta estabilidad	0.170/cm
Mezcla asfáltica en frío, con asfalto emulsionado	0.100/cm
Tratamientos superficiales	----
Capa 2 – Bases	
Base granular, CBR 80% compactada al 100% de los MDS	0.052/cm
Base granular, CBR 100% compactada al 100% de la MDS	0.056/cm
Base granular tratada con asfalto	0.135/cm
Base granular tratada con cemento	0.120/cm
Base granular tratada con cal	0.060 – 0.120/cm
Capa 3 – Sub bases	
Sub Base granular, CBR 25% compactada al 100% de la MDS	0.039/cm
Sub Base granular, CBR 30% compactada al 100% de la MDS	0.043/cm
Sub Base granular, CBR 40% compactada al 100% de la MDS	0.047/cm
Sub Base granular, CBR 60% compactada al 100% de la MDS	0.050/cm

5.5.3 Carpeta de concreto asfáltico

Considerando una estabilidad Marshall de obra de 1.000 kg (2.200 libras), con lo cual en la figura N°9 se obtiene:

$$a_1(\text{carpeta}) = 0,43 / \text{pulgadas} = 0,17 \text{ cm}$$

5.5.4 Base de concreto asfáltico

La estabilidad Marshall a exigir a la base asfáltica será como mínimo de 800 kg; proponiendo un valor medio de obra de 800 kg (1.800 lbs), con lo cual de la figura N°9 se obtiene.

$$a_1(\text{base}) = 0,41 / \text{pulgadas} = 0,16 \text{ cm}$$

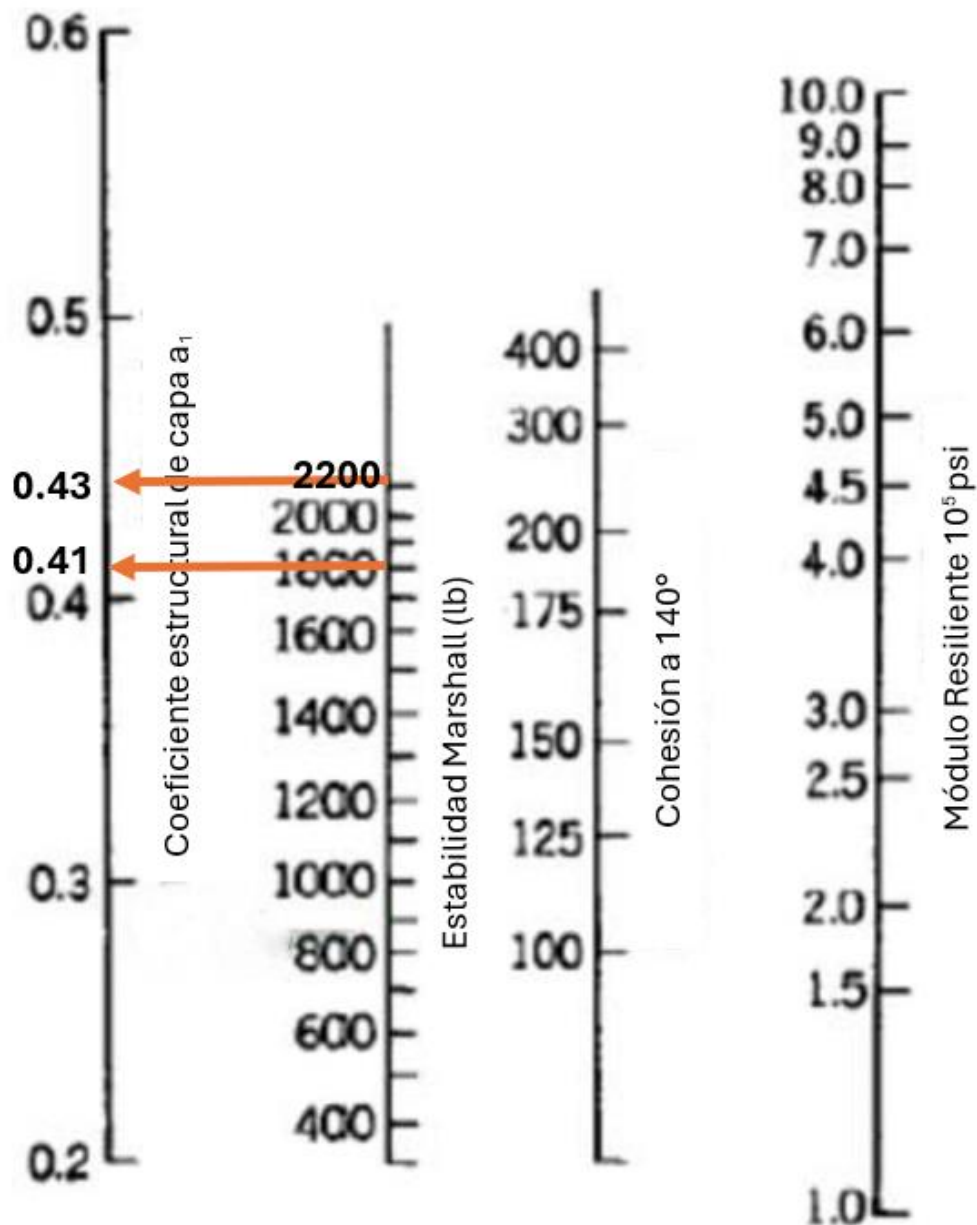


Figura N°9. Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionadas con varios ensayos
(Fuente: AASHTO).

5.6 Diseño estructural propuesto

- Carpeta de concreto asfáltico de 5 cm de espesor.
- Base de concreto asfáltico de 5 cm de espesor.
- Base granular con cemento 18 cm.



- 2 Subbase de suelo cal de 15 cm de espesor.

Siendo el $SN_{propuesto} = a_1 * D_1 + a_3 * D_3 * m_3 + a_2 * D_2 * m_2$

Donde:

a: coeficiente estructural;

D: espesor en 1/cm;

m: coeficiente de drenaje;

Entonces:

$$SN_{propuesto} = 5 \text{ cm} * 0,17/\text{cm} + 5 \text{ cm} * 0,16/\text{cm} + 18 \text{ cm} * 0,09/\text{cm} + 30 \text{ cm} * 0,039/\text{cm} = 4,44$$

$SN_{propuesto}=4,44 > SN_{necesario}=4,33$ Buenas condiciones



6 ADECUACIÓN HIDRÁULICA

6.1 Objetivo del estudio

Realizar la adecuación hidráulica de RP N°13 desde el km 136 (progresiva 0+000) a km 162,79 (progresiva 26+790).

6.2 Características geomorfológicas de la zona de estudio

En primer lugar, es importante destacar que la principal característica de la zona en estudio es su topografía de llanura, con un relieve de escasa pendiente. En este contexto, los principales agentes morfogenéticos que modelan el paisaje son el viento y el agua, los cuales han generado depresiones que han dado origen a lagunas, pantanos y esteros.

Asimismo, el terreno sobre el cual se emplaza la traza proyectada se encuentra en el sur del Chaco, una región que, debido a sus condiciones topográficas y edáficas, presenta frecuentes inundaciones.

Por otro lado, en ciertas áreas se observa que la combinación de escasa pendiente y suelos de baja permeabilidad genera la acumulación de agua superficial, lo que favorece la formación de esteros y bañados. Estos cuerpos de agua pueden extenderse sobre grandes superficies durante la época de lluvias, afectando la transitabilidad y el acceso a las localidades cercanas.

En cuanto a la cobertura vegetal, la región presenta un paisaje caracterizado por la presencia de pastizales y sabanas, con sectores aislados de montes tupidos, cañadas y palmares. Entre las especies predominantes se destacan el Yatay, algarrobos, chilcas y tuscas, cuya distribución varía en función de la humedad del suelo y la cercanía a los cuerpos de agua.

Clima de la región

Se caracteriza por un clima cálido y húmedo, con un régimen de precipitaciones que presenta dos máximos anuales, uno en noviembre y otro en marzo; este patrón pluviométrico bimodal es típico de las zonas subtropicales influenciadas por la circulación atmosférica y la

proximidad al Océano Atlántico, que aporta humedad a la región.

En términos de distribución espacial, el mapa de isohietas de la provincia (Fig. N°10) refleja un gradiente de precipitación decreciente de este a oeste. En la región oriental, las isohietas muestran valores superiores a 1.000 mm anuales, con una densidad significativa que indica una alta concentración de lluvia; favoreciendo la humedad del suelo y el desarrollo de vegetación, pero también incrementan el riesgo de anegamientos, especialmente en áreas bajas y cercanas a ríos o arroyos.

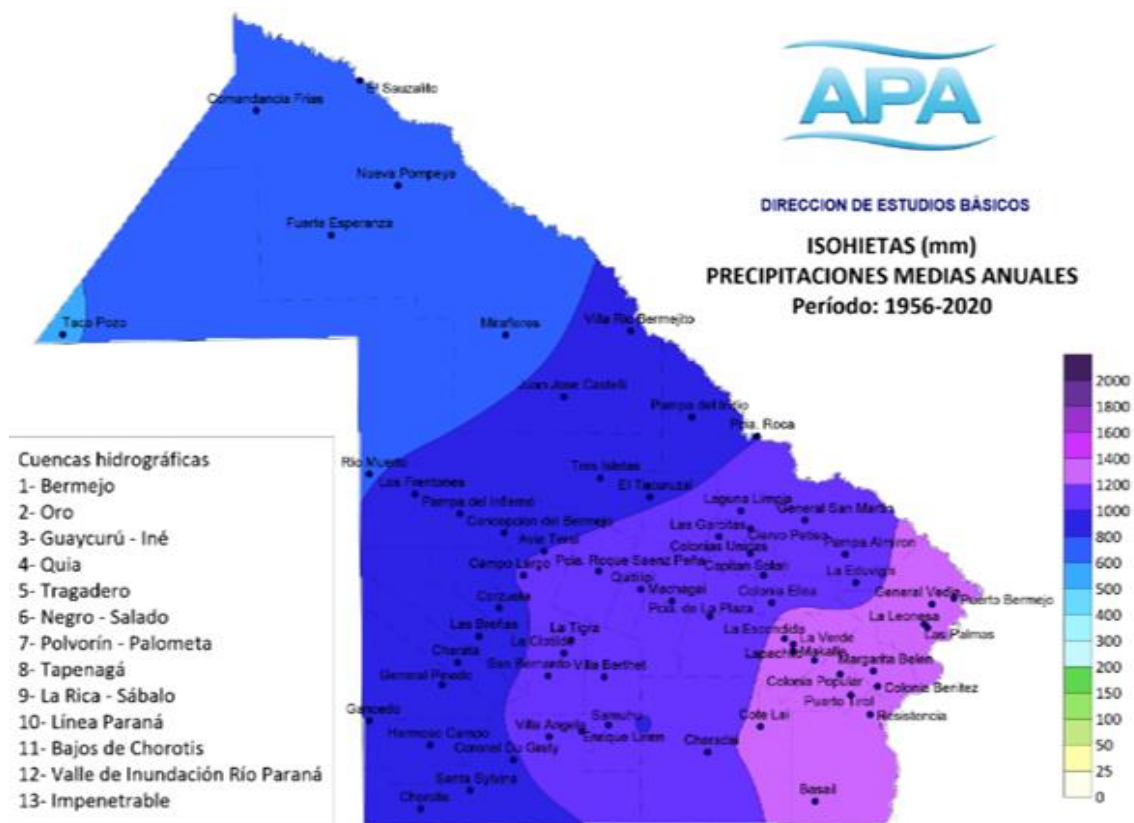


Figura N°10. Isohietas medias anuales del Chaco (Fuente: Anuario de Precipitaciones 1956 – 2020. Dirección de Estudios Básicos - APA).

Escurrimiento superficial y problemática de inundaciones

Dado que el área de estudio presenta una pendiente extremadamente baja (entre 10 y 30 cm por kilómetro) y predominan suelos limo-arcillosos, el drenaje superficial resulta deficiente, en particular la ausencia de una red de escurrimiento organizada genera un patrón de



escurrimiento mantiforme, caracterizado por la formación de cauces intermitentes que incrementan su volumen en períodos de lluvias prolongadas.

Como consecuencia, el agua tiende a acumularse en distintos sectores de la cuenca, ocasionando anegamientos pueden extenderse por ejemplo alrededor de tres meses, afectando tanto zonas bajas como áreas más elevadas; a pesar de ello la mayor parte de los excedentes hídricos se traslada progresivamente hacia los sectores más deprimidos de la cuenca, donde el agua queda retenida hasta que evapotranspira y/o infiltra.

La sección transversal actual del camino en estudio se encuentra construida en terraplén, presenta una altura baja en relación con el nivel del terreno circundante; condición que genera anegamientos permanentes en la zona y afecta significativamente la operatividad de la ruta. Como consecuencia, la vía queda fuera de servicio de manera recurrente, aislando las localidades que dependen de esta conexión para su movilidad y transporte.

Además, la traza de la ruta intercepta el canal Río Muerto Las Colonias (ver Fig. N°11), esta intersección con el canal agrava los problemas de drenaje en la zona, ya que el flujo de agua se ve obstruido por la baja altura del terraplén actual, lo que contribuye a la acumulación de agua y a la formación de áreas inundadas de manera permanente.



Figura N°11. Cruce del canal Río Muerto Las Colonias (Fuente: Google Earth, 2021).

6.3 Características del desagüe de la sección 4 de la RP N°13

El tramo de ruta de la sección 4 entre Samuhú y Villa Ángela tiene dirección preponderante este - oeste, mientras que el desvío de Villa Ángela hasta el empalme con la RN N°95 tiene dirección sur - norte. En esta región las inundaciones están originadas por cuantiosas precipitaciones como las que fueron registradas en La Clotilde, La Tigra y San Bernardo entre el 3 y el 6 de diciembre de 2004; en aquella ocasión precipitaron 410 mm en La Clotilde, 290 mm en La Tigra y San Bernardo en el transcurso de 4 días; afectando la zona de las cuencas de aporte hídrico durante un periodo prolongado de tiempo ya que alcanzaron aproximadamente 20 años de recurrencia.

El desarrollo de obras de infraestructura tales como redes viales, ferroviarias y canales, por lo general afectan al escurrimiento superficial, tanto aquel que se produce en forma distribuida (mantiforme) como concentrada (en cursos y canales artificiales); estos efectos se traducen en retardos, desvíos y aceleraciones de los flujos del agua que inevitablemente se deben tener en cuenta.

De este modo se deberá prestar especial atención a los canales que atraviesan la ruta, ya que estos aceleran la evacuación de los caudales tanto de las cuencas altas alejadas de la traza, como los escurrimientos superficiales de las cuencas próximas a la ruta, que pudieran alcanzar dichos canales.

A su vez la existencia de las RN N°94 y 95, y las RP N°4, 6 y 26, además de otros caminos rurales que atraviesan las cuencas, retardan aún más el escurrimiento.

El canal Río Muerto Las Colonias atraviesa en su recorrido la RN N°95, entre las localidades de La Clotilde y La Tigra, para luego seguir su recorrido aguas abajo en dirección NO-SE, atravesando la RP N°6 entre San Bernardo y Villa Berthet. Unos 5 kilómetros aguas abajo se encuentra el aliviador del Río Muerto, que pasa por la RP N°13 en la progresiva 3+375 (Figura 12).

El Canal Río Muerto Las Colonias sigue su recorrido hacia el SE y atraviesa la RP N°13, en progresiva 16+490,06 (Figura 11).



Figura N°12. Cruce de aliviadero Río Muerto en Prog. 3+375 (Fuente: Google Earth, 2024).

Además, es importante considerar la presencia de otro canal que atraviesa la traza actual



en las proximidades de la planta de tratamiento de líquidos cloacales, así como en la variante de Villa Ángela.

Asimismo, se debe contemplar la existencia del terraplén del ferrocarril, ubicado al sur de la obra proyectada y a pocos metros aguas abajo de la misma, aunque esta línea ferroviaria no se encuentra operativa en la actualidad y su infraestructura básica ha desaparecido en algunos sectores, en aquellos tramos donde aún persiste, se generará un retardo en el escurrimiento del agua, lo que provocará una elevación de la cota de inundación aguas arriba; por lo tanto este factor debe ser considerado en el diseño y planificación de la obra.

El estado actual de las obras de arte es de muy bajo mantenimiento (Fig. 13), las mismas han quedado embancadas, deterioradas sus cabeceras, con excepción de las obras de arte de mayor luz que han sido mantenidas periódicamente.



Figura N° 13. Estado actual de las obras de arte de la RP N°13 (Fuente: DVP).

Las cunetas se encuentran deterioradas y con vegetación lo cual reduce la sección hidráulica, siendo que la mayoría de las obras de arte menores son caños de 1m de diámetro y tienen parte de su sección obstruida; por tal razón lluvia como la de mayo 2019 provocaron

deficiencia del drenaje (Fig. N°14).



Figura N° 14. Inundación Enrique Urien mayo 2019 (Fuente:Gentepueblo.com).

Es por esto que se ha decidido la demolición y retiro de todas las obras de arte, las que serán reemplazadas por obras de sección rectangular de hormigón, a excepción de unos pocos casos que serán tratados como casos particulares del drenaje.

La existencia de los préstamos laterales con los que se realizaron los alteos de la ruta producen almacenamientos de agua a los costados del camino que perduran por varias semanas hasta que desaparecen por efectos de la evapotranspiración. Se considera para la etapa constructiva el relleno de los préstamos laterales, pero no en su totalidad, respetando la pendiente hacia el sistema hidráulico.

6.4 Subdivisión de cuencas

La zona de estudio se caracteriza por ser una llanura de relieve muy suave, lo que dificulta la organización de escurrimientos horizontales debido a la baja pendiente del terreno, en consecuencia, el agua de lluvia que precipita sobre la superficie no posee la suficiente energía para generar flujos definidos, lo que favorece la formación de almacenamientos temporales en depresiones de poca profundidad, pero de gran extensión. Posteriormente, una vez finalizado el evento de precipitación, se inician los procesos de infiltración y escurrimiento superficial en manto, los cuales están fuertemente influenciados por la evapotranspiración.

Del mismo modo, la dirección predominante del flujo en la región sigue un sentido noroeste-sureste, con pendientes que oscilan entre 10 y 30 cm/km para distancias de

recorrido de hasta 200 km para alcanzar los cursos de agua principales.

Por otra parte, en estos ambientes las separaciones entre áreas de drenaje no son claramente definidas, ya que no existen divisorias de aguas permanentes desde el punto de vista topográfico.

En este sentido, las dorsales o lomas que delimitan las depresiones pueden ser sobrepasadas por el flujo de agua del manto, alternando su dirección según la magnitud de las precipitaciones y la acumulación de agua en diferentes sectores de la región.

Adicionalmente, de acuerdo con el Mapa de la Administración Provincial del Agua (APA), el Chaco se encuentra subdividida en trece subcuencas hidrográficas; en particular el área correspondiente a la Dorsal Agrícola Central abarca varias de estas subcuencas entre las que se destacan: Bajos de Chorotis, Línea Paraná (módulos I, II, III y canal Río Muerto Las Colonias), La Rica-Sábalo y Tapenagá (Fig. N° 15).

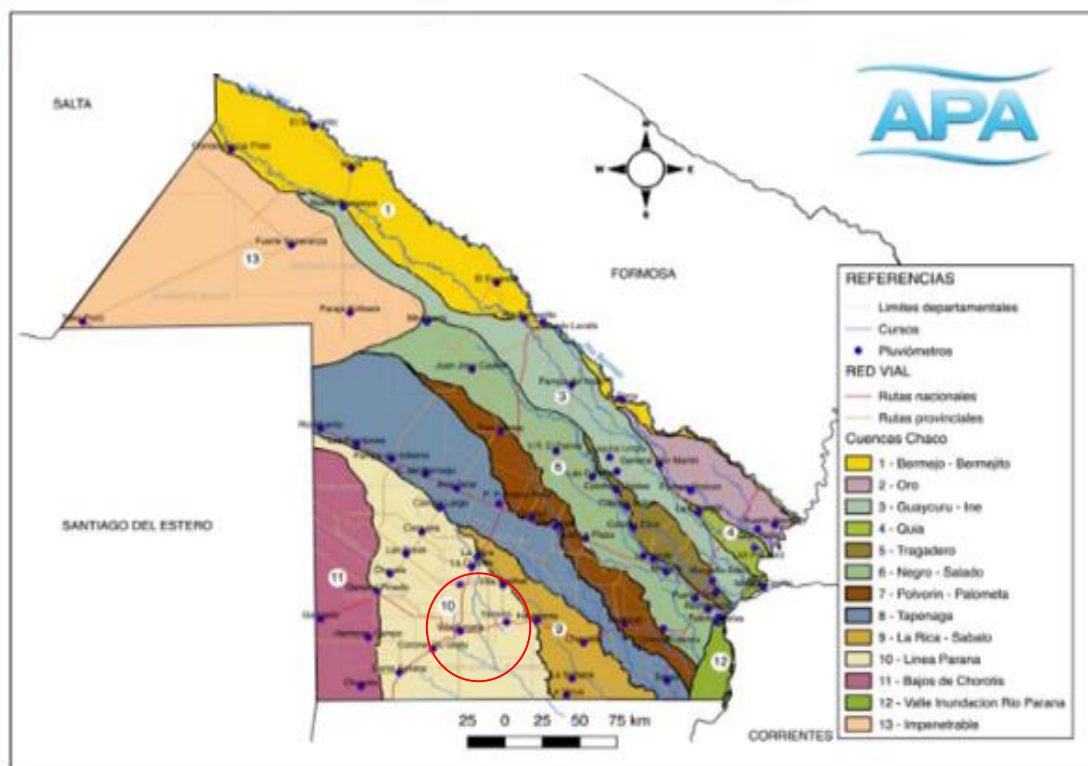


Figura N° 15. Cuencas de la zona en estudio (Fuente: APA)

El tramo de la Sección 4 de la RP N°13, se encuentra en su totalidad dentro de la cuenca



Línea Paraná.

Al no existir una red de escurrimiento definida y organizada, se originan escurrimientos y grandes acumulaciones de agua en la superficie a lo largo de los períodos húmedos. Al no poder definir límites, porque estos varían según el nivel de inundación, pudiendo conectarse varias áreas de aporte locales en un área mayor que funciona temporalmente como una unidad de aporte mayor, hasta que el nivel de inundación desciende a cotas inferiores a los niveles de interconexión; por lo tanto se utiliza un criterio de definición de “áreas activas” de aporte, las cuales no pueden ser consideradas estrictamente como cuencas, sólo a fines de estimar el caudal de diseño para un cierto tiempo de recurrencia.

Para la subdivisión de cuencas (Fig. 16, 17 y Plano 4 - Lámina 1) se utilizaron las imágenes presentadas anteriormente, como así también la cartografía disponible en el Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina en escala 1:250.000, imágenes satelitales, modelos de elevación digital del terreno y el relevamiento topográfico realizado a los fines del proyecto.



Figura N° 16. Esquema de Cuenca (Fuente: Google Earth, 2024 - Elaboración propia)

La existencia de las rutas RN N°95 y RP N°6 constituyen verdaderas barreras físicas para el libre escurrimiento superficial de los caudales que no resultan infiltrados en las cuencas superiores, limitando el aporte a las cuencas inferiores al máximo que puedan evacuar las obras de arte existentes en estas obras de infraestructura lineal.

Por otro lado, el canal del Río Muerto Las Colonias constituye un canal de evacuación para la zona de inundación localizada al sur-este de la localidad de San Bernardo, tanto el canal principal como su aliviadero, colectando y conduciendo los caudales de las cuencas intermedias al sur de la RP N°6.

De este modo, se modelará el sistema de escurrimiento considerando que las cuencas superiores (aquellas ubicadas al norte de la RP N°6 y al oeste de la RN N°95) e intermedias (aquellas localizadas al suroeste de la localidad de San Bernardo, al sur de la RP N°6),

evacuan sus caudales a través de los cauces intermitentes, previa acumulación y retardo en la zona inundable.

Las cuencas inferiores son aquellas cuyos caudales escurren superficialmente e interceptan la traza de la ruta proyectada; cualquier desborde de los cauces que evacuan los caudales de las cuencas superiores e intermedias aumentarán el volumen, pero no el caudal máximo, que debe ser erogado por las cuencas inferiores próximas a la ruta.



Figura N° 17. Esquema hidrodinámico del sistema (Fuente: Carta Topográfica IGN -
Elaboración propia).

Como resultado de este análisis, se ha definido la subdivisión del sistema hidráulico en cinco subcuencas, permitiendo una planificación más detallada del drenaje en la zona de estudio (Fig. N° 18).

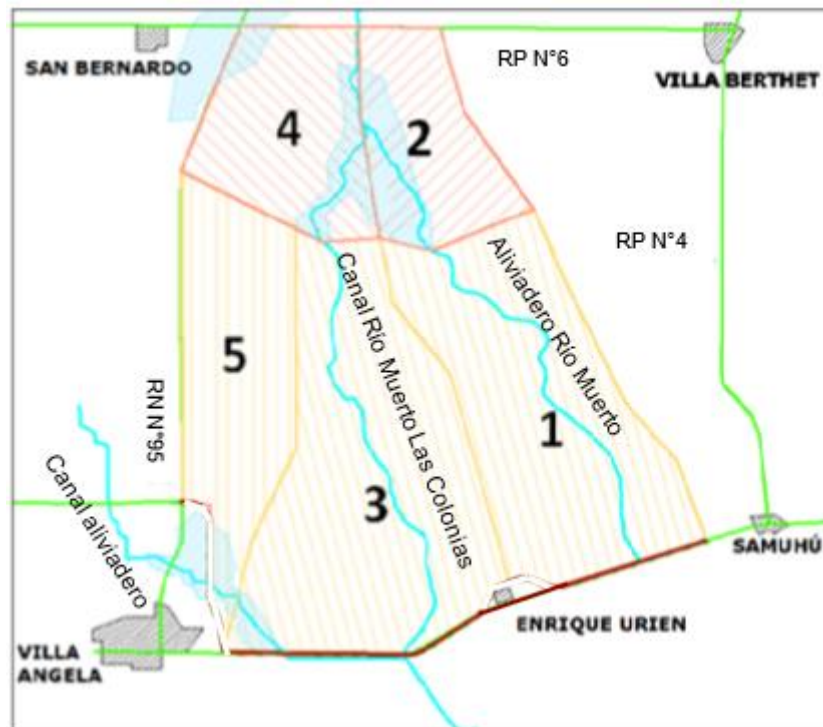


Figura N° 18. Esquema del sistema hidráulico (Fuente: Elaboración propia)

6.5 Tiempo de concentración

Se define como tiempo de concentración (t_c) de una cuenca a la demora que experimenta la gota de lluvia, que cae en el punto hidráulicamente más alejado de la salida y escurre superficialmente, para llegar a la sección de control. En efecto, el tiempo de concentración representa el instante a partir del cual toda la cuenca contribuye a la salida, dada una tormenta de intensidad constante cuya duración se prolonga indefinidamente en el tiempo.

En el caso de una cuenca de llanura, adoptaría el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) porque utiliza la pendiente del cauce y considera indirectamente el uso de suelo; ambos factores son clave en este tipo de cuencas. La pendiente influye en la velocidad del flujo; por otro lado, el uso de suelo afecta la infiltración y escorrentía, especialmente en áreas con cobertura vegetal o actividades agrícolas. Además, su simplicidad y adaptabilidad lo hacen ideal para cuencas con características hidrológicas moderadas, como las de llanura; en estos casos, métodos más complejos podrían no ser necesarios.



Ecuación de Retardo SCS (1973) desarrollada por el SCS en cuencas de uso agrícola, supone que $t_c = 1,67 \times$ tiempo de retardo de la cuenca:

$$t_c = \frac{100 * L^{0.8} * ((1000/CN) - 9)^{0.7}}{1900 * S^{0.5}}$$

Donde:

L= es la longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo) (pies);

S =Pendiente promedio de la cuenca (%);

CN= Número de curva SCS.

6.5.1 Selección del número de curva

Para la transformación de lluvia-escurrentía se optó por trabajar con el denominado método del Número de Curva (CN), desarrollado por el SCS de los EEUU.

Mediante este método la determinación del escurrimiento directo requiere definir un valor CN para cada una de las cuencas en estudio. Los números de curva se encuentran tabulados por el SCS y dependen de las características de las cuencas tales como el tipo y uso del suelo, la densidad de la vegetación y las condiciones de humedad precedente.

Asimismo, el método requiere establecer la disminución inicial (I_a) o abstracciones de la precipitación que consisten fundamentalmente en pérdidas por intercepción, infiltración y almacenamiento en depresiones superficiales. Basándose en estudios empíricos y teóricos relacionados con la dinámica de la infiltración y la retención de agua en el suelo, el método adopta I_a igual a 20% de la retención potencial máxima (S), el cual se relaciona con el número de curva mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10$$

Para la caracterización de los usos de suelo de cada una de las cuencas se utilizó el programa QGIS, haciendo uso del Complemento de Clasificación Semi-automática (SCP) con el cual se realizó una clasificación de máxima verosimilitud a partir del tratamiento de imágenes Sentinel-4 y 5, con una resolución espacial de hasta 10 metros para la composición



a color natural.

Se tomó como premisa analizar imágenes que no fueran muy antiguas, sino más bien cercanas a la fecha presente, de manera que los porcentajes de usos del suelo identificados resulten similares a los actuales. Se procuró también filtrar entre aquellas capturadas posteriormente a fechas de continuas precipitaciones, con el fin de resaltar las áreas correspondientes a cuerpos de agua y susceptibles a inundaciones; a razón de ello, las imágenes tratadas datan del 6 de diciembre de 2004.

De esta forma fue posible cuantificar las superficies correspondientes a cada uso de suelo definido, y mediante la asignación de un valor de CN para cada clasificación, se obtuvo un CN ponderado para cada cuenca y correspondiente a una humedad antecedente Clase II.

Los resultados obtenidos se presentan en las Tablas 15, 16, 17, 18 y 19, donde se detallan los valores calculados para cada subcuenca; del mismo modo, estos datos se complementan con sus respectivos mapas de cobertura (Fig. N°19, 20, 21, 22 y 23).

Tabla N°15. Área y porcentaje de uso de suelo de la cuenca 1 (Fuente: Elaboración propia).

CUENCA 1			
Clase	Descripción	Porcentaje %	Área [metro ²]
1	Vegetación	52	86.752.488
2	Suelo desnudo	33	56.030.935
3	Cuerpo de agua	15	25.216.577
TOTAL		100	168.000.000

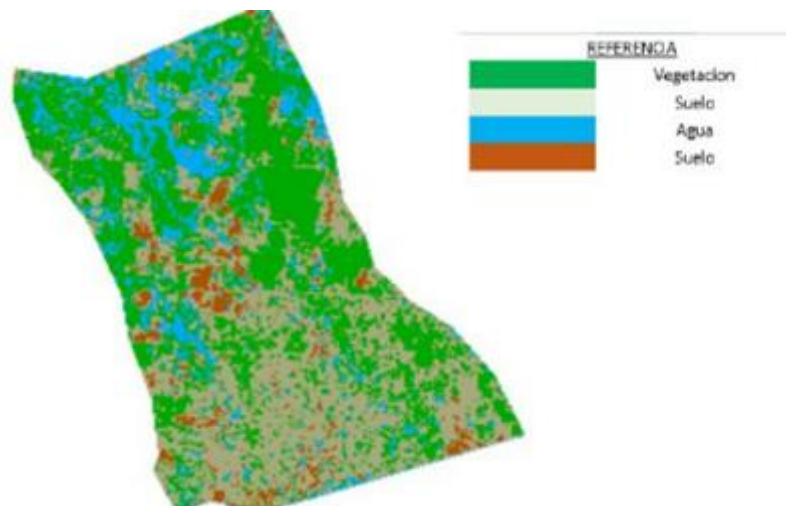


Figura N° 19. Mapa de cobertura del suelo de la cuenca 1 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla N°16. Área y porcentaje de uso de suelo de la cuenca 2 (Fuente: Elaboración propia).

CUENCA 2			
Clase	Descripción	Porcentaje %	Área [metro^2]
1	Vegetacion	66	43.784.694
2	Suelo desnudo	12	7.656.210
3	Cuerpo de agua	23	15.059.096
TOTAL		100	66.500.000

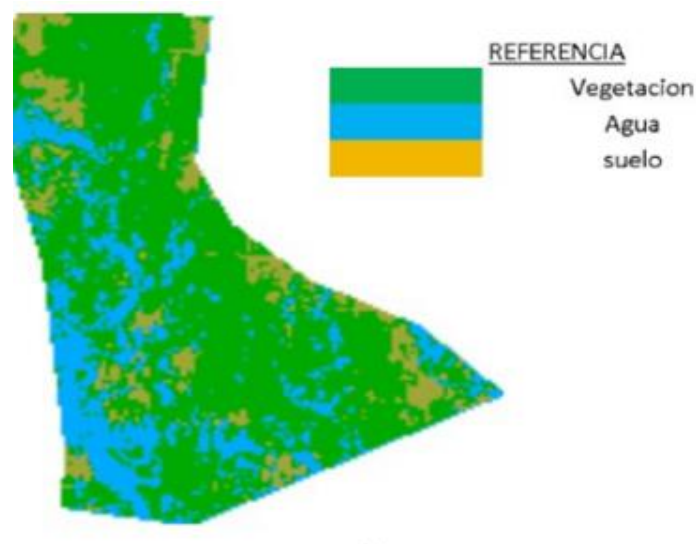


Figura N° 20. Mapa de cobertura del suelo de la cuenca 2 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla N°17. Área y porcentaje de uso de suelo de la cuenca 3 (Fuente: Elaboración propia).

CUENCA 3			
Clase	Descripción	Porcentaje %	Área [metro^2]
1	Vegetacion	54	107.550.665
2	Suelo desnudo	13	26.558.223
3	Cuerpo de agua	33	64.891.113
TOTAL		100	199.000.000

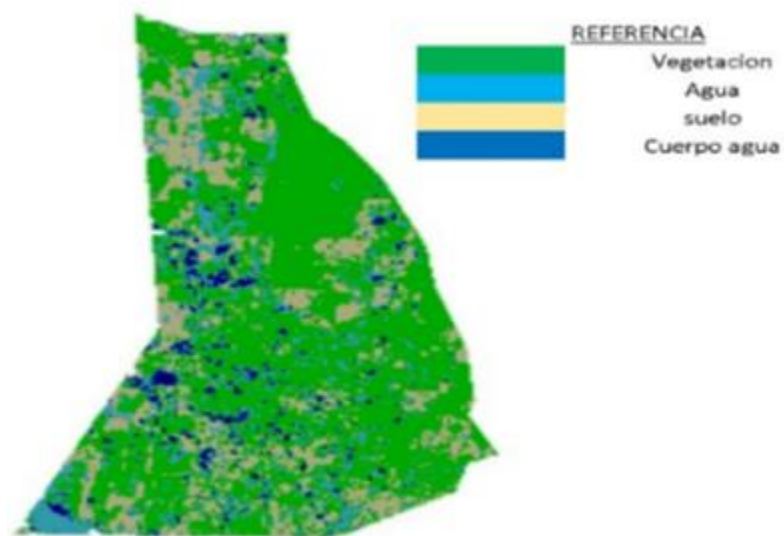


Figura N° 21. Mapa de cobertura del suelo de la cuenca 3 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla N°18. Área y porcentaje de uso de suelo de la cuenca 4 (Fuente: Elaboración propia).

CUENCA 4			
Clase	Descripción	Porcentaje %	Área [metro^2]
1	Vegetacion	31	25.419.332
2	Suelo desnudo	50	41.214.736
3	Cuerpo de agua	20	16.365.932
TOTAL		100	83.000.000

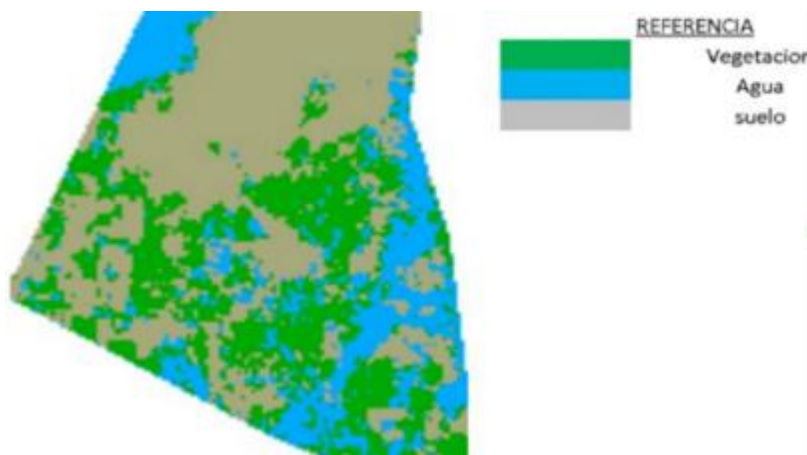


Figura N° 22. Mapa de cobertura del suelo de la cuenca 4 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla N°19. Área y porcentaje de uso de suelo de la cuenca 5 (Fuente: Elaboración propia).

CUENCA 5			
Clase	Descripción	Porcentaje %	Área [metro^2]
1	Vegetacion	49	51.250.095
2	Suelo desnudo	35	36.492.214
3	Cuerpo de agua	16	17.257.691
TOTAL		100	105.000.000

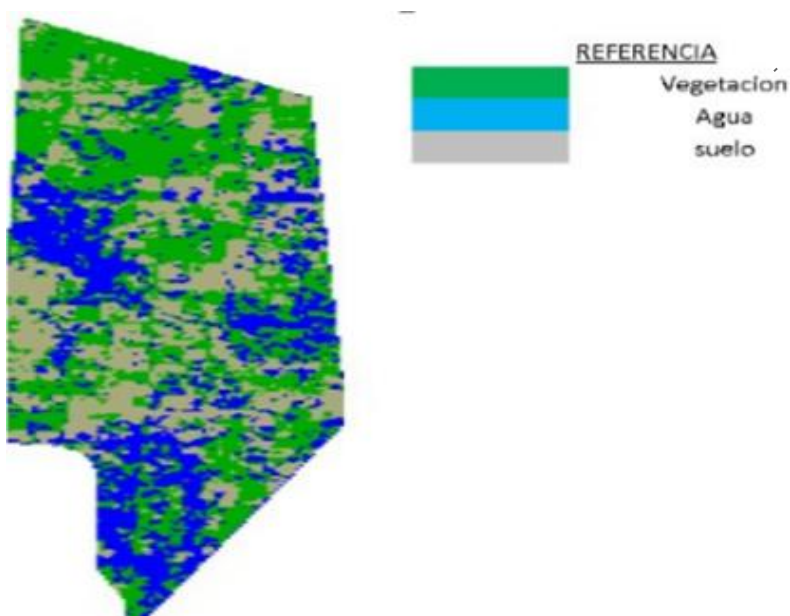


Figura N° 23. Mapa de cobertura del suelo de la cuenca 5 (Fuente: Elaboración propia).



Obtenidos los mapas de usos de suelo de las áreas comprometidas en las cuencas en estudio se seleccionaron tres CN diferentes, de forma de incluir en el análisis tres tipos diferentes de uso de suelo.

La selección de las CN se ha realizado considerando los valores propuestos por Ven Te Chow, 1994, para el grupo hidrológico del suelo “tipo B” (margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla) (Anexo A.6.1).

Los números de curvas han sido tabulados por el SCS con base al tipo de suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- Grupo B: Suelo poco profundo depositados por el viento, marga arenosa.
- Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- Grupo D: Suelos que se expande significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Con estos valores de números de curva CN y estos porcentajes se determina el CN ponderado y las pérdidas iniciales; las cuales son para condiciones normales de humedad AMC (II).

Tabla N°20. Distribución de uso del suelo y número de curva (Fuente: Elaboración propia).

Clase	Total Área (ha)	Total Área (%)	Grupo hidrológico	CN	CN ponderado
Vegetación	31475,73	50,64	B	55	59
Agua	16795,23	27,02	B	58	59
Suelo	13879,04	22,33	B	69	59
TOTAL	62150	100			

La determinación del número de curva (Tabla N°20) requiere ajustes según las



condiciones de humedad antecedentes, 5 días previos a la lluvia máxima (Tabla N° 21 y 22).

Tabla N° 21. Condiciones de humedad (Fuente: Hidrología aplicada, Ven Te Chow, 1994)

AMC (I)	Condiciones secas
AMC (II)	Condiciones normales
AMC (III)	Condiciones húmedas

Tabla N° 22. Rango de clasificación para las condiciones de humedad (Fuente: Hidrología aplicada, Ven Te Chow, 1994)

Grupo AMC	Lluvia antecedente total de 5 días (pulg)	
	Estación inactiva	Estación activa
I	Menor que 0,5	Menor que 1,4
II	0,5 a 1,1	1,4 a 2,1
III	Sobre 1,1	Sobre 2,1

Se considera para el presente proyecto la condición más desfavorable de humedad para la cuenca, condición humedad AMC (III):

$$CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0.13 * CN(II)} = \frac{23 * 59}{10 + 0.13 * 59} = 77$$

Se adoptó el valor de CN = 60 debido a que un valor de CN de 77 da valores de caudales altos que no son representativos para este tipo de cuenca, porque no representa estrictamente el almacenamiento de la cuenca.

La retención inicial potencia S resultó:

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10 = \left(\frac{1.000}{60} - 10 \right) * 25,4 \text{ mm} = 169,33 \text{ mm}$$

La pérdida inicial resultante es:

$$I_a = 0,2 * S = 0,2 * 169,33 \text{ mm} = 34 \text{ mm}$$



Tabla N°23. Tiempo de concentración (Fuente: Elaboración propia).

Ecuación de Retardo SCS										
Cuenca	Área	Longitud	Longitud	s	s	CN	Tc	Tc	Tc	Lag Time
N°	(km ²)	(km)	(pies)	(mm/km)	(%)		(min)	(horas)	(días)	(min)
1	168,00	22,20	72816,00	0,25	0,025	60	10746,88	179,11	7,46	6435,26
2	66,50	13,20	43296,00	0,30	0,030	60	6472,45	107,87	4,49	3875,72
3	199,00	24,80	81344,00	0,25	0,025	60	11742,52	195,71	8,15	7031,45
4	83,00	13,20	43296,00	0,30	0,030	60	6472,45	107,87	4,49	3875,72
5	105,00	14,00	45920,00	0,30	0,030	60	6784,41	113,07	4,71	4062,52

Analizando los resultados obtenidos (Tabla N°23), resulta conveniente proyectar con una precipitación de diseño de 5 días para las subcuencas.

6.6 Datos de precipitación

La lluvia es la principal variable de entrada al sistema, por lo que para el estudio hidrológico resulta indispensable contar con información confiables de precipitaciones obtenidas de estaciones pluviométricas.

En este sentido, el anuario de precipitaciones del Chaco 1956 – 2020, realizado por la Dirección de Estudios Básicos de la Administración Provincial del Agua, proporciona información de las estaciones pluviométricas; las mismas se encuentran distribuidas en 64 ciudades, lo que permite un monitoreo adecuado de los patrones de lluvia en la región.

Por otra parte, los métodos de cálculo de derrame superficial adoptan como hipótesis que la intensidad de precipitación es uniforme en toda la extensión de las cuencas. No obstante, dado que el área de estudio abarca una extensión considerable y cuenta con registros de múltiples estaciones, se ha optado por determinar un único valor de precipitación mediante la aplicación del método de los Polígonos de Thiessen.

6.6.1 Polígonos de Thiessen

Este método para determinar la lluvia media en una zona se aplica cuando se sabe que las medidas de precipitación en los diferentes pluviómetros sufren variaciones, teniendo además el condicionante que la cuenca es de topografía suave o en lo posible plana. De este modo, obtendremos un promedio ponderado en función de áreas de cobertura, donde el

resultado será más cercano a la realidad (Fig. N°24).

Para el área de estudio, las estaciones que tienen más influencia en el área que encierra las subcuencas son las de San Bernardo, Villa Ángela y Samuhú, con registros de precipitaciones de 25 años respectivamente; debido a lo cual se descartó la estación de Villa Berthet por tener poca influencia en el área de las cuencas (Tabla N°24).

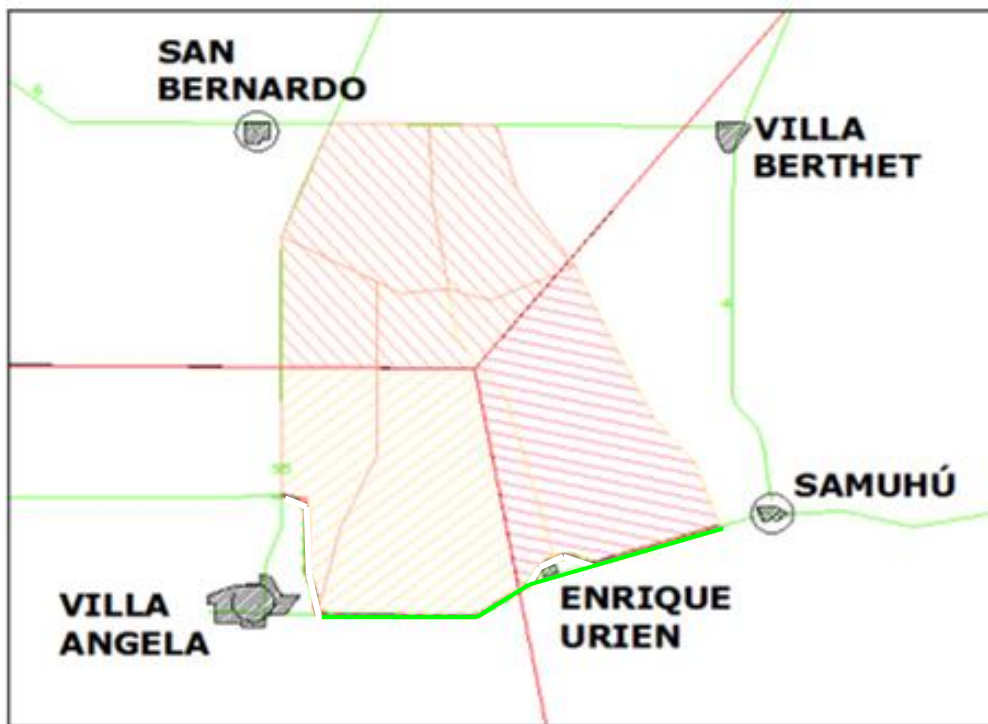


Figura N°24. Polígonos de Thiessen (Fuente: Elaboración propia).

Tabla N° 24. Área de influencia, método de polígonos de Thiessen (Fuente: Elaboración propia).

Estación	Departamento	Coordenada			Área de influencia	
		Latitud	Longitud	Altitud	(m2)	(%)
Samuhú	San Lorenzo	27°31'14"	60°23'29"	70,7 msnm	180.876.921,54	29
Villa Ángela	Mayor Jorge Luis Fontana	27°31'31"	60°42'41"	74 msnm	206.911.430,28	33
San Bernardo	Gral. O'Higgins	27°17'60"	60°42'45"	83,3 msnm	234.802.808,04	38

6.7 Análisis estadístico de las precipitaciones

Una vez construida la serie de duración completa correspondiente a una situación



hipotética y representativa del área de influencia del tramo de camino en estudio, se procede al tratamiento estadístico de la información con el objeto de determinar la precipitación de diseño para cada una de las subcuencas, que nos permitirá estimar las crecidas esperables para una recurrencia dada.

Tomando como base esa nueva información generada, se efectúa el estudio estadístico de precipitaciones con duraciones acordes a los tiempos de traslado de la lámina hasta la sección de control los que fueron calculados en el apartado 6.5.1, y se procede a la construcción de nuevas series: precipitación máxima anual de 1, 2, 3, 4 y 5 días de duración, respectivamente (Anexo A.6.2).

En primer lugar, para el estudio estadístico de las distintas muestras se ordenaron los términos de la serie de mayor a menor (Tabla N°25), por tratarse de un estudio de valores máximos, quedando las mismas conformadas de la siguiente manera:

Tabla N° 25. Precipitaciones máximas diarias para distintas duraciones (Fuente: Elaboración propia).

Precipitación máxima anual para distintas duraciones(mm)					
N° de orden	1 Día	2 Días	3 Días	4 Días	5 Días
1	217	246	260	290	300
2	170	243	248	271	290
3	170	237	243	243	243
4	168	219	237	237	237
5	160	194	229	233	233
6	159	182	194	229	229
7	149	166	175	194	221
8	140	158	158	184	212
9	124	157	157	173	204
10	121	149	155	171	196
11	118	149	150	154	171
12	116	132	149	151	167
13	115	131	144	150	165
14	114	122	139	149	157
15	112	120	138	138	152
16	110	118	132	138	151
17	103	116	122	132	149
18	103	112	122	122	141
19	103	110	116	122	132
20	101	107	115	116	128
21	96	103	112	115	122
22	95	101	110	113	122
23	90	95	97	110	110
24	88	91	91	104	109
25	63	77	77	77	108



Seguidamente, se realizó el ajuste de las mismas a 3 funciones teóricas de distribución de probabilidad comúnmente utilizadas para el estudio de eventos hidrológicos extremos: Gumbel, Log-Pearson III y Gibrat-Galtón.

Los ajustes por los métodos de Gumbel y Log-Pearson III se realizaron en forma analítica, mientras que para el método de Gibrat-Galtón el ajuste y la utilización se realiza en forma gráfica, para lo cual el valor x_0 a utilizar se estimó a partir de 3 tentativas de alineamiento; asimismo para probar la bondad del ajuste de las funciones de distribución de probabilidad se empleó el Test de Chi Cuadrado (χ), que compara los valores teóricos con los muestrales de las funciones de frecuencia relativa y cuya aceptación es necesaria para la aplicación de los métodos. Las tablas de cálculo correspondientes se exhiben desde el anexo A.6.3 al anexo A.6.7.

En todos los casos se observa que la distribución se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica analizada para un nivel de confianza adoptado del 95% (nivel de significancia del error aceptado de 5%); se entiende entonces que las diferencias entre la información de las muestras y las calculadas por las funciones de distribución de probabilidad pueden ser despreciadas.

Posteriormente se realizó la verificación de la precisión del ajuste logrado con cada una de las funciones de distribución de probabilidad mediante el cálculo de los errores cuadráticos medios de la frecuencia (ECMF) y de la variable (ECMV).

Estos parámetros, que se obtienen al confrontar cada distribución teórica con los datos muestrales, son de suma utilidad ya que se presentan como una herramienta de juicio que sirve para la toma de decisiones respecto a los valores a seleccionar, los mismo se observan en los cuadros de cálculo que se exponen desde el anexo A.6.8 hasta anexo A.6.40.

A continuación, se presenta en la tabla N°26, en forma de resumen, los resultados obtenidos de los análisis:



Tabla N° 26. Resultados de los cálculos de los ECMF y ECMV (Fuente: Elaboración propia).

Serie: Precipitación máx. anual en un día			Serie: Precipitación máx. Anual en dos días			Serie: Precipitación máx. anual en tres días		
MÉTODO	ECMF	ECMV	MÉTODO	ECMF	ECMV	MÉTODO	ECMF	ECMV
Gumbel	4,8749	7,77	Gumbel	4,66	10,89	Gumbel	4,44	17,26
Log-Pearson III	5,3896	8,16	Log-Pearson III	3,94	10,21	Log-Pearson III	4,34	11,61
Gibrat-Galton	4,7860	21,91	Gibrat-Galton	4,06	12,40	Gibrat-Galton	5,05	13,00

Serie: Precipitación máx. anual en cuatro días			Serie: Precipitación máx. anual en cinco días		
MÉTODO	ECMF	ECMV	MÉTODO	ECMF	ECMV
Gumbel	4,74367	11,37	Gumbel	5,2129	10,74
Log-Pearson III	5,81266	10,47	Log-Pearson III	4,3745	9,19
Gibrat-Galton	4,73891	29,81	Gibrat-Galton	4,7389	38,61

Finalmente, del estudio estadístico se concluye que para la serie de máximos anuales del 1 al 5 día, la función de mejor ajuste resulta ser la de Log-Pearson III.

6.8 Determinación de la tormenta de diseño

Definida cuál es la función de distribución de probabilidad que mejor ajusta a cada una de las series de información hidrológica, se procede a la determinación de la lluvia crítica o de diseño para cada caso, la que está asociada a un tiempo de recurrencia solicitado por normativa.

De acuerdo a lo establecido en el Pliego de Especificaciones Técnicas de la DNV, las recurrencias a adoptar en el estudio hidrológico derivan de las prescripciones de la Academia Nacional de Ciencias de los EEUU (1983), y están en función del tipo de estructura, según lo muestra la tabla N°27:



Tabla N°27. Periodo de retorno para el diseño y/o verificación de desagües pluviales. (Fuente: DNV).

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
Alcantarilla de caminos	
Volumen de tránsito bajo	5 a 10
Volumen de tránsito med	10 a 25
Volumen de tránsito alto	50 a 100
Puentes	
Red secundaria	10 a 50
Red primaria	50 a 100
Drenaje agrícola	
Alcantarilla	5 a 50
Zanjas - Canales	5 a 50
Drenaje Urbano	
Poblaciones pequeñas	2 a 25
Poblaciones grandes	25 a 50

Se calcularon para cada duración (1, 2, 3, 4 y 5 días) y para los tiempos de retorno de 25 años, los valores de la intensidad de precipitación (Anexo A.6.41).

En resumen, se obtuvieron los siguientes valores representados en la tabla N°28 y figura N°25:

Tabla N° 28. Máximos precipitados para distintas duraciones (Fuente: Elaboración propia).

Series	Precipitación máxima (mm)	Intensidad (mm/días)
Máximo en 1 día	194	194
Máximo en 2 días	253	126
Máximo en 3 días	266	89
Máximo en 4 días	286	71
Máximo en 5 días	297	59

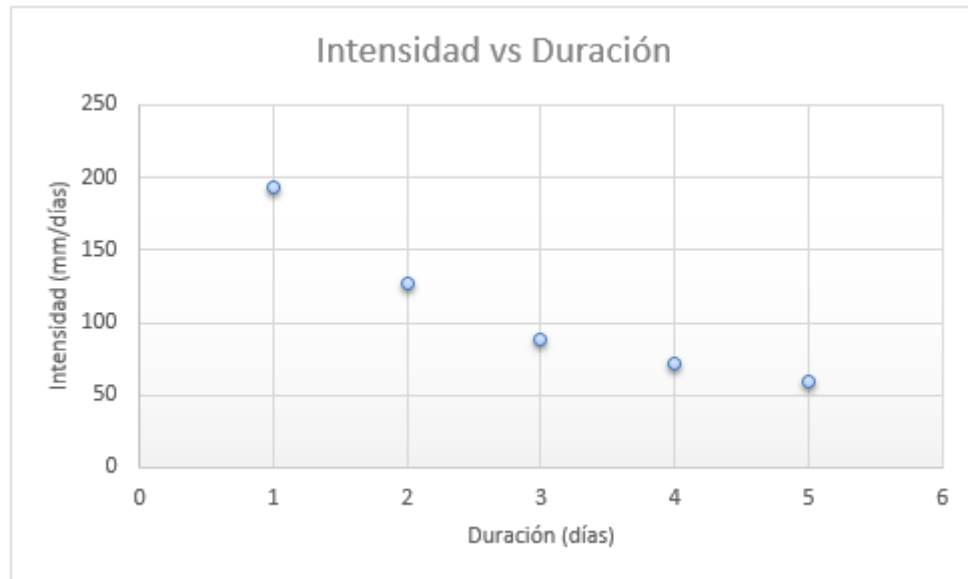


Figura N°25. Pares de valores Intensidad - Duración TR=25 años (Fuente: Elaboración propia).

Para la determinación de las curvas IDF se ha optado por una metodología analítica propuesta por Aparicio en su libro “Fundamentos de Hidrología de Superficie” (1997); con motivo de que el autor plantea la alternativa de ajustar los valores discretos obtenidos con una función continua que genere las curvas IDF a través de un modelo de regresión lineal.

Por lo tanto, se procede a analizar el comportamiento de las variables involucradas en este estudio, relacionando simultáneamente las tres variables en una familia de curvas; para ello se utiliza una expresión matemática que relaciona intensidad, duración y frecuencia a través de 3 coeficientes de ajustes adimensionales. La ecuación utilizada es la propuesta por Aparicio (1997), la cual ha sufrido una pequeña modificación, a saber:

$$I = \frac{K * T^m}{D^n}$$

Donde:

k, m y n son los coeficientes de ajuste, que serán las constantes de la regresión lineal múltiple;

T es el período de retorno en años;

D la duración en minutos u horas;



I la intensidad de precipitación en mm/hr.

Aplicando los logaritmos a la ecuación anterior se llega a la forma de un modelo de regresión lineal múltiple como se expresa a continuación:

$$\log i = \log k + m \log T - n \log D \Rightarrow Y = \alpha + X1 * \beta + X2 * \gamma$$

Donde:

$$\alpha = \text{Log} K$$

$$\beta = m$$

$$\gamma = \text{Log} D$$

Entonces, calculados los coeficientes α , β y γ de la ecuación de regresión, es posible obtener los valores de los coeficientes k , m y n . de la ecuación de la curva ID; por consiguiente, los datos de entrada para realizar la regresión lineal se presentan en la tabla N°29:

Tabla N° 29. Datos de entrada para la regresión lineal (Fuente: Elaboración propia).

TR	X1	Duración	X2	Prof. Acumulada	Intensidad	Y
	X1=log T	(días)	X2 = log(D+c)	mm	(mm/días)	Y = log i
T= 25 Años	1,40	1	0,000	194	194	2,28752
	1,40	2	0,301	253	126	2,10203
	1,40	3	0,477	266	89	1,94810
	1,40	4	0,602	286	71	1,85377
	1,40	5	0,699	297	59	1,77308

El ajuste consiste en la valoración de aquellos coeficientes de la regresión que minimizan la sumatoria de los errores absolutos que se cometen al ajustar los pares de valores obtenidos mediante el estudio estadístico (intensidad de precipitación – duración), con los calculados a través de la fórmula matemática.

Finalmente, la obtención de los coeficientes a través de la regresión lineal nos ha permitido la obtención de la ecuación que genera las curvas IDF:

$$I = \frac{95,13 * T^{0,21}}{D^{0,76}}$$

A continuación, se presenta la gráfica (Fig. N°26) de cada una de las relaciones entre la



intensidad, la duración y la frecuencia, en un par de ejes cartesianos; sumado a esto se han dispuesto los pares de valores intensidad – duración para cada una de las frecuencias analizadas de manera de facilitar la visualización en la bondad del ajuste de las curvas obtenidas con los valores dados.

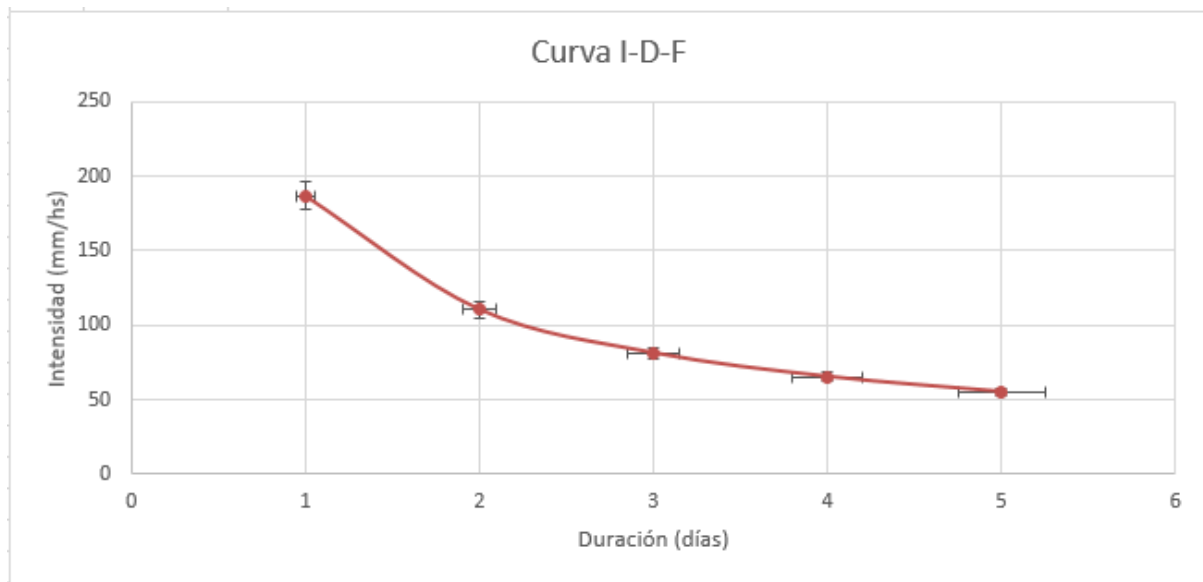


Figura N°26. Pares de valores Intensidad - duración TR=25 años (Fuente: Elaboración propia).

6.9 Tormenta de diseño

Las duraciones de las precipitaciones de diseño están en función del tiempo de concentración de las subcuencas trazadas sobre carta IGN; dicho esto su determinación, cálculo y metodología se describen más adelante.

Por otro lado, la precipitación de diseño obtenida para un período de recurrencia de 25 años se presenta en el hietograma correspondiente (Fig. N° 27), donde se aplicó el método de distribución de lluvias de bloques alternos para la distribución de la lluvia.

En cuanto a las subcuencas, se ha determinado una precipitación de diseño con una duración de 120 horas y un período de recurrencia de 25 años, lo que permite evaluar adecuadamente los eventos hidrológicos extremos en la zona de estudio (Tabla N° 30).



Tabla N°30. Tormenta de diseño para 120 h de duración y TR=25 años (Fuente: Elaboración propia).

TR	Duración (min)	Intensidad (mm/días)	Prof. Acumulada (mm)	Prof. Incremental (mm)	Precip. De diseño (mm)
25	720	316,71	158,36	158,4	10,4
25	1440	187,02	187,02	28,66	12,15
25	2160	137,42	206,13	19,11	19,11
25	2880	110,43	220,87	14,73	28,66
25	3600	93,21	233,02	12,15	158,36
25	4320	81,15	243,44	10,42	14,73
25	5040	72,18	252,62	9,18	9,18
25	5760	65,21	260,84	8,23	8,23
25	6480	59,63	268,32	7,48	7,48
25	7200	55,04	275,19	6,87	6,87

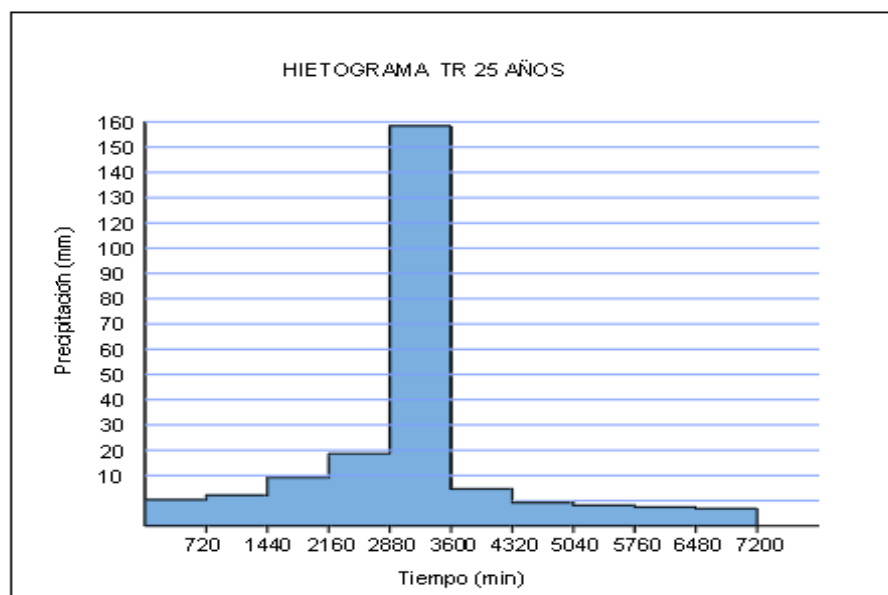


Figura N°27. Duración para recurrencias de 25 años (Fuente: Elaboración propia).

6.10 Cálculo de caudales

6.10.1 Aplicación del modelo matemático HMS

El cálculo de los caudales necesarios para la determinación de la rasante y diseño de las aberturas hidráulicas de la ruta en estudio, se realizó a partir de la modelación matemática de las cuencas con el programa HEC-HMS 2.2.2 desarrollado por el Centro de la Ingeniería Hidrológica.

Por su parte, el cálculo de las pérdidas se realizó por el método de Número de Curvas del

SCS de EEUU para el cual es necesario ingresar los valores obtenidos de curvas CN y las pérdidas iniciales.

A su vez, para la determinación del hidrograma resultante es necesario ingresar el valor del T_p que es el tiempo que separa el centro de gravedad de la precipitación unitaria con el pico del hidrograma de crecida y se calcula como el 60 % al 70% del T_c .

Luego, aplicando el método del hidrograma unitario de Snyder se determinó la duración del intervalo de precipitación necesario para el cálculo del hidrograma resultante; donde para las subcuencas con tiempo de concentración de 120 h se adoptó intervalo de precipitación 12 horas (puede observarse en los hidrogramas de diseño).

6.10.2 Esquema y configuración del modelo

A continuación, se presenta el esquema de cuencas utilizado en el modelo (Fig. N° 28). Posteriormente, se detalla el cálculo de las subcuencas correspondientes a la salida de la cuenca 1 y se resume en tabla N°31 los caudales máximos de cada salida.



Figura N°28. Esquema del modelo hidrológico (Fuente: Elaboración propia).



Los excedentes hídricos de las cuencas altas, es decir, aquellas que se encuentran al norte de la RP N°6 y al oeste la RN N°95, que no resultan infiltrados, escurren superficialmente hasta encontrarse con los terraplenes de ambas rutas; mientras que el impedimento a seguir escurriendo hacia aguas abajo provocará un remanso aguas arriba. En el modelo el aporte de estas cuencas superiores será considerado a partir de la capacidad de descarga que tengan las obras de arte existentes, tanto en la RP N°6 como en la RN N°95.

Adicionalmente, en la búsqueda de antecedentes se encontraron datos de aforo de las alcantarillas ubicadas en la RP N°6, realizado los días 10, 11 y 12 de diciembre de 2004, después de las precipitaciones registradas entre 3 al 6 inclusive del mismo mes, en las ciudades de La Clotilde, La Tigra y San Bernardo, cuya recurrencia se estimó en los 20 años y provocaron importantes inundaciones en la zona. En el anexo A.6.42 y anexo A.6.43 se muestran los caudales aforados, siendo el primero, el correspondiente al canal Río Muerto Las Colonias.

Ante la falta de información de aforo de las obras de arte existentes en la RP N°95 y con el objetivo de completar la información recolectada de la RP N°6, se estimó la capacidad de descarga de las mismas (anexo A.6.44 y A.6.45).

La capacidad de descarga señalada en los anexos A.6.44 y A.6.45 se determinó según la sección hidráulica de las alcantarillas, considerando que la altura a la salida es igual a la altura de la alcantarilla y la altura a la entrada es 10 cm superior (Anexo A.6.46).

Se observa que los caudales aforados al oeste del canal Río Muerto Las Colonias son sensiblemente inferiores a los que dichas alcantarillas serían capaces de evacuar, según sus dimensiones.

Fundamentos de Adopción de los Caudales en el Modelo Hidráulico

Caudal de 30 m³/s para el Canal Río Muerto Las Colonias (RP N°6):

- Capacidad del Canal: El caudal de 30 m³/s corresponde a la capacidad máxima de



transporte del canal Río Muerto, que intercepta la Ruta 6. Este valor se ha determinado mediante un análisis hidráulico que considera la sección transversal del canal, su pendiente, rugosidad y las condiciones de flujo.

- Condiciones de Diseño: El caudal adoptado asegura que el canal pueda manejar el escurrimiento en eventos de precipitación crítica sin desbordarse. Además, garantiza que las alcantarillas de la RP N°6, que no operan a sección llena, sean compatibles con la capacidad del canal.
- Representatividad: Este valor es representativo de las condiciones hidrológicas de la cuenca que drena hacia el canal Río Muerto, considerando datos históricos de precipitación y escurrimiento.

Caudal de 15 m³/s para el Canal de la Planta de Líquidos Cloacales (RN N° 95):

- Capacidad del Canal: El caudal de 15 m³/s refleja la capacidad máxima de transporte del canal de la Planta de Líquidos Cloacales, asociado a la RN N° 95. Este valor se ha calculado considerando las dimensiones del canal, su pendiente y las características del flujo.
- Condiciones de Diseño: El caudal adoptado asegura que el canal pueda transportar el escurrimiento sin superar su capacidad, evitando desbordes y garantizando la funcionalidad de las alcantarillas de la RN N° 95.
- Análisis Hidrológico: Este valor se ha validado con datos de precipitación y escurrimiento de la cuenca que drena hacia este canal, asegurando que sea representativo de las condiciones reales.

Finalmente, una vez que las alcantarillas alcanzan su máxima capacidad, el flujo excedente no puede ser conducido a través de la estructura, lo que genera el **desborde sobre el terraplén**, un fenómeno que debe ser considerado en la planificación y diseño de obras de drenaje para minimizar impactos sobre la infraestructura vial y las áreas aledañas.

También se ha definido que el régimen de flujo predominante en la modelación corresponde a flujo subcrítico, lo que implica que el comportamiento hidráulico está dominado por la influencia de la gravedad y las condiciones aguas abajo.

Para la determinación de las infiltraciones y los caudales resultantes fueron considerados los parámetros fisiográficos de las cuencas definidas que han sido descritos y analizados anteriormente en el presente informe (área, longitud del cauce principal, pendiente media del cauce principal, tipo de suelo y su cobertura, etc.), al igual que el hietograma de diseño previamente definido.

Seguidamente, se presentan las identificaciones de cada punto de salida del sistema hidrológico (Fig. N° 29, 31 y 33), así como los hidrogramas resultantes de la modelación computacional realizada con el software HEC-HMS (Fig. N° 30, 32 y 34).

- Salida 1 - TR = 25 años

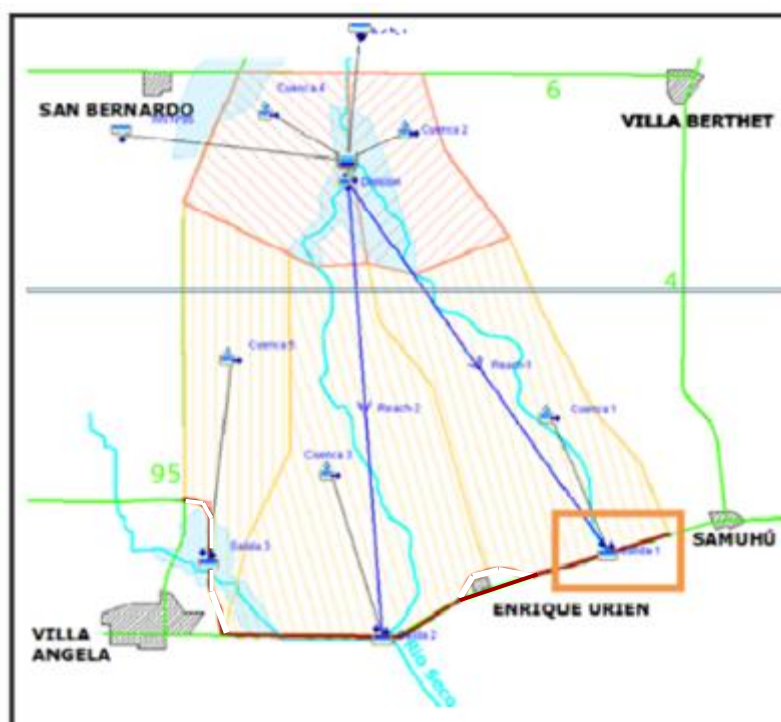


Figura N°29. Identificación de salida 1 del modelo (Fuente: Elaboración propia).

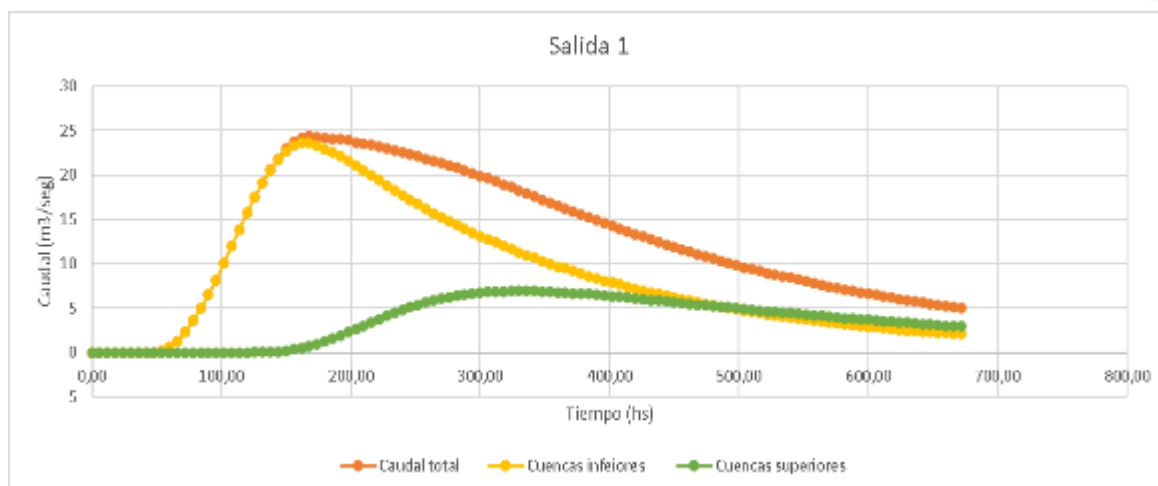


Figura N°30. Cálculo en la salida 1 (Fuente: Elaboración propia).

- Salida 2 - TR 25 AÑOS

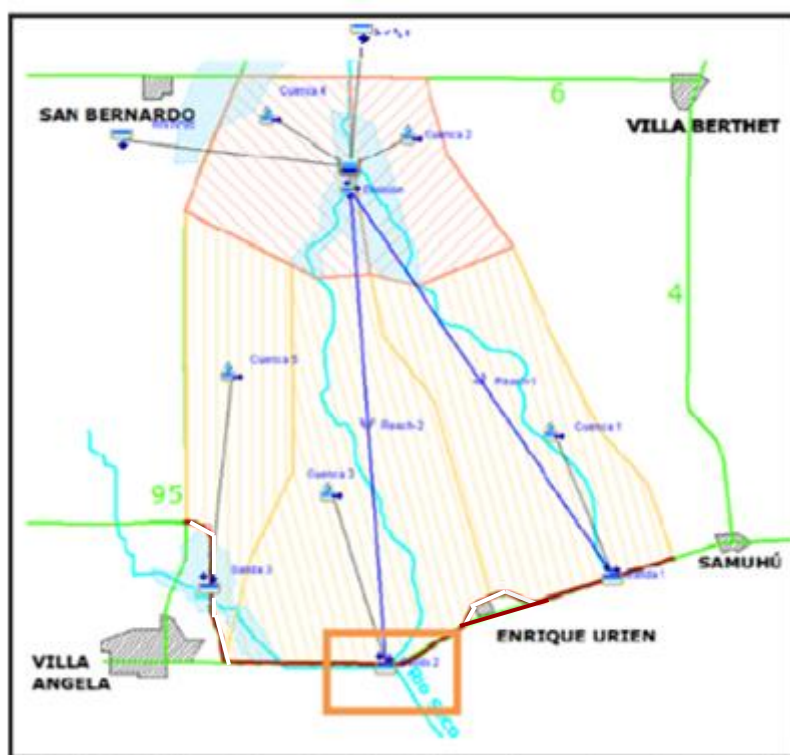


Figura N°31. Identificación de salida 2 del modelo (Fuente: Elaboración propia).

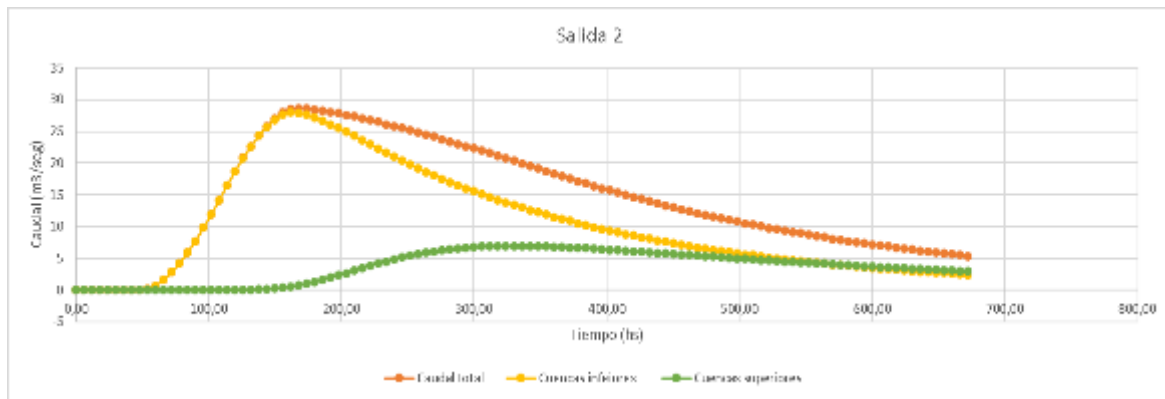


Figura N°32. Cálculo en la salida 2 (Fuente: Elaboración propia).

- Salida 3 - TR 25 AÑOS

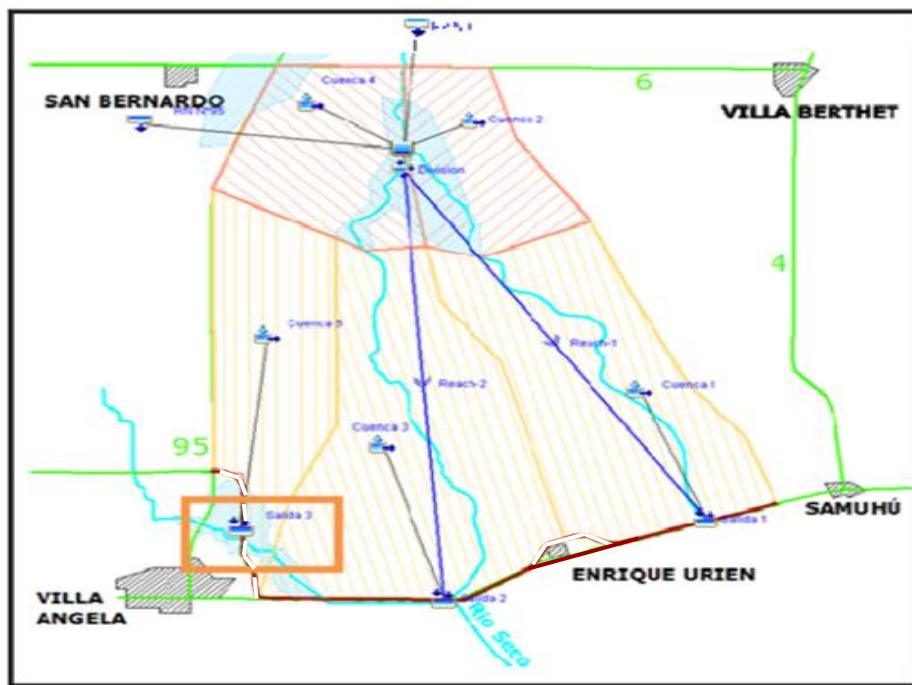


Figura N°33. Identificación de salida 3 del modelo (Fuente: Elaboración propia).

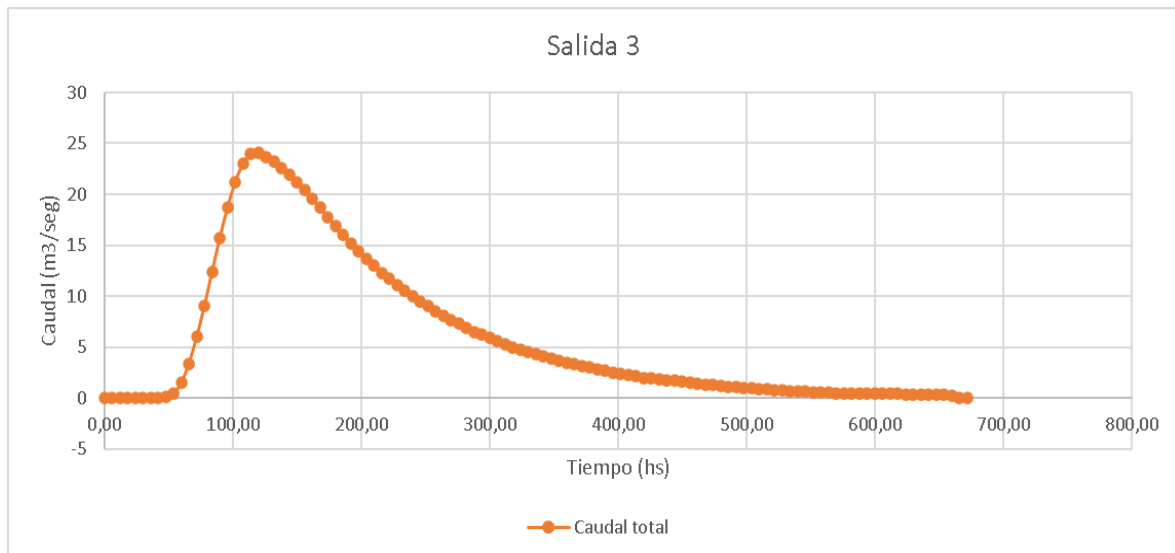


Figura N°34. Cálculo en la salida 3 (Fuente: Elaboración propia).

Tabla N° 31. Tabla resumen (Fuente: Elaboración propia).

Tabla resumen	
Salida	Caudal Máximo (m³/seg)
1	24,35
2	28,65
3	24,1

Como se describiera al inicio del presente capítulo, la cuenca se caracteriza por presentar un predominio del escurrimiento de tipo laminar que en periodos lluviosos se manifiesta como consecuencia del desborde de las aguas retenidas en las zonas deprimidas. En gran medida, ésta es la razón por la cual las alcantarillas existentes en el tramo se ubican dentro de los límites definidos por estas cuencas.

Se propuso entonces cuantificar cuál podría ser la colaboración de estas alcantarillas y su incidencia en el drenaje del caudal de diseño, a partir de una relación de las secciones hidráulicas de todas las obras de arte que funcionan para la cuenca.



6.11 Desagüe del proyecto, diseño de obras de arte, cálculo y verificación de capacidades

La ruta proyectada generará una obstrucción al libre escurrimiento de los excedentes hídricos calculados en la sección anterior; por lo cual, el objetivo de las alcantarillas que se proyectan es el de darle permeabilidad al terraplén de la ruta. De este modo, se garantiza que no se produzcan inundaciones prolongadas aguas arriba de la misma, causadas por un efecto “dique” del futuro terraplén.

El remanso que tendrá lugar aguas arriba del terraplén de la ruta, hasta que los caudales sean evacuados por las alcantarillas proyectadas, y el remanso que provocará la presencia del terraplén del ferrocarril aguas abajo de la ruta, hará que se redistribuya el flujo en forma lateral. Por ello, las alcantarillas no trabajarán independientemente, sino en conjunto.

Con el objetivo de no generar depresiones a los lados del terraplén, que con el tiempo volverán a alcanzar el nivel actual, no se diseñarán cunetas. Además, se elevará la rasante lo suficiente como para que, ante una precipitación como la considerada para 25 años de recurrencia, el agua no alcance el paquete estructural.

Por otro lado, la cota de embalse se encuentra condicionada por la existencia del terraplén del ferrocarril aguas abajo. Con el fin de preservar la estructura del camino, se debe mantener la cota de embalse de la crecida de 25 años de recurrencia por debajo del paquete estructural. Por lo tanto, la altura de la rasante de la ruta proyectada será tal que quede garantizado que el paquete estructural de la misma se encuentre siempre sobre la cota de embalse definida por el terraplén del ferrocarril.

Asimismo, se proyectaron los fondos de las alcantarillas teniendo en cuenta no generar depresiones que provoquen inundaciones constantes y encharcamientos en la zona del camino. Por este motivo, prácticamente todas las alcantarillas proyectadas tienen cotas de desagüe muy similares a las existentes.



En general, y salvo los canales de progresivas 410, 3.382, 16.490 y 23.365, el resto de las alcantarillas trabajan cuando los excedentes pluviales desbordan de los cauces y se trasladan por el terreno, inundando la zona cercana a la traza de la ruta. Las alcantarillas de mayor luz coinciden con estos puntos, y las secciones van disminuyendo hacia las zonas altas y cercanas a los límites de la cuenca.

Finalmente, como criterio de proyecto, se decidió que la alcantarilla transversal de sección mínima sea de sección rectangular, con una luz de 1,25 metros.

6.11.1 Verificación de alcantarillas

Se verificarán todas las estructuras asegurando que, ante la tormenta de diseño, no se ponga el riesgo la transitabilidad de la vía; es decir, que el agua no avance sobre la calzada, como tampoco se produzca una inundación excesiva aguas arriba de la misma, alterando la situación original del sistema de drenaje.

El cálculo de la capacidad individual de las alcantarillas se ha realizado utilizando los gráficos hidráulicos para el diseño de alcantarillas de la DNV y el programa HY-8.

Los gráficos utilizados son:

- N°1: Profundidad a la entrada para alcantarillas de cajón con control de entrada (Anexo A.6.48).
- N°8: Altura de carga H para alcantarillas de cajón escurriendo llenas (Anexo A.6.49)
- N°15: Profundidad crítica para sección rectangular (Anexo A.6.50).

Dada las características particulares del sistema de drenaje bajo análisis, donde se tienen pendientes generales muy bajas, con el consecuente dominio del flujo subcrítico, las obras de arte tendrán, en general, control de salida.

Cada alcantarilla se verificó con:

- Tiempo de recurrencia de 25 años, verificando que el nivel de agua en la entrada no llegue al del paquete estructural.
- A su vez, cada alcantarilla se verificó para las diferentes alturas de salida, determinada



por la altura del terraplén del ferrocarril aguas abajo, cuando este existe, o bien para la altura de la alcantarilla.

- Todas las alcantarillas que se reemplacen tendrán una altura de 1,25 m, debido a que esta es la altura promedio del terraplén del ferrocarril y es una dimensión que no dificulta el mantenimiento.
- Para TR=25 años la altura de salida de 1,25 m – Altura admisible a la entrada: 1,50m – Altura de rasante: 1,50 m + espesor de paquete estructural

Se adjunta en anexo A.6.46 las verificaciones de las alcantarillas.

6.12 Casos particulares

A lo largo de la traza (Fig. N°35) se advierten casos particulares del drenaje, que requieren especial atención; entre ellos, la existencia de algunas pocas alcantarillas tipo cajón de hormigón, que se destacan entre las alcantarillas tubo de hormigón, que dominan la mayoría de los cruces y hay algunas de secciones pequeñas, las cuales serán reemplazadas por nuevas de mayor sección, y otras de secciones importantes; estas últimas se encuentran ubicadas en los canales marcados que poseen las cuencas en estudio y serán verificadas con el objetivo de comprobar si es factible su prolongación debajo de la calzada proyectada o es bien, si es necesario su reemplazo.

Otros casos particulares a analizar son las variantes tanto la de Enrique Urien como la correspondiente a la de Villa Ángela, ambas se desarrollan hacia el norte, en otras palabras, hacia el interior de las cuencas, y una obra de infraestructura lineal tal como la que se proyecta siempre tiene un impacto en el control de los escurrimientos superficiales que pudieran alcanzar las zonas urbanas.

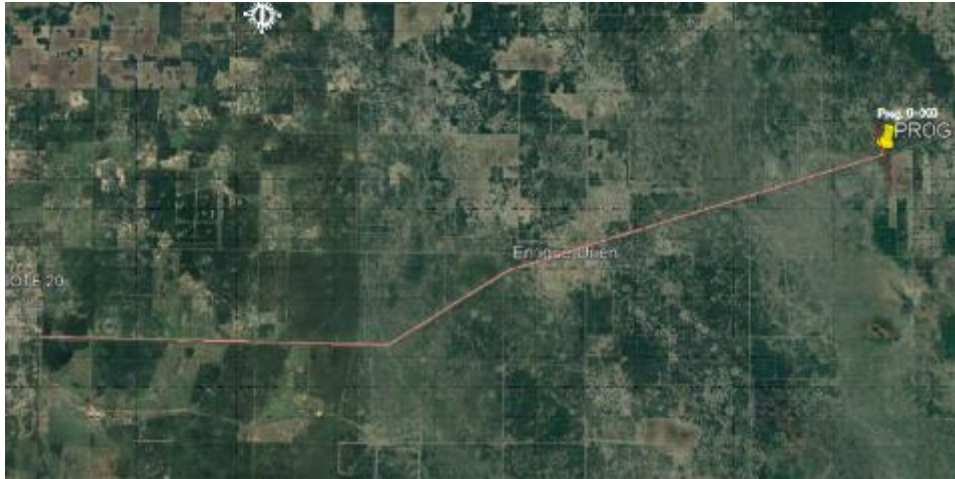


Figura N°35. Identificación de la traza- Prog 0 (Fuente: Google Earth, 2024-Elaboración propia).

El análisis particular de las alcantarillas tipo cajón de hormigón comienza con la estructura ubicada en la progresiva 0+410,64; la cual forma parte de un canal que desemboca al sur de la RP N°13, en el aliviadero del Río Muerto cruza la ruta proyectada en la progresiva 3+375 y el Canal Río Muerto Las Colonias atraviesa la RP N°13 en la Prog. 16+490.

Adicionalmente, se ha identificado otro canal de importancia, el cual discurre a través de las cuencas en estudio con dirección noroeste-sureste; este curso de agua cruza la traza actual en las cercanías de la planta de tratamiento de líquidos cloacales de Villa Ángela, en la progresiva 23+365,30.

Tal como se mencionará anteriormente, en sistemas de drenaje el que se estudia, de baja pendiente general de terreno, las tormentas generan inundaciones que se trasladan lentamente y en forma mantiforme, pero al encontrarse con una barrera para el desplazamiento, como son las obras de infraestructura vial, se produce un remanso y el flujo comienza a ganar en altura; como consecuencia, se produce el desborde de los canales y consecuente inundación de las cuencas linderas. Esta redistribución del flujo en forma lateral hace que los caudales a evacuar se repartan entre un grupo de alcantarillas.

Por lo tanto, se procederá a sumar los caudales que evacuen las alcantarillas cajón



existentes, al que evacuan las alcantarillas cajón proyectadas y se comparará dicho caudal total con el que se genera en la cuenca. Las tablas de verificación se adjuntan en el anexo A.6.47.

Los caudales se conducirán a los extremos de las variantes siguiendo la pendiente natural del terreno, ya que las variantes son los sectores más elevados de toda la traza, puesto que son los únicos sectores donde el alineamiento deja de ser paralelo a las curvas de nivel. En Enrique Urien la pendiente ronda los 20 cm por cada 1 km, al igual que en la variante de Villa Ángela.

Listado de obras de arte:

Siguiendo los criterios expuestos en las secciones anteriores, a continuación, se presenta el listado de alcantarillas, correspondiente a cada uno de los sectores en que se ha dividido la traza. Se proyectarán alcantarillas de hormigón O- 41211-Mod conforme al plano tipo de la DNV (Plano 4 - lámina 4).

En las siguientes tablas (Tabla N° 32, 33 y 34) se presentan los principales datos técnicos de las alcantarillas, incluyendo la progresiva en la que se encuentra ubicada cada estructura, sus dimensiones, y si existe coincidencia con una alcantarilla perteneciente al ferrocarril. Además, se especifica la altura del terraplén ferroviario, dado que este parámetro condiciona el funcionamiento hidráulico de las alcantarillas al definir la cota de salida.

A continuación, se incluyen las imágenes correspondientes a las alcantarillas existentes y proyectadas (Fig. N°36 a Fig, N°41). Asimismo, estas pueden ser observadas con mayor detalle en los siguientes planos de diseño:

- Plano 4 - Lámina 2: Representación de las alcantarillas existentes.
- Plano 4 - Lámina 3: Representación de las alcantarillas proyectadas.

Obras de arte en el tramo correspondiente a la salida 1:

Tabla N° 32. Obras de arte correspondiente a la salida 1 (Fuente: Elaboración propia).

N° ALC.	PROGR. INICIAL	Tipo de alcantarilla : Reemplazo/Nueva / Prolongación Existente	Coincidencia con alc. FFCC	Altura promedio del terraplén de FFCC (m)	Tramo	Luz (m)	H (m)	CD (m)	CR (m)	Tirante he (m)	Caudal (m3/seg)
1	Pr. 0+410		SI	1,25	4	2	1	69,7	72,6	1,25	13,2
2	Pr. 0+920	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	70,2	72,61	1,25	4
3	Pr. 1+376.00	Reemplazo	SI	1,25	1	2	1,25	70,25	72,57	1,25	4
4	Pr. 1+863.00	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	70,4	72,45	1,25	4
5	Pr. 2+378.00	Reemplazo	SI	1,25	1	2	1,25	69,8	72,31	1,25	4
6	Pr. 2+491.00	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	70	72,29	1,25	4
7	Pr. 3+382	Prolongación Existente	SI	1,25	7	2	1,25	69,5	72,43	1,25	24,35
8	Pr. 3+642.00	Reemplazo	NO	1,4	1	2	1,25	70	72,26	1,4	2,5
9	Pr. 4+105	Reemplazo	NO	1,4	1	2	1,25	70,5	72,44	1,4	2,5
10	Pr. 4+338	Reemplazo	NO	1,4	1	2	1,25	70,5	72,51	1,4	2,5
11	Pr. 5+010.00	Nueva	SI	1,4	1	2	1,25	70,6	72,71	1,4	2,5
12	Pr. 5+214.00	Reemplazo	NO	1,4	1	2	1,25	70,73	72,66	1,4	2,5
13	Pr. 5+790	Reemplazo	SI	1,4	1	2	1,25	70,7	73,12	1,4	2,5
14	Pr. 6+335.00	Reemplazo	NO	1,4	1	2	1,25	70,9	72,88	1,4	2,5
15	Pr. 6+491.00	Reemplazo	SI	1,4	1	2	1,25	70,85	72,91	1,4	2,5
16	Pr. 7+118.00	Reemplazo	NO	1,4	1	2	1,25	70,95	72,97	1,4	2,5
17	Pr. 7+690.00	Reemplazo	NO	1,4	1	2	1,25	71,12	73	1,4	2,5
18	Pr. 7+797	Reemplazo	SI	1,4	1	2	1,25	71,05	73,31	1,4	2,5
											85,05

Salida uno (1) = 24,35 m3/s vs. capacidad de evacuar (conductancia) = 85,05 m3/s.



Figura N° 36. Alcantarillas existentes Salida 1 (Fuente: Elaboración propia).



Figura N° 37. Alcantarillas proyectadas Salida 1 (Fuente: Elaboración propia).



Obras de arte en el tramo correspondiente a la salida 2:

Tabla N° 33. Obras de arte correspondiente a la salida 2 (Fuente: Elaboración propia).

N° ALC.	PROGR. INICIAL	Tipo de alcantarilla : Reemplazo/Nueva / Prolongacion Existente	Coincidencia con alc. FFCC	Altura promedio del terraplen de FFCC (m)	Tramo	Luz (m)	H (m)	CD (m)	CR (m)	Tirante he (m)	Caudal (m3/seg)
19	Pr. 12+029	Existente	NO	1,25	1	2	1,25	71,65	73,47	1,25	4
20	Pr. 12+134	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	71,65	73,47	1,25	4
21	Pr. 13+475.00	Reemplazo	NO	1,25	2	2	1,25	72,1	73,36	1,25	8
22	Pr. 13+791.00	Nueva	NO	1,6	2	2	1,25	71,3	73,35	1,25	8
23	Pr. 15+872.57	Reemplazo	NO	1,6	1	2	1,25	71,3	73,74	1,6	4
24	Pr. 16+162.84	Prolongacion Existente	NO	1,6	1	2	2,3	71,3	73,6	1,6	4
25	Pr. 16+490.06	Reemplazo	NO	1,6	4	3	1,25	70,57	73,89	1,6	28,65
26	Pr. 16+662.00	Reemplazo	SI	1,6	1	2	1,25	71	73,39	1,6	2,5
27	Pr. 16+801.00	Reemplazo	SI	1,6	1	2	1,25	71,5	73,4	1,6	2,5
28	Pr. 17+061.00	Reemplazo	SI	1,25	1	2	1,25	71,1	73,43	1,6	2,5
29	Pr. 17+915.66	Nueva	NO	1,25	1	2	1,25	71,64	73,67	1,25	4
30	Pr. 18+217.06	Reemplazo	SI	1,25	1	2	1,25	72	73,67	1,25	4
31	Pr. 19+040.03	Nueva	NO	1,25	1	2	1,25	72	73,62	1,25	4
32	Pr. 20+202.69	Reemplazo	SI	1,25	1	2	1,25	72,15	73,82	1,25	4
33	Pr. 20+490.58	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,2	74,04	1,25	4
34	Pr. 20+788.68	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,2	73,89	1,25	4
35	Pr. 21+246.59	Nueva	NO	1,25	1	2	1,25	72,16	73,91	1,25	4
36	Pr. 21+402.75	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,05	74,02	1,25	4
37	Pr. 21+843.56	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,25	74,24	1,25	4
38	Pr. 22+228.78	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,15	74,19	1,25	4
											108,15

Salida dos (2) = 28,65 m3/s vs capacidad de evacuar (conductancia) = 108,15 m3/s.

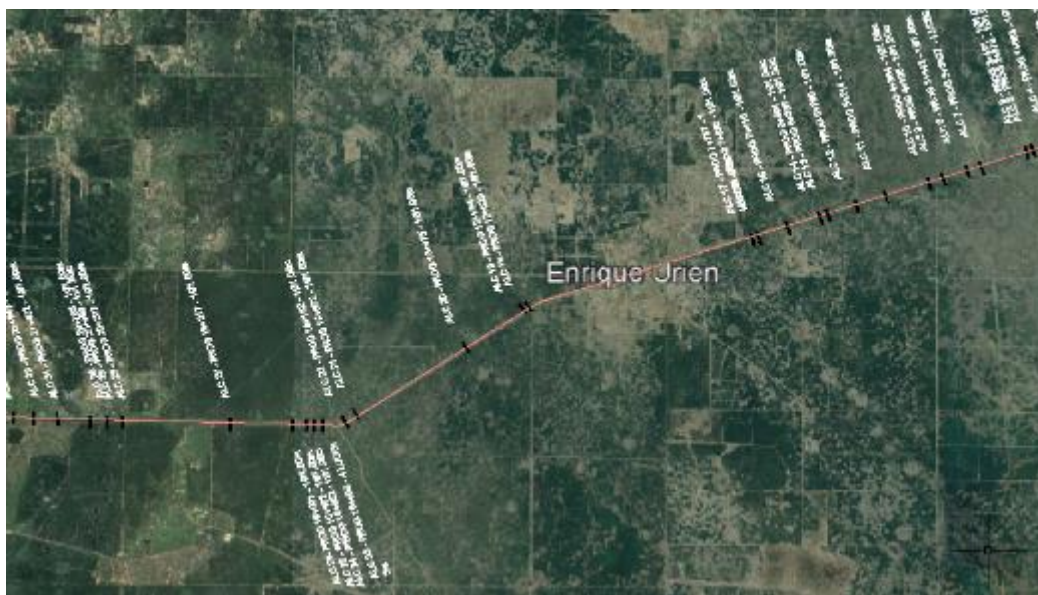


Figura N° 38. Alcantarillas existentes Salida 2 (Fuente: Elaboración propia).

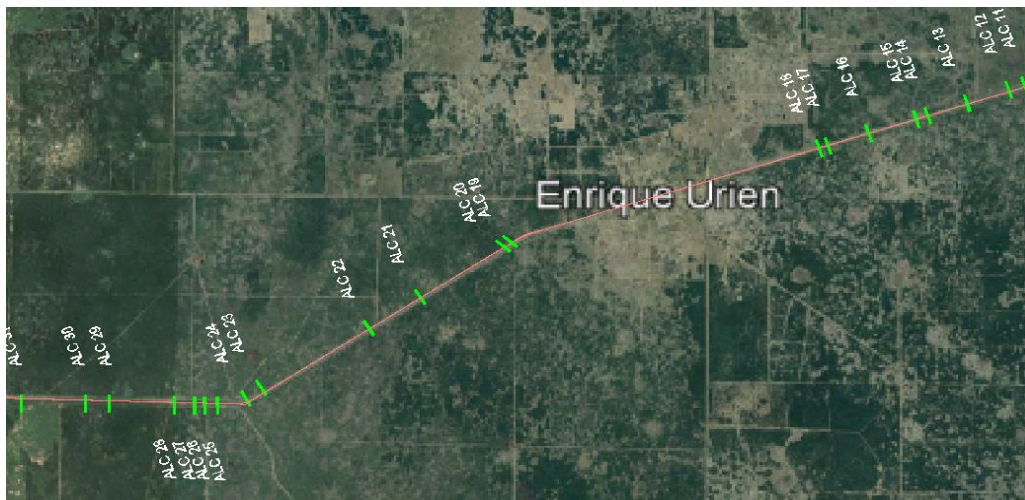


Figura N° 39. Alcantarillas proyectadas Salida 2 (Fuente: Elaboración propia).

Obras de arte en el tramo correspondiente a la salida 3:

Tabla N° 34. Obras de arte correspondiente a la salida 3 (Fuente: Elaboración propia).

N° ALC.	PROGR. INICIAL	Tipo de alcantarilla : Reemplazo/Nueva / Prolongacion Existente	Coincidencia con alc. FFCC	Altura promedio del terraplen de FFCC (m)	Tramo	Luz (m)	H (m)	CD (m)	CR (m)	Tirante he (m)	Caudal (m3/seg)
39	Pr. 22+459.58	Reemplazo	NO	1,25	2	2	1,25	72,3	74	1,25	4
40	Pr. 22+740.58	Reemplazo	SI	1,25	1	2	1,25	72,4	74,11	1,25	4
41	Pr. 22+870.06	Reemplazo	SI	1,25	1	2	1,25	72,5	74,02	1,25	4
42	Pr. 23+007.64	Reemplazo	NO	1,25	1	1	1,25	72,35	73,96	1,25	4
43	Pr. 23+157.6	Reemplazo	NO	1,25	2	3	1,5	72,18	74	1,25	4
44	Pr. 23+365.3	Reemplazo	NO	1,25	5	3	1,6	71,95	74,57	1,25	24,1
45	Pr. 23+841.60	Reemplazo	NO	1,25	2	2	1,25	72,3	74,01	1,25	8
46	Pr. 23+944.91	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,4	73,98	1,25	4
47	Pr. 24+452.64	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,5	74,14	1,25	4
48	Pr. 24+749.30	Reemplazo	NO	1,25	1	2	1,25	72,4	74,44	1,25	4
49	Pr. 25+567.60	Nueva	NO	1,25	1	2	1,25	72,5	74,12	1,25	4
											68,1

Salida tres (3) = 24,10 m3/s vs. capacidad de evacuar (conductancia) = 68,10 m3/s.



Figura N° 40. Alcantarillas existentes Salida 3 (Fuente: Elaboración propia).



Figura Nº 41. Alcantarillas proyectadas Salida 3 (Fuente: Elaboración propia).

6.13 Conclusión

La capacidad máxima de evacuación de las alcantarillas, es holgadamente mayor a los caudales que se estimaron para las cuencas en estudio; por lo tanto, se verifica que ninguna alcantarilla llegará a trabajar a su máxima capacidad, salvo aquellas localizadas en las leves depresiones del relieve, que podrán tomar mayor tirante en la entrada.

7 TRAVESÍA URBANA

7.1 Consideraciones generales

El tramo de estudio de la RP N°13, desde Samuhú km 136 hasta Villa Ángela; cruzará a través de travesías urbanas de Enrique Urien (Fig. N°42) y Villa Ángela (Fig. N°43).

Solo desarrollaremos la solución de la localidad de Enrique Urien ya que, en el acceso a Villa Ángela, se encuentra un canal que descarga los excesos pluviales, para lo cual se debería realizar otro estudio hidrológico e hidráulico, para brindar una solución acorde. Al tratarse de un anteproyecto, se toma la decisión de finalizar el tramo de estudio antes de dicho canal.

Enrique Urien



Figura N°42. Travesía urbana – Enrique Urien, Chaco (Fuente: Google Earth,2024).

Villa Ángela

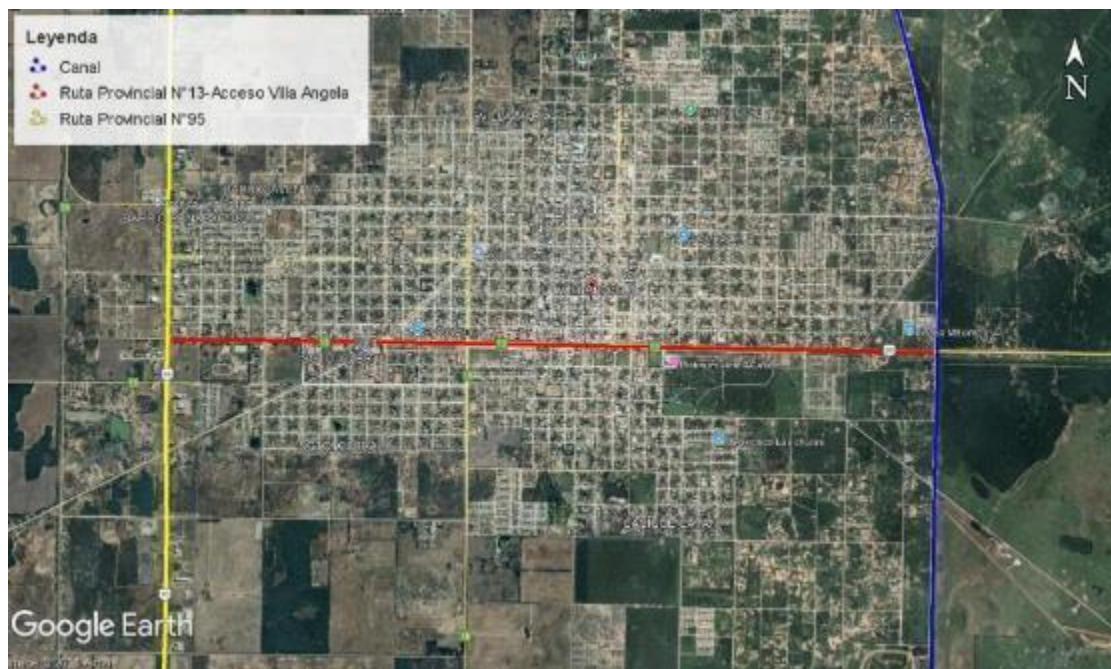


Figura N°43. Travesía urbana - Villa Ángela, Chaco (Fuente: Google Earth,2024).

Para Enrique Urien, se busca una solución que permita mantener la traza existente; de tal manera que se emplea la construcción de bicisenda a un lado de la ruta, dado que permitirá jerarquizar el tránsito y al mantener la traza existente; de este modo ayudaremos a la pequeña localidad (<1000 habitantes) a ser visitada por los vehículos que transiten dicha ruta, hecho que se vería truncado si desplazamos la traza del pueblo.

7.2 Bicisenda

Una bicisenda es una infraestructura exclusiva y especializada para ciclistas, que a diferencia de la ciclovía se implanta sobre veredas, parques, plazas y en relación a vías peatonales separadas de la calzada.

7.2.1 Objetivo general

Establecer la bicicleta como modo de transporte urbano, brindando una alternativa de transporte económica, segura y saludable, que permita reducir la contaminación que producen los vehículos motorizados y disminuir la siniestralidad en crecimiento por el uso de



motocicletas.

Beneficios

- Crear una zona de esparcimiento para la localidad.
- Conectar a los ciudadanos con su localidad.
- Mejorar la seguridad vial y ciudadana.

7.2.2 Emplazamiento

Desde acceso a Enrique Urien en progresiva 9+680 hasta la progresiva 10+600, siendo la longitud del tramo 950 m (Ver Plano N°3 - lámina 1).

7.2.3 Diseño

La biciesenda será de losa de hormigón alisado.

7.2.3.1 Ancho

Según el capítulo 8 de las Normas de diseño geométrico de la DNV, el ancho recomendado para una senda ciclista de dos sentidos de circulación toda pavimentada es de 3 m. Sin embargo, en algunos casos se puede adoptar un ancho mínimo de 2,4 m si se cumplen las siguientes condiciones:

- Si se prevé un tránsito bajo (localidad con menos de 1.000 habitantes);
- Salvo ocasionalmente, no se prevé uso peatonal de la senda, ya que se tiene una vereda;
- Habrá buenos alineamientos horizontal y vertical que proveerán seguras y frecuentes oportunidades de adelantamiento;
- La senda no estará sometida a las condiciones de carga de los vehículos de mantenimiento que podrían dañar los bordes del pavimento;

Al no cumplirse todas las condiciones, ya que el uso de la senda también será de peatones, el ancho adoptado será de 3 m (Ver Plano 5 - lámina 2).

7.2.3.2 Separadores físicos

Luego de la banquina de tierra de 3 m ancho, irá el separador elegido Flex Beam, para



asegurar la protección de los ciclistas del tránsito que circula por la ruta provincial.

Los Flex Beam serán colocados por tramos, dejando libre las intersecciones para que los habitantes de la localidad de Enrique Urien puedan circular del lado norte hacia el sur o viceversa.

7.2.3.3 Señalamiento Horizontal

- **Eje divisorio**

El eje divisorio de los sentidos de circulación de la bicisenda, es demarcado con pintura amarilla termoplástica reflectiva; también se pinta una línea discontinua de 10 cm de espesor en el medio de la bicisenda, dividiéndola en dos sectores de iguales dimensiones. Asimismo, al inicio como al final de una intersección se traza una línea continua de 15 m de longitud, que indica la prohibición de sobrepaso; y se realiza el eje de trazo discontinuo donde indica la permisión de sobrepaso, cuya secuencia es 1 m lleno y 1 vacío.

- **Línea de detención blanca**

Es una línea que se utiliza antes de una intersección o cruce, con el objetivo que el ciclista se detenga; la misma coincide con el inicio de la bicisenda y es perpendicular al eje divisorio, se encuentra en ambos sentidos de circulación. Se realiza con pintura blanca cuyas dimensiones son 0,50 x 0,70 m.

- **Senda peatonal en bicisenda**

Se coloca cuando existe un cruce peatonal sobre bicisenda, como por ejemplo en espacio para realizar actividad física. Las sendas serán de 2 m de ancho.

- **Cruce Verde**

Es una franja de pintura verde de 1,60 m de ancho en bicisenda de doble sentido de circulación. Se emplea en bocacalles para indicar a los vehículos que hay un cruce de ciclistas; además se realiza una línea de borde blanca interrumpida de 0,30 x 0,50m, separada 0,20 m del cruce verde en ambos lados (Fig. N°44, 45 y Plano N°3 - lámina 2).



Figura N°44. Cruce verde (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y bisisendas, Secretaría de Planificación del transporte).

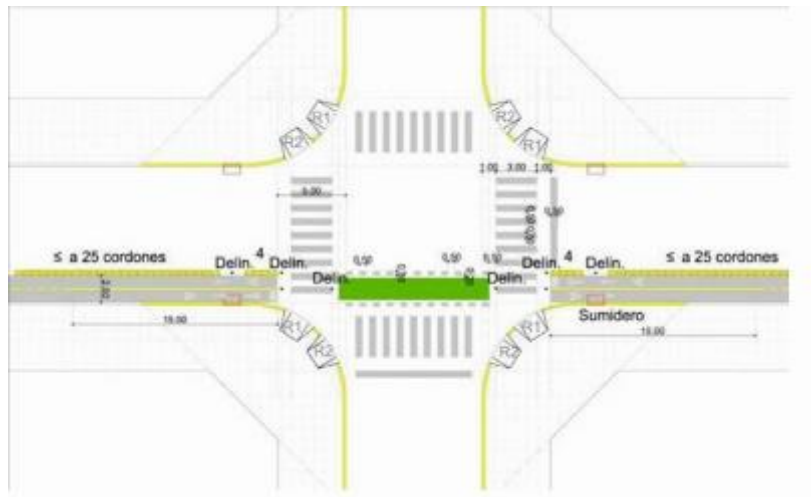


Figura N°45. Ejemplo de intersección (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y bisisendas, Secretaría de Planificación del transporte).

- **Mire**

Para advertir al peatón la presencia del cruce con la bisisenda, se incorporó entre fajas de senda peatonal la palabra “MIRE”, para que el peatón observe a ambos lados antes de cruzar (Fig. N° 46).



Figura N°46. Ejemplo de señalamiento horizontal (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y bisisendas, Secretaría de Planificación del transporte).

7.2.3.4 Señales preformadas

Son imágenes que se aplican en caliente, que son reflectivas; la cual se coloca cada 50 m aproximadamente, indicando sentido de circulación y carril exclusivo de ciclistas.

Al llegar a la intersección se aplica un conjunto de señales bicicleta, flecha y ceda el paso.

Tipo de imágenes preformadas empleadas:

- **Bicicleta:** 0,60m x 0,90m de color blanco. Indica carril exclusivo de bicicletas.
- **Ceda el paso:** 0,50m x 1,20m de color blanco. Indica que el ciclista debe ceder el paso al peatón.
- **Flecha:** 0,30m x 1,20m de color blanco. Indica el sentido de circulación (Fig. N°.47).



Figura N°47. Señales preformadas (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y bisisendas, Secretaría de Planificación del transporte).

7.2.3.5 Señales verticales

- Límite de velocidad

De acuerdo al capítulo 8 del diseño geométrico de la DNV, podemos considerar que la velocidad sobre la ruta se puede mantener a 80 km/h ya que la bicienda se encuentra retirada 3 metros de la misma y siendo que según fig. N° 48 es necesario 1m de separación.

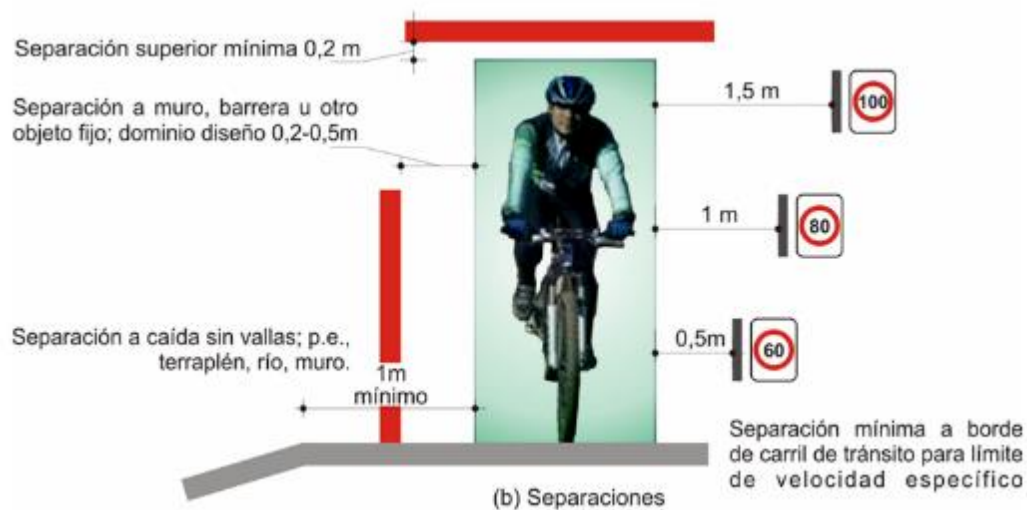


Figura N°48. Ejemplo de Envolvente y separaciones de la bicicleta (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y biciendas, Secretaría de Planificación del transporte).

- Pare

Antes del cruce verde, se colocará una señal de Pare para indicar al vehículo que debe detenerse.(Fig. 49). Se colocará cartel de pared en la intersección con la ciclovía y la ruta.



Figura N°49. Cartelería (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y biciendas, Secretaría de Planificación del transporte).

- Advertencia cruce de ciclistas

Se ubica en la calle transversal a la que posee bisisenda entre 20 a 30 m antes de la intersección. Indica al vehículo que hay un cruce de ciclistas y especifica el doble sentido de circulación (Fig. 50).



Figura N°50. Cartelería (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y bisisendas, Secretaría de Planificación del transporte).

- Convivencia con demarcación

La señal se coloca del lado que está ubicada la bisisenda, en el inicio de cuadra y mitad de la misma (en ambos sentidos de circulación); la misma indica que es una senda de circulación para bicicletas y peatones. La imagen del niño deberá ubicarse del lado opuesto al de la bicicleta, quedando la imagen del adulto en medio protegiendo al menor (Fig. 51).

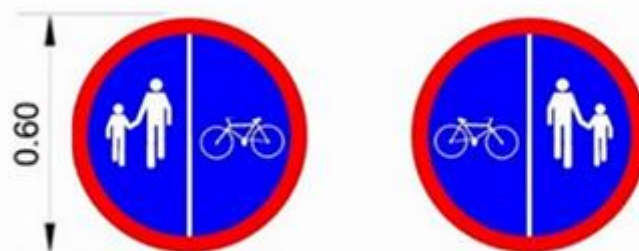


Figura N°51. Cartelería (Fuente: Anexo V, lineamientos generales ciclovías y bisisendas, Secretaría de Planificación del transporte).

Puede observarse en plano 3 lámina 1 (Planimetría de relevamiento bisisenda), empleo de señales horizontales, performadas y verticales.



7.2.3.6 Iluminación

La iluminación de fuente fija reduce los conflictos a lo largo de las sendas y en las intersecciones; además de permitirle al ciclista ver la dirección de la senda ciclista, las condiciones de la superficie y los obstáculos.

La iluminación adopta niveles medios de iluminación 0,6 metros candela (22 lux).

La distancia entre luminaria es de 10 a 15m y la altura de las luminarias recomendada es de 2,5 a 3 metros sobre el nivel de bisisenda, que permite una iluminación eficiente sin causar deslumbramiento.

7.2.3.7 Educación y Concientización:

Implementar campañas locales para educar a los habitantes sobre el uso correcto de la ciclovía y las normas de seguridad vial, fomentando la convivencia entre peatones, ciclistas y conductores.



8 DISEÑO GEOMÉTRICO

Como establece el capítulo 3 de las normas de Diseño Geométrico de la DNV, el diseño geométrico comprende el diseño de todas las características visibles de un camino. La geometría es una herramienta más que permitirá la ubicación espacial de cada uno de los puntos de esas imágenes o representaciones gráficas del futuro camino.

8.1 Factores del diseño geométrico

El diseño de las características visibles de un camino está influido por:

- Factores humanos;
- Topografía;
- Velocidad;
- Tránsito;
- Vehículo de diseño;
- Factores ambientales;
- Funciones de los caminos;
- Administración de accesos.

Si bien todos estos factores influyen en la elección del trazado, la topografía del terreno junto al tránsito son las que determinan la categoría del proyecto.

Cuando el tránsito es reducido, el diseño vial estará influido por la topografía.

8.1.1 Topografía

El tramo de estudio se encuentra en zona llana, las pendientes reducidas no influyen en demasía en el trazado o en el costo de un camino.

En terreno llano el eje del camino cruza entre 0 a 10 líneas de nivel de terreno de 5 metros de equidistancia, por kilómetro.

Los alineamientos horizontales y verticales son casi sin restricciones. Con escasa frecuencia es necesario adoptar valores mínimos o de alineamiento; en la que, en su mayor parte, los caminos seguirán las líneas de nivel del terreno, por ende, los cálculos de corte y



terraplén serán pequeños, lo que contribuye a reducir los costos de construcción.

8.1.2 Tránsito

Los volúmenes, composición, distribución, crecimiento y velocidad del tránsito, conjuntamente con la topografía determinan la categoría del proyecto y variables del diseño geométrico tales como: radios y peraltes de curvas horizontales, parámetros de curvas verticales, etcétera.

8.1.2.1 Volumen del tránsito

El volumen del tránsito se define como el número de vehículo que pasa por un tramo dado de un carril o de una calzada durante un periodo de tiempo de una hora o más; el mismo puede expresarse en términos diario, anual, o sobre una base horaria.

El tránsito medio diario anual TMDA de diseño del tramo de estudio 921 v/día.

8.1.2.2 Niveles de servicio

Este término refleja las infinitas combinaciones diferentes de condiciones de operación que pueden ocurrir en un carril o en una calzada, cuando sirven a volúmenes diversos.

De acuerdo a Planilla N°1 de las Normas de diseño geométrico de carreteras, que se encuentra en el anexo el tramo de estudio es categoría III de camino, el tramo de estudio comprende un camino rural de 2 trochas indivisas, zona de llanura, velocidad directriz de 110 km/h.

8.1.3 Vehículo de diseño

La elección del vehículo de diseño es el WB-15 de AASHTO; ya que representa una configuración de carga común en el tránsito pesado, con un peso total de 15 toneladas y longitud de 16,8 m, el mismo simula el efecto de camiones y vehículos comerciales (Ver Tabla N° 35).



Tabla N°35. Dimensiones de los vehículos representativos (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

Vehículo representativo	Dimensiones de los vehículos (m)		
	Altura	Ancho	Longitud
Vehículo de pasajeros (P)	1,3	2,1	5,8
Ómnibus interurbano (BUS-14)	3,7	2,6	13,7
Ómnibus urbano (CITY-BUS)	3,2	2,6	12,2
Camión unidad simple (SU)	4,1	2,4	9,2
Camión semirremolque (WB-12)	4,1	2,4	13,9
Camión semirremolque (WB-15)*	4,1	2,6	16,8
Camión semirremolque (WB-19)	4,1	2,6	20,9
Casa rodante (MH)	3,7	2,4	9,2
Coche y remolque caravana (P/T)	3,1	2,4	14,8
Coche y remolque bote (P/B)	-	2,4	12,8

8.2 Alineamientos

Una vez establecidos los criterios de diseño geométrico, se busca una combinación adecuada de alineamientos rectos y curvos que se adapten tanto a la planimetría como a la altimetría del terreno (ver Plano 2 – Lámina 1 a 11).

Para el desarrollo del proyecto vial, se adopta una línea de referencia que define el eje de la futura calzada. Este eje sirve como base para la disposición de los demás elementos geométricos, tales como banquetas, taludes, obras de arte, cunetas, entre otros.

8.2.1 Diseño de alineamiento horizontal

Durante el tramo de estudio, se presentan 2 curvas horizontales cercanas a Enrique Urien (Fig. N°52).



Figura N°52. Curvas horizontales - RP N° 13 Sección 4, tramo: Villa Ángela – Enrique Urien, Chaco (Fuente: Google Earth).

Solo analizaremos la curva vertical que esta resaltada con el circulo amarillo.

8.2.2 Peralte

Es el valor de la inclinación lateral dado a la calzada en curvas horizontales para contrarrestar parte o toda fuerza centrífuga desarrollada en el plano de la calzada.

- Peralte máximo: 8%
- Peralte adoptado: 5%

Las limitaciones de orden práctico impuestas al aumento del peralte impidiendo compensar totalmente la fuerza centrífuga en las curvas cerradas. Por ello se recurre a la fricción transversal para que, sumada al efecto del peralte, impidan el deslizamiento lateral del vehículo hacia el exterior.

8.2.3 Radio mínimo absoluto

Para la velocidad directriz y peralte máximo adoptados según volumen de tránsito y topografía, es el radio correspondiente a la condición límite de seguridad contra el



deslizamiento lateral: fricción transversal húmeda máxima.

$$R_{minAbs} = \frac{V^2}{127(em_{\max} + f_{m\max})}$$

Donde:

V = velocidad directriz (km/h);

em_{max}: peralte máximo (%);

f_{mmax}: coeficiente de fricción lateral húmedo máximo;

em_{max} + f_{mmax} = α_{max}: coeficiente centrífugo máximo.

En esta condición de radio mínimo absoluto, ningún conductor se sentirá cómodo o seguro al viajar a la velocidad directriz. De manera que se reserva para casos excepcionales.

8.2.4 Radio mínimo deseable

Para la velocidad directriz y peralte máximo dados, es el valor del radio calculado con la velocidad media de marcha en flujo libre correspondiente a la velocidad directriz, para el cual el coeficiente de fricción transversal húmedo es nulo.

$$R_{minAbs} = \frac{VMM^2}{127(em_{\max} + 0)}$$

Donde:

VMM= Velocidad media de marcha en flujo libre correspondiente a la velocidad directriz (km/h);

Em_{max}: Peralte máximo (%).

8.2.5 Radio máximo

Es necesario evitar longitudes excesivas de curvas horizontales. Se adopta para caminos de velocidades altas como radio máximo el que resulta en un desarrollo máximo del orden de los 3.500 m.

Datos:

Ángulo (en grados) 147°



Velocidad directriz 110 km/h

Peralte máximo 8%

Cálculo:

Coeficiente de fricción lateral húmedo máximo ($f_{\text{máx}}$).

Según las normas de diseño geométrico adopta para el proyecto la siguiente relación empírica para el cálculo (Tabla N° 36).

Tabla N°36. Coeficiente de fricción transversal máxima (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

$$\begin{array}{ll} \text{Para } V \leq 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} & ; \quad f_{\text{máx}} = 0,188 - \frac{3V}{5000} \\ \text{Para } V > 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} & ; \quad f_{\text{máx}} = 0,24 - \frac{V}{800} \end{array}$$

$$f_{\text{máx}} = 0,24 - \frac{110}{800} = 0,103$$

8.2.6 Radio mínimo absoluto

$$R_{\text{mínAbs}} = \frac{110^2}{127(0,08 + 0,103)} = 478,8m$$

8.2.7 Radio mínimo deseable

$$R_{\text{mínDes}} = \frac{91^2}{127(0,08 + 0)} = 815m$$

La velocidad media de marcha según la norma de diseño geométrico se puede calcular según tabla N°37.



Tabla N°37. Velocidad media de marcha (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

Para $V \leq 40 \text{ km/h}$

$$VMM = V$$

Para $V > 40 \text{ km/h}$

$$VMM = 1,782V^{0,83758}$$

$$VMM = 1,782 * 110^{0,83758} = 91 \text{ km/h}$$

8.2.8 Criterio para adopción del radio de la curva horizontal

- a) Adoptar peraltes inferiores al peralte máximo $5\% < p_{\text{máx}} = 8\%$
- b) Adoptar fricción lateral $f = k * f_{\text{máx}}$

Se recomienda adoptar valores de $k \leq 0.5$

- c) Adoptar V según los criterios:

Igual a velocidad directriz $V = V_d$

Igual a la velocidad media de marcha $V = VMM$ con $f = 0$

Para el cálculo, se adoptan valores de p , k y V .

$$p = 5\%$$

$$k = 0,5$$

$$V = 100 \text{ km/h}$$

$$f = 0,5 * 0,103 = 0,052$$

Coeficiente centrífugo

$$a = k * f_{\text{máx}} + p$$

$$a = 0,052 + 0,05 = 0,102$$

$$R_c = \frac{V^2}{127 * (a)} = \frac{100^2}{127 * 0,102} = 771,96m$$

Se adopta radio de 800m.

8.2.9 Clotoide

Es una curva de transición tal que al recorrerla a velocidad constante origina una variación



lineal de la aceleración centrífuga en función del tiempo y un giro del volante a velocidad angular constante, es decir la curvatura varía linealmente en función de la longitud.

La distancia mínima entre las dos curvas a enlazar se denomina “retranqueo p”. Las curvas circulares no deben ser concéntricas, ni secantes, ni tangentes, deben ser exteriores de transición.

8.2.9.1 Transición: valores p y k

Al aplicar la espiral, para darle espacio entre la recta y la curva circular, esta tiene que desplazarse hacia su centro.

$$p = \frac{l^2}{24R}$$

Le=L: longitud de transición

$$k = \frac{L}{2}$$

8.2.9.2 Longitud mínima y máxima

8.2.9.2.1 Longitud mínima

Se adopta el mayor valor entre:

Criterio de comodidad:

$$L_{emin} = \frac{V^3}{28R} = \frac{100^3}{28 * 800m} = 44,64m$$

Donde:

V=velocidad directriz (km/h);

R=radio de la curva(m);

a= variación de la aceleración centrífuga; alrededor de 0,6 m/s²

Criterio de apariencia general:

La transición debe tener una longitud mínima tal que un vehículo marchando a la velocidad directriz, tarda 2 segundos aproximadamente en recorrerla.

En consecuencia, la longitud mínima será de 30 m.



$$L_{min} = \frac{V}{1,8} = \frac{100}{1,8} = 55,6 \text{ m} \geq 30$$

Criterio de apariencia de borde

Las pendientes relativas de 0,8 a 0,35% en función de la velocidad proveen desarrollos de peraltes con buena apariencia de borde para velocidades entre 20 y 130 km/h.

$$Des = \frac{c * e}{ib} = \frac{3,65 * 5}{0,395} = 46,20 \text{ m}$$

Donde:

Des= longitud de desarrollo del peralte (m);

c= Ancho de carril (m);

e = peralte (%);

ib= pendiente relativa del borde respecto del eje de rotación.

$$ib (\%) = 0,85 - \frac{V}{253} = 0,85 - \frac{100}{253} = 0,395$$

Lemín = Des = 46,20m

8.2.9.2.2 Longitud máxima

Longitud máxima de la clotoide a:

Lemáx = 1,25 Lemín = 1,25 * 46,20 m = 57,75 m

Seguidamente, se analiza el resumen de longitudes en la tabla N°38.

Tabla N°38. Cuadro resumen de longitudes (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

Cuadro Resumen de longitudes (m)		
Longitud mínima - Criterio de	Comodidad	44,64
	General	55,6
	Borde	46,2
Longitud máxima		57,75
Longitud adoptada		56,00

Cálculo de p y k.

$$p = \frac{L^2}{24R} = \frac{56^2}{24 * 800} = 0,16$$



$$k = \frac{L}{2} = \frac{56}{2} = 28$$

8.2.9.3 Distancia visual de detención (DVD) en curvas horizontales

Donde haya obstrucciones visuales sobre el lado interior de las curvas y no puedan removerse. No se aplica ya que no tenemos obstrucciones visuales del lado interno de la curva.

8.2.10 Alineamiento altimétrico

8.2.10.1 Rasante

Es la línea que representa en un plano las cotas, elevaciones o niveles de los puntos de la línea de referencia de la calzada. Generalmente esta línea de referencia es el eje de la calzada o eje geométrico.

Se pueden distinguir dos características principales en el trazado de la rasante:

La forma: combinación de pendientes y curvaturas, depende básicamente de la ponderación de los factores técnicos y funcionales, de seguridad y estéticos.

La posición: es la altura respecto del perfil natural del terreno, depende de factores técnicos, económicos y constructivos. La rasante puede ir cambiando dependiendo de los movimientos de suelos a realizar y cómo afecta económicamente al proyecto.

La rasante se construirá en terraplén a lo largo de toda la sección.

8.2.10.2 Criterios para trazado de la rasante

- La cota de la rasante debe estar como mínimo 0,50 m por encima del TN.
- El escurrimiento longitudinal que define las cotas de fondo de cuneta y cotas de fondo de alcantarillas. La diferencia de altura entre el fondo de cuneta y la cota de la rasante debe ser como mínimo de 1,20 m.
- La cota máxima crecida y/o embalse que deberá quedar por debajo de la capa inferior del paquete estructural con el fin de preservar que la estructura del pavimento quede fuera del alcance de las aguas. Altura mínima de rasante con respecto a cursos de



aguas permanentes 2 m con respecto a la cota de máxima creciente.

- La cota de la rasante debe estar como mínimo a 1,80 m por encima de la napa freática.
- Los fondos de cuneta pueden acompañar la pendiente de la rasante en la medida que no superen la pendiente máxima admisible que varía entre 1,5% y 2,5% según el tipo de suelo, es decir si se trata de un suelo muy erosionable o no. La solera de la cuneta debe tener un ancho mínimo de 2,50 m para permitir el ingreso de equipo de mantenimiento.

8.2.10.3 Pendientes

Un camino es simplemente un plano inclinado, la inclinación del mismo es un factor que influye sobre costos, operación, seguridad y estética. Tiene mayor incidencia sobre la velocidad de los camiones que sobre los vehículos livianos.

8.2.10.3.1 Pendiente máxima. Longitud crítica

El uso de pendientes máximas deseables contribuye a establecer velocidades de operación uniformes en el nivel superior de los caminos con mayor variación de velocidad en los caminos de diseño inferior.

8.2.10.3.2 Pendientes mínimas - Caminos Rurales

El bombeo del 2% es el estándar para los caminos pavimentados. El drenaje urbano se genera por la composición vectorial del bombeo y pendiente longitudinal (Tabla N° 39).

Tabla N°39. Pendientes mínimas (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

Tipo de camino	Pendientes mínimas	
	Deseable %	Absoluta %
Caminos rurales Cunetas	Pendiente longitudinal para cunetas 0,5 0,2	
Caminos urbanos (con cordón cuneta) Superficie de camino	Pendiente longitudinal de superficie de calzada 0,5 0,4	

8.2.10.4 Curvas verticales

Entre dos pendientes de la rasante se intercalan curvas verticales que suavizan el quiebre

mediante el cambio gradual de la pendiente.

Por simplicidad de cálculo, en la práctica vial es generalizado el uso de la parábola cuadrática, la cual se aproxima bastante a la curva circular de rangos usuales.

Al estar emplazada la obra en terreno llano y no contar desniveles pronunciados, no es necesario aplicar curvas verticales.

8.3 Sección transversal

La sección transversal de un camino es su intersección con un plano vertical perpendicular a la proyección horizontal del eje (Fig. N°53 y Plano N°5 - Lámina N°1). Elementos de la sección transversal:

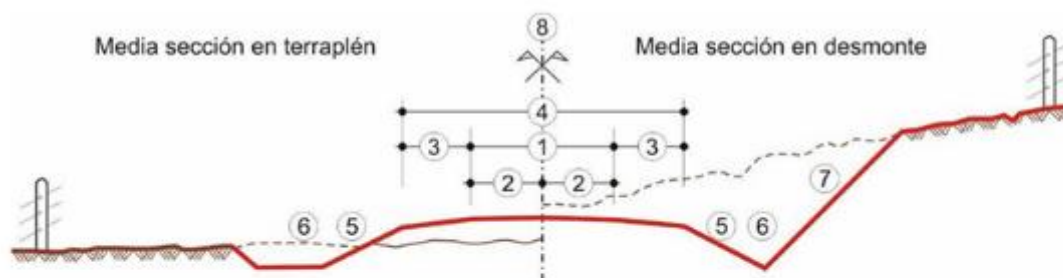


Figura 3.35 Sección transversal de un camino de dos carriles indivisos

- | | |
|--------------------|----------------------|
| • (1) Calzada | • (5) Talud |
| • (2) Carril | • (6) Cuneta |
| • (3) Banquina | • (7) Contratalud |
| • (4) Coronamiento | • (8) Zona de Camino |

Figura N°53. Perfil transversal ilustrativo (Fuente: Diseño Geométrico de la DNV).

8.3.1.1 Calzada

Como tenemos velocidad 100 km/h se adopta dos carriles de ancho 3,65m (Tabla N° 40).

Tabla N°40. Anchos de calzadas (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

Se definen dos anchos de carril:

- para $V \geq 80$ km/h (alta velocidad) se adopta 3,65 m
- para $V < 80$ km/h (baja velocidad) se adopta 3,35 m



8.3.1.1.1 Forma del perfil de la calzada

Cuyo fin es evacuar rápidamente el agua de lluvia que cae en la calzada, además se busca facilitar la conservación y limpieza a través de perfiles inclinados.

En los caminos de calzadas indivisas en zonas rurales normalmente se adopta el perfil en diedro es decir a dos aguas, con pendiente transversal uniforme en cada semiancho y una arista en la parte central que es conveniente redondear con un arco de curva para suavizar maniobras de adelantamiento (Tabla N° 41).

Tabla N°41. Pendientes transversales de la calzada (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

Tipo de pavimento	Pendientes transversales (%)
Hormigón	2
Concreto asfáltico	2
Carpeta bituminosa y macadam a penetración	2,5
Tratamientos bituminosos tipos doble y simple	3
Tratamiento bituminoso tipo simple	3

8.3.1.2 Banquinas

Son áreas ubicadas inmediatamente adyacentes a la calzada, constituyen elementos críticos de la sección transversal del camino.

Se adopta ancho según tabla de la DNV (Tabla N° 42), aunque es deseable una banquina de 3 m a cada lado en todos los caminos.



Tabla N°42. Anchos parciales y totales de banquetas externas (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).

Tipos	Categoría	V km/h	Banquina		
			C/Pav m	S/Pav m	Total m
CARRETERA	II	120	1	2	3
		100	1	2	3
		70	1	1	2
		50	0,5	1,5	2
		110	0,5	2,5	3
COMÚN	III	90	0,5	2,5	3
		60	0,5	1,5	2
		40	0,5	1	1,5
BAJO VOLUMEN	IV	100	-	3	3
		70	-	3,3	3,3
		50	-	2	2
		30	-	1,5	1,5
	V	90	-	2	2
		50	-	2	2
		30	-	1,5	1,5
		25	-	0,5	0,5

Pendiente usual en banquina 4%.

8.3.1.3 Taludes

Para determinar las pendientes en los taludes de los terraplenes se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- Seguridad técnica y psicológica.
- Estabilidad.
- Facilidad para su mantenimiento.
- Estética y economía.

Los vehículos que se desplacen en taludes de pendientes 1:4 o menor tienen muy pocas probabilidades de volcar dado que proporcionan un alto grado de seguridad técnica.

Para dar una seguridad psicológica es conveniente recurrir a la pendiente de taludes, de por ejemplo 1:6.

El tipo de suelo que forman en terraplén también influye en la pendiente del talud.

Suelos consistentes no deben ser pendientes más empinadas de 1:1,5.

Suelos arcillosos no conviene adoptar pendientes mayores a 1:2.

Tabla N°43. Clasificación de las condiciones de seguridad de taludes (Fuente: Diseño geométrico de la DNV).



Taludes	Clasificación
1:2 (50%)	Peligrosas
1:3 (33%)	Marginales
1:4 (25%)	Buenas
1:6 (17%)	Mejores
1:10 (10%)	Preferidas

Adoptamos, según tabla N°43, taludes de 1:4 y en algunos casos 1:2, aunque sea de clasificación peligrosa, por el tipo de suelo.

8.3.1.4 Cunetas

Son necesarias para el drenaje del camino; y su función es conectar y conducir el agua superficial a lo largo del camino hasta drenar sobre cauces naturales u obras de arte.

Relación deseable entre talud y contratalud de cuneta se observa en el sector sombreado (Fig. N° 54).

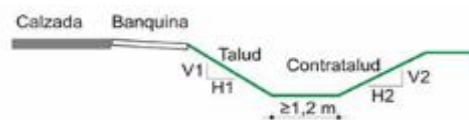
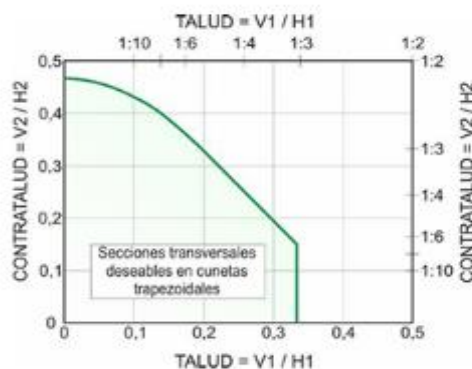


Figura 3.44 Sección transversal recomendada en cunetas de cambio gradual de pendientes (redondeadas y trapezoidales)

Figura N°54. Sección transversal recomendada de cunetas (Fuente: Diseño Geométrico de la DNV).

Adoptamos pendientes 1:2, estará por fuera del área sombreada, no son recomendables, pero se pueden aceptar porque se trata de un proyecto de caminos de bajo volumen y zona de camino reducido.



9 SEGURIDAD VIAL

9.1 Señalamiento vial

En este capítulo se tiene como objetivo detallar las señales horizontales y verticales que se instalarán a lo largo del proyecto de pavimentación, con el fin de garantizar la seguridad vial durante la ejecución de las obras y en el uso de la vía una vez terminada la pavimentación. La correcta implementación de estas señales es crucial para prevenir accidentes, regular el tránsito y brindar información clara y oportuna a los conductores y peatones.

El tramo de la Ruta 13 presenta características que exigen especial atención en la colocación de señalización, como curvas pronunciadas, cruces importantes y zonas con actividades económicas significativas en las localidades de Samuhú y Villa Ángela. Además, al tratarse de una región con tránsito constante de vehículos ligeros y pesados, la colocación de señales efectivas asegura que las obras no interfieran de forma peligrosa con la circulación y que los usuarios tengan información adecuada para desplazarse de forma segura.

Este trabajo se realiza en cumplimiento del **Manual de Señalización de Vialidad Nacional**, garantizando que los elementos instalados cumplan con los estándares requeridos de diseño, material y ubicación.

9.2 Señalización Vertical

La señalización vertical comprende las señales fijas que se colocan en postes o estructuras, y que regulan, advierten o informan a los conductores.

9.2.1 Tipos de Señales Verticales

9.2.1.1 Señales Preventivas

Estas señales advierten a los conductores sobre condiciones de riesgo o cambios en la vía para que puedan tomar precauciones, la misma generalmente tienen forma de rombo y un fondo amarillo con símbolos negros.

Curvas Moderadas: (Fig. 55)

- **Cantidad:** 4 carteles; en progresivas 11+750, 12+290, 15+840 y 16+460.

- **Dimensiones:** 90 cm de lado.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo reflectante amarillo y símbolos en negro.
- **Distancia de Colocación:** ubicación a 150 metros antes de cada curva.

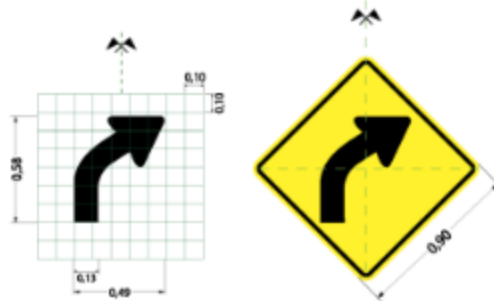


Figura N°55. Curva moderada (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Empalme Lateral: (Fig. 56)

- **Cantidad:** 3 carteles; en progresivas 9+430, 9+550 y 20+300.
- **Dimensiones:** 90 cm de lado.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo reflectante amarillo y símbolos en negro.
- **Distancia de Colocación:** A 100 metros antes del empalme lateral.

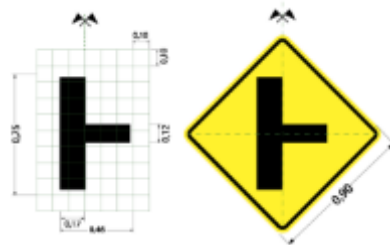


Figura N°56. Encrucijada: empalme lateral (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Cruce: (Fig. 57)

- **Cantidad:** 1 cartel.
- **Dimensiones:** 90 cm de lado.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo reflectante amarillo y símbolos en negro.
- **Distancia de Colocación:** A 200 metros antes del cruce.

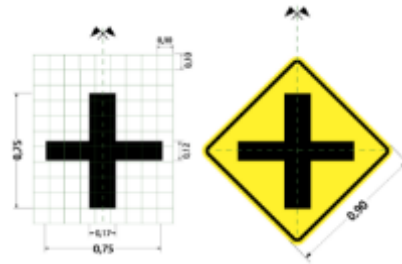


Figura N°57. Encrucijada: cruce (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Animales Suelos: (Fig. 58)

- **Cantidad:** 6 carteles; en progresiva 3+200, 3+840, 18+800, 19+210, 22+490 y 23+250.
- **Dimensiones:** 90 cm de lado.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo amarillo y símbolos en negro.
- **Distancia de Colocación:** En zonas de mayor riesgo identificado.

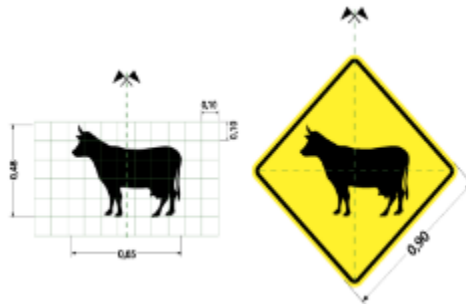


Figura N°58. Animales suelos (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

9.2.1.2 Señales de Reglamentación

Estas señales indican obligaciones, prohibiciones o restricciones que los conductores deben cumplir. Tienen forma rectangular o circular, con fondo blanco y bordes rojos.

Máxima 80:

- **Cantidad:** 6 carteles; en progresivas 0+030, 7+770 (2 carteles), 11+240, 26+440 (2 carteles).
- **Dimensiones:** 60 cm de diámetro (para señales circulares).
- **Materiales:** Aluminio reflectante con símbolos y texto en rojo.

- **Distancia de Colocación:**
- 1 cartel al inicio del tramo (carril derecho).
- 1 cartel al final del tramo (carril izquierdo).
- 4 carteles distribuidos en puntos estratégicos a lo largo del tramo.

Máxima 60: (Fig. 59)

- **Cantidad:** 3 carteles; en progresivas 7+900 ,10+980 y 26+600.
- **Dimensiones:** 60 cm de diámetro.
- **Materiales:** Aluminio reflectante con símbolos y texto en rojo.
- **Distancia de Colocación:** Luego del cartel de inicio de zona urbana.

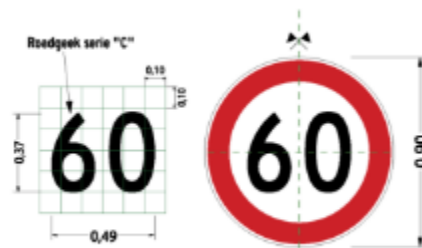


Figura N°59. Límite de velocidad Máximas (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Ceda el Paso: (Fig. 60)

- **Cantidad:** 2 carteles; en progresivas 9+660 y 10+420.
- **Dimensiones:** 90 cm de lado.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo blanco y bordes rojos, reflectante.
- **Distancia de Colocación:** En la intersección de RP N°13 - RP N°17 y al finalizar la zona urbana de Enrique Urien.

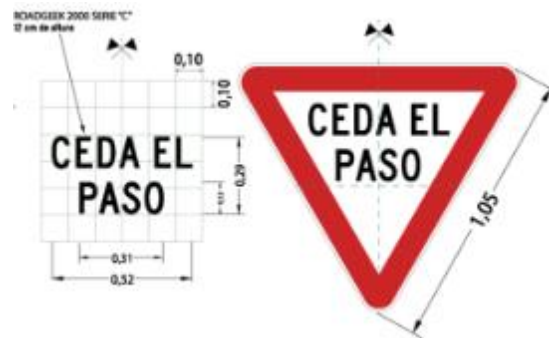


Figura N°60. Ceda el paso (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Pare: (Fig. 61)

- **Cantidad:** 4 carteles; en progresivas 3+480, 9+920, 10+150 y 10+380.
- **Dimensiones:** 90 cm de lado.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo blanco y bordes rojos, reflectante.
- **Distancia de Colocación:** En todas las intersecciones del tramo.

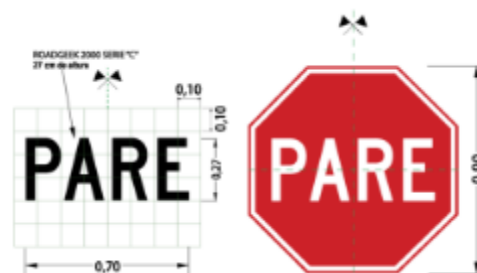


Figura N°61. Pare (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

No Adelantarse:(Fig. 62)

- **Cantidad:** 7 carteles.; en Progresivas 0+360, 0+470, 3+310, 11+840, 12+150, 15+940 y 16+550.
- **Dimensiones:** 60 cm de diámetro.
- **Materiales:** Aluminio reflectante con texto en rojo.
- **Distancia de Colocación:** Distribuidos a lo largo del tramo.

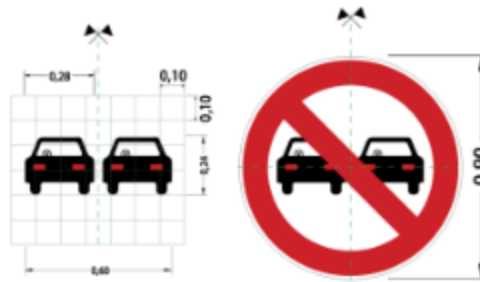


Figura N°62. No adelantar (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Advertencia de Cruce de Ciclistas: (Fig. 63)

- **Cantidad:** 1 cartel.
- **Dimensiones:** 75 cm de lado.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo amarillo y símbolos en negro.
- **Distancia de Colocación:** En la bisienda de Enrique Urien.

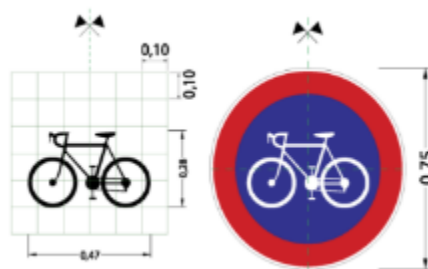


Figura N°63. Circulación Exclusiva para bicicleta (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Paneles de Prevención (Obstáculo Rígido): (Fig. 64)

- **Cantidad:** 196 paneles.
- **Dimensiones:** 40 cm x 20 cm.
- **Materiales:** Acero galvanizado con fondo reflectante amarillo y símbolos en negro.
- **Distancia de Colocación:** En las zonas de alcantarillas a lo largo del tramo.

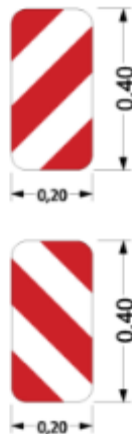


Figura N°64. Paneles de prevención-cabecera de alcantarilla (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

9.2.1.3 Señales Informativas

Estas señales proporcionan información útil sobre destinos, servicios o puntos de interés en la ruta. Son rectangulares y generalmente tienen fondo azul con texto o símbolos blancos.

Cartel de Dos Destinos: (Fig. 65)

- **Cantidad:** 2 carteles; en las progresivas 7+640 y 12+720.
- **Dimensiones:** 90 cm x 60 cm.
- **Materiales:** Aluminio reflectante con texto en blanco.
- **Distancia de Colocación:** En puntos clave del tramo.



Figura N°65. Señales de orientación de distancia (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

Cartel de Un Destino e inicio de zona urbana: (Fig. 66)

- **Cantidad:** 7 carteles; en progresivas 0+130 ,7+960 ,8+090 ,9+220 ,10+900, 26+400 y 26+680
- **Dimensiones:** 90 cm x 60 cm.
- **Materiales:** Aluminio reflectante con texto en blanco.
- **Distancia de Colocación:** Distribuidos estratégicamente en cruces y puntos clave del tramo.



Figura N°66. Identificación de acc. geográfico y jurisdicción (Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV).

8.3 Señales horizontales

El señalamiento horizontal desempeña un papel esencial en la seguridad y organización del tránsito, ya que guía a los conductores, delimita carriles, y regula maniobras como adelantamientos y cruces; además contribuye a una circulación más eficiente y reduce riesgos en zonas críticas.

Existen diversos tipos de líneas de demarcación vial, entre los que se destacan:

Líneas continuas: Prohíben el adelantamiento y delimitan áreas de restricción.

Líneas de trazos: Permiten el adelantamiento y marcan la separación de carriles en condiciones seguras.

Líneas especiales: Incluyen marcas en intersecciones, pasos peatonales, y demarcaciones específicas en zonas urbanas.

9.2.2 Especificaciones generales del señalamiento horizontal

El señalamiento horizontal contempla la aplicación de líneas continuas y de trazos, ubicadas estratégicamente según las condiciones geométricas y de tránsito del tramo:

- **Líneas continuas:**

Se utilizarán en los tramos donde no se permite realizar maniobras de adelantamiento, tales como curvas amplias y secciones rectas con presencia de alcantarillas.

- **Ubicación:**

- **Curvas:** Las curvas amplias en las Prog. 11+180 a 12+140 y Prog. 15+940 a 16+560 demarcadas con líneas continuas (Fig. 67).

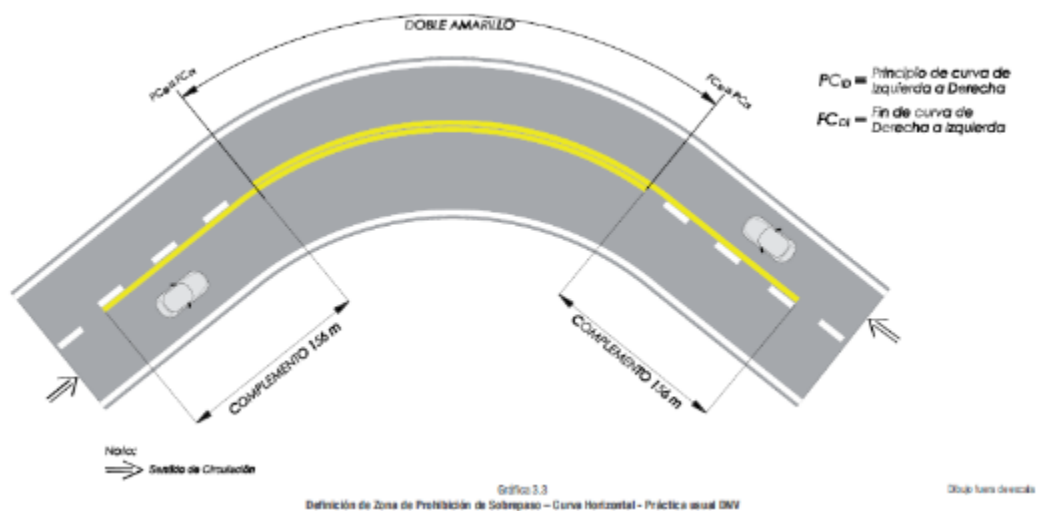
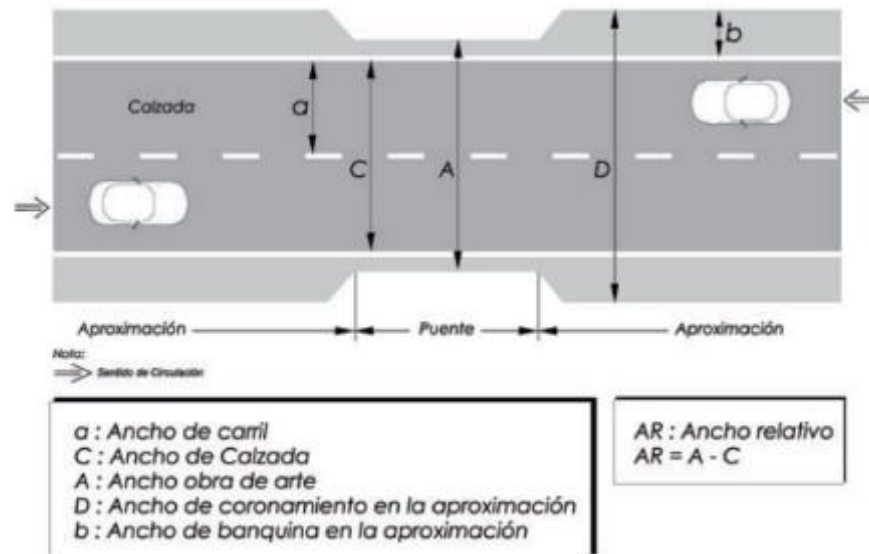


Figura N°67. Zona de prohibición de sobrepaso en curvas horizontales (Fuente: Manual de señalamiento horizontal - DNV).

- **Zonas rectas con alcantarillas:** Todas las secciones rectas donde se ubiquen alcantarillas contarán con líneas continuas (Fig. 68).



Gráfica 3.13
Alcantarilla: definición de Ancho relativo

Figura N°68. Alcantarilla, ancho relativo (Fuente: Manual de señalamiento horizontal - DNV).

- **Dimensiones:**
 - **Ancho:** 15 cm, según la norma para líneas de prohibición de adelantamiento.
 - **Longitud total estimada:**
 - ✓ Curvas: Aproximadamente **3840 metros lineales**.
 - ✓ Rectas con alcantarillas: Aproximadamente **1200 metros lineales** en total, distribuidos en varios puntos del tramo.
- **Material:** Pintura termoplástica reflectante blanca de alta durabilidad, resistente a altas temperaturas y condiciones de humedad.
- **Líneas de trazos**

Se utilizarán en el resto del tramo donde las maniobras de adelantamiento sean permitidas, excepto en la zona urbana de Enrique Urien (Fig. 69).

 - **Ubicación:**
 - Zonas rectas sin alcantarillado ni curvas.

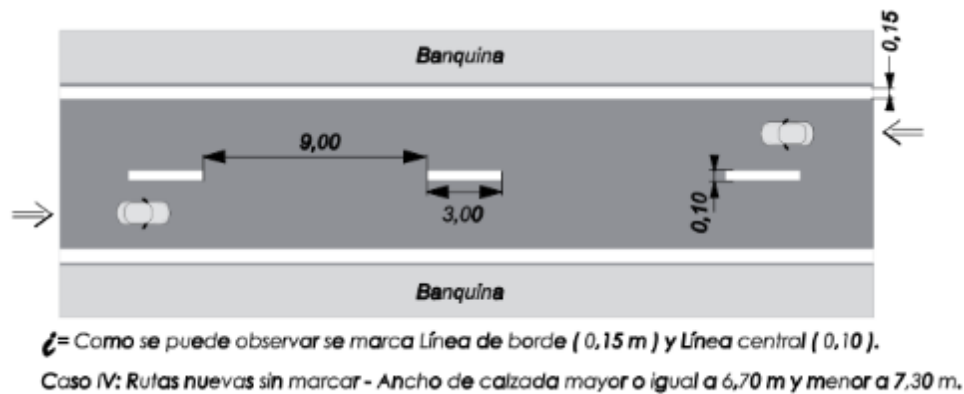


Figura N°69. Líneas horizontales - zona rural (Fuente: Manual de señalamiento horizontal).

- **Dimensiones:**
 - **Ancho:** 10 cm, según la norma para líneas de separación de carril en tramos de doble sentido.
 - **Longitud de los trazos:** 21140 metros.
 - **Intertamaño:** Carretera convencionales (sin demarcación): en trazos discontinuos de 3,00 m de largo, color blanco, alternados con 9,00 m sin pintar (Relación Marca/Módulo de 0,250)
- **Material:** Pintura termoplástica reflectante blanca, con propiedades antidesgaste y visibilidad nocturna.

9.2.3 Zona Urbana de Enrique Urien - Señalamiento horizontal para intersecciones urbanas (Fig. 70 y 71)

9.2.3.1 Líneas de Detención

- **Ubicación:** Frente a los carteles de "Pare" en las intersecciones.
- **Dimensiones:**
 - **Ancho:** 40 cm.
 - **Longitud:** Igual al ancho del carril (generalmente 3,65 m).
- **Material:** Pintura termoplástica reflectante blanca.
- **Función:** Indican el punto exacto donde los vehículos deben detenerse.

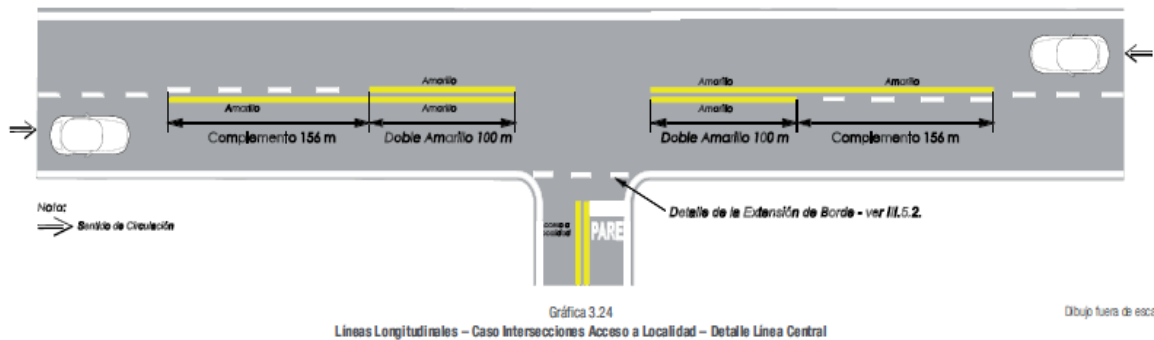


Figura N°70. Intersecciones acceso a localidad (Fuente: Manual de señalamiento horizontal - DNV).

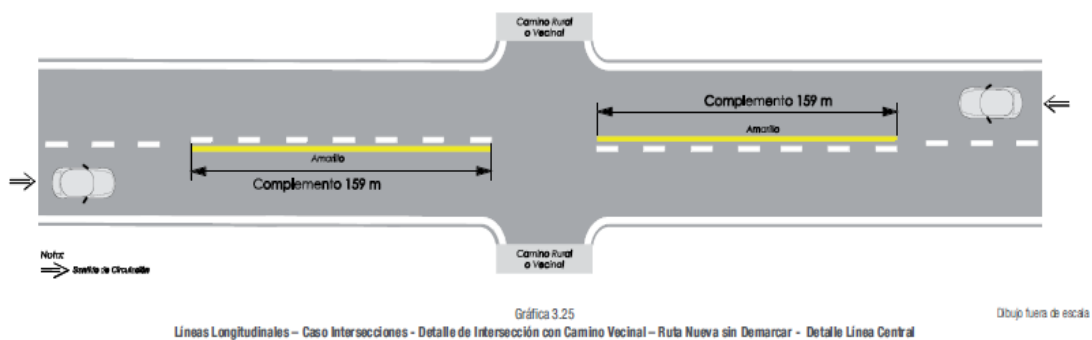


Figura N°71. Intersección con camino vecinal (Fuente: Manual de señalamiento horizontal - DNV).

9.2.3.2 Cruces Peatonales

- **Ubicación:** En todas las intersecciones urbanas, diseñados para conectar las veredas y permitir el paso seguro de los peatones.
- **Dimensiones:**
 - **Ancho de cada línea:** 40 cm.
 - **Espacio entre líneas:** 60 cm.
 - **Longitud total del cruce:** Igual al ancho de la calzada (7,30 m).
- **Material:** Pintura termoplástica reflectante blanca, antideslizante.
- **Función:** Garantizar la visibilidad y prioridad del paso para los peatones.



9.2.3.3 Cruces Ciclistas

- **Ubicación:** Donde la bicienda cruza las intersecciones urbanas.
- **Dimensiones:**
 - **Ancho:** 1,50 m.
 - **Línea delimitadora:** Doble línea blanca de 20 cm cada una, con separación de 10 cm entre ambas.
- **Material:** Pintura termoplástica reflectante blanca y verde para mayor visibilidad.
- **Función:** Señalizar un espacio exclusivo para ciclistas en el cruce.

9.3 Plan de mantenimiento y revisión

El mantenimiento de la señalización se llevará a cabo periódicamente, verificando la visibilidad, el desgaste y la integridad de las señales tanto horizontales como verticales. Se realizará una inspección regular para asegurar que todas las señales estén en condiciones óptimas.

9.4 Iluminación

La iluminación adecuada es un elemento esencial para garantizar la seguridad, funcionalidad y estética de cualquier espacio. El objetivo principal es diseñar e implementar un sistema de iluminación eficiente, sostenible y adaptable a las necesidades específicas de la zona de intervención.

El enfoque se centra en optimizar el consumo energético, mejorar la visibilidad durante las horas nocturnas y resaltar elementos arquitectónicos y paisajísticos, promoviendo al mismo tiempo el bienestar de los usuarios y reduciendo el impacto ambiental.

La propuesta contempla el uso de tecnología de última generación, como luminarias LED y sistemas de control inteligente, que no solo garantizan un alto rendimiento lumínico, sino que también contribuyen a una mayor durabilidad y menor mantenimiento. Asimismo, se ha considerado la normativa vigente en materia de seguridad eléctrica, eficiencia energética y control de la contaminación lumínica.



Se busca no solo cumplir con los estándares técnicos y legales, sino también aportar valor a la comunidad y fomentar un entorno más seguro, agradable y sostenible.

9.4.1 Tipo de estructura-columna

Según pliego de especificaciones técnicas particulares de DNV, se adopta columnas tubulares con costuras de distintos diámetros de acero que respeta una altura libre mínima sobre la calzada de 12 metros y ángulo de inclinación de 10° respecto de la horizontal.

La disposición de las luminarias depende de la altura libre de las columnas (H) y el ancho de calzada a servir.

Para el ancho A se tendrá en cuenta el ancho de calzada principal de 7,30 metros de ancho.

Datos:

H=12 metros

A= 7,30

Según la relación $A/H=0,61<1$, la vía presenta un ancho A inferior a la altura de montaje H de las luminarias; se adopta una disposición UNILATERAL según tabla N° 44.

Tabla N°44. Disposición de columna

(Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/calculos.html#ent>).

Disposición	Relación anchura/altura
Unilateral	≤ 1
Tresbolillo	$1 < A/H \leq 1.5$
Pareada	> 1.5

9.4.2 Tipo de luminaria

Para determinar la separación entre luminarias existen dos métodos:

- Método de los lúmenes o del valor de utilización; el mismo ocupa un valor de utilización que se obtiene de tablas, el cual nos da una aproximación de la distancia entre las luminarias.
- Métodos numéricos: El método de los 9 puntos que se basa en el concepto de los



elementos finitos y por lo tanto, es más preciso el cálculo de la distancia necesaria entre artefactos para proveer iluminación para la vía de comunicación.

Para el anteproyecto, se utiliza el primer método; las características del alumbrado están relacionadas a las características de la vía, siendo las más importantes: la velocidad de circulación y el número de vehículos. Todavía caracterizada con estas dos variables se les asignará una clase de iluminación determinada según la tabla N°45.

Tabla N°45. Clasificación de Calzadas (Fuente: Pliego de especificaciones técnicas particulares para iluminación - DNV).

CLASE	Carácter del tránsito	Descripción	Ejemplos
A*	RÁPIDO V > 100 km/h	Calzadas de manos separadas, dos o mas carriles por mano, libre de cruces a nivel, control de accesos y salidas.	AUTOPISTAS
B*	km/h	Calzadas para tránsito rápido, importante, sin separadores de tránsito.	TRAMOS DE RUTAS NACIONALES, PROVINCIALES.
C**	SEMI-RÁPIDO V ≤ 60 km/h	Calzadas de una o dos direcciones de desplazamiento, con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	AVENIDAS PRINCIPALES VÍAS DE ENLACE SECTORES IMPORTANTES
D**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calzadas con desplazamiento lento y trabado; con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	ARTERIAS COMERCIALES, CENTROS DE COMPRA
E**	MODERADO V ≤ 50 km/h	Acumulan y conducen el tránsito desde un barrio hacia vías de tránsito de orden superior, (clases A, B, C, D).	AVENIDAS SECUNDARIAS, CALLES COLECTORAS DE TRÁNSITO
F**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calles residenciales de una o dos manos; con tránsito exclusivamente local. Presencia de peatones y obstáculos.	CALLES RESIDENCIALES
* Sin presencia de peatones			
** Con presencia de peatones			

El tipo de vía seleccionado es el **B** por tratarse de un tramo de ruta provincial; luego sacamos la iluminación media (Tabla N°46):

Iluminancia Media: 2 cd/m²= 35 lx



Tabla N°46. Iluminación media

(Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/calculos.html#ent>).

Tipo de vía	Iluminancia media (lx)	Luminancia media (cd/m2)
A	35	2
B	35	2
C	30	1.9
D	28	1.7
E	25	1.4

A continuación, elegimos la luminaria, la cual debe respetar las condiciones especificadas en la tabla N°47 obtenida de las especificaciones de la DNV.

Tabla N°47. Valores Límite (Fuente: Pliego de especificaciones técnicas particulares para iluminación - DNV)

Para cada luminaria propuesta	Valores límite
Vida útil de la luminaria y bloques ópticos	≥ 50.000 horas (incluidos óptica, driver y fuente luminosa con el mantenimiento del 70% del flujo inicial)
Sistema de refrigeración de la fuente de luz.	Mediante disipadores
Grado de protección grupo óptico IP	≥ 65
Grado de Protección IK	≥ 0,8
Índice de reproducción cromático	≥ 70
Eficiencia de la Luminaria (lm/w) El cálculo del rendimiento lumínico deberá ser realizado considerando la luminaria completa, tanto para el flujo luminoso como para el consumo (incluyendo todos los componentes: placas, driver, etc.).	≥70
Temperatura de Color del LED utilizado	3800°K ≥ X ≤ 4200°K
Flujo lumínico mínimo	≥17000 lm (a 530 mA)
Relación de flujo hacia el hemisferio superior	≤ 1%
Tensión de alimentación eléctrica	180 ≤ V ≤ 245
Factor de potencia	≥ 0.95
Frecuencia	50-60 Hz
Garantía del producto	≥ 5 años
Montaje de la luminaria	En columna según este PET
Temperatura de funcionamiento	-20° C -80°C
Tecnología fotométrica de la placa LED	Multicapa
LED individual Mínimo	3,3 W
Dimensiones / Peso	Deberán ser acordes a las características constructivas de las columnas descriptas. Serán preferibles las luminarias de menor peso.

Características de la luminaria adoptada (Fig. N°72):

- Luminaria LED para alumbrado público de 250 W.
- Dimensiones: 783x260x83mm.
- Grado de protección: IP65.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Eficiencia lumínica: 140 lm/W.

- Flujo Luminoso: 33.000 lm.
- Factor de potencia: > 0,9
- Fabricada con cuerpo de aluminio inyectado, resistentes y duraderas en cualquier condición climática.



Figura N°72. Luminaria Pública Led vial 250W

(Fuente: <https://www.jeg.com.ar/producto/luminaria-publica-led-vial-250/>).

Utilizar tecnología LED para el alumbrado público representa una ventaja, dado que el consumo de potencia es mínimo a comparación de otras tecnologías, traduciéndose en ahorro económico y energético. Tiene una gran eficacia luminosa y su reducido tamaño, permite incluir en un mismo módulo los elementos necesarios para su funcionamiento, tales como equipos de regulación y protección.

Como el trabajo tiene un fin de anteproyecto, se adoptó una luminaria LED con energía eléctrica, pero se recomienda usar iluminación fotovoltaica solar para prevenir el vandalismo.

9.4.3 Separación entre las luminarias

Para adoptar la separación entre las luminarias, ésta se obtiene a través de distintos factores que representan la exposición de la misma, como el mantenimiento, la utilización el ancho de la vía y el flujo luminoso de la misma.

Factor de mantenimiento (Tabla N°48): El mismo dependerá de las características de la zona, tales como la contaminación, mantenimiento y tráfico.

Tabla N°48. Factor de Mantenimiento

(Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/calculos.html#ent>)

Características de la vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

Se toma un factor de mantenimiento de 0,70, el cual corresponde a una luminaria cerrada, donde las características de la vía son medias.

Factor de utilización (Fig. N°73): Es una medida del rendimiento del conjunto de lámpara-luminaria, que se define como la relación entre el flujo útil, que llega a la calzada y el emitido por la luminaria.

$$\eta = \frac{\theta_{util}}{\theta_L}$$

θ_{util} = flujo útil que llega a calzada.

θ_L = flujo emitido.

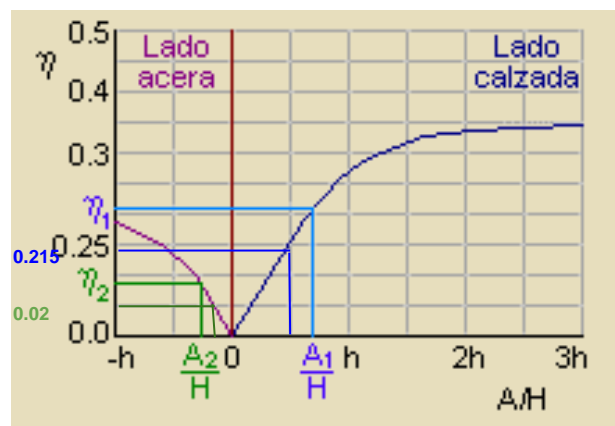


Figura N°73. Factor de utilización η

(Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/calculos.html#ent>)

La altura de las columnas para luminarias en la colectora, será de 12 m según el “Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación” perteneciente a la DNV.

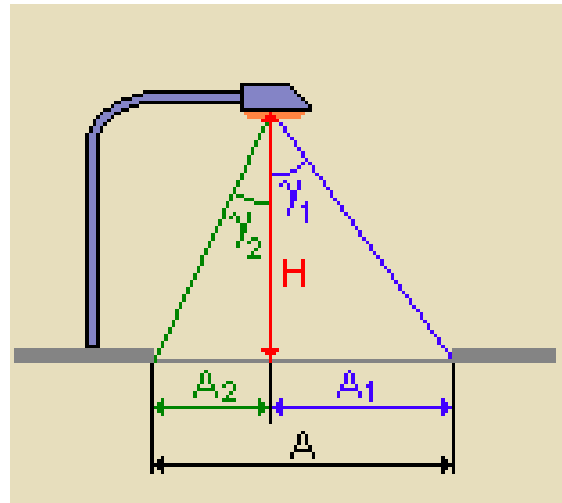


Figura N°74. Ancho de iluminación

(Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/calculos.html#ent>)

$$\frac{A_1}{H} = \frac{6,00 \text{ m}}{12,00 \text{ m}} = 0,50 \text{ m} \quad \rightarrow \text{De gráfico N°74} = \eta_1 = 0,215$$

$$\frac{A_2}{H} = \frac{1,50 \text{ m}}{12,00 \text{ m}} = 0,125 \text{ m} \quad \rightarrow \text{De gráfico N°74} = \eta_2 = 0,02$$

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 = 0,215 + 0,02 = 0,235$$

La fórmula correspondiente al cálculo de la iluminancia media es la siguiente:

$$E_m = \frac{\eta * \varnothing L * fm}{A * D}$$

Dónde:

Em: Iluminancia media que se quiere conseguir sobre la calzada;

η: Factor de utilización de la instalación (Fig. N°73);

fm: Factor de Mantenimiento;

ØL: Flujo luminoso de la lámpara;

A: Ancho a iluminar de la calzada (Fig. N°74);

D: Separación entre luminarias.

A partir de los parámetros adoptados y los coeficientes anteriormente calculados, se despeja D de la fórmula:



$$E_m = \frac{\eta * \phi L * fm}{A * D} \Rightarrow D = \frac{0,235 * 33.000 \text{ lm} * 0,70}{7,30m * 35lx} = 21,25m$$

Finalmente, el resultado adoptado para la separación entre luminarias es de 20 m.

Se recomienda iluminar 100 metros antes y después de cada intersección, por ende, como mínimo debe colocarse cada 100 m 6 columnas.

9.5 Dársena para transporte público y refugio de pasajeros

Las dársenas contribuyen con la seguridad, ya que evitan posibles conflictos entre los vehículos de pasajeros que se detienen en ellas y aquellos que circulan a altas velocidades; de esta manera, se logra separar ambos flujos, permitiendo el descenso y ascenso de pasajeros de forma segura; sin embargo, en la actualidad, los pasajeros que descienden de los vehículos, así como aquellos que esperan, lo hacen al costado del camino, lo cual no brinda seguridad. Esto se debe, por un lado, al paso de vehículos a altas velocidades.

Por ello, la implementación de dársenas y refugios para los usuarios de transporte de larga y media distancia se llevará a cabo en las inmediaciones de las principales intersecciones y accesos a localidades. Esta medida permitirá que los usuarios del transporte puedan permanecer de manera cómoda y segura, mejorando así su experiencia y garantizando su protección

Las dársenas contribuyen con la seguridad, evitando posibles conflictos entre los vehículos de pasajeros que se detienen en la misma y los que, a altas velocidades, siguen su trayecto; de ésta manera se logra separarlos, dando lugar al descenso y ascenso de manera segura a los pasajeros.

Los pasajeros que descienden de los vehículos y los que esperan, lo hacen al costado del camino, lo que no brinda seguridad debido al paso de vehículos a altas velocidades, ni tampoco por cuestiones climáticas (fríos y calores extremos, lluvias, vientos, etcétera).

Las dársenas y refugios para los usuarios de transporte de larga y media distancia serán implementados en inmediaciones a las principales intersecciones y accesos a localidades; lo

que permitirá a los usuarios del transporte permanecer de manera cómoda y segura.

La Norma 2010 de DNV (C8-ESPECIALES) establece que las dársenas y refugios no estén ubicados en la intersección, ni tampoco alejados de la misma, pero recomienda a no más de 50 metros de la intersección más próxima.

Las dimensiones de las dársenas a considerar se tomarán de acuerdo a lo establecido en la Norma de DNV (C8-ESPECIALES).

Para la zona de detención se adopta una longitud de 15 metros, considerando que se aloja un ómnibus de 12 metros y ancho de la dársena 3,6 metros.

Zona de abocinamiento, según Tabla 49 y figura 75. En la práctica común, no se consideran las longitudes de aceleración y desaceleración.

Tabla N°49. Dimensiones de dársenas de ómnibus (Fuente: Pliegos de Especificaciones Técnicas de DNV).

Velocidad Directriz km/h	Velocidad Entrada km/h	Longitud Aceleración m	Longitud Desaceleración m	Longitudes medias de abocinamiento m
50	35	60	45	45
60	45	105	70	50
70	55	200	105	60
80	65	310	45	70



Figura N°75. Trazados típicos de dársenas de ómnibus (Fuente: Pliegos de Especificaciones Técnicas de DNV).

El paquete estructural de la dársena estará conformado de hormigón, según los Pliegos de Especificaciones Técnicas de DNV.

En general, el municipio o la autoridad de tránsito local determinarán la necesidad y ubicación de los refugios de autobús; y la autoridad de tránsito local determinará el diseño de la parada de ómnibus; de modo que el proyectista debe asegurarse de que el refugio no limite la distancia de visión, el flujo de peatones, la accesibilidad o movilidad (Fig. N°76).

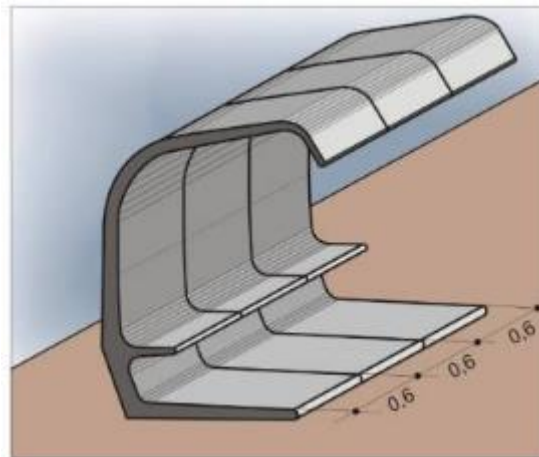


Figura N°76. Detalle de refugio para pasajeros (Fuente: Pliegos de Especificaciones Técnicas de DNV).

Tomando como referencia las intersecciones, son áreas de paradas de ómnibus ya sea de corta o larga distancia, transportes o zonas de espera se decidió colocar uno (1) en ambas direcciones. Así mismo, contaremos con dos (2) zonas de refugios incluidos dársenas de estacionamiento en la localidad de Enrique Urien.

9.6 Sistema de contención lateral

La necesidad de implementar o no sistemas contención deberá estar presente en la etapa de proyecto y tener una visión global, considerando entre otros aspectos los tramos contiguos; en tal sentido se recomienda efectuar la valoración de la zona libre de obstáculos, las opciones que puedan existir y como conclusión las soluciones adoptadas.

Los sistemas de contención deben ser pensados como excepción y no como regla a la solución de problemas. La protección en curvas debe complementarse con el balizamiento correspondiente.



Como regla general se debe evitar invadir la banquina externa, con ancho hasta 3,00m, las excepciones deberán evaluarse y ser aceptadas por la DNV.

La DNV adopta para la evaluación y verificación de los sistemas de contención lateral la Norma UNE-EN 1317, de acuerdo a la Resolución N° 966/17 AG.

El sistema de contención lateral a emplearse en cada caso particular, debe ser definido por el nivel de contención, ancho de trabajo e índice de severidad acorde a las circunstancias.

- **Niveles de Contención:**

A continuación, en la Tabla N°50 se detallan los niveles de contención a utilizar por la DNV juntamente con los ensayos de aceptación asociados; y en la Tabla N°51 se resumen las principales condiciones de los diferentes ensayos de impacto, contemplados en la Norma EN 1317 para los niveles de contención considerados.

Tabla N°50. Niveles de contención y ensayos de aceptación (Fuente: Manual sistema de contención lateral - DNV).

Contención	Nivel de contención	Ensayos de aceptación
Normal	N2	TB32 + TB11
Alta	H1	TB42 + TB11
	H2	TB51 + TB11
	H3	TB61 + TB11
Muy Alta	H4b	TB81 + TB11

Tabla N°51. Condiciones de los ensayos de impacto (Fuente: Manual sistema de contención lateral - DNV)

Ensayo de aceptación	Velocidad de choque [km/h]	Ángulo de choque [°]	Masa del Vehículo [kg]	Tipo de vehículo
TB11	100	20	900	Auto
TB32	110	20	1.500	Camioneta
TB42	70	15	10.000	Camión
TB51	70	20	13.000	Bus
TB61	80	20	16.000	Camión
TB81	65	20	38.000	Camión articulado

- **Ancho de trabajo (Fig. N°77):**

Se define como ancho de trabajo (W) a la distancia entre la cara más cercana del sistema de contención al vehículo antes del impacto, y la posición lateral más alejada que alcanza durante el impacto cualquier parte esencial del conjunto del sistema de contención y el

vehículo (Fig. N°78).



Figura N°77. Esquemas donde se identifican los anchos de trabajo (Fuente: Manual sistema de contención lateral - DNV).

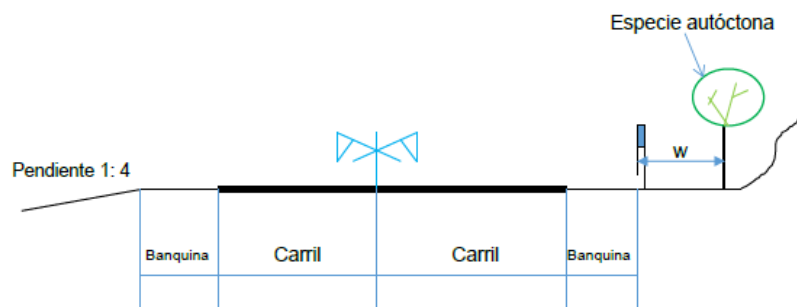


Figura N°78. Ancho de trabajo, en función de la distancia disponible al objeto fijo (Fuente: Manual sistema de contención lateral - DNV).

Tabla N°52. Anchos de trabajo normalizados y rangos de los mismos (Fuente: Manual sistema de contención lateral - DNV).

Clases de anchos de trabajo	Anchos de trabajo (W) [metros]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$0,6 < W \leq 0,8$
W3	$0,8 < W \leq 1,0$
W4	$1,0 < W \leq 1,3$
W5	$1,3 < W \leq 1,7$
W6	$1,7 < W \leq 2,1$
W7	$2,1 < W \leq 2,5$
W8	$2,5 < W \leq 3,5$

Paralelamente, se define como deflexión dinámica (d) al máximo desplazamiento lateral de algún punto del sistema de contención, del lado de la circulación del tránsito. Se utilizará el ancho de trabajo normalizado en tabla N°53, adoptando un ancho $w \geq d$, dado que está del



lado de la seguridad.

No obstante, en el caso de inexistencia de objeto fijos y el sistema de contención que se proyecte colocar tenga como causa que le dé origen la posibilidad de desbarranco o vuelcos (por pendiente del talud), se puede utilizar la deflexión dinámica como parámetro de referencia.

- **Índice de Severidad:**

El índice de severidad busca considerar la incidencia del impacto (del vehículo contra el sistema de contención lateral) sobre los ocupantes del vehículo. En tal sentido utiliza como indicadores la velocidad teórica del impacto de la cabeza (THIV) y el índice de desaceleración de la cabeza tras el choque (ASI).

La Norma EN 13177 define tres niveles de severidad: “El nivel de severidad del impacto A aporta mayor nivel de seguridad a los ocupantes de un vehículo fuera de control que el nivel B, y el nivel B mayor nivel de seguridad que el nivel C”. A continuación, se detallan en la tabla N°53:

Tabla N°53. Índice de severidad (Fuente: Manual sistema de contención lateral - DNV).

Índice de Severidad	Valores de los indicadores	
	ASI	THIV (km/h)
A	$ASI \leq 1,0$	≤ 33
B	$1,0 < ASI \leq 1,4$	≤ 33
C	$1,4 < ASI \leq 1,9$	≤ 33

En aquellos casos en los cuales existan alternativas para el mismo nivel de contención y ancho de trabajo se debe priorizar el que tenga el menor nivel de severidad.

9.6.1 Elección de sistema de contención lateral

Una vez evaluada la necesidad de colocar un sistema de contención y priorizada la necesidad de su implementación, se debe tener en cuenta la selección de:

a. Nivel de contención adecuado a las circunstancias a proteger (en particular diseño geométrico).



b. Características del tránsito.

c. Ancho de trabajo (en función de la distancia necesaria entre el sistema y los objetos fijos existentes).

Habiéndose fijado el nivel de contención y ancho de trabajo se debe considerar simultáneamente el Índice de Severidad; en tal sentido se deberán priorizar los sistemas con mejor Índice de Severidad (preferentemente “A”).

Tipos de sistemas de contención:

Los sistemas de contención lateral se pueden clasificar según el material y forma de fabricación o bien según la deformabilidad.

- Barreras metálicas
 - Barandas (sistemas de contención semi-rígidas): el sistema está conformado en general por barandas, separador (pueden no tener) y postes (Fig. N°79). Las barandas pueden tener pliegues con dos, tres o cuatro ondas o tener una sección cerrada tipo “box beam”; los postes pueden tener diferentes perfiles (un perfil típico es el “C”) y ser metálicos o de madera; mientras que los separadores pueden ser de madera, plástico o metálicos, existiendo diferentes tipos posibles.



Figura N°79. Bionda metálica (Fuente: Elaboración propia)

- Cables (sistemas de contención flexibles): El sistema está constituido por cables montados sobre postes (Fig. N°80). El poste, en general, colapsa con el sistema (no presenta resistencia); no obstante, los extremos deben estar anclados.

Los sistemas flexibles se deforman más que los sistemas semirrígidos, con lo cual, en general requieren mayor ancho de trabajo. Se recomienda analizar las acciones necesarias

para el correcto funcionamiento del sistema en el lado interno de curvas horizontales.

El sistema absorbe parte de la energía del impacto y redirecciona a los vehículos por la deformación de las barandas y los postes.



Figura N°80. Cables (Fuente: Elaboración propia)

➤ Barreras de Hormigón- rígidas (Fig. N°81): son estructuras rígidas con deflexión mínima. La energía es absorbida, en buena medida por el vehículo y sus ocupantes. En lo referente a la colocación de estas barreras se recomienda utilizar las elaboradas "in situ". Las mismas se deben encontrar certificadas de acuerdo a lo establecido por la normativa vigente de la DNV.



Figura N°81. Barrera de hormigón tipo New Jersey (Fuente: Elaboración propia).

➤ Barreras plásticas: en general tienen perfiles transversales similares a las rígidas y se suelen utilizar en forma transitoria para la contención de vehículos a baja velocidad.

Adoptamos a fines del anteproyecto un sistema de contención lateral Flex Beam (sistema semirrígido). El sistema a colocar tendrá **como mínimo** las siguientes características (Fig. N°82):

Nivel de contención: H2

Ancho de trabajo: W4

Índice de Severidad: A

SISTEMAS DE CONTENCIÓN					
NOMBRE:	TECNOVIAL				
MARCA:	TVH2W4A-2				
NIVEL DE CONTENCIÓN:	H2	ANCHO DE TRABAJO:	W4	ÍNDICE DE SEVERIDAD:	A
CERTIFICADO:	DC-M-1156-003.1				
ESQUEMAS					
CORTE			VISTA		
ASPECTOS DE MANTENIMIENTO SEGÚN EL FABRICANTE					

Figura N°82. Detalle de sistema de contención mínimo

(Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/transporte/vialidadnacional/institucional/normativa/seguridad-vial>)



10 MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Se realiza una descripción de los distintos trabajos a llevar a cabo.

10.1 Limpieza y desmonte

El trabajo de **limpieza y desmonte en rutas** es un proceso fundamental para preparar el terreno antes de iniciar cualquier tipo de construcción o pavimentación; a continuación, se proporciona un resumen de este trabajo:

10.1.1 Objetivo

El principal objetivo de la limpieza y desmonte en rutas es eliminar obstáculos naturales y artificiales que impidan la correcta ejecución de obras viales, asegurando que el terreno esté libre de vegetación, escombros, rocas, o estructuras que interfieran en el proceso constructivo posterior.

10.1.2 Actividades principales

- *Inspección y planificación:*
 - Se realiza una evaluación previa del terreno para identificar las áreas a limpiar y desmontar.
 - Se establece un plan de trabajo que incluye la selección de equipos y la asignación de tareas a los operarios.
- *Desmonte de vegetación:*
 - Eliminación de vegetación densa: Esto puede incluir cortar árboles, arbustos, y maleza.
 - Desmalezado y desbroce: Uso de maquinaria o herramientas manuales para cortar y eliminar plantas no deseadas.
- *Retiro de escombros y obstáculos:*
 - Despeje de rocas y escombros: Si el terreno contiene piedras o restos de construcción, estos deben ser retirados para garantizar una superficie adecuada.



- Destrucción o retirada de estructuras antiguas: En este caso las alcantarillas para reemplazo.

10.1.3 Equipos y maquinaria utilizados

Cortadora de árboles y desbrozadora: Para eliminar la vegetación densa.

Retroexcavadora: Para remover grandes bloques de tierra, escombros, y otros obstáculos.

Camiones y vehículos de transporte: Para trasladar los residuos generados.

10.2 Movimiento de suelo

El trabajo de movimiento de suelos es una etapa cuyo objetivo principal es preparar el terreno para asegurar que la base de la ruta sea sólida, estable y adecuada para soportar las cargas vehiculares. El proceso de movimiento de suelo se describe a continuación:

10.2.1 Objetivo del trabajo de movimiento de suelo

El objetivo principal es modificar el terreno, ya sea mediante excavación, relleno, o nivelación, para obtener una superficie adecuada para la construcción de la ruta; esto implica:

- **Preparar la base:** Asegurar que la fundación de la carretera esté estable, nivelada y con las propiedades mecánicas necesarias.
- **Controlar la erosión:** Asegurar que el drenaje y la estabilidad del suelo se mantengan durante el tiempo de vida útil de la carretera.

10.2.2 Actividades principales

- Inspección y planificación:
 - Estudio del terreno: Se realiza una evaluación del tipo de suelo, las condiciones geotécnicas, y la topografía.
 - Establecimiento del plan de trabajo: Se definen los límites, el cronograma y las metodologías de trabajo.
- Excavación:
 - Se excava el suelo para nivelar el terreno o eliminar áreas de mayor elevación.
 - Excavación de zanjas: Para la construcción de drenajes o canales de agua.



- Excavación de capa vegetal: Remoción de la capa superficial del terreno, rica en materia orgánica, que no es adecuada para soportar la carga de la carretera.
- Relleno:
 - Relleno de cavidades o depresiones: El suelo de la excavación o material de relleno se utiliza para nivelar el terreno y corregir desniveles.
 - Suministro de material de relleno: En algunos casos, se transporta suelo adecuado o materiales de mejor calidad para asegurar la estabilidad del terreno.

10.2.3 Equipos y maquinaria utilizados

- Excavadora: Para excavar y mover el suelo.
- Rodillo compactador: Para compactar el suelo y asegurar la estabilidad.
- Camiones y volquetes: Para transportar el material excavado o el material de relleno.

10.2.4 Medidas de seguridad

- Señalización: Se utiliza señalización adecuada para proteger a los trabajadores y a los conductores.
- Equipos de protección personal (EPP): Casco, chaleco reflectante, guantes, y botas de seguridad.
- Plan de contingencia: En caso de condiciones adversas, como lluvias intensas, que puedan afectar el trabajo.

10.2.5 Gestión de residuos

- Los residuos generados durante el movimiento de suelo, como rocas, piedras, y material sobrante, deben ser gestionados adecuadamente. En algunos casos, pueden ser reutilizados en otras partes del proyecto o transportados a vertederos autorizados.

10.3 Compactación especial

La compactación especial es un proceso crucial para garantizar que el suelo o material



utilizado en la construcción de una carretera tenga la densidad y resistencia adecuadas para soportar el tráfico y las cargas de vehículos durante su vida útil. Este proceso se lleva a cabo de forma más rigurosa que la compactación estándar y se realiza en casos donde las condiciones del suelo o el proyecto requieren un mayor control; a continuación, se detalla sobre este proceso:

10.3.1 Objetivo de la compactación especial

El objetivo de la compactación especial es asegurar que el terreno o las capas de material de construcción, como la subrasante, la subbase o base de la carretera, tenga la densidad adecuada para:

- Soportar las cargas vehiculares sin deformarse.
- Mejorar la estabilidad del suelo, evitando problemas como el hundimiento o deslizamiento.
- Optimizar el drenaje y la durabilidad de la carretera a largo plazo.

10.3.2 Técnicas de compactación especial

La compactación especial se realiza en capas sucesivas de material. Se aplica un proceso de compactación en cada capa antes de agregar la siguiente; de este modo garantiza que cada capa tenga la densidad adecuada, evitando que se formen vacíos entre ellas. Se realiza con el rodillo vibratorio estático, este tipo de rodillo aplica vibración mientras se desplaza sobre el suelo, lo que permite una compactación más efectiva, especialmente en materiales granulares.

10.3.3 Equipos utilizados en la compactación especial

- Rodillo vibratorio de tambor liso: Usado para suelos granulares y suelos finos.

10.3.4 Control de calidad y pruebas

Para garantizar la eficacia de la compactación especial, se deben realizar diversas pruebas y controles de calidad:

- Prueba de densidad en campo: Mediante el método del nuclear density gauge o el



método de corte de anillo para verificar que la densidad alcanzada sea la correcta.

- Prueba de Proctor modificada: Se realiza un ensayo en laboratorio para determinar el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca del material.
- Pruebas de resistencia: Mediante el CBR (Relación de rodamiento de California), se evalúa la capacidad de carga del suelo o del material de base, asegurando que pueda soportar las cargas previstas.

10.3.5 Medidas de seguridad

- Señalización adecuada: Para advertir a los trabajadores y a los conductores sobre las actividades en curso.
- Equipos de protección personal (EPP): Casco, chaleco reflectante, guantes, botas de seguridad, etc.
- Plan de contingencia: Para tratar situaciones de emergencia durante el proceso de compactación.

10.4 Nivelación y perfilado final:

- Se realiza una última nivelación para asegurar que la superficie esté completamente plana y uniforme.
- El perfilado se hace de acuerdo con las especificaciones de diseño para garantizar que la ruta tenga la pendiente correcta para el drenaje y estabilidad.

10.4.1 Equipos y maquinaria utilizados

- Motoniveladora: Para nivelar el terreno y dar forma al perfil de la carretera.

10.4.2 Control de calidad y pruebas

- Monitoreo del drenaje: Se verifica que las pendientes sean correctas para evitar la acumulación de agua en la carretera.

10.5 Estabilización de suelos granular

Este procedimiento dependerá tanto del equipo disponible como del material con que se cuente en la zona. Lo recomendable es trabajar con las propiedades que posee el suelo de



forma natural, para llevar a cabo la correcta estabilización de un suelo es necesario utilizar equipo, ya sea básico, especializado o fijo; de esta manera se podrá obtener una estabilización apegada a la normativa con el más alto estándar de calidad.

10.5.1 Objetivo de la base de estabilizado granular

El objetivo principal de la base estabilizada es proporcionar una capa resistente que:

- Mejorar la capacidad de carga de la carretera.
- Facilite el drenaje del agua y evite la acumulación de humedad que pueda afectar la estabilidad de la carretera.
- Proporcione una base sólida sobre la que se pueda aplicar la capa de rodadura (asfalto o concreto).

10.5.2 Composición de la base estabilizada granular

La base de estabilizado granular se compone de materiales granulares que pueden incluir:

- *Gravas*: Fragmentos de roca triturada que proporcionan resistencia y estabilidad.
- *Arena*: Utilizada para llenar los vacíos entre las partículas más grandes y proporcionar cohesión.
- *Roca triturada*: Usada para dar mayor resistencia y durabilidad a la base.
- *Materiales finos*: Como arcilla o polvo de roca, que ayudan a mejorar la cohesión del material granular.
- *Estabilizantes*: Se utiliza para mejorar la capacidad de carga y la durabilidad del cemento; y la cal para disminuir la plasticidad.

10.5.3 Métodos de estabilización de la sub base granular

La estabilización se realiza con:

- Estabilización con cal:

Se agrega cal hidratada al material granular para mejorar su cohesión y capacidad de carga.

La cal reacciona con los finos del suelo, formando una estructura más densa y fuerte.

10.5.4 Procedimiento con equipos básicos

Equipo básico será aquel que se tiene en obras en tierra como la motoconformadora, el compactador y el camión regador de agua, el mismo usaremos en obra. La estabilización se realiza con las siguientes etapas:

- Desmonte y despálme del suelo: se realizará el retiro de la vegetación existente, así como de la capa superficial del suelo.
- Escarificación y pulverización inicial: Mediante el uso del desgarrador de una motoniveladora, se pulveriza el suelo de tal manera que 100% del material escarificado pase por un tamiz de 2 ½ pulgadas y luego se removerán manualmente las piedras.
- Dosificación y aplicación de la cal: Primero se deberá estimar la extensión de suelo a tratar, para ello se aplicará la fórmula que corresponde a la masa contenida en el volumen de tratamiento (Fig. N°83).

$$v_s = l * a * h$$

Donde:

v_s = volumen;

l = largo;

a = ancho;

h = profundidad del corte de la sección de tratamiento.

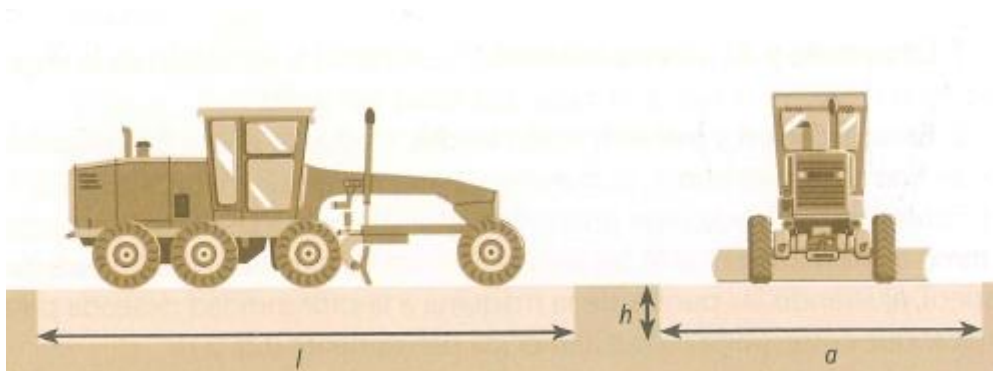


Figura N°83. Estimación de la cantidad de suelo (Fuente: Estabilización de suelos con cal).

Después se determina la cantidad de producto adecuado para la sección (Q_c), dato que se obtiene mediante la fórmula:

$$Q_c = \frac{pss * \% \text{ de cal requerida} * V_s}{100}$$

Donde pss = masa volumétrica seca del suelo del lugar

Finalmente, se aplicará y distribuirá la cal de manera uniforme y de acuerdo con el porcentaje en peso obtenido en las pruebas de laboratorio.

En caso de utilizar grandes sacos, hay que disponer cada uno separándolos de acuerdo con el peso de cada bolsa y la cantidad por suministrar en tramo para obtener la distancia de separación entre cada saco (D_s).

$$D_s = \frac{(\text{peso de cal en super saco} * \text{longitud de tramo})}{\text{Cantidad de cal requerida en la sección}}$$

Es recomendable humectar el suelo antes de esparcir la cal, si se aplica cal viva en suelos muy secos.

Si se realiza un suministro a granel en unidades de volteo (Fig. N°84), se deberá estimar la distancia que le corresponde por sección de tratamiento (D_{st}).

$$D_{st} = \frac{(\text{toneladas cal en vehículo})(100)}{(\text{densidad suelo})(\% \text{ cal})(\text{ancho})(\text{espesor})}$$

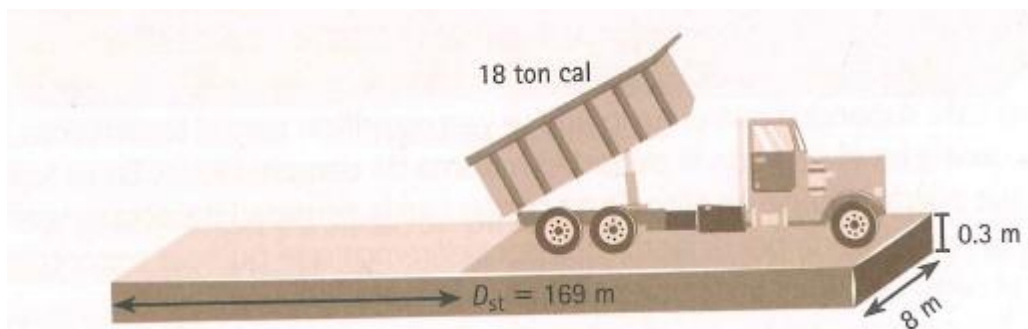


Figura N°84. Dosificación de cal a granel (Fuente: Estabilización de suelos con cal).

Para esparcir el material de manera homogénea en la sección se requerirá de equipo especializado.

→ Disgregación y mezclado: En esta etapa se utilizará una motoconformadora, ya que



es un equipo que se encuentra disponible en todo tipo de obras.

El proceso que se sugiere para la disgregación y mezcla de cal consiste en formar dos montículos de material, desde el centro hacia uno de los extremos, como se aprecia en la figura N°85.

Posteriormente, se forma otro montículo hacia el otro extremo, como se observa en la figura N°86. En secciones muy cortas se pueden hacer ambos montículos de manera simultánea; primero hacia un lado a lo largo de su recorrido, después hacia el otro, al regreso del equipo.

Una vez formados estos dos montículos, se integrará un tercero, al centro de la sección (figura N°87). Esta operación se repetirá hasta que no sean observables grumos de cal o terrones grandes en el suelo.

Para terminar, se extenderá la mezcla sobre el cajón formado, como se muestra en la figura N°88.

Durante cada secuencia de mezclado se agrega la cantidad de agua requerida para ajustar al valor óptimo de compactación. De modo que si se usa cal viva se debe agregar la cantidad de agua necesaria para hidratarla, más un excedente por pérdida de evaporación; en efecto cada tonelada de cal viva es de 320 litros de agua. En caso de exceder la cantidad de agua necesaria, la operación de mezclado permitirá evaporar el sobrante.

Otra opción para comprobar la presencia de cal es utilizar la solución de fenolftaleína, que a su vez nos indicará la eficiencia de mezclado. Dicho reactivo pintará de morado la porción de suelo que no tenga presencia de cal.

Un método que también es apropiado para realizar la disgregación y la mezcla consiste en el uso de puntas o rastras (Fig. N°89). En este método, la mezcla se realiza moviendo el material de izquierda a derecha con los discos, en movimientos sucesivos, hasta observar una mezcla homogénea libre de grumos de cal y terrones de suelo.

Para terrenos muy húmedos o difíciles de disgregar se recomienda realizar la adición de

cal en dos etapas, una que inicie con el desmenuzamiento inicial del material y otra de ajuste final.

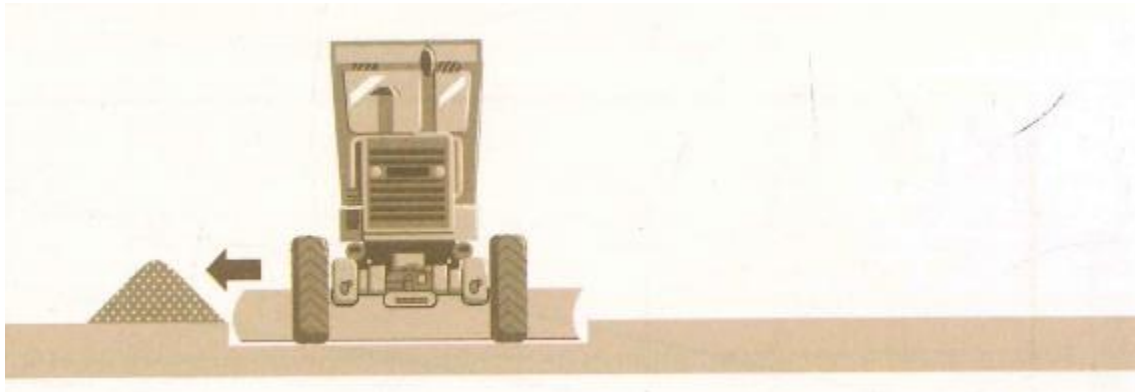


Figura N°85. Primera secuencia de mezclado (Fuente: Estabilización de suelos con cal).

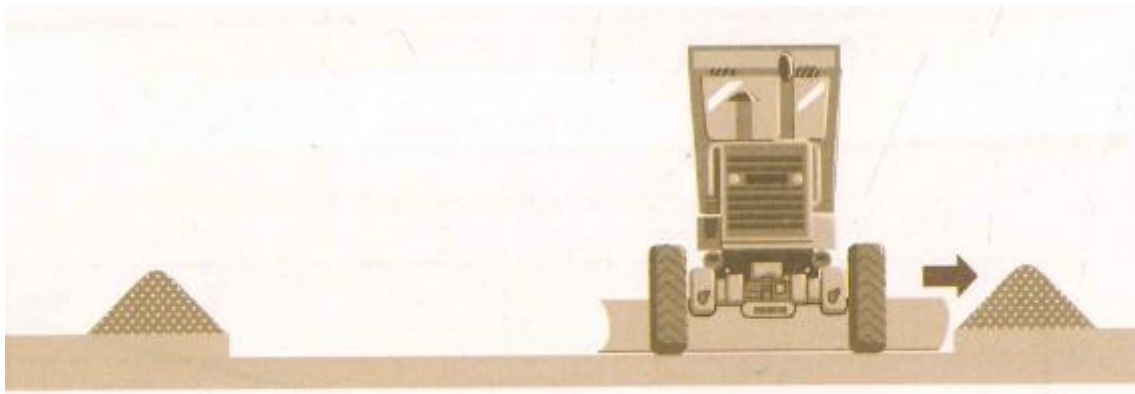


Figura N°86. Segunda secuencia de mezclado (Fuente: Estabilización de suelos con cal).

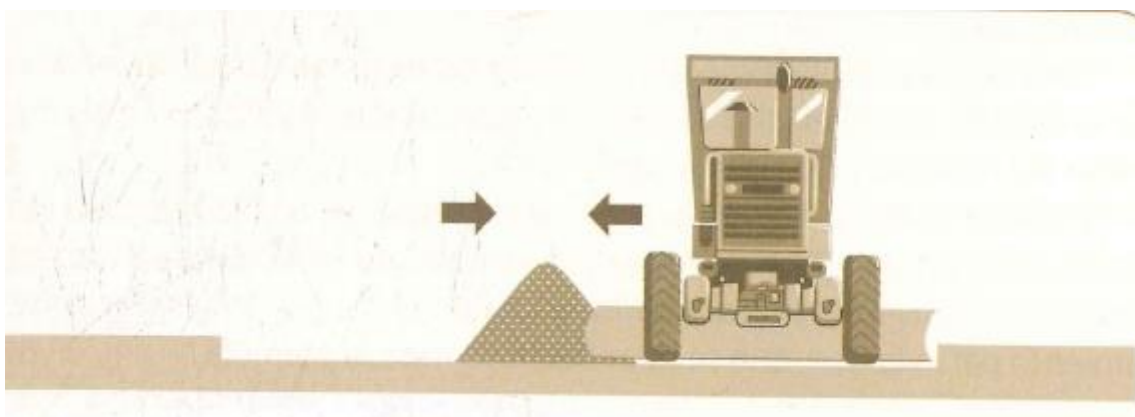


Figura N°87. Tercera secuencia de mezclado (Fuente: Estabilización de suelos con cal).

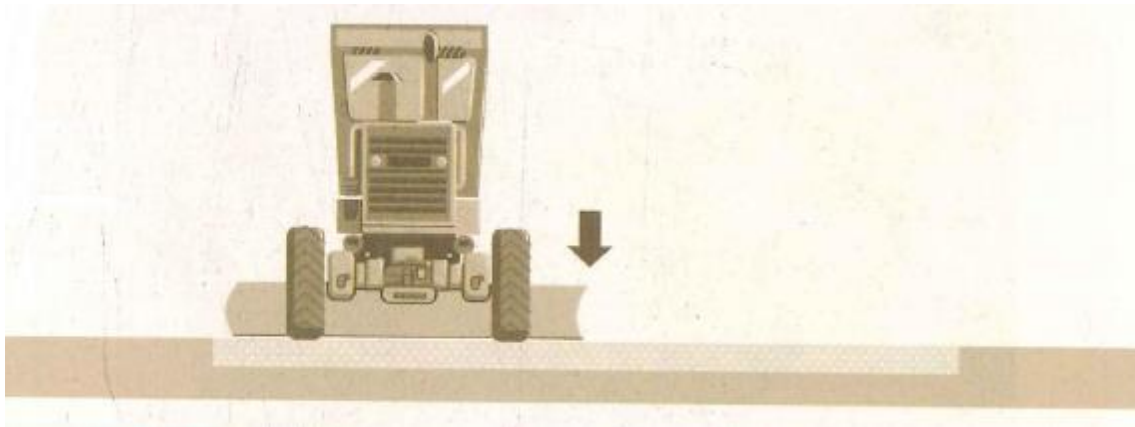


Figura N°88. Secuencia final de mezclado (Fuente: Estabilización de suelos con cal).



Figura N°89. Rastras (Fuente: <http://www.vialidad.gba.gov.ar>).

→ **Maduración:** Es el periodo en el que se desarrollan las primeras reacciones, en ellas se da el intercambio catiónico que hace que el material se vuelve friable (disgregable) y granular. Este periodo estará sujeto al criterio del ingeniero responsable, sin embargo, se recomienda realizar el mezclado durante el día y permitir la maduración en el transcurso de la noche- Se observa los tiempos recomendables de maduración en la tabla N°54.

Para arcillas muy complejas se sugiere extender el periodo de maduración; en casos muy extremos habrá que dosificar la cal en dos partes iguales: después de esparcir la primera, dejar reposar al menos por 24 h, y tras la segunda, mínimo por 48 h más.



Tabla N°54. Tiempos recomendables de maduración (Fuente: Estabilización de suelos con cal).

<i>Tipo de cal</i>	<i>Tiempo recomendable de maduración</i>
Óxido de calcio (viva)	12 h mín.
Hidróxido de calcio (hidratada)	4 h mín.

Previo a la compactación se deberá realizar un mezclado final para ajustar la humedad al óptimo de compactación. La curva Proctor nos muestra la importancia que tiene la humedad sobre la compactación de los suelos; al utilizar esta herramienta, el valor obtenido en campo deberá ser $\pm 2\%$ al que marque el óptimo de compactación. Cabe recordar que este valor en la mezcla suelo-cal es diferente al del suelo natural, que regularmente es mayor a 3%; asimismo, se debe revisar que no exista grumos de cal ni terrones de suelo.

→ Compactación: El nivel de compactación dependerá del diseño del proyecto.

Una ventaja de la mezcla suelo-cal es el tiempo entre el mezclado de suelo-cal y la compactación; de hecho, para suelos muy arcillosos con índice plásticos muy altos, se recomienda extender este periodo por varios días para aprovechar al máximo los beneficios de la cal sobre el suelo, en cuyo caso se debe tener cuidado de mantener humedecida la mezcla.

El espesor de la capa por compactar está en relación con la capacidad y características del equipo de compactación, así como de las propiedades del suelo. Se recomienda hacerlo en la capa inferior a la del tratamiento antes de extender y compactar el material tratado para obtener mayores beneficios. (Fig. N°90)



Figura N°90. Compactación (Fuente: <http://www.vialidad.gba.gov.ar>).

Una vez compactada, la base debe ser nivelada y perfilada (Fig. N°91) según las especificaciones de la ruta para asegurar la pendiente adecuada para el drenaje. Se perfila con niveladora, comenzando por el centro y terminando por los bordes y apartando el suelo sobrante fuera del camino.



Figura N°91. Nivelado y perfilado (Fuente: Soil Cement Construction Handbook - Portland Cement Association (PCA)).

→ Curado: Es la etapa final del proceso y le permitirá a la mezcla suelo-cal desarrollar su máximo rendimiento. Las mejores condiciones de curado están arriba de los 5°C en condiciones de humedad estables; para ello, es necesario aplicar ligeros riesgos de agua durante el día (Fig. N°92)



Figura N°92. Humectación de la capa tratada (Fuente: <http://www.vialidad.gba.gov.ar>).

En caso de aplicar un riego de emulsión asfáltica, la humedad se mantendrá en mejores condiciones. Usualmente se aplica de 0,5 a $1,0 \frac{l}{m^2}$.

10.5.5 Equipos utilizados en la construcción de la base estabilizada granular

- Excavadora: Para la excavación y preparación del terreno.
- Motoniveladora: Para nivelar y dar forma a la base.
- Rodillos compactadores: Para compactar la base de manera efectiva.
- Camiones de volteo: Para transportar el material granular y estabilizante.
- Cargadora frontal: Para la manipulación y transporte de materiales.

10.5.6 Control de calidad y pruebas

Para garantizar que la base estabilizada tenga las propiedades requeridas, se deben realizar pruebas de calidad:

- Pruebas de densidad: Para verificar que se ha alcanzado la densidad adecuada de la base.
- Pruebas de resistencia: A través de la prueba de CBR, que evalúa la capacidad de carga de la base.
- Pruebas de humedad: Para asegurar que el contenido de humedad sea el adecuado durante la compactación y estabilización.



- Pruebas de contenido de estabilizantes: Para asegurar que la cantidad de cal, cemento u otros aditivos sea la correcta.

10.5.7 Métodos de estabilización de la base granular con cemento

La estabilización de la base granular se realiza:

- **Colocación del material granular**

- Se extiende una capa de material granular previamente seleccionado (grava, arena y/o suelo), cumpliendo con las especificaciones granulométricas del proyecto
- El espesor de la capa es de 15 cm.

- **Dosificación y aplicación del cemento**

- Se determina la cantidad de cemento a utilizar en función de los resultados del diseño de mezcla (normalmente entre el 3% y el 6% del peso seco del material granular).
- El cemento se distribuye uniformemente sobre la superficie granular utilizando un distribuidor mecánico o de manera manual, asegurándose de cubrir toda el área.

- **Mezclado en sitio**

- Se utiliza una motoniveladora o un equipo especializado de mezclado para homogeneizar el material granular con el cemento.
- El proceso debe garantizar una mezcla uniforme en todo el espesor de la capa.
- Es fundamental controlar el tiempo, ya que el cemento comienza a hidratarse al contacto con el agua.

- **Humedecimiento**

- Se aplica agua mediante camiones cisterna con aspersores para alcanzar el contenido óptimo de humedad (indicado en el diseño).
- El agua debe añadirse en cantidades controladas para evitar encharcamientos o mezcla incompleta.

- **Compactación inicial**

- Se compacta la mezcla usando un compactador vibratorio o de rodillo liso hasta



alcanzar la densidad requerida (según ensayo Proctor Modificado).

- La compactación debe realizarse en un tiempo máximo de 2 horas tras la adición del agua para evitar pérdida de trabajabilidad.

- **Conformación y perfilado final**

- Con una motoniveladora, se perfila y nivela la capa compactada para obtener las pendientes y el acabado requerido.

- **Compactación final**

- Se realiza una compactación adicional para afinar la superficie y garantizar la densidad uniforme.
- Se utilizan rodillos lisos o neumáticos para este proceso.

- **Curado de la mezcla**

- La capa estabilizada se humedece continuamente durante al menos 7 días para garantizar el adecuado fraguado del cemento y prevenir fisuras.
- En algunos casos, se puede aplicar una membrana de curado para reducir la pérdida de humedad.

- **Inspección y control de calidad**

- Se realizan pruebas de densidad in situ (nucleodensímetro) para verificar el cumplimiento de los requisitos de compactación.
- Ensayos adicionales incluyen la verificación de la resistencia a la compresión no confinada, que debe cumplir con las especificaciones del diseño.

10.5.8 Consideraciones adicionales

- El proceso debe realizarse en condiciones climáticas favorables, evitando lluvias intensas o temperaturas extremas.
- Es esencial que el transporte y aplicación del cemento sean rápidos para evitar pérdidas por endurecimiento prematuro.
- Las capas estabilizadas deben protegerse del tránsito pesado hasta alcanzar la



resistencia mínima especificada.

10.6 Riego de imprimación

El **riego de imprimación** consiste en aplicar una capa delgada de un material bituminoso sobre la capa de base, con el fin de mejorar la adherencia entre la base granular y la capa de rodadura (asfalto o concreto). Además, ayuda a prevenir el deslizamiento del asfalto, mejora la impermeabilidad de la estructura y prolonga la vida útil de la carretera.

10.6.1 Objetivo del riego de imprimación

- **Mejorar la adherencia:** Asegura una mejor adherencia entre la capa de asfalto y la base de la carretera o subbase, evitando que el asfalto se deslice.
- **Impermeabilización:** Impide la infiltración de agua desde el suelo hacia la capa superior del pavimento, lo cual podría afectar la integridad de la estructura.
- **Prevención de fisuras:** Evita que la humedad presente en el terreno penetre en la capa de asfalto, lo que podría generar fisuras en el futuro.
- **Sellado de porosidades:** Cubre los vacíos y poros del material granular, mejorando la resistencia y la durabilidad de la capa de rodadura.

10.6.2 Materiales utilizados

El riego de imprimación se realiza con una emulsión asfáltica, que es una mezcla de asfalto, agua y un emulsionante. Se utilizará emulsión catiónica.

10.6.3 Proceso de aplicación del riego de imprimación

- **Preparación de la superficie:**
 - La superficie de la base o subbase debe estar limpia, seca y libre de polvo, grasa o cualquier otro material que impida la adherencia del asfalto.
 - Se debe nivelar adecuadamente la capa de base antes de aplicar el riego de imprimación, asegurando que no haya grietas ni irregularidades.
- **Selección y preparación de la emulsión asfáltica:**
 - La emulsión asfáltica debe ser diluida y preparada según las especificaciones del



proyecto. Su temperatura y viscosidad deben ser las adecuadas para asegurar una aplicación uniforme y eficiente.

- A veces, se puede mezclar la emulsión con agua (si es necesario) para ajustarla a las condiciones climáticas y de temperatura.
- Aplicación del riego de imprimación:
 - El riego se aplica con un camión regador o distribuidor de emulsión asfáltica, que permite extender el material de manera uniforme sobre la superficie.
 - La cantidad aplicada está entre 0,5 y 1 litros por metro cuadrado, dependiendo de las condiciones del suelo y el tipo de material de base.
 - La capa de imprimación debe ser delgada y uniforme, sin exceso de material ni zonas sin cobertura.
- Curado de la capa de imprimación:
 - Después de aplicar el riego de imprimación, se debe dejar que el material cure o se evapore el agua que contiene la emulsión, lo que puede tomar entre 12 y 24 horas dependiendo de las condiciones climáticas.
 - Es importante que la superficie quede seca antes de aplicar la capa de rodadura (asfalto o concreto), ya que la presencia de agua puede afectar la adherencia.
- Inspección y control de calidad:
 - Se realizan pruebas para verificar que el riego de imprimación ha sido aplicado correctamente. Esto incluye medir la cantidad de emulsión aplicada, la uniformidad de la capa y la adherencia a la base.
 - La inspección también incluye asegurarse de que no haya residuos de agua ni burbujas de aire que afecten la adherencia entre las capas.

10.6.4 Equipos utilizados en el riego de imprimación

- Camión distribuidor de emulsión asfáltica: Es el equipo principal para aplicar el riego de imprimación, que está equipado con un sistema que permite ajustar la cantidad de



emulsión a aplicar y la velocidad de distribución.

- Rodillo compactador (opcional): Después de la aplicación del riego, en algunos casos se utiliza un rodillo de neumáticos para compactar la superficie y asegurar la adherencia.

10.6.5 Ventajas del riego de imprimación

- Mejor adherencia entre capas: Facilita la unión entre la capa de base o subbase y la capa de asfalto o concreto, reduciendo el riesgo de deslizamiento o delaminación.
- Reducción de fisuras: Impide la infiltración de agua en las capas inferiores, lo que puede reducir la aparición de fisuras o deformaciones.
- Durabilidad: Aumenta la durabilidad del pavimento, ya que mejora la estabilidad de las capas subyacentes.
- Costo-efectividad: Es un proceso relativamente económico que mejora significativamente la calidad de la carretera.

10.6.6 Consideraciones especiales

- Condiciones climáticas: El riego de imprimación debe realizarse en condiciones de buen tiempo, sin lluvia y con temperaturas adecuadas. Las bajas temperaturas o la humedad pueden afectar la adherencia del asfalto.
- Tiempo de espera: Es fundamental respetar el tiempo de curado del riego de imprimación. Si se aplica la capa de rodadura (asfalto) demasiado pronto, podría comprometer la adherencia.
- Manejo de tráfico: Durante el proceso de curado, se debe restringir el tráfico en la ruta para evitar que el material se dañe o se distorsione.

10.7 Riego de liga

El riego de liga utilizado para mejorar la adherencia entre la base granular estabilizada (o subbase) y la capa de rodadura (asfalto o concreto) en una carretera; la misma trata de una capa delgada de material bituminoso, similar al riego de imprimación, pero con una función específica de proporcionar una mejor unión entre las capas y asegurar la calidad y durabilidad



del pavimento.

10.7.1 Objetivo del riego de liga

El principal objetivo del riego de liga es:

- Mejorar la adherencia entre la base y la capa de rodadura.
- Sellar las superficies porosas de la base granular o subbase para evitar que el asfalto se filtre hacia las capas inferiores.
- Crear una unión más fuerte que permita que las cargas del tráfico se distribuyan uniformemente y no haya fallos prematuros.
- Prevenir la humedad que podría afectar la integridad de las capas inferiores del pavimento.

10.7.2 Materiales utilizados

El riego de liga se realiza con una emulsión asfáltica o asfalto líquido, que es una mezcla de asfalto, agua y un emulsionante. Se utiliza para este caso:

- Emulsión catiónica: Es la más común, utilizada para la adherencia entre la base granular y la capa de asfalto.

10.7.3 Proceso de aplicación del riego de liga

- Preparación de la superficie:
 - La base o subbase debe estar limpia, seca y libre de material suelto, polvo o residuos. Cualquier material que impida la adherencia del riego de liga debe ser retirado.
 - Si hay exceso de polvo o material suelto, se puede utilizar un rodillo de neumáticos para compactar la superficie y asegurar que esté uniforme.
- Selección y preparación del material bituminoso:
 - La emulsión asfáltica o el asfalto líquido se preparan y ajustan a las especificaciones del proyecto. El asfalto líquido debe ser calentado a la temperatura adecuada para lograr la fluidez necesaria, mientras que la emulsión se utiliza en temperaturas más bajas.



- Se debe ajustar la viscosidad del material para asegurar que se distribuya de manera uniforme.
- Aplicación del riego de liga:
 - El material bituminoso se aplica de manera uniforme sobre la base utilizando un camión distribuidor de emulsión asfáltica o un distribuidor de asfalto líquido. El equipo permite controlar la cantidad de material aplicado, que generalmente oscila entre 0,5 y 1 litro por metro cuadrado.
 - El riego debe ser uniforme, cubriendo toda la superficie de la base sin dejar áreas sin cubrir ni aplicar material en exceso.
- Curado y secado:
 - Después de la aplicación, el riego de liga debe dejarse secar antes de colocar la capa de rodadura (asfalto o concreto). Este proceso de secado puede tomar entre 4 a 12 horas, dependiendo de las condiciones climáticas (temperatura y humedad).
 - Es importante asegurarse de que la superficie esté completamente seca antes de aplicar el asfalto, ya que la presencia de humedad podría afectar la adherencia y la calidad del pavimento.
- Inspección y control de calidad:
 - Se debe inspeccionar el área para verificar la uniformidad del riego y asegurar que la cantidad de material aplicado sea la adecuada.
 - Se realizan pruebas para comprobar la adherencia y la calidad del material aplicado.

10.7.4 Equipos utilizados en el riego de liga

- Camión distribuidor de emulsión asfáltica o asfalto líquido: Es el equipo principal para la aplicación del riego de liga, que permite distribuir el material de manera controlada y uniforme sobre la superficie.
- Rodillo compactador (opcional): En algunos casos, se utiliza para asegurar una mejor compactación de la superficie antes de aplicar el riego de liga, y también para ayudar en el



curado de la capa.

- Cisternas o tanques de almacenamiento: Para transportar el asfalto o emulsión a la obra.

10.7.5 Ventajas del riego de liga

- Mejor adherencia: La principal ventaja es mejorar la adherencia entre la base o subbase y la capa de rodadura, lo que aumenta la resistencia del pavimento.
- Mejor unión entre capas: Al sellar las superficies porosas, el riego de liga asegura que las capas inferiores no pierdan material y la capa de asfalto se mantenga intacta.
- Durabilidad del pavimento: Contribuye a que el pavimento tenga una vida útil más larga y resista mejor las condiciones climáticas y de tráfico.
- Reducción de fisuras y deterioro prematuro: Previene problemas como fisuras o deslizamiento que puedan comprometer la integridad del pavimento a largo plazo.

10.7.6 Consideraciones especiales

- Condiciones climáticas: El riego de liga debe realizarse en condiciones climáticas favorables. No debe aplicarse si hay lluvia, humedad excesiva o temperaturas extremas que puedan afectar el secado y la adherencia del material.
- Tiempo de secado: Es fundamental asegurarse de que el riego se haya curado y secado adecuadamente antes de aplicar la capa de rodadura. La colocación temprana del asfalto sobre una capa húmeda de liga puede comprometer la calidad del pavimento.
- Control de calidad: Se deben realizar inspecciones y pruebas de calidad durante la aplicación del riego de liga para asegurar que se cumplan las especificaciones del proyecto y obtener los mejores resultados posibles.

10.8 Base de carpeta de asfalto

La base de carpeta de asfalto se coloca sobre la base granular para proporcionar una capa estructural resistente que soporte las cargas del tráfico y la abrasión, y que además sirva como base para la colocación de la capa de rodadura o superficie de asfalto.



10.8.1 Objetivo de la base de carpeta de asfalto

- Proveer una capa resistente que soporte el tráfico vehicular y distribuya las cargas de manera eficiente a las capas inferiores del pavimento.
- Mejorar la durabilidad y estabilidad del pavimento, protegiendo las capas subyacentes de daños causados por la acción del agua, el tráfico y otros factores.
- Formar una capa intermedia entre la subbase o base granular y la capa de rodadura de asfalto, proporcionando un soporte adecuado para esta última.

10.8.2 Materiales utilizados en la base de carpeta de asfalto

La base de carpeta de asfalto generalmente está compuesta por una mezcla de agregados (grava, arena o piedra triturada) y asfalto (bitumen) que actúa como ligante para mantener unidos los agregados. Esta mezcla se produce en una planta de asfalto en caliente y se extiende sobre la superficie de la base o subbase.

Composición típica:

- Agregados: Los agregados utilizados en la base de carpeta de asfalto suelen ser materiales gruesos como grava o piedra triturada. Estos materiales deben ser resistentes y de calidad para proporcionar una base sólida y duradera.
- Asfalto: El asfalto es el ligante utilizado para unir los agregados. Este se utiliza en su forma líquida o emulsión asfáltica para facilitar la mezcla con los agregados. El tipo de asfalto y la cantidad utilizada dependerá de las condiciones del proyecto y de las cargas esperadas.

10.8.3 Proceso de colocación de la base de carpeta de asfalto

- Preparación de la base granular:
 - La base granular debe estar compactada y nivelada antes de la colocación de la base de carpeta de asfalto. Esto asegura que la capa de asfalto tenga una base firme sobre la cual asentarse.
 - Se aplica una capa de riego de imprimación o de liga para mejorar la adherencia entre la base y la capa de asfalto.



- Fabricación de la mezcla asfáltica:
 - En una planta de asfalto, se produce la mezcla de agregados y asfalto caliente, que luego se transporta al sitio de la obra. La mezcla debe mantenerse a una temperatura adecuada durante el proceso de colocación para asegurar su correcta aplicación y compactación.
- Extensión de la mezcla asfáltica:
 - La mezcla asfáltica se coloca sobre la superficie preparada utilizando una extendidora de asfalto. Este equipo distribuye la mezcla de manera uniforme, asegurando que la capa tenga el espesor adecuado y una cobertura uniforme.
- Compactación de la capa:
 - Después de la colocación de la mezcla, se utiliza un rodillo compactador (generalmente de neumáticos o vibratorio) para compactar la capa de asfalto. La compactación es crucial para asegurar que la mezcla tenga la densidad adecuada y que la capa sea fuerte y estable.
 - El proceso de compactación se realiza en varias pasadas del rodillo para asegurar una buena compactación sin dañar la capa de asfalto.
- Enfriamiento y curado:
 - Una vez compactada, la capa de base de carpeta de asfalto debe enfriarse de manera controlada. El enfriamiento debe ser lo suficientemente lento como para evitar la formación de fisuras debido a cambios rápidos de temperatura.
- Inspección y control de calidad:
 - Se realizan pruebas de calidad para asegurarse de que la base de asfalto cumpla con las especificaciones del proyecto. Esto incluye la medición de la densidad, la uniformidad de la mezcla, y la adherencia entre capas.

10.8.4 Ventajas de la base de carpeta de asfalto

- Durabilidad: Proporciona una base robusta y resistente que aumenta la vida útil de la



carretera.

- Estabilidad: La mezcla de asfalto y agregados crea una capa fuerte que soporta el tráfico pesado y las condiciones climáticas adversas.
- Reducción de la filtración de agua: La capa de asfalto evita la infiltración de agua hacia las capas inferiores del pavimento, lo que reduce el riesgo de deterioro por humedad.
- Superficie uniforme: Ayuda a crear una superficie plana y uniforme para la capa de rodadura (asfalto), lo que mejora la calidad de la carretera y la seguridad del tráfico.

10.8.5 Consideraciones especiales

- Temperatura de colocación: Es importante que la mezcla de asfalto se aplique a la temperatura correcta para asegurar su adecuado asentamiento y compactación.
- Condiciones climáticas: La colocación de la base de carpeta de asfalto debe realizarse en condiciones climáticas favorables, sin lluvias ni temperaturas extremas que puedan afectar la calidad del trabajo.
- Mantenimiento y monitoreo: Las carreteras con base de asfalto requieren mantenimiento periódico, como el sellado de fisuras o la renovación de la capa de rodadura, para asegurar su durabilidad a largo plazo.

10.9 Carpeta de rodamiento asfáltico

La carpeta de rodamiento es la capa superior del pavimento, diseñada específicamente para proporcionar una superficie segura y duradera para el tránsito vehicular. Esta capa se coloca sobre la base de carpeta de asfalto y está hecha de una mezcla de asfalto y agregados (grava, arena, piedra triturada) que se compacta para formar una superficie suave, estable y resistente al desgaste causado por el tráfico y las condiciones climáticas.

10.9.1 Objetivo de la carpeta de rodamiento

- Proporcionar una superficie de rodadura segura: La carpeta de rodamiento está diseñada para ofrecer tracción y resistencia al deslizamiento, mejorando la seguridad vial.
- Distribuir las cargas del tráfico: La capa de rodamiento ayuda a distribuir de manera



uniforme las cargas del tráfico sobre las capas inferiores del pavimento.

- Resistir el desgaste: Esta capa debe resistir la abrasión causada por los vehículos, la acción de la lluvia, la radiación solar, entre otros factores ambientales.
- Mejorar la impermeabilidad: Ayuda a proteger las capas subyacentes de la infiltración de agua, reduciendo el riesgo de daño por humedad.

10.9.2 Materiales utilizados en la carpeta de rodamiento

La carpeta de rodamiento está compuesta principalmente por una mezcla de agregados y asfalto. Dependiendo de las especificaciones del proyecto y del tráfico esperado, la mezcla puede variar en términos de tamaño de los agregados, cantidad de asfalto, y aditivos.

Composición de la mezcla:

- Agregados: Los agregados (grava, piedra triturada, arena) deben ser resistentes, de buena calidad y tener una forma adecuada para proporcionar una superficie antideslizante. Los agregados finos también pueden formar parte de la mezcla.
- Asfalto (ligante): El asfalto o betún es el material que une los agregados. Se utiliza en su forma líquida o en emulsión asfáltica, y su proporción depende de la resistencia y durabilidad que se desee para la capa de rodamiento.
- Aditivos: Se pueden agregar aditivos para mejorar la durabilidad, elasticidad, resistencia al deslizamiento o la impermeabilidad de la mezcla asfáltica.

10.9.3 Proceso de colocación de la carpeta de rodamiento

- Preparación de la base:
 - La base o subbase debe estar limpia, nivelada y compactada antes de la colocación de la carpeta de rodamiento. Esto asegura que la capa superior tenga una base sólida y uniforme para su correcta adherencia.
- Fabricación de la mezcla asfáltica:
 - La mezcla asfáltica se produce en una planta de asfalto, donde los agregados y el asfalto se combinan a altas temperaturas. La mezcla debe cumplir con las



especificaciones del proyecto en cuanto a la gradación de los agregados y la cantidad de asfalto.

- Colocación de la mezcla:
 - La mezcla asfáltica se distribuye sobre la superficie preparada mediante una extendedora de asfalto. Este equipo extiende la mezcla de manera uniforme, asegurando un espesor adecuado para la capa de rodamiento.
 - El espesor de la capa de rodamiento es de 5 cm.
- Compactación:
 - Una vez colocada la mezcla, se utiliza un rodillo compactador para comprimir la capa de asfalto. La compactación es crucial para asegurar la densidad adecuada de la mezcla y la formación de una superficie uniforme y duradera.
 - El rodillo puede ser de neumáticos o vibratorio, y se realiza en varias pasadas para garantizar que la capa de asfalto esté bien compactada.
- Curado y enfriamiento:
 - Después de la compactación, la capa de rodamiento debe enfriarse gradualmente. El enfriamiento debe ser controlado para evitar la formación de fisuras. En general, el enfriamiento toma varias horas dependiendo del espesor de la capa y las condiciones climáticas.
- Inspección y control de calidad:
 - Se realiza un control de calidad para verificar que la capa cumpla con las especificaciones del proyecto. Esto incluye pruebas de densidad, textura superficial, y adherencia entre las capas.

10.9.4 Características de la carpeta de rodamiento

- Resistencia al desgaste: La carpeta de rodamiento debe ser capaz de resistir el desgaste causado por la fricción del tráfico y las condiciones climáticas.
- Textura superficial: La superficie debe ser antideslizante, lo que es fundamental para



la seguridad vial, especialmente en condiciones de lluvia.

- Resistencia a las altas y bajas temperaturas: Debe ser capaz de soportar las altas temperaturas del verano y las bajas del invierno sin que se produzcan fisuras o deformaciones.
- Impermeabilidad: Debe ser capaz de resistir la filtración de agua para evitar daños a las capas inferiores del pavimento.

10.9.5 Ventajas de la carpeta de rodamiento

- Superficie duradera y segura: La carpeta de rodamiento proporciona una superficie resistente al desgaste y segura para los vehículos.
- Mejora la tracción: Ofrece una textura adecuada para evitar el deslizamiento de los vehículos, especialmente en condiciones de humedad o lluvia.
- Estabilidad estructural: Ayuda a distribuir las cargas del tráfico de manera eficiente a las capas inferiores, lo que prolonga la vida útil del pavimento.
- Resistencia al clima: La capa de rodamiento es resistente a las condiciones climáticas extremas, evitando que la carretera se deteriore rápidamente debido a la exposición al sol, lluvia o heladas.

10.9.6 Consideraciones especiales

- Mantenimiento: Las carpetas de rodamiento asfálticas requieren un mantenimiento periódico, como el sellado de fisuras o el fresado de áreas dañadas, para asegurar su durabilidad a largo plazo.
- Condiciones climáticas para la colocación: La colocación de la carpeta de rodamiento debe realizarse en condiciones climáticas favorables, con temperaturas adecuadas para la correcta aplicación y compactación del asfalto.
- Impacto ambiental: Los materiales de la capa de rodamiento deben cumplir con las normativas ambientales, y la gestión de residuos de asfalto debe ser adecuada.



11 CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

Para la elaboración del cómputo y presupuesto del presente trabajo (Tabla N°55), se han considerado los siguientes ítems: materiales, equipos, herramientas, mano de obra y transporte. Sin embargo, no se han contemplado por ejemplo gastos de inspección, forestación, provisión de viviendas, retiro y traslado del tendido eléctrico de baja y media tensión, etc., por ser puntos a definir una vez elaborado el proyecto ejecutivo.

Se ha establecido un plan de trabajo con un plazo estimado de 18 meses (Anexo 11), sujeto a las condiciones climáticas, la disponibilidad de materiales y la capacidad operativa de los equipos. Asimismo, se representa la curva de inversiones (Fig. N°93).

De lo anteriormente expuesto, se valorarán como de carácter orientativo los resultados de dicho presupuesto actualizado al **mes de agosto del año 2024**.



Tabla N° 55. Cómputo y presupuesto (Fuente: Elaboración propia).

ÍTEM	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE PARCIALES
1. TRABAJOS PRELIMINARES					
1.a.	LIMPIEZA DE TERRENO/DESMONTE EN 0,30M DE SUELO VEGETAL	Ha	67,38	424.308,05	28.843.892,13
1.b.	DEMOLICIÓN DE OBRAS DE ARTE MENORES	u.	43,00	578.207,00	24.862.901,00
2. MOVIMIENTO DE SUELOS					
2.a.	TERRAPLEN CON COMPACTACIÓN ESPECIAL	m3	715.352,03	6.827,21	4.887.954.886,05
2.b.	ABOVEDADO A.C. 3,00m	ha	1,12	233,37	268,37
2.c.	EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES	m3	3.709,02	39.335,64	148.122.087,47
3. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
3.a.	PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE TRATADA CON CAL	m3	171.363,38	31.276,68	5.359.883.951,78
3.b.	CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE DE SUELO CAL $\epsilon=0,30m$	m3	147.778,31	53.292,83	7.875.556.482,23
3.c.	CONSTRUCCIÓN DE BASE ESTABILIZADO GRANULAR CON CEMENTO $\epsilon=0,18m$	m3	73.083,66	97.096,50	7.096.750.336,48
3.d.	IMPRIMACIÓN CON MATERIAL BITUMINOSO EM1	m2	220.114,30	1.130,60	248.861.225,60
3.e.	RIEGO DE LIGA CON MATERIAL BITUMINOSO ER1 EN UN ANCHO DE 7,70m	m2	212.292,05	1.130,60	240.017.392,01
3.f.	CONSTRUCCIÓN DE BASE DE CONCRETO ASFÁLTICO INCLUIDO MATERIALES EN 7,70m DE ANCHO Y $\epsilon=0,05m$	m2	218.058,55	20.653,82	4.505.050.294,33
3.g.	RIEGO DE LIGA CON MATERIAL BITUMINOSO ER1 EN UN ANCHO DE 7,30m	m2	212.292,05	1.130,60	240.017.392,01
3.h.	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN 7,30m DE ANCHO Y 0,05m DE ESPESOR.	m2	207.073,03	18.415,25	3.813.301.528,24
3.i.	CONSTRUCCIÓN DE BANQUINAS INCLUIDO MATERIALES	m3	14.358,39	1.536,29	22.058.643,13
3.j.	CORDONES PROTECTORES DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN CLAS "D"	m	900,00	33.322,02	29.989.818,00
4. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO					
4.a.	HORMIGÓN H-20 EN CICLOVIA $\epsilon=0,12m$	m2	2.721,60	491.528,43	1.337.743.938,38
5. DRENAJE E HIDRAULICA VIAL					
5.a.	HORMIGÓN DE PIEDRA H-21 EXCLUIDO ARMADURA	m3	2.430,35	491.528,43	1.194.880.937,00
5.b.	HORMIGÓN DE PIEDRA H-13	m3	2.115,78	322.821,45	683.019.651,71
5.c.	HORMIGÓN DE PIEDRA H- 8	m3	76,05	285.727,37	21.730.895,12
5.d.	HORMIGÓN DE PIEDRA H- 4	m3	153,43	285.727,37	43.856.008,29
5.e.	ACERO EN BARRAS COLOCADO (4200 kg/cm2)	tn	145,08	4.268.821,42	619.307.574,63
6. OBRAS VARIAS					
6.a.	RETIRO DE ALAMBRADOS	m	25.977,44	287,57	7.470.332,71
6.b.	CONSTRUCCIÓN DE ALAMBRADOS	m	73.922,84	6.927,74	512.118.215,58
6.c.	COLOCACIÓN DE DEFENSAS METÁLICAS	m.	4.011,93	214.487,77	860.509.313,10
6.d.	ILUMINACIÓN	Un	1	1.458.197.343,13	1.458.197.343,13
6.e.	REFUGIO DE DARSENA	Un	2,00	9.238.792,63	18.597.585,26
7. SEÑALIZACIÓN					
7.a.	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL POR PULVERIZADO EN CALIENTE	m2	13.820,79	25.303,31	349.711.662,97
7.b.	SEÑALAMIENTO VERTICAL	m2	57,37	493.958,08	28.680.095,26
8. MOVILIZACIÓN DE OBRA					
8.a.	MOVILIZACIÓN DE OBRA	GL	1,00	224.434,30	224.434,30
TOTAL OBRA ESTRUCTURA FLEXIBLE				\$	41.657.319.764,88

Como consecuencia, el presupuesto total para la obra es de: **\$41.657.319.764,88**

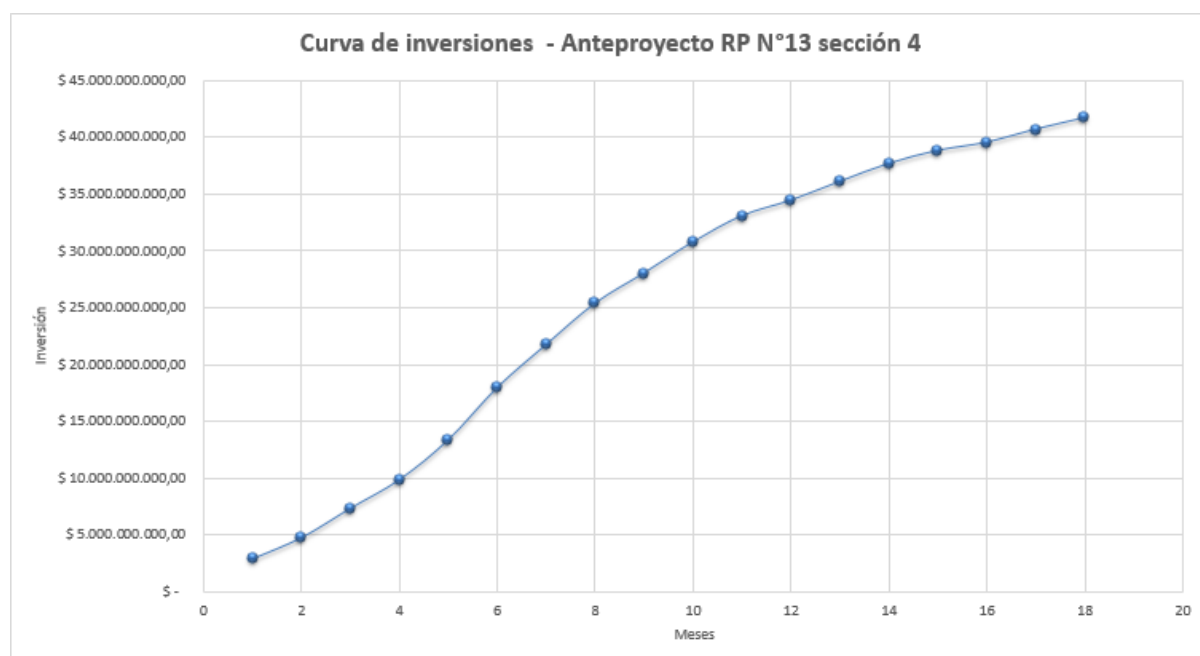


Figura N° 93. Curva de inversiones en pesos (Fuente: Elaboración propia).



12 RECOMENDACIONES

El trabajo realizado se encuentra en etapa de anteproyecto, por lo cual para alcanzar un nivel ejecutivo se tendría que realizar un ajuste del mismo, por esta razón se brindan las siguientes recomendaciones:

El tramo de estudio pasa por Enrique Urien, se optó por mantener la traza existente atravesando la zona urbana, se recomienda realizar el estudio de la traza rodeando dicha localidad.

- Atravesar la localidad (alternativa adoptada en etapa de anteproyecto):
 - Ventajas: Mayor accesibilidad para los habitantes y dinamización del comercio local.
 - Desventajas: Incremento del tránsito vehicular pesado en áreas urbanas, lo que puede generar riesgos para peatones, congestión y ruidos.

Es esencial incluir medidas de seguridad como señalización adecuada, reductores de velocidad, demarcación de pasos peatonales y zonas de cruce seguras para minimizar riesgos.

- Rodear la localidad mediante una variante:
 - Ventajas: Reducción de riesgos para los habitantes, mejora de la seguridad vial y disminución de las molestias ocasionadas por el tránsito pesado.
 - Desventajas: Implica un aumento en los costos de construcción y una menor accesibilidad directa para los habitantes.
 - Recomendaciones: Si se elige esta alternativa, el diseño debe garantizar una conexión eficiente entre la variante y los accesos principales a Enrique Urien, con señalización clara y un trazado que minimice los costos adicionales.

La decisión sobre el trazado definitivo debe considerar un balance entre los costos, el impacto en la comunidad y los beneficios para la seguridad vial.

- Alcantarillas
 - Colocar rejillas o mallas protectoras en las entradas de las alcantarillas para



evitar que residuos sólidos bloqueen el flujo del agua.

- Diseñar zanjas o canales secundarios que redirijan el agua excedente hacia las alcantarillas en caso de lluvias intensas.
- Implementar medidas como revestimientos de piedra, geotextiles o vegetación en las salidas de las alcantarillas para minimizar la erosión del suelo causada por el flujo de agua.
- Asegurar que las alcantarillas tengan un diseño que permita un flujo eficiente, incluso en pendientes moderadas.
- Implementar campañas de concientización dirigidas a los habitantes locales para evitar la disposición de basura o escombros cerca de las alcantarillas, garantizando su funcionamiento adecuado.

- **Conservación de la Ruta:**

Una vez finalizada la construcción de la RP N° 13 tramo Samuhú- Villa Ángela, es esencial implementar un plan integral de tareas de conservación para garantizar que la vía cumpla con su función durante toda su vida útil proyectada. La conservación asegura la seguridad de los usuarios, prolonga la durabilidad de la infraestructura y minimiza los costos asociados con reparaciones mayores.

Las actividades de conservación se dividen en tres categorías principales:

- **Conservación rutinaria:** Incluye bacheos (Fig. N°94), repaso y perfilado de banquetas, limpieza de banquetas y cunetas, desmonte, sellado de juntas y fisuras. Estas actividades se realizan de manera regular para mantener la funcionalidad básica del camino.



Figura N°94: Bacheos (Fuente: Manual de prácticas inadecuadas de seguridad vial- DNV, 2007).

- Conservación periódica: Comprende tareas de mayor envergadura, como el mantenimiento de sistemas de drenaje y defensa, así como la revisión de señalización (Fig. N°95). Estas actividades se realizan con menor frecuencia, pero son vitales para evitar problemas mayores.



Figura N°95: Revisión de señales (Fuente: Manual de prácticas inadecuadas de seguridad vial- DNV, 2007).

- Conservación de emergencia: Se activa ante eventos imprevistos, como accidentes, inundaciones o daños severos en la infraestructura.
- Conectar tramo de estudio con la RP N°13 existente (General Pinedo):

Realizar el estudio hidrológico e hidráulico del canal que se encuentra en el ingreso a Villa Ángela y diseñar la traza que permita conectar el tramo donde finaliza nuestro trabajo con la RP N°13 existente que viene de General Pinedo.



13 CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo del estudio del anteproyecto de pavimentación y obras básicas de la RP N°13 sección IV del Chaco, desde el km 136 (progresiva 0+000) a km 162,79 (progresiva 26+790) se logró conseguir mejorar la conectividad, transitabilidad y tiempo de viaje empleado por los habitantes de Enrique Urien y Villa Ángela hacia Resistencia. Beneficiando así el desarrollo de la economía de la región, como por ejemplo reduciendo el tiempo de traslado de las producciones agrícolas.

Además de ofrecer a Enrique Urien una infraestructura exclusiva y especializada para ciclistas, que ofrece un modo de transporte económico, seguro y saludable, que mejora la seguridad vial y ciudadana.



14 BIBLIOGRAFÍA

- Administración Provincial del Agua. (2020). *Anuario de precipitaciones 1956-2020*. Dirección de Estudios Básicos.
- Aparicio, F. J. (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Editorial Limusa.
- Asociación Argentina de Carreteras. (s.f.). *Guías de Asociación Argentina de Carretera*.
- Asociación Estadounidense de Autoridades de Carreteras Estatales y Transporte. (1993). *Guía de la AASHTO para el diseño estructural de pavimento*. Washington, EE.UU.
- Castañeda Garay, F. J. (s.f.). *Estabilización de suelos con cal*.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill Interamericana.
- Cordo, O. (1998). *Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO 93*. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña. San Juan, Argentina.
- Dirección de Vialidad Nacional. (1966). *Gráficos hidráulicos para el diseño de alcantarillas*.
- Dirección de Vialidad Nacional. (2010). *Normas de diseño geométrico de la DNV, capítulo 8*.
- Dirección de Vialidad Nacional. (2023). *Estadísticas de tránsito en la red vial nacional*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/obraspublicas/dnv>
- Dirección de Vialidad Nacional. (s.f.). *Pliego de especificaciones técnicas particulares de DNV*.
- Dirección de Vialidad Nacional. (s.f.). *Pliego de especificaciones técnicas particulares para iluminación de DNV*.
- Dirección de Vialidad Nacional. (s.f.). *Manual de señalamiento vertical de DNV*.



- Dirección de Vialidad Nacional. (s.f.). *Manual de señalamiento horizontal de DNV*.
- Dirección de Vialidad Nacional. (s.f.). *Manual de sistema de contención lateral de DNV*.
- Dirección de Vialidad Nacional. (s.f.). *Manual de prácticas inadecuadas de seguridad vial de DNV*.
- Instituto Geográfico Nacional. (2021). *Atlas geográfico de la República Argentina*. Ministerio de Defensa de la Nación. Recuperado de <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geografia>
- Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares RP N°13 Sección 1. (s.f.).
- Portland Cement Association (PCA). *Soil Cement Construction Handbook* (1995).
- Ruhle, F. G. O. (s.f.). *Normas de diseño geométrico de carreteras - Adaptación y ampliación de las normas de diseño*.
- Secretaría de Planificación del Transporte. (s.f.). *Anexo V: Lineamientos generales ciclovías y bisiendas*.
- Servicio de Conservación de Suelos. (1973). *Hydrology for small urban areas*. U.S. Department of Agriculture.
- Servicio de Conservación de Suelos. (1973). *Ecuación de retardo para cuencas agrícolas*. U.S. Department of Agriculture.
- U.S. Army Corps of Engineers. (s.f.). *Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)*. Recuperado de <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsguides>
- Vialidad Nacional. (s.f.). *TMDA y análisis de tránsito*.
- Vialidad Nacional. (s.f.). *ZONA III* (vialidadchaco.com.ar).



15 ANEXOS

15.1 Anexos capítulo cuatro

ESTUDIO DE TRAZA BARRENOS

PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 1 Prog.: 0 Prof.: 0,00-0,50 Lado:	Muestra 2 Prog.: 0 Prof.: 0,50-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 0 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 500 Prof.: 0,60-1,50 Lado:	Muestra Prog.: Prof.: Lado:
---------	---------	--	--	--	--	--	--------------------------------------

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,4		0,0		1,1		0,0	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,6	99,6%	100,0	100,0%	98,9	98,9%	100,0	100,0%
10	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,1		0,1		0,4	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,6	99,6%	99,9	99,9%	98,8	98,8%	99,6	99,6%
40	Retiene	0,0		0,3		0,1		0,0		0,3		0,2	
	Pasa	100,0	100,0%	99,7	99,7%	99,5	99,5%	99,9	99,9%	98,5	98,5%	99,4	99,4%
100	Retiene	0,7		1,6		1,8		0,5		0,9		0,9	
	Pasa	99,3	99,3%	98,1	98,1%	97,7	97,7%	99,4	99,4%	97,6	97,6%	98,5	98,5%
200	Retiene	1,6		3,9		4,1		1,4		1,8		0,3	
	Pasa	97,7	97,7%	94,2	94,2%	93,6	93,6%	98,0	98,0%	95,8	95,8%	98,2	98,2%

Humedad natural	21,8 %		20,4 %		18,9 %		22,3 %		21,4 %		32,3
Constantes Físicas	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL
Número de Golpes	29		23		25		28		29		28
Pesafiltro Nro.	25	27	14	22	28	19	8	19	1	26	18
Pf + Sh = a	50,68	46,54	42,87	44,91	43,58	44,08	46,87	46,39	43,85	44,47	45,89
Pf + Ss = b	43,00	41,60	37,81	40,24	36,82	40,00	37,64	41,81	36,80	40,13	39,43
Pf = f	27,26	19,84	25,95	19,31	20,73	21,51	18,70	21,51	21,43	20,88	25,27
Agua = a-b=c	7,68	4,94	5,06	4,67	6,76	4,08	9,23	4,58	7,05	4,34	6,46
Ss = b-f = d	15,74	21,76	11,86	20,93	16,09	18,49	18,94	20,30	15,37	19,25	14,16
lim% = C x 100/d	49,79	22,70	42,20	22,31	42,01	22,07	49,47	22,56	46,80	22,55	46,32
Indice Plastico	27,1		19,9		19,9		26,9		24,3		23

Clasificación H.R.B.	A7-6 (29)	A7-6 (20)	A7-6 (20)	A7-6 (29)	A7-6 (25)	A7-6
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------

Tamices	RETIENE	3 500 1,50-2,50	Muestra 1 Prog.: 1000 Prof.: 0,00-0,40 Lado:	Muestra 2 Prog.: 1000 Prof.: 0,40-1,20 Lado:	Muestra 3 Prog.: 1000 Prof.: 1,20-1,70 Lado:	Muestra 4 Prog.: 1000 Prof.: 1,70-2,50 Lado:	Muestra 5 Prog.: 1000 Prof.: 2,50-3,00 Lado:
---------	---------	-----------------------	---	---	---	---	---

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene		0,0		0,0		0,0		0,4		0,5	
	Pasa	99,6%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,6	99,6%	99,5	99,5%
40	Retiene		0,1		0,2		0,2		0,1		0,3	
	Pasa	99,4%	99,9	99,9%	99,8	99,8%	99,8	99,8%	99,5	99,5%	99,2	99,2%
100	Retiene		0,8		1,5		0,5		0,4		1,2	
	Pasa	98,5%	99,1	99,1%	98,3	98,3%	99,3	99,3%	99,1	99,1%	98,0	98,0%
200	Retiene		3,5		5,3		1,3		3,4		2,7	
	Pasa	98,2%	95,6	95,6%	93,0	93,0%	98,0	98,0%	95,7	95,7%	95,3	95,3%

Humedad natural	%	24,2 %		23,8 %		30,1 %		31,4 %		31,5 %	
Constantes Físicas	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.
Número de Golpes	8	25		26		28		22		22	
Pesafiltro Nro.	7	6	21	12	17	16	15	4	11	10	13
Pf + Sh = a	45,67	46,12	44,58	43,01	43,99	43,46	44,14	36,58	42,22	42,19	43,36
Pf + Ss = b	41,49	37,03	39,73	36,86	38,60	37,00	39,77	30,56	39,31	35,30	39,38
Pf = f	22,85	15,83	18,09	22,51	14,46	23,32	20,56	16,39	26,27	19,02	21,66
Agua = a-b = c	4,18	9,09	4,85	6,15	5,39	6,46	4,37	6,02	2,91	6,89	3,98
Ss = b-f = d	18,64	21,20	21,64	14,35	24,14	13,68	19,21	14,17	13,04	16,28	17,72
lim% = C x 100/d	22,42	42,88	22,41	43,07	22,33	47,94	22,75	41,77	22,32	41,61	22,46
Indice Plastico	9	20,5		20,7		25,2		19,5		19,1	

Clasificación H.R.B.	(28)	A7-6 (21)	A7-6 (20)	A7-6 (27)	A7-6 (20)	A7-6 (19)
----------------------	------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 6 Prog.: 1000 Prof.: 3,00-3,60 Lado:	Muestra 1 Prog.: 1500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 1500 Prof.: 0,60-1,40 Lado:	Muestra 3 Prog.: 1500 Prof.: 1,40-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 2000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra Prog.: Prof.: Lado:
	PASA						

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0
4	Retiene	0,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
	Pasa	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0
10	Retiene	0,4		0,0		0,0		0,2		0,0		0,0
	Pasa	99,4	99,4%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0
40	Retiene	0,5		0,1		0,0		0,3		0,2		0,0
	Pasa	98,9	98,9%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	99,5	99,5%	99,8	99,8%	100,0
100	Retiene	2,1		0,7		0,9		1,1		0,6		0,6
	Pasa	96,8	96,8%	99,2	99,2%	99,1	99,1%	98,4	98,4%	99,2	99,2%	99,4
200	Retiene	3,6		1,4		2,2		2,2		0,9		2,0
	Pasa	93,2	93,2%	97,8	97,8%	98,9	98,9%	96,2	96,2%	98,3	98,3%	97,4

Humedad natural	30,7 %			23,5 %			20,8 %			25,1 %			24,6 %			29,3
Constantes Físicas	L.L.	L.P.		L.L.	L.P.		L.L.	L.P.		L.L.	L.P.		L.L.	L.P.		L.L.
Número de Golpes	24			25			20			23			28			20
Pesafiltro Nro.	27	30		13	30		15	11		5	14		7	4		3
Pf + Sh = a	45,37	44,32		43,01	43,37		42,14	43,11		42,71	43,59		46,38	45,39		47,03
Pf + Ss = b	37,93	40,15		35,89	39,00		35,82	40,10		35,39	40,42		38,45	40,05		39,43
Pf = f	19,44	20,49		21,66	20,49		20,56	26,27		17,98	25,95		22,85	16,39		24,14
Agua = a-b = c	7,44	4,17		7,32	4,37		6,32	3,01		7,32	3,17		7,93	5,34		7,60
Ss = b-f = d	18,09	19,66		14,03	18,51		15,28	13,83		17,41	14,47		15,60	23,66		15,29
lim% = C x 100/d	40,92	21,21		52,17	23,61		40,25	21,76		41,59	21,91		51,09	22,57		48,30
Indice Plastico	19,7			28,6			18,5			19,7			28,5			25

Clasificación H.R.B.	A7-6 (19)	A7-6 (31)	A7-6 (19)	A7-6 (20)	A7-6 (31)	A7-6
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------

Tamices	RETIENE	2 2000 0,70-1,50	Muestra 3 Prog.: 2000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 2500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 2500 Prof.: 0,60-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 2500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 3000 Prof.: 0,00-1,00 Lado:
	PASA						

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,6		0,0		0,0		0,0
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,4	99,4%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene	0,1		0,0		0,0		0,0		0,1		0,1
	Pasa	100,0%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	99,4	99,4%	100,0	100,0%	99,9	99,9%
40	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,4		0,0		0,0
	Pasa	100,0%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	99,4	99,4%	99,6	99,6%	99,9	99,9%
100	Retiene	0,7		1,2		0,6		0,8		1,2		1,2
	Pasa	99,4	99,2	99,2%	98,8	98,8%	98,8	98,8%	98,8	98,8%	98,7	98,7%
200	Retiene	1,8		2,3		2,6		0,3		1,9		1,9
	Pasa	97,4	97,4	97,4%	96,5	96,5%	96,2	96,2%	98,5	98,5%	96,8	96,8%

Humedad natural	%			29,5 %			19,4 %			22,4 %			33,2 %			24,8 %
Constantes Físicas	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.		L.L.	L.P.		L.L.	L.P.		L.L.	L.P.		L.L.
Número de Golpes	0			21			20			25			28			23
Pesafiltro Nro.	18	18	9	26	2		14	25		10	8		28	30		30
Pf + Sh = a	46,99	45,28	44,19	42,64	42,99		46,18	45,86		45,18	45,71		41,69	40,73		40,73
Pf + Ss = b	42,95	38,64	39,87	35,84	38,80		39,97	42,50		37,26	40,50		35,84	37,19		37,19
Pf = f	25,27	25,27	21,79	20,88	20,01		25,95	27,26		19,02	18,70		20,73	20,49		20,49
Agua = a-b = c	4,04	6,64	4,32	6,80	4,19		6,21	3,36		7,92	5,21		5,85	3,54		3,54
Ss = b-f = d	17,68	13,37	18,08	14,96	18,79		14,02	15,24		18,24	21,80		15,11	16,70		16,70
lim% = C x 100/d	22,85	48,55	23,89	44,17	22,30		44,29	22,05		44,08	23,90		38,29	21,20		21,20
Indice Plastico	4			24,7			21,9			22,2			20,2			17,1

Clasificación H.R.B.	(27)	A7-6 (27)	A7-6 (23)	A7-6 (23)	A7-6 (22)	A-6 (17)
----------------------	------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 2 Prog.: 3000 Prof.: 1,00-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 3000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 3500 Prof.: 0,00-0,80 Lado:	Muestra 2 Prog.: 3500 Prof.: 0,80-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 3500 Prof.: 1,50-2,10 Lado:	Muestra Prog.: Lado:
	PASA						

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		1,7		0,0	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	98,3	98,3%	100,0	100,0%
10	Retiene	0,4		0,2		0,0		0,0		0,8		0,0	
	Pasa	99,6	99,6%	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	97,5	97,5%	100,0	100,0%
40	Retiene	0,3		1,0		0,2		0,5		0,8		0,2	
	Pasa	99,3	99,3%	98,8	98,8%	99,8	99,8%	99,5	99,5%	96,7	96,7%	99,8	99,8%
100	Retiene	0,9		1,2		0,7		1,1		1,0		0,5	
	Pasa	98,4	98,4%	97,6	97,6%	99,1	99,1%	98,5	98,5%	95,7	95,7%	99,3	99,3%
200	Retiene	1,5		1,7		2,8		1,9		2,2		1,2	
	Pasa	96,9	96,9%	95,9	95,9%	96,3	96,3%	97,6	97,6%	93,5	93,5%	98,1	98,1%

Humedad natural	25,5 %		25,1 %		20,4 %		21,6 %		26,2 %		22,3
Constantes Físicas	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.
Número de Golpes	24		20		24		25		22		25
Pesafiltro Nro.	23	5	21	6	16	25	21	27	19	16	20
Pf + Sh = a	40,93	42,16	44,03	44,29	43,55	43,24	46,23	45,61	45,64	46,24	49,60
Pf + Ss = b	35,84	38,42	37,02	39,92	37,36	40,42	37,01	40,73	38,14	42,03	41,93
Pf = f	22,42	17,98	18,09	15,83	23,32	27,26	18,09	19,84	21,51	23,32	25,73
Agua = a-b=c	5,09	3,74	7,01	4,37	6,19	2,82	9,22	4,88	7,50	4,21	7,67
Ss = b-f=d	13,42	20,44	18,93	24,09	14,04	13,16	18,92	20,89	16,63	18,71	16,20
lim% = C x 100/d	37,74	18,30	35,99	18,14	43,87	21,43	48,73	23,36	44,35	22,50	48,07
Indice Plastico	19,4		17,8		22,4		25,4		21,8		25
Clasificación H.R.B.	A-6 (19)		A-6 (17)		A7-6 (23)		A7-6 (27)		A7-6 (22)		A7-6

Tamices	RETIENE	1 4000 0,00-0,50	Muestra 2 Prog.: 4000 Prof.: 0,50-1,40 Lado:	Muestra 3 Prog.: 4000 Prof.: 1,40-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 4500 Prof.: 0,00-0,80 Lado:	Muestra 2 Prog.: 4500 Prof.: 0,80-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 4500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:
	PASA						

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		1,2		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0%	98,8	98,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene		1,2		0,5		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0%	97,6	97,6%	99,5	99,5%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
40	Retiene		0,2		0,3		0,1		0,0		0,2	
	Pasa	99,8%	97,4	97,4%	99,2	99,2%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	99,8	99,8%
100	Retiene		0,9		1,0		1,9		0,8		1,2	
	Pasa	99,3%	96,5	96,5%	98,2	98,2%	98,0	98,0%	99,2	99,2%	98,6	98,6%
200	Retiene		2,7		2,8		5,6		2,2		2,5	
	Pasa	98,1%	93,8	93,8%	95,4	95,4%	92,4	92,4%	97,0	97,0%	96,1	96,1%

Humedad natural	%	21,9 %		19,2 %		17 %		21,8 %		20,5 %	
Constantes Físicas	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.
Número de Golpes	8	23		23		25		21		24	
Pesafiltro Nro.	12	22	8	7	4	5	A2	16	A3	15	9
Pf + Sh = a	48,95	45,21	47,39	49,02	49,17	43,23	44,54	44,36	44,58	45,18	42,76
Pf + Ss = b	44,05	36,84	42,10	40,95	43,20	35,39	40,22	37,09	40,00	36,81	38,63
Pf = f	22,51	19,31	18,70	22,85	16,39	17,98	20,82	23,32	21,34	20,56	21,79
Agua = a-b=c	4,90	8,37	5,29	8,07	5,97	7,84	4,32	7,27	4,58	8,37	4,13
Ss = b-f =d	21,54	17,53	23,40	18,10	26,81	17,41	19,40	13,77	18,66	16,25	16,84
lim% = C x 100/d	22,75	47,23	22,61	44,10	22,27	45,03	22,27	51,61	24,54	51,25	24,52
Indice Plastico	3	24,6		21,8		22,8		27,1		26,7	
Clasificación H.R.B.	(27)	A7-6 (25)		A7-6 (22)		A7-6 (22)		A7-6 (30)		A7-6 (29)	



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 4 Prog.: 4500 Prof.: 2,50-3,00 Lado:	Muestra 5 Prog.: 4500 Prof.: 3,00-3,60 Lado:	Muestra 1 Prog.: 5000 Prof.: 0,00-1,00 Lado:	Muestra 2 Prog.: 5000 Prof.: 1,00-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 5000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra Prog.: Prof.: Lado:
---------	---------	---	---	---	---	---	--------------------------------------

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0
10	Retiene	0,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,1
	Pasa	99,9	99,9%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,9
40	Retiene	0,7		1,1		0,2		0,0		0,0		0,1
	Pasa	99,2	99,2%	98,9	98,9%	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,8
100	Retiene	1,6		2,0		0,6		0,9		0,4		2,4
	Pasa	97,6	97,6%	96,9	96,9%	99,2	99,2%	99,1	99,1%	99,6	99,6%	97,4
200	Retiene	3,0		3,3		1,7		2,3		1,8		6,0
	Pasa	94,6	94,6%	93,6	93,6%	97,5	97,5%	96,8	96,8%	97,8	97,8%	91,4

Humedad natural	22,6 %		21,2 %		20,4 %		22,7 %		19 %		20,9
Constantes Físicas	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.
Número de Golpes	25		21		24		25		25		24
Pesafiltro Nro.	1	A7	10	A6	16	1	28	A5	20	A1	23
Pf + Sh = a	43,35	45,00	39,30	43,11	44,81	45,23	45,23	46,26	46,16	46,05	44,52
Pf + Ss = b	36,34	40,58	32,68	39,12	37,45	40,51	38,88	41,39	39,15	41,20	36,99
Pf = f	21,43	21,29	19,02	21,43	23,32	21,43	20,73	21,58	25,73	21,50	22,42
Agua = a-b=c	7,01	4,42	6,62	3,99	7,36	4,72	8,35	4,87	7,01	4,85	7,53
Ss = b-f = d	14,91	19,29	13,66	17,69	14,13	19,08	16,15	19,81	13,42	19,70	14,57
lim% = C x 100/d	47,02	22,91	47,37	22,56	51,83	24,74	51,70	24,58	52,24	24,62	51,42
Indice Plastico	24,1		24,8		27,1		27,1		27,6		27

Clasificación H.R.B.	A7-6 (25)	A7-6 (25)	A7-6 (30)	A7-6 (29)	A7-6 (30)	A7-6
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------

Tamices	RETIENE	1 5500 0,00-1,00	Muestra 2 Prog.: 5500 Prof.: 1,00-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 5500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 6000 Prof.: 0,00-0,40 Lado:	Muestra 2 Prog.: 6000 Prof.: 0,40-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 6000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:
---------	---------	------------------------	---	---	---	---	---

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		0,5		
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	99,5	99,5%	
10	Retiene	0,0		0,1		0,0		0,0		1,0		
	Pasa	99,9%	100,0	100,0%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	100,0	98,5	98,5%	
40	Retiene	0,2		0,0		0,0		0,0		0,4		
	Pasa	99,8%	99,8	99,8%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	100,0	98,1	98,1%	
100	Retiene	2,7		2,1		0,5		1,4		1,2		
	Pasa	97,4%	97,1	97,1%	97,8	97,8%	99,5	99,5%	98,6	98,6%	96,9	96,9%
200	Retiene	5,5		7,2		1,2		2,6		2,4		
	Pasa	91,4%	91,6	91,6%	90,6	90,6%	98,3	98,3%	96,0	96,0%	94,5	94,5%

Humedad natural	%	19,5 %		22,1 %		23,3 %		24,3 %		23,3 %	
Constantes Físicas	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.
Número de Golpes	#	20		22		21		24		28	
Pesafiltro Nro.	A4	21	22	12	27	7	24	17	26	2	25
Pf + Sh = a	45,11	42,80	44,22	45,37	44,91	44,34	44,99	37,96	39,96	44,36	43,81
Pf + Ss = b	40,52	34,20	39,35	37,53	39,97	36,80	40,34	30,45	36,42	37,21	40,81
Pf = f	21,46	18,09	19,31	22,51	19,84	22,85	21,88	14,46	20,88	20,01	27,26
Agua = a-b=c	4,59	8,60	4,87	7,84	4,94	7,74	4,65	7,51	3,54	7,15	3,00
Ss = b-f =d	19,06	16,11	20,04	15,02	20,13	13,75	18,46	15,99	15,54	17,20	13,55
lim% = C x 100/d	24,08	51,88	24,30	51,32	24,54	55,03	25,19	46,73	22,78	42,20	22,14
Indice Plastico	3	27,6		26,8		29,8		24,0		20,1	

Clasificación H.R.B.	(27)	A7-6 (28)	A7-6 (26)	A7-6 (33)	A7-6 (25)	A7-6 (20)
----------------------	------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 1 Prog.: 6500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 6500 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 6500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 7000 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 7000 Prof.: 0,60-1,40 Lado:	Muestra Prog.: Prof.: Lado:
---------	---------	---	---	---	---	---	--------------------------------------

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0
4	Retiene	0,0		0,0		0,2		0,0		0,0		0,0
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0
10	Retiene	0,0		0,1		0,3		0,1		0,0		0,0
	Pasa	100,0	100,0%	99,9	99,9%	99,5	99,5%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	100,0
40	Retiene	0,1		0,3		1,2		0,5		0,3		0,2
	Pasa	99,9	99,9%	99,6	99,6%	98,3	98,3%	99,4	99,4%	99,7	99,7%	99,8
100	Retiene	0,8		1,2		2,4		2,1		1,9		2,1
	Pasa	99,1	99,1%	98,4	98,4%	95,9	95,9%	97,3	97,3%	97,8	97,8%	97,7
200	Retiene	1,4		2,2		2,1		2,9		3,4		3,4
	Pasa	97,7	97,7%	96,2	96,2%	93,8	93,8%	94,4	94,4%	94,4	94,4%	94,3

Humedad natural	22 %		20,9 %		24,7 %		21,9 %		22,5 %		19,2
Constantes Físicas	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.
Número de Golpes	22		25		26		23		23		24
Pesafiltro Nro.	22	15	19	21	30	29	5	13	4	8	11
Pf + Sh = a	46,94	45,25	42,37	43,75	43,63	42,45	44,71	44,39	36,00	39,67	49,96
Pf + Ss = b	37,03	40,20	35,61	39,23	36,90	38,50	35,20	39,85	30,38	36,15	43,88
Pf = f	19,31	20,56	21,51	18,09	20,49	22,55	17,98	21,66	16,39	18,70	26,27
Agua = a-b = c	9,91	5,05	6,76	4,52	6,73	3,95	9,51	4,54	5,62	3,52	6,08
Ss = b-f = d	17,72	19,64	14,10	21,14	16,41	15,95	17,22	18,19	13,99	17,45	17,61
lim% = C x 100/d	54,99	25,71	47,94	21,38	41,22	24,76	54,63	24,96	39,73	20,17	34,35
Indice Plastico	29,3		26,6		16,5		29,7		19,6		14

Clasificación H.R.B.	A7-6 (33)	A7-6 (28)	A7-6 (17)	A7-6 (31)	A-6 (19)	A-6
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----

Tamices	RETIENE	3 7000 1,40-2,50	Muestra 1 Prog.: 7500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 7500 Prof.: 0,60-1,40 Lado:	Muestra 3 Prog.: 7500 Prof.: 1,40-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 8000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 8000 Prof.: 0,00-0,60 Lado:
---------	---------	------------------------	---	---	---	---	---

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene		0,3		0,0		0,2		0,3		0,2	
	Pasa	100,0%	99,7	99,7%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	99,7	99,7%	99,8	99,8%
40	Retiene		0,3		0,7		0,4		0,4		0,4	
	Pasa	99,8%	99,4	99,4%	99,3	99,3%	99,4	99,4%	99,3	99,3%	99,4	99,4%
100	Retiene		2,7		2,3		3,6		1,9		2,4	
	Pasa	97,7%	96,7	96,7%	97,0	97,0%	95,8	95,8%	97,4	97,4%	97,0	97,0%
200	Retiene		9,4		2,1		4,7		8,4		9,8	
	Pasa	94,3%	87,3	87,3%	94,9	94,9%	91,1	91,1%	89,0	89,0%	87,2	87,2%

Humedad natural	%	16,3 %		21,9 %		23,7 %		15,8 %		15,3 %	
Constantes Físicas	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.
Número de Golpes		25		28		28		26		26	
Pesafiltro Nro.	3	3	27	22	30	18	10	A7	1	A2	2
Pf + Sh = a	48,86	49,27	49,17	40,66	43,90	41,75	43,15	46,66	48,76	43,85	45,68
Pf + Ss = b	44,83	42,04	43,83	34,06	39,61	36,74	38,70	39,80	44,30	37,70	41,65
Pf = f	24,14	24,14	19,84	19,31	20,49	25,27	19,02	21,29	21,43	20,82	20,01
Agua = a-b=c	4,03	7,23	5,34	6,60	4,29	5,01	4,45	6,86	4,46	6,15	4,03
Ss = b-f =d	20,69	17,90	23,99	14,75	19,12	11,47	19,68	18,51	22,87	16,88	21,64
lim% = C x 100/d	19,48	40,39	22,26	45,43	22,44	44,34	22,61	37,25	19,50	36,62	18,62
Indice Plastico	9	18,1		23,0		21,7		17,7		18,0	

Clasificación H.R.B.	(14)	A7-6 (16)	A7-6 (23)	A7-6 (21)	A-6 (15)	A-6 (15)
----------------------	------	-----------	-----------	-----------	----------	----------



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 3 Prog.: 8000 Prof.: 0,60-1,50 Lado:	Muestra 4 Prog.: 8000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 5 Prog.: 8000 Prof.: 2,50-3,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 9000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 9000 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra Prog.: Lado:
	PASA						
	P. Total	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0
4	Retiene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pasa	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0
10	Retiene	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,5
	Pasa	100,0 100,0%	99,9 99,9%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,7 99,7%	99,5
40	Retiene	0,5	0,4	0,0	0,0	0,2	1,3
	Pasa	99,5 99,5%	99,5 99,5%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,5 99,5%	98,2
100	Retiene	1,4	1,6	0,8	1,0	1,6	2,0
	Pasa	98,1 98,1%	97,9 97,9%	99,2 99,2%	99,0 99,0%	97,9 97,9%	96,2
200	Retiene	2,9	2,5	2,8	4,4	4,5	6,3
	Pasa	95,2 95,2%	95,4 95,4%	96,4 96,4%	94,6 94,6%	93,4 93,4%	89,9

Humedad natural	22,3 %	23,5 %	33,9 %	24,4 %	17,4 %	22
Constantes Físicas	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L.
Número de Golpes	28	28	27	26	25	24
Pesafiltro Nro.	A3 3	8 5	A5 4	A4 10	A1 11	20
Pf + Sh = a	43,35 48,14	43,93 45,19	45,55 44,63	42,76 43,81	45,09 45,22	44,68
Pf + Ss = b	36,78 43,80	36,14 40,65	38,57 39,51	36,40 39,28	39,32 42,26	39,76
Pf = f	21,34 24,14	18,70 17,98	21,58 16,39	21,46 19,02	21,50 26,27	25,73
Agua = a-b = c	6,57 4,34	7,79 4,54	6,98 5,12	6,36 4,53	5,77 2,96	4,92
Ss = b-f = d	15,44 19,66	17,44 22,67	16,99 23,12	14,94 20,26	17,82 15,99	14,03
lim% = C x 100/d	43,20 22,08	44,89 20,03	41,50 22,15	42,78 22,36	32,38 18,51	34,89
Indice Plastico	21,1	24,9	19,4	20,4	13,9	15
Clasificación H.R.B.	A7-6 (21)	A7-6 (25)	A7-6 (20)	A7-6 (21)	A-6 (12)	A-6

Tamices	RETIENE	3 Prog.: 9000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 10000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 10000 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 10000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 12000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 12000 Prof.: 0,70-1,40 Lado:
	PASA						
	P. Total	% Gramos 100,0	% Gramos 100,0	% Gramos 100,0	% Gramos 100,0	% Gramos 100,0	% Gramos 100,0
4	Retiene	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Pasa	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,8 99,8%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%
10	Retiene	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
	Pasa	99,5 99,8%	99,8 100,0%	99,3 99,3%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%
40	Retiene	0,5	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1
	Pasa	98,2 99,3%	99,3 99,9%	98,9 98,9%	99,8 99,8%	99,9 99,9%	99,9 99,9%
100	Retiene	1,7	1,1	2,3	0,8	0,6	0,6
	Pasa	96,2 97,6%	98,8 98,8%	96,6 96,6%	99,0 99,0%	99,3 99,3%	99,3 99,3%
200	Retiene	1,8	2,4	3,8	1,5	1,6	1,6
	Pasa	89,9 95,8%	96,4 96,4%	92,8 92,8%	97,5 97,5%	97,7 97,7%	97,7 97,7%

Humedad natural	%	20,8 %	22,1 %	21,3 %	20,8 %	15 %
Constantes Físicas	L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.
Número de Golpes	17	25	24	23	27	20
Pesafiltro Nro.	17	24 25	8 12	14 18	19 20	7 6
Pf + Sh = a	43,56 48,18	45,20 44,52	44,73 46,84	44,13 42,59	42,85 41,90	43,08 43,08
Pf + Ss = b	38,73 40,29	41,87 35,92	41,08 41,18	40,58 37,44	40,18 37,11	38,85 38,85
Pf = f	14,46 21,88	27,26 18,70	22,51 25,95	25,27 21,51	25,73 22,85	15,83 15,83
Agua = a-b = c	4,83 7,89	3,33 8,60	3,65 5,66	3,55 5,15	2,67 4,79	4,23 4,23
Ss = b-f = d	24,27 18,41	14,61 17,22	18,57 15,23	15,31 15,93	14,45 14,28	23,02 23,02
lim% = C x 100/d	19,90 42,86	22,79 49,69	19,66 38,76	23,19 32,66	18,48 32,64	18,38 18,38
Indice Plastico	0	20,1	30,0	13,6	14,2	14,3
Clasificación H.R.B.	(13)	A7-6 (21)	A7-6 (31)	A-6 (13)	A-6 (13)	A-6 (13)



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 3 Prog.: 12000 Prof.: 1,40-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 13000 Prof.: 0,00-1,50 Lado:	Muestra 2 Prog.: 13000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 13500 Prof.: 0,00-1,50 Lado:	Muestra 2 Prog.: 13500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra Prog.: Lado:
	PASA						
	P. Total	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0
4	Retiene	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Pasa	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,8 99,8%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0
10	Retiene	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0
	Pasa	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,4 99,4%	99,9 99,9%	99,5 99,5%	100,0
40	Retiene	0,3	0,2	0,3	0,3	0,9	0,0
	Pasa	99,7 99,7%	99,8 99,8%	99,1 99,1%	99,6 99,6%	98,6 98,6%	100,0
100	Retiene	1,3	3,2	2,6	2,9	1,4	1,6
	Pasa	98,4 98,4%	96,6 96,6%	96,5 96,5%	96,7 96,7%	97,2 97,2%	98,4
200	Retiene	1,0	5,5	6,4	4,7	6,1	6,6
	Pasa	97,4 97,4%	91,1 91,1%	90,1 90,1%	92,0 92,0%	91,1 91,1%	91,8

Humedad natural	19,5 %	14,5 %	18,2 %	19,2 %	21,5 %	22,1
Constantes Físicas	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L.
Número de Golpes	21	26	28	24	27	20
Pesafiltro Nro.	9 3	4 A1	8 28	30 7	25 19	11
Pf + Sh = a	42,85 44,24	40,14 42,31	41,53 42,94	41,19 45,54	41,57 44,52	51,25
Pf + Ss = b	36,91 41,05	34,08 39,10	35,47 39,67	35,46 41,85	38,14 42,17	43,80
Pf = f	21,79 24,14	16,39 21,50	18,70 20,73	20,49 22,85	27,26 21,51	26,27
Agua = a-b = c	5,94 3,19	6,06 3,21	6,06 3,27	5,73 3,69	3,43 2,35	7,45
Ss = b-f = d	15,12 16,91	17,69 17,60	16,77 18,94	14,97 19,00	10,88 20,66	17,53
lim% = C x 100/d	38,40 18,86	34,43 18,24	36,69 17,27	38,09 19,42	31,84 11,37	43,15
Indice Plastico	19,5	16,2	19,4	18,7	20,5	20
Clasificación H.R.B.	A-6 (19)	A-6 (14)	A-6 (17)	A-6 (17)	A-6 (16)	A7-6

Tamices	RETIENE	1 0,00-0,60	Muestra 2 Prog.: 14000 Prof.: 0,60-1,40 Lado:	Muestra 3 Prog.: 14000 Prof.: 1,40-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 14500 Prof.: 2,50-3,00 Lado:	Muestra 2 Prog.: 14500 Prof.: 3,00-3,60 Lado:	Muestra 3 Prog.: 14500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:
	PASA						
	P. Total	%	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %
4	Retiene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Pasa	100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,8 99,8%
10	Retiene	0,3	0,4	0,4	0,0	0,2	0,0
	Pasa	100,0%	99,7 99,7%	99,6 99,6%	100,0 100,0%	99,8 99,8%	99,8 99,8%
40	Retiene	0,4	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4
	Pasa	100,0%	99,3 99,3%	98,8 98,8%	99,4 99,4%	99,0 99,0%	99,4 99,4%
100	Retiene	1,6	2,1	2,1	1,4	1,2	1,8
	Pasa	98,4%	97,7 97,7%	96,7 96,7%	98,0 98,0%	97,8 97,8%	97,6 97,6%
200	Retiene	4,7	5,4	5,4	5,1	4,1	4,7
	Pasa	91,8%	93,0 93,0%	91,3 91,3%	92,9 92,9%	93,7 93,7%	92,9 92,9%

Humedad natural	%	18,3 %	19,7 %	21,4 %	20,7 %	19,9 %
Constantes Físicas	L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.
Número de Golpes	8	23	24	22	23	22
Pesafiltro Nro.	A7 2	A4 A5	11	9 15	24 29	17 A3
Pf + Sh = a	46,76 46,41	45,87 46,76	46,13	48,35 43,41	46,53 44,19	38,09 39,98
Pf + Ss = b	42,13 39,31	42,08 40,20	42,75	40,52 39,39	40,15 40,31	32,11 37,10
Pf = f	21,29 20,01	21,46 21,58	26,27	21,79 20,56	21,88 22,55	14,46 21,34
Agua = a-b = c	4,63 7,10	3,79 6,56	3,38	7,83 4,02	6,38 3,88	5,98 2,88
Ss = b-f = d	20,84 19,30	20,62 18,62	16,48	18,73 18,83	18,27 17,76	17,65 15,76
lim% = C x 100/d	22,22 36,39	18,38 35,06	20,51	41,11 21,35	34,54 21,85	33,31 18,27
Indice Plastico	9	18,0	14,6	19,8	12,7	15,0
Clasificación H.R.B.	(20)	A-6 (16)	A-6 (13)	A7-6 (19)	A-6 (12)	A-6 (13)



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 1 Prog.: 15000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 15000 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 15000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 15500 Prof.: 0,0-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 15500 Prof.: 0,70-2,00 Lado:	Muestra Prog.: Prof.: Lado:
	PASA						
	P. Total	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0
4	Retiene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pasa	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0
10	Retiene	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Pasa	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,9 99,9%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0
40	Retiene	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	Pasa	99,9 99,9%	100,0 100,0%	99,6 99,6%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0
100	Retiene	0,5	0,4	0,8	0,4	0,6	0,3
	Pasa	99,4 99,4%	99,6 99,6%	98,8 98,8%	99,6 99,6%	99,4 99,4%	99,7
200	Retiene	1,5	0,9	1,8	0,8	1,6	0,9
	Pasa	97,9 97,9%	98,7 98,7%	97,0 97,0%	98,8 98,8%	97,8 97,8%	98,8

Humedad natural	23,8 %	21,9 %	23,5 %	22,8 %	19,4 %	20,8
Constantes Físicas	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L.
Número de Golpes	25	25	27	28	28	27
Pesafiltro Nro.	9	4	5	16	7	8
Pf + Sh = a	45,72	44,85	43,38	43,74	47,23	45,11
Pf + Ss = b	38,69	39,93	35,56	40,26	40,17	40,01
Pf = f	21,79	16,39	17,98	23,32	22,85	18,70
Agua = a-b=c	7,03	4,92	7,82	3,48	7,06	5,10
Ss = b-f=d	16,90	23,54	17,58	16,94	17,32	21,31
lim% = C x 100/d	41,60	20,90	44,48	20,54	41,17	23,93
Indice Plastico	20,7	23,9	17,2	21,1	21,2	20
Clasificación H.R.B.	A7-6 (21)	A7-6 (25)	A7-6 (18)	A7-6 (23)	A7-6 (22)	A7-6

Tamices	RETIENE	3 15500 2,00-3,00	Muestra 4 Prog.: 15500 Prof.: 3,00-3,60 Lado:	Muestra 1 Prog.: 16000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 16000 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 16000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 16500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:
	PASA						
	P. Total	%	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %
4	Retiene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pasa	100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%
10	Retiene	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1
	Pasa	100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,9 99,9%	99,7 99,7%	99,9 99,9%
40	Retiene	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3
	Pasa	100,0%	100,0 100,0%	99,9 99,9%	99,8 99,8%	99,3 99,3%	99,6 99,6%
100	Retiene	0,1	0,8	0,6	0,6	0,8	0,6
	Pasa	99,7%	99,9 99,9%	99,1 99,1%	99,2 99,2%	98,5 98,5%	99,0 99,0%
200	Retiene	0,4	4,3	2,1	2,1	3,7	2,9
	Pasa	98,8%	99,5 99,5%	94,8 94,8%	97,1 97,1%	94,8 94,8%	96,1 96,1%

Humedad natural	%	18,5 %	19,9 %	18,4 %	19,4 %	21,7 %
Constantes Físicas	L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.	L.L. L.P.
Número de Golpes	7	26	21	24	29	15
Pesafiltro Nro.	1	26	21	24	29	15
Pf + Sh = a	43,87	42,52	43,52	42,97	44,28	44,38
Pf + Ss = b	39,80	35,90	38,91	36,76	40,40	37,56
Pf = f	21,43	20,88	18,09	21,88	22,56	20,56
Agua = a-b=c	4,07	6,62	4,61	6,21	3,88	6,82
Ss = b-f=d	18,37	15,02	20,82	14,88	17,85	17,00
lim% = C x 100/d	22,16	44,30	22,14	42,37	21,74	39,68
Indice Plastico	0	22,2	20,6	17,5	18,6	25,9
Clasificación H.R.B.	(21)	A7-6 (24)	A7-6 (21)	A-6 (18)	A-6 (18)	A7-6 (27)



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 2 Prog.: 18500 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 18500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 17500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 17500 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 17500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra Prog.: Lado:
	PASA						

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0
10	Retiene	0,4		0,0		0,0		0,0		0,3		0,1
	Pasa	99,6	99,6%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,7	99,7%	99,9
40	Retiene	0,8		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5
	Pasa	98,8	98,8%	99,9	99,9%	99,8	99,8%	99,7	99,7%	99,3	99,3%	99,4
100	Retiene	1,6		1,2		0,6		0,8		0,9		1,6
	Pasa	97,2	97,2%	98,7	98,7%	99,2	99,2%	98,9	98,9%	98,4	98,4%	97,8
200	Retiene	3,4		4,0		2,2		2,2		2,1		4,3
	Pasa	93,8	93,8%	94,7	94,7%	97,0	97,0%	96,7	96,7%	96,3	96,3%	93,5

Humedad natural	20,3 %		22,8 %		24,7 %		22 %		21,5 %		21,5
Constantes Físicas	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.
Número de Golpes	24		24		21		24		30		2
Pesafiltro Nro.	17	19	9	6	8	27	21	23	14	25	30
Pf + Sh = a	43,98	43,25	44,39	44,51	39,56	42,00	48,51	46,31	50,47	46,19	47,00
Pf + Ss = b	35,53	40,58	38,00	40,15	32,80	37,90	39,80	42,82	43,24	42,73	40,56
Pf = f	14,46	21,51	21,79	15,83	18,70	19,84	18,09	22,42	25,95	27,26	20,49
Agua = a-b = c	8,45	2,67	6,39	4,36	6,76	4,10	8,91	3,49	7,23	3,46	6,44
Ss = b-f = d	21,07	19,07	16,21	24,32	14,10	18,06	21,51	20,40	17,29	15,47	20,07
lim% = C x 100/d	39,90	14,00	39,22	17,93	46,87	22,70	41,22	17,11	42,89	22,37	31,37
Indice Plastico	25,9		21,3		24,2		24,1		20,5		13

Clasificación H.R.B.	A-6 (24)	A-6 (20)	A7-6 (26)	A7-6 (24)	A7-6 (21)	A-6
----------------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----

Tamices	RETIENE	1 18000 0,00-0,70	Muestra 2 Prog.: 18000 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 18000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 18500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 18500 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 18500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:
	PASA						

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		0,2		
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,8	99,8%
10	Retiene	0,0		0,0		0,5		0,1		0,4		
	Pasa	99,9%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,5	99,5%	99,9	99,9%	99,4	99,4%
40	Retiene	0,1		0,6		0,5		0,1		0,6		
	Pasa	99,4%	99,9	99,9%	99,4	99,4%	99,0	99,0%	99,8	99,8%	98,8	98,8%
100	Retiene	2,4		2,1		1,7		1,9		2,8		
	Pasa	97,8%	97,5	97,5%	97,3	97,3%	97,3	97,3%	97,9	97,9%	96,0	96,0%
200	Retiene	12,3		8,1		4,0		3,1		6,7		
	Pasa	93,5%	85,2	85,2%	89,2	89,2%	93,3	93,3%	94,8	94,8%	89,3	89,3%

Humedad natural	%	16,7 %		17,2 %		21,1 %		22,7 %		23,2 %	
Constantes Físicas	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.
Número de Golpes	1	22		25		26		25		24	
Pesafiltro Nro.	16	5	12	1	14	A1	A2	7	21	18	11
Pf + Sh = a	47,66	41,34	45,56	46,51	44,55	42,26	45,16	44,82	42,14	46,31	44,39
Pf + Ss = b	43,90	36,44	42,60	39,56	41,17	35,99	40,70	39,08	38,35	40,50	41,11
Pf = f	23,32	17,98	22,51	21,43	25,95	21,50	20,82	22,85	18,09	25,27	26,27
Agua = a-b = c	3,76	4,90	2,96	6,95	3,38	6,27	4,46	5,74	3,79	5,81	3,28
Ss = b-f = d	20,58	18,46	20,09	18,13	15,22	14,49	19,88	16,23	20,26	15,23	14,84
lim% = C x 100/d	18,27	26,10	14,73	38,33	22,21	43,49	22,43	35,37	18,71	37,96	22,10
Indice Plastico	1	11,4		16,1		21,1		16,7		15,9	

Clasificación H.R.B.	(11)	A-6 (7)	A-6 (14)	A7-6 (21)	A-6 (15)	A-6 (14)
----------------------	------	---------	----------	-----------	----------	----------



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 1 Prog.: 19000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 19000 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 19000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 19500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 19500 Prof.: 0,70-2,80 Lado:	Muestra Prog.: Prof.: Lado:
---------	---------	--	--	--	--	--	--------------------------------------

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0
10	Retiene	0,0		0,2		0,0		0,0		0,5		0,4
	Pasa	100,0	100,0%	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,5	99,5%	99,6
40	Retiene	0,0		0,8		0,1		0,1		0,6		0,7
	Pasa	100,0	100,0%	99,0	99,0%	99,9	99,9%	99,9	99,9%	98,9	98,9%	98,9
100	Retiene	1,3		2,1		3,5		1,2		3,2		4,9
	Pasa	98,7	98,7%	96,9	96,9%	96,4	96,4%	98,7	98,7%	95,7	95,7%	94,0
200	Retiene	2,8		6,4		4,1		2,3		5,1		6,2
	Pasa	95,9	95,9%	90,5	90,5%	92,3	92,3%	96,4	96,4%	90,6	90,6%	87,8

Humedad natural	20,8 %	22,4 %	24,1 %	20,0 %	21,8 %	23,6
Constantes Físicas	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL.
Número de Golpes	23	22	25	24	25	24
Pesafiltro Nro.	16	9	3	6	22	28
Pf + Sh = a	48,41	45,28	46,53	44,10	46,38	43,34
Pf + Ss = b	41,13	41,39	40,34	39,27	39,07	39,37
Pf = f	23,32	21,79	24,14	15,83	19,31	20,73
Agua = a-b = c	7,28	3,89	6,19	4,83	7,31	3,97
Ss = b-f = d	17,81	19,60	16,20	23,44	19,76	18,64
lim% = C x 100/d	40,43	19,85	37,57	20,61	36,99	21,30
Indice Plástico	20,6	17,0	15,7	18,9	15,0	15
Clasificación H.R.B.	A7-8 (20)	A-6 (15)	A-6 (15)	A-6 (18)	A-6 (13)	A-6

Tamices	RETIENE	3 19500 2,80-3,20	Muestra 1 Prog.: 20000 Prof.: 0,00-1,50 Lado:	Muestra 2 Prog.: 20000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 20500 Prof.: 0,00-1,50 Lado:	Muestra 2 Prog.: 20500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 21000 Prof.: 0,00-0,70 Lado:
---------	---------	-------------------------	--	--	--	--	--

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		0,0		0,0		0,1		0,0		1,3	
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	98,7	98,7%
10	Retiene		0,0		0,1		0,2		0,0		0,2	
	Pasa	99,6%	100,0	100,0%	99,9	99,9%	99,7	99,7%	100,0	100,0%	98,5	98,5%
40	Retiene		0,1		0,2		0,6		0,3		0,2	
	Pasa	98,9%	99,9	99,9%	99,7	99,7%	99,1	99,1%	99,7	99,7%	98,3	98,3%
100	Retiene		0,9		0,8		1,4		3,4		0,7	
	Pasa	94,0%	99,0	99,0%	98,9	98,9%	97,7	97,7%	96,3	96,3%	97,6	97,6%
200	Retiene		3,1		4,5		3,2		5,2		2,5	
	Pasa	87,8%	95,9	95,9%	94,4	94,4%	94,5	94,5%	91,1	91,1%	95,1	95,1%

Humedad natural	%	23,8 %	25,6 %	22,4 %	21,8 %	22,3 %
Constantes Físicas	L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.
Número de Golpes	18	28	22	21	24	28
Pesafiltro Nro.	A3	A6	A7	19	7	2
Pf + Sh = a	44,90	46,00	46,12	45,34	44,29	46,25
Pf + Ss = b	41,84	39,53	42,25	38,50	40,69	39,52
Pf = f	25,27	21,34	21,43	21,29	21,51	22,85
Agua = a-b = c	3,06	6,47	3,87	6,84	3,60	6,73
Ss = b-f = d	16,57	18,19	20,82	17,21	19,18	16,67
lim% = C x 100/d	18,47	35,75	18,59	39,08	18,77	39,46
Indice Plástico	2	17,2	20,3	18,3	35,5	24,5
Clasificación H.R.B.	(12)	A-6 (16)	A-6 (19)	A-6 (18)	A7-6 (32)	A7-6 (25)



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 2 Prog.: 21000 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 21000 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 21500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 21500 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 21500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra Prog.: Lado:
	PASA						
	P. Total	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %
4	Retiene	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1
	Pasa	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,8 99,8%	100,0 100,0%	99,8 99,8%	99,9
10	Retiene	0,8	1,1	0,5	0,5	0,8	0,2
	Pasa	99,2 99,2%	98,9 98,9%	99,3 99,3%	99,5 99,5%	99,0 99,0%	99,7
40	Retiene	0,0	1,6	1,8	0,9	1,5	1,1
	Pasa	99,2 99,2%	97,3 97,3%	97,5 97,5%	98,6 98,6%	97,5 97,5%	98,6
100	Retiene	0,9	2,3	2,4	1,0	3,1	1,9
	Pasa	98,3 98,3%	95,0 95,0%	95,1 95,1%	97,6 97,6%	94,4 94,4%	96,7
200	Retiene	2,1	3,4	3,5	2,1	4,8	3,5
	Pasa	96,2 96,2%	91,6 91,6%	91,6 91,6%	95,5 95,5%	89,6 89,6%	93,2

Humedad natural	17,4 %		23,7 %		19,5 %		25,4 %		23,1 %		25,2
Constantes Físicas	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.
Número de Golpes	21		22		23		24		20		27
Pesafiltro Nro.	A4	22	13	11	17	27	30	19	18	10	29
Pf + Sh = a	44,53	44,99	46,58	43,18	45,73	43,82	46,28	44,22	46,25	47,27	45,83
Pf + Ss = b	38,22	40,69	40,08	40,50	34,83	39,38	37,45	41,18	40,20	42,85	37,67
Pf = f	21,46	19,31	21,66	26,27	14,46	19,84	20,49	21,51	25,27	19,02	22,55
Agua = a-b = c	6,31	4,30	6,50	2,68	10,90	4,44	8,83	3,04	6,05	4,42	8,16
Ss = b-f = d	16,76	21,38	18,42	14,23	20,37	19,54	16,96	19,67	14,93	23,83	15,12
lim% = C x 100/d	36,80	20,11	34,70	18,83	52,93	22,72	51,80	15,46	39,38	18,55	52,75
Índice Plástico	16,7		15,9		30,2		36,3		20,8		27
Clasificación H.R.B.	A-6 (16)		A-6 (14)		A7-6 (30)		A7-6 (36)		A-6 (18)		A7-6

Tamices	RETIENE	1 Prog.: 22500 Prof.: 0,00-0,80 Lado:	Muestra 2 Prog.: 22500 Prof.: 0,80-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 22500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 23500 Prof.: 0,00-0,80 Lado:	Muestra 2 Prog.: 23500 Prof.: 0,80-1,30 Lado:	Muestra 3 Prog.: 23500 Prof.: 1,30-2,50 Lado:
	PASA						
	P. Total	%	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %	Gramos 100,0 %
4	Retiene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Pasa	99,9%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,9 99,9%
10	Retiene	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	Pasa	99,7%	99,9 99,9%	100,0 100,0%	100,0 100,0%	99,9 99,9%	99,8 99,8%
40	Retiene	0,3	1,0	0,3	0,3	0,2	0,5
	Pasa	99,6%	99,6 99,6%	99,0 99,0%	99,7 99,7%	99,7 99,7%	99,3 99,3%
100	Retiene	2,1	1,8	0,7	0,9	2,4	2,4
	Pasa	96,7%	97,5 97,5%	97,2 97,2%	99,0 99,0%	98,8 98,8%	96,9 96,9%
200	Retiene	3,3	2,1	2,1	1,5	3,1	3,1
	Pasa	93,2%	94,2 94,2%	95,1 95,1%	96,9 96,9%	97,3 97,3%	93,8 93,8%

Humedad natural	%	25,7 %	26,4 %	21,3 %	24,0 %	23,7 %
Constantes Físicas	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.
Número de Golpes		22	25	22	20	26
Pesafiltro Nro.	12	8	9	18	4	26
Pf + Sh = a	42,65	46,25	45,68	46,82	44,82	44,67
Pf + Ss = b	38,64	36,58	41,29	40,69	40,17	37,39
Pf = f	22,51	18,70	21,79	25,27	16,39	20,88
Agua = a-b = c	4,01	9,67	4,39	6,13	4,65	7,28
Ss = b-f = d	16,13	17,88	19,50	15,42	23,78	16,51
lim% = C x 100/d	24,86	53,18	22,51	39,75	19,55	43,36
Índice Plástico	9	30,7	20,2	25,1	24,1	24,3
Clasificación H.R.B.	(29)	A7-6 (32)	A-6 (20)	A7-6 (25)	A7-6 (25)	A7-6 (23)



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra 1 Prog.: 24500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 24500 Prof.: 0,60-1,30 Lado:	Muestra 3 Prog.: 24500 Prof.: 1,30-2,50 Lado:	Muestra 4 Prog.: 24500 Prof.: 2,50-3,00 Lado:
---------	---------	--	--	--	--

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,3	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,7	99,7%
40	Retiene	0,0		0,3		0,0		0,8	
	Pasa	100,0	100,0%	99,7	99,7%	100,0	100,0%	99,1	99,1%
100	Retiene	0,8		0,9		1,4		1,2	
	Pasa	99,2	99,2%	98,8	98,8%	98,6	98,6%	97,9	97,9%
200	Retiene	1,9		1,4		1,8		2,3	
	Pasa	97,3	97,3%	97,4	97,4%	96,8	96,8%	95,6	95,6%

Humedad natural	25,1 %	20,3 %	24,2 %	20,5 %
Constantes Físicas	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.
Número de Golpes	22	27	28	21
Pesafiltro Nro.	10 13	15 5	23 3	2 29
Pf + Sh = a	47,31 47,47	46,48 44,10	46,82 47,64	46,16 46,56
Pf + Ss = b	37,79 43,37	38,10 39,37	40,82 43,93	39,46 42,31
Pf = f	19,02 21,66	20,56 17,98	22,42 24,14	20,01 22,55
Agua = a-b = c	9,52 4,10	8,38 4,73	6,00 3,71	6,70 4,25
Ss = b-f = d	18,77 21,71	17,54 21,39	18,40 19,79	19,45 19,76
lim% = C x 100/d	49,87 18,89	48,26 22,11	32,77 18,76	33,67 21,51
Indice Plastico	31,0	26,1	14,0	12,2

Clasificación H.R.B.	A7-6 (32)	A7-6 (28)	A-6 (13)	A-6 (11)
----------------------	-----------	-----------	----------	----------

Tamices	RETIENE	Muestra 1 Prog.: 25500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 25500 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 25500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 26500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 26500 Prof.: 0,70-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 26500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:
---------	---------	--	--	--	--	--	--

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		0,1	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,9	99,9%
10	Retiene	0,1		0,0		0,1		0,0		0,5	
	Pasa	99,9	99,9%	100,0	100,0%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	99,4	99,4%
40	Retiene	0,2		0,2		0,3		0,0		0,8	
	Pasa	99,7	99,7%	99,8	99,8%	99,6	99,6%	100,0	100,0%	98,6	98,6%
100	Retiene	1,2		1,6		1,5		0,5		1,5	
	Pasa	98,5	98,5%	98,2	98,2%	98,1	98,1%	99,5	99,5%	97,1	97,1%
200	Retiene	2,5		3,1		2,4		0,8		2,9	
	Pasa	96,0	96,0%	95,1	95,1%	95,7	95,7%	98,7	98,7%	94,2	94,2%

Humedad natural	20,4 %	19,1 %	24,2 %	23,5 %	21,3 %	19,9
Constantes Físicas	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL. L.P.	LL.
Número de Golpes	25	24	22	26	24	20
Pesafiltro Nro.	16 14	21 1	12 30	2 22	27 7	17
Pf + Sh = a	45,69 47,47	46,35 46,95	44,16 45,84	45,48 45,20	45,07 46,32	46,54
Pf + Ss = b	38,24 43,34	36,56 41,25	36,99 43,26	37,83 40,25	38,14 42,71	37,34
Pf = f	23,32 25,95	18,09 21,43	22,51 20,49	20,01 19,31	19,84 22,85	14,46
Agua = a-b = c	7,45 4,13	9,79 5,70	7,17 2,58	7,65 4,95	6,93 3,61	9,20
Ss = b-f = d	14,92 17,39	18,47 19,82	14,48 22,77	17,82 20,94	18,30 19,86	22,88
lim% = C x 100/d	49,93 23,75	52,74 28,76	48,69 11,33	43,15 23,64	37,68 18,18	39,77
Indice Plastico	26,2	24,0	37,4	19,5	19,5	19

Clasificación H.R.B.	A7-6 (28)	A7-6 (27)	A7-6 (36)	A7-6 (21)	A-6 (19)	A-6
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	3 28500 1,50-2,50 PASA	Muestra 1 Prog.: 27500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 27500 Prof.: 0,70-1,30 Lado:	Muestra 3 Prog.: 27500 Prof.: 1,30-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 28500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 28500 Prof.: 0,60-1,50 Lado:
---------	---------	---------------------------------	---	---	---	---	---

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		0,0		0,0		0,2		0,0		0,0	
	Pasa	99,9%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene		0,0		0,2		0,5		0,0		0,0	
	Pasa	99,4%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	99,3	99,3%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
40	Retiene		0,1		0,4		1,6		0,0		0,1	
	Pasa	98,6%	99,9	99,9%	99,4	99,4%	97,7	97,7%	100,0	100,0%	99,9	99,9%
100	Retiene		0,9		1,6		2,6		1,4		0,5	
	Pasa	97,1%	99,0	99,0%	97,8	97,8%	95,1	95,1%	98,6	98,6%	99,4	99,4%
200	Retiene		1,6		2,8		3,4		2,0		1,8	
	Pasa	94,2%	97,4	97,4%	95,0	95,0%	91,7	91,7%	96,6	96,6%	97,6	97,6%

Humedad natural	%	20,1 %		20,6 %		20,3 %		20,1 %		22,1 %	
Constantes Físicas	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.
Número de Golpes	8	25		21		23		21		24	
Pesafiltro Nro.	19	3	20	6	21	28	13	24	18	9	29
Pf+ Sh = a	48,07	48,57	44,90	48,72	44,52	48,51	45,56	44,85	42,38	47,01	44,62
Pf+ Ss = b	41,99	38,98	41,60	38,46	40,89	39,23	41,12	38,14	38,56	39,74	39,98
Pf = f	21,51	24,14	25,73	15,83	18,09	20,73	21,66	21,88	25,27	21,79	22,55
Agua = a-b = c	4,08	7,59	3,30	8,26	3,63	7,28	4,44	6,51	3,82	8,27	4,64
Ss = b-f = d	20,48	14,84	15,87	22,63	22,80	18,50	19,46	16,26	13,29	16,95	17,43
lim% = C x 100/d	19,92	51,15	20,79	35,68	15,92	38,92	22,82	39,14	28,74	48,55	26,62
Indice Plastico	8	30,4		19,8		16,1		10,4		21,9	

Clasificación H.R.B.	(19)	A7-6 (32)	A-6 (18)	A-6 (15)	A-6 (12)	A7-6 (25)
----------------------	------	-----------	----------	----------	----------	-----------

Tamices	RETIENE	Muestra 3 Prog.: 28500 Prof.: 1,50-2,70 Lado:	Muestra 4 Prog.: 28500 Prof.: 2,70-3,30 Lado:	Muestra 1 Prog.: 29500 Prof.: 0,00-0,60 Lado:	Muestra 2 Prog.: 29500 Prof.: 0,60-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 29500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra Prog.: Lado:
---------	---------	---	---	---	---	---	----------------------------

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,2		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene	0,0		0,0		0,5		0,8		0,2		0,1	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,3	99,3%	99,2	99,2%	99,8	99,8%	99,9	99,9%
40	Retiene	0,0		0,2		1,6		1,4		0,8		0,5	
	Pasa	100,0	100,0%	99,8	99,8%	97,7	97,7%	97,8	97,8%	99,0	99,0%	99,4	99,4%
100	Retiene	1,5		1,6		2,9		2,3		3,5		2,1	
	Pasa	98,5	98,5%	98,2	98,2%	94,8	94,8%	95,5	95,5%	95,5	95,5%	97,3	97,3%
200	Retiene	1,6		2,4		3,5		3,8		5,1		4,1	
	Pasa	98,9	98,9%	95,8	95,8%	91,3	91,3%	91,7	91,7%	90,4	90,4%	93,2	93,2%

Humedad natural	19,2 %		24,6 %		20,7 %		20,9 %		25,9 %		22,8
Constantes Físicas	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.
Número de Golpes	20		27		22		26		21		21
Pesafiltro Nro.	11	25	13	10	3	8	12	16	2	5	20
Pf + Sh = a	44,97	44,21	47,89	44,18	46,70	47,36	47,03	47,25	47,71	45,40	45,42
Pf + Ss = b	38,28	40,98	38,85	40,21	39,24	42,73	39,14	43,69	38,63	40,87	39,41
Pf = f	26,27	27,26	21,66	19,02	24,14	18,70	22,51	23,32	20,01	17,98	25,73
Agua = a-b = c	6,69	3,23	9,04	3,97	7,46	4,63	7,89	3,56	9,08	4,53	6,01
Ss = b-f = d	12,01	13,72	17,19	21,19	15,10	24,03	16,63	20,37	18,62	22,89	13,68
lim% = C x 100/d	54,13	23,54	53,12	18,74	48,58	19,27	47,68	17,48	47,67	19,79	43,93
Indice Plastico	30,6		34,4		29,3		30,2		27,9		16

Clasificación H.R.B.	A7-6 (33)	A7-6 (35)	A7-6 (28)	A7-6 (29)	A7-6 (26)	A7-6
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	1 30500 0,00-0,70 PASA	Muestra 2 30500 Prof.: 0,70-1,30 Lado:	Muestra 3 30500 Prof.: 1,30-2,50 Lado:	Muestra 1 31500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 31500 Prof.: 0,70-1,30 Lado:	Muestra 3 31500 Prof.: 1,30-2,40 Lado:
---------	---------	---------------------------------	--	--	--	--	--

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene		0,5		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	99,9%	99,5	99,5%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
40	Retiene		1,1		0,7		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	99,4%	98,4	98,4%	99,3	99,3%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
100	Retiene		2,4		1,8		1,5		0,9		1,5	
	Pasa	97,3%	98,0	98,0%	97,5	97,5%	98,5	98,5%	99,1	99,1%	98,5	98,5%
200	Retiene		3,4		2,2		2,5		3,0		4,8	
	Pasa	93,2%	92,6	92,6%	95,3	95,3%	96,0	96,0%	96,1	96,1%	93,7	93,7%

Humedad natural	%	23,2 %		23,1 %		21,5 %		23,7 %		23,4 %	
Constantes Físicas	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.
Número de Golpes	5	21		27		25		24		23	
Pesafiltro Nro.	12	14	7	1	22	18	15	11	20	24	26
Pf + Sh = a	46,42	46,44	47,80	47,86	47,87	44,89	44,86	47,07	46,33	45,27	44,82
Pf + Ss = b	41,28	41,28	44,50	39,61	42,34	38,24	40,96	40,44	43,62	37,28	41,11
Pf = f	22,51	25,95	22,85	21,43	19,31	25,27	20,56	26,27	25,73	21,88	20,88
Agua = a-b = c	5,14	5,16	3,30	8,25	5,33	6,65	3,70	6,63	2,71	7,99	3,71
Ss = b-f = d	18,77	15,33	21,65	18,18	23,03	12,97	20,40	14,17	17,89	15,40	20,23
lim% = C x 100/d	27,38	32,90	15,24	45,84	23,14	51,27	18,14	46,56	15,15	51,32	18,34
Indice Plástico	5	17,7		22,7		33,1		31,4		33,0	

Clasificación H.R.B.	(17)	A-6 (15)	A7-6 (24)	A7-6 (34)	A7-6 (31)	A7-6 (33)
----------------------	------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Tamices	RETIENE	Muestra 4 31500 Prof.: 2,40-3,00 Lado:	Muestra 1 32500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 32500 Prof.: 0,70-1,30 Lado:	Muestra 3 32500 Prof.: 1,30-2,50 Lado:	Muestra 1 33500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 33500 Prof.: 1,30-2,40 Lado:
---------	---------	--	--	--	--	--	--

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,1		0,0		0,0	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene	0,2		0,0		0,0		0,3		0,0		0,1	
	Pasa	99,8	99,8%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	99,6	99,6%	100,0	100,0%	99,9	99,9%
40	Retiene	0,3		0,0		0,2		0,8		0,0		0,3	
	Pasa	99,5	99,5%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	98,8	98,8%	100,0	100,0%	99,6	99,6%
100	Retiene	1,9		0,5		0,4		1,2		1,6		1,2	
	Pasa	97,6	97,6%	99,5	99,5%	99,4	99,4%	97,6	97,6%	98,4	98,4%	98,4	98,4%
200	Retiene	5,3		0,8		1,4		1,8		2,4		3,4	
	Pasa	92,3	92,3%	98,7	98,7%	98,0	98,0%	95,8	95,8%	96,0	96,0%	95,0	95,0%

Humedad natural	21,2 %		24,2 %		25,8 %		22,4 %		24,1 %		20,1
Constantes Físicas	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.	L.P.	LL.
Número de Golpes	24		22		24		20		27		2
Pesafiltro Nro.	30	25	A3	10	A1	11	A5	23	A7	15	3
Pf + Sh = a	45,86	44,52	46,07	43,85	47,17	44,26	47,42	45,37	46,30	44,26	44,95
Pf + Ss = b	38,54	42,23	38,76	38,52	38,94	41,39	39,54	41,31	37,84	40,51	38,54
Pf = f	20,49	27,26	21,34	19,02	21,50	26,27	21,58	22,42	21,29	20,56	24,14
Agua = a-b = c	7,32	2,29	7,31	5,33	8,23	2,87	7,88	4,06	8,46	3,75	6,41
Ss = b-f = d	18,05	14,97	17,42	19,50	17,44	15,12	17,96	18,89	16,55	19,95	14,40
lim% = C x 100/d	40,35	15,30	41,26	27,33	46,96	18,98	42,64	21,49	51,63	18,80	44,03
Indice Plástico	25,1		13,9		28,0		21,1		32,8		28

Clasificación H.R.B.	A7-6 (23)	A7-6 (16)	A7-6 (29)	A7-6 (21)	A7-6 (34)	A7-6
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------



PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	2 33500 0,70-1,50	Muestra 3 Prog.: 33500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 34500 Prof.: 0,00-0,70 Lado:	Muestra 2 Prog.: 34500 Prof.: 0,70-1,30 Lado:	Muestra 3 Prog.: 34500 Prof.: 1,30-2,50 Lado:	Muestra 1 Prog.: 35500 Prof.: 0,00-0,80 Lado:
---------	---------	-------------------------	--	--	--	--	--

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene		0,0		0,1		0,0		0,2		0,0	
	Pasa	99,9%	100,0	100,0%	99,9	99,9%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	100,0	100,0%
40	Retiene		0,2		0,3		0,3		0,6		0,1	
	Pasa	99,6%	99,8	99,8%	99,6	99,6%	99,7	99,7%	99,2	99,2%	99,9	99,9%
100	Retiene		2,6		0,8		1,8		1,7		0,6	
	Pasa	98,4%	97,2	97,2%	98,8	98,8%	97,9	97,9%	97,5	97,5%	99,3	99,3%
200	Retiene		3,1		2,6		2,1		2,8		1,8	
	Pasa	95,0%	94,1	94,1%	96,2	96,2%	95,8	95,8%	94,7	94,7%	97,5	97,5%

Humedad natural	%	24,2 %		23,9 %		22,6 %		20,1 %		21,3 %	
Constantes Físicas	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.	LL	L.P.
Número de Golpes	26	25		25		22		21		18	
Pesafiltro Nro.	21	A4	20	A6	9	12	28	4	1	25	18
Pf + Sh = a	39,58	46,74	45,30	47,83	42,28	46,37	42,90	47,18	45,21	46,82	44,75
Pf + Ss = b	36,75	39,57	41,27	40,25	39,43	39,85	38,42	37,27	40,52	41,28	40,72
Pf = f	18,09	21,46	25,73	21,43	21,79	22,51	20,73	16,39	21,43	27,26	25,27
Agua = a-b = c	2,83	7,17	4,03	7,58	2,85	6,52	4,48	9,91	4,69	5,54	4,03
Ss = b-f = d	18,66	18,11	15,54	18,82	17,64	17,34	17,69	20,88	19,09	14,02	15,45
lim% = C x 100/d	15,17	39,79	25,93	40,28	16,16	37,60	25,33	46,67	24,57	38,63	26,08
Indice Plastico	9	13,9		24,1		12,3		22,1		12,5	

Clasificación H.R.B.	(28)	A-6 (14)	A7-6 (23)	A-6 (13)	A7-6 (23)	A-6 (14)
----------------------	------	----------	-----------	----------	-----------	----------

Tamices	RETIENE	Muestra 2 Prog.: 35500 Prof.: 0,80-1,50 Lado:	Muestra 3 Prog.: 35500 Prof.: 1,50-2,50 Lado:
---------	---------	--	--

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,1	
	Pasa	100,0	100,0%	99,9	99,9%
10	Retiene	0,8		0,5	
	Pasa	99,2	99,2%	99,4	99,4%
40	Retiene	1,5		0,9	
	Pasa	97,7	97,7%	98,5	98,5%
100	Retiene	2,9		2,6	
	Pasa	94,8	94,8%	95,9	95,9%
200	Retiene	3,3		3,8	
	Pasa	91,5	91,5%	92,1	92,1%

Humedad natural	21,9 %		25,3 %	
Constantes Físicas	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.
Número de Golpes	24		23	
Pesafiltro Nro.	13	4	12	27
Pf + Sh = a	47,12	45,08	44,16	43,58
Pf + Ss = b	40,19	39,24	37,89	39,15
Pf = f	21,66	16,39	22,51	19,84
Agua = a-b = c	6,93	5,84	6,27	4,43
Ss = b-f = d	18,53	22,85	15,38	19,31
lim% = C x 100/d	37,21	25,56	40,32	22,94
Indice Plastico	11,7		17,4	

Clasificación H.R.B.	A-6 (11)	A7-6 (17)
----------------------	----------	-----------



ESTUDIO DE TRAZA CALICATA

PLANILLA GRANULOMÉTRICA, CONSTANTES FÍSICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Tamices	RETIENE	Muestra N° C1 Prog.: 2000 Prof.: 0,30-1,00 Lado:	Muestra N° C2 Prog.: 60000 Prof.: 0,30-1,00 Lado:	Muestra N° C3 Prog.: 11000 Prof.: 0,40-1,00 Lado:	Muestra N° C4 Prog.: 17000 Prof.: 0,30-1,00 Lado:	Muestra N° C5 Prog.: 22000 Prof.: 0,30-1,00 Lado:	Muestra N° C6 Prog.: 31000 Prof.: 0,70-1,00 Lado:
---------	---------	--	---	---	---	---	---

	P. Total	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene	0,0		0,3		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Pasa	100,0	100,0%	99,7	99,7%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
40	Retiene	0,1		0,2		0,3		0,0		0,2		0,0	
	Pasa	99,9	99,9%	99,5	99,5%	99,7	99,7%	100,0	100,0%	99,8	99,8%	99,3	99,3%
100	Retiene	1,3		1,0		1,5		1,3		1,6		0,8	
	Pasa	98,6	98,6%	98,5	98,5%	98,2	98,2%	98,7	98,7%	98,2	98,2%	98,5	98,5%
200	Retiene	2,1		3,7		6,3		5,1		4,1		1,9	
	Pasa	96,5	96,5%	94,8	94,8%	91,9	91,9%	93,6	93,6%	94,1	94,1%	94,6	94,6%

Humedad natural	%	%	%	%	%	%
Constantes Físicas	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.
Número de Golpes	28	28	20	23	21	29
Pesafiltro Nro.	20	A2	26	A3	22	A4
Pf + Sh = a	46,76	48,24	42,72	44,67	44,25	44,34
Pf + Ss = b	41,0	43,91	38,92	40,18	37,92	40,38
Pf = f	5,76	4,33	7,43	4,49	6,33	3,96
Agua = a-b = c	5,76	4,33	7,43	4,49	6,33	3,96
Ss = b-f = d	15,47	23,09	14,41	18,84	18,61	19,32
lim% = C x 100/d	36,49	18,75	52,35	23,83	33,06	18,43
Indice Plastico	17,7	28,5	14,6	18,2	23,8	29

Clasificación H.R.B.	A-6 (17)	A7-6 (30)	A-6 (12)	A7-6 (18)	A7-6 (24)	A7-6
----------------------	----------	-----------	----------	-----------	-----------	------

Tamices	RETIENE	C5 27000 0,30-1,00	Muestra N° C6 Prog.: 31000 Prof.: 0,30-0,70 Lado:	Muestra N° C7 Prog.: 31000 Prof.: 0,70-1,00 Lado:
---------	---------	--------------------------	---	---

	P. Total	%	Gramos 100,0	%	Gramos 100,0	%
4	Retiene		0,0		0,0	
	Pasa	99,3%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
10	Retiene		0,0		0,0	
	Pasa	98,3%	100,0	100,0%	100,0	100,0%
40	Retiene		0,3		0,2	
	Pasa	97,3%	99,7	99,7%	99,8	99,8%
100	Retiene		1,5		1,3	
	Pasa	96,5%	98,2	98,2%	98,5	98,5%
200	Retiene		4,1		3,4	
	Pasa	94,6%	94,1	94,1%	95,1	95,1%

Humedad natural	%	%	%
Constantes Físicas	L.P.	L.L.	L.P.
Número de Golpes	5	21	21
Pesafiltro Nro.	A1	30	A7
Pf + Sh = a	45,35	40,08	42,33
Pf + Ss = b	40,77	33,82	38,45
Pf = f	21,50	20,49	21,29
Agua = a-b = c	4,58	6,26	3,88
Ss = b-f = d	19,27	13,33	17,16
lim% = C x 100/d	23,77	45,91	22,61
Indice Plastico	3	23,3	22,7

Clasificación H.R.B.	(31)	A7-6 (24)	A7-6 (23)
----------------------	------	-----------	-----------



DENSIDAD NATURAL DE CAMPO

Perforación (progresiva)	Profundidad (m)	Peso total arena	Peso resto arena (kg)	Peso arena embudo (kg)	Peso arena pozo (kg)	Densidad arena (kg/m³)	Volumen pozo (m³)	Peso suelo húmedo (kg)	Densidad húmeda (kg/m³)	Humedad %	Densidad seca (kg/m³)	Densidad máxima (kg/m³)	Coef. para mov. de suelos	Grado de compact. (%)
2000	1,00	4	0,799	2,215	0,99	1480	0,00068	1,098	1626	16,1	1400	1620	1,16	86,4
6000	1,00	4	0,769	2,215	1,02	1480	0,00070	1,112	1598	12,6	1419	1620	1,14	87,6
11000	1,00	4	0,755	2,215	1,03	1480	0,00071	0,977	1385	14,7	1207	1620	1,34	74,5
17000	1,00	4	0,904	2,215	0,88	1480	0,00060	1,074	1780	15,8	1537	1510	0,98	101,8
22000	1,00	4	0,770	2,215	1,02	1480	0,00070	1,178	1694	25,7	1348	1570	1,16	85,9
27000	1,00	4	0,815	2,215	0,97	1480	0,00068	1,231	1853	23,6	1499	1570	1,05	95,5
31000	1,00	4	0,777	2,215	1,01	1480	0,00069	1,106	1602	10,6	1448	1570	1,08	92,3

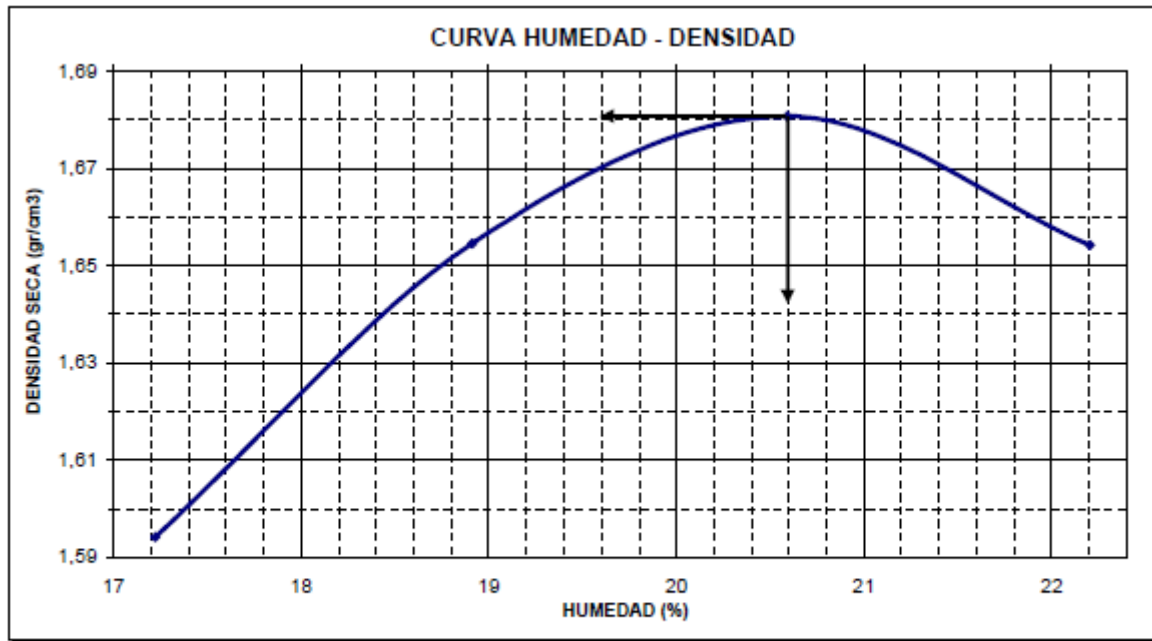
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROGRESIVA:	2+000
PROFUNDIDAD:	0,30-1,00m

CONSTANTES FISICAS	CARACTERISTICAS DE ENSAYO
Material: SUELO	Tipo de prueba: T-99
Clasif. H.R.B. : A-6 (17)	Peso pisón: 2500 gr.
L.L. : 36,49	Altura de caída: 30,5 cm
L.P. : 18,75	Nº de capas: 3
I.P. : 17,7	Golpes por capa: 25

ENSAYO N°	% AGUA APROX.	Peso Suelo+Molde	PESO Molde	PESO Suelo húmedo	VOLUMEN Molde	DENSIDAD DEL SUELO		Observ.
						HUMEDO	SECO	
1		3485	1725	1760	945	1,86	1,59	
2		3578	1725	1853	945	1,96	1,65	
3		3634	1725	1909	945	2,02	1,68	
4		3629	1725	1904	945	2,01	1,65	

ENSAYO N°	N° PESAFILTRO	Pesafiltro + Suelo Húmedo	Pesafiltro + Suelo Seco	PESO Pesafiltro	PESO Agua	Peso Suelo Seco	HUMEDAD %	Observ.
1		100,00	85,60		14,40		16,82	
2		100,00	84,38		15,62		18,51	
3		100,00	83,20		16,80		20,19	
4		100,00	82,10		17,90		21,80	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³): **1,68**

HUMEDAD OPTIMA (%): **20,6**

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R)

PROGRESIVA:	2+000
PROFUNDIDAD:	0,45-1,00m

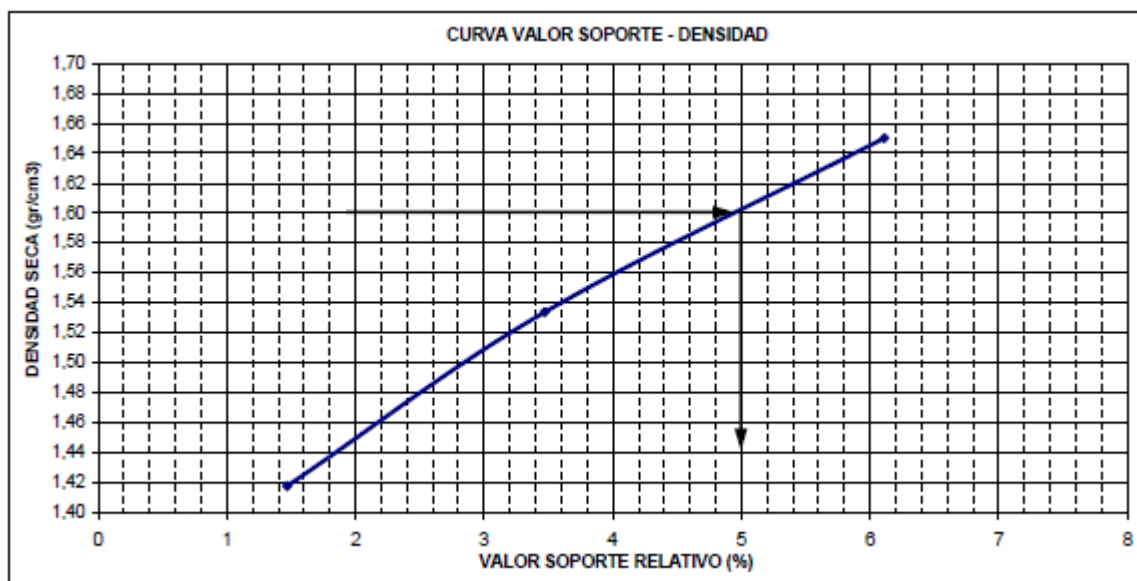
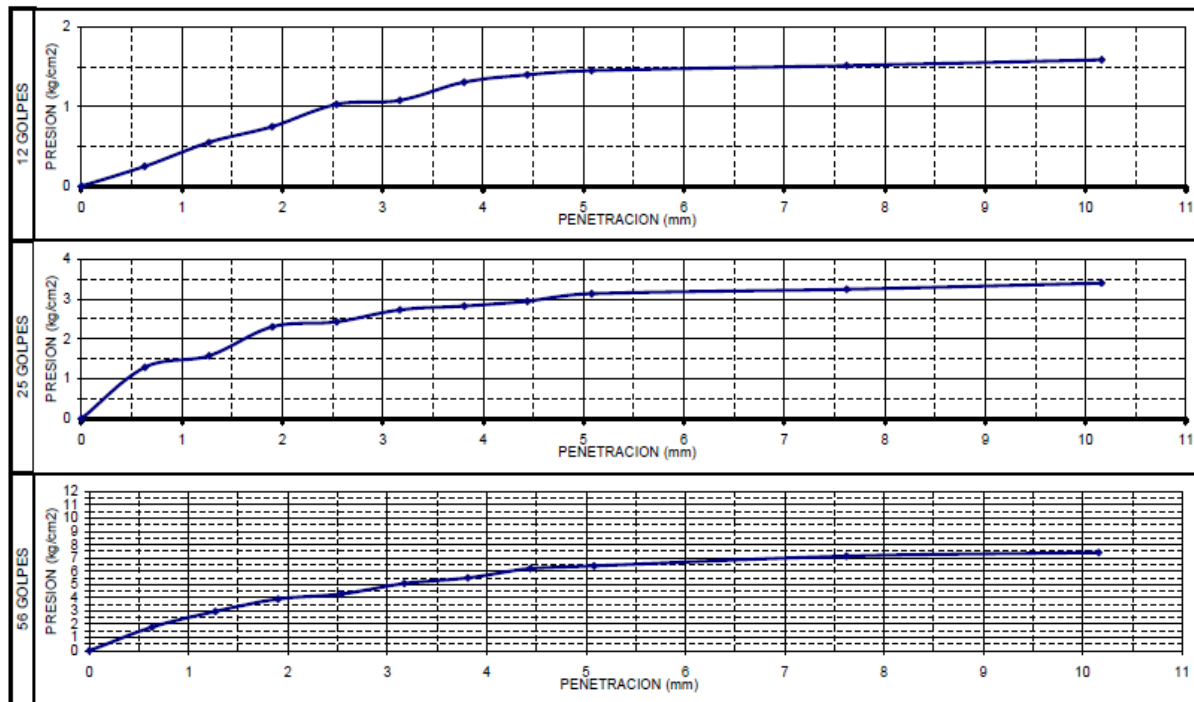
CONSTANTES FISICAS		PROCTOR T-99	
Materia:	SUELO	γ_{max} :	1,68 (gr/cm³)
Clasif. H.R.B. :	A-6 (17)	Hum. Opt:	20,6 (%)
L.L. :	36,49	SECCION PISTON (cm²):	19,267
L.P. :	18,75	SOBRECARGA:	30 Lbs.
I.P. :	17,7	CONSTANTE DE ARO:	2

MOLDE N°	GOLPES POR CAPA	PESO M+S+A	PESO MOLDE (gr)	PESO S+A	VOLUMEN MOLDE (cm³)	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	HUMEDAD DE COMP. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	ALTURA PROBETA (mm)	HINCHAM. 4° DIA (div.)	% DE HINCHAM.	HUMEDAD FINAL %
1	12	8048	4410	3638	2126	1,71	20,6	1,42	11,7	257	2,20	22,4
2	25	8127	4190	3937	2126	1,85	20,6	1,53	11,7	138	1,18	20,2
3	56	8547	4310	4237	2126	1,99	20,6	1,65	11,7	115	0,98	18,3

R.P.Un. Estandar (kg/cm²)												
PENETRACION (mm)		0	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	7,62	10,16
12 GOLPES	MOLDE	Lectura Dial (div.)	0	2,4	5,3	7,2	9,9	10,4	12,6	13,5	14	15,3
	Nº	Carga total (kg)	0,00	4,80	10,60	14,40	19,80	20,80	25,20	27,00	29,20	30,60
	1	Presión (kg/cm²)	0,00	0,25	0,55	0,75	1,03	1,08	1,31	1,40	1,45	1,59
		% Estándar					1,5				1,4	1,1
		V. Sop. Adoptado					1,5					
25 GOLPES	MOLDE	Lectura Dial (div.)	0	12,4	15,2	22,2	23,4	26,3	27,2	28,4	30,2	31,3
	Nº	Carga total (kg)	0,00	24,80	30,40	44,40	46,80	52,60	54,40	56,80	60,40	65,60
	2	Presión (kg/cm²)	0,00	1,29	1,58	2,30	2,43	2,73	2,82	2,95	3,13	3,25
		% Estándar					3,5				3,0	2,4
		V. Sop. Adoptado					3,5					
56 GOLPES	MOLDE	Lectura Dial (div.)	0	17,1	28,6	37,6	41,2	48,9	53	59,7	61,7	68,7
	Nº	Carga total (kg)	0,00	34,20	57,20	75,20	82,40	97,80	106,00	119,40	123,40	137,40
	3	Presión (kg/cm²)	0,00	1,78	2,97	3,90	4,28	5,08	5,50	6,20	6,40	7,13
		% Estándar					6,1				6,1	5,4
		V. Sop. Adoptado					6,1					4,6



CURVA PRESIÓN -PENETRACIÓN





Resumen	
V. Soporte	D. seca
1,5	1,42
3,5	1,53
6,1	1,65

Densidad	
% Proctor	D. Máxima
100	1,68
95	1,60

Valor soporte adoptado=	5,00%
-------------------------	-------

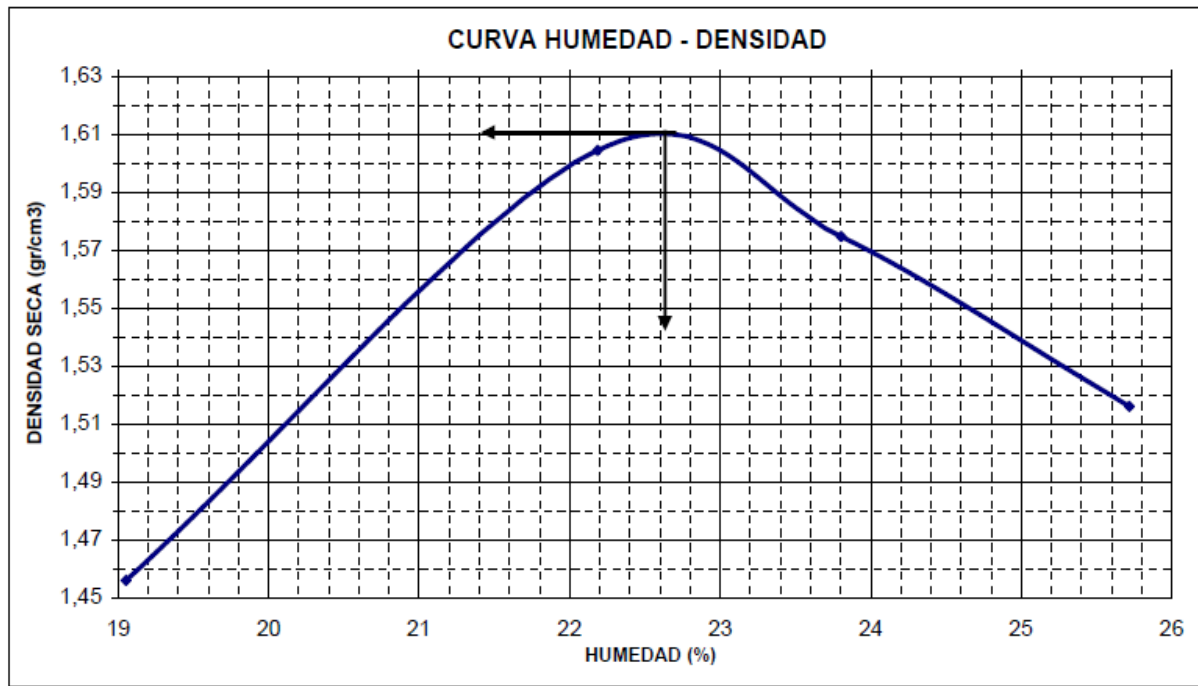
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROGRESIVA:	6+000
PROFUNDIDAD:	0,30-1,00m

CONSTANTES FISICAS		CARACTERISTICAS DE ENSAYO	
Material:	SUELO	Tipo de prueba:	T-99
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (30)	Peso pisón:	2500 gr.
L.L. :	52,35	Altura de caída:	30,5 cm
L.P. :	23,83	N° de capas:	3
I.P. :	28,5	Golpes por capa:	25

ENSAYO N°	% AGUA APROX.	Peso Suelo+Molde	PESO Molde	PESO Suelo húmedo	VOLUMEN Molde	DENSIDAD DEL SUELO		Observ.
						HUMEDO	SECO	
1		3356	1725	1631	945	1,73	1,46	
2		3570	1725	1845	945	1,95	1,60	
3		3560	1725	1835	945	1,94	1,57	
4		3519	1725	1794	945	1,90	1,52	

ENSAYO N°	N° PESAFILTRO	Pesafiltro + Suelo Húmedo	Pesafiltro + Suelo Seco	PESO Pesafiltro	PESO Agua	Peso Suelo Seco	HUMEDAD %	Observ.
1		100,00	84,35		15,65		18,55	
2		100,00	82,18		17,82		21,68	
3		100,00	81,10		18,90		23,30	
4		100,00	79,86		20,14		25,22	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³): **1,61**

HUMEDAD OPTIMA (%): **22,6**

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R)

PROGRESIVA:	6+000
PROFUNDIDAD:	0,45-1,00m

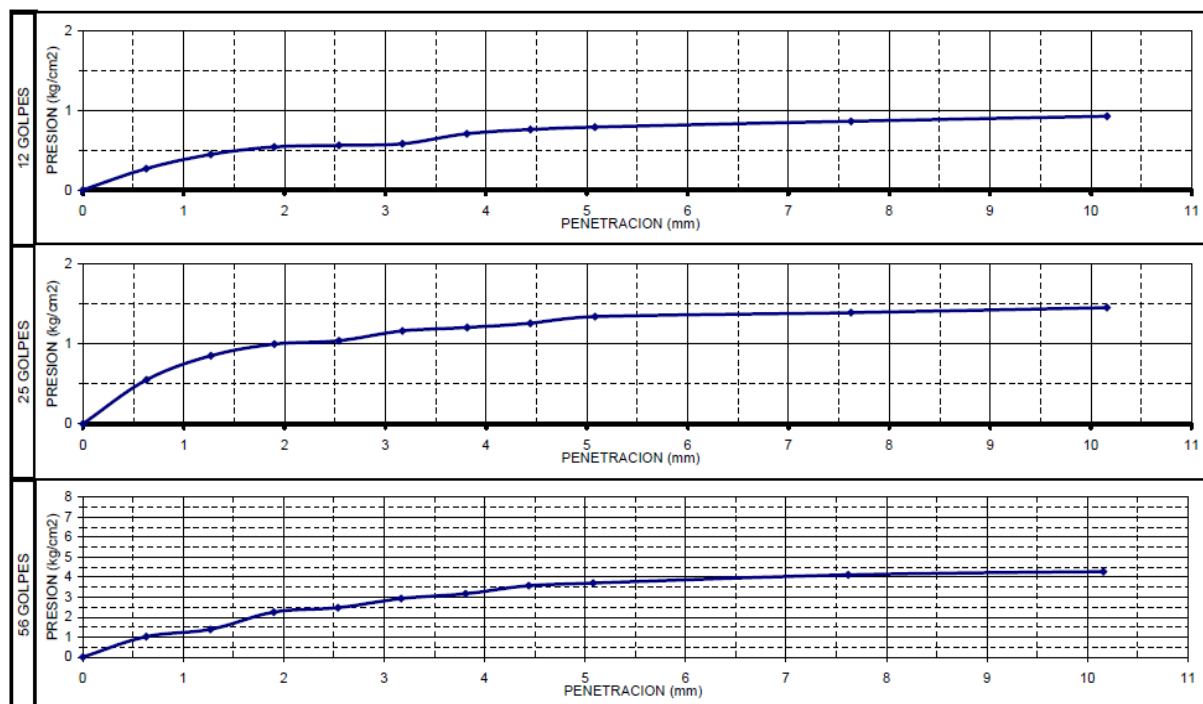
CONSTANTES FISICAS	PROCTOR T-99
Material: SUELO	γ_{max} : 1,61 (gr/cm³)
Clasif. H.R.B.: A7-6 (30)	Hum. Opt: 22,6 (%)
L.L.: 52,35	SECCION PISTON (cm²): 19,267
L.P.: 23,83	SOBRECARGA: 30 Lbs.
I.P.: 28,5	CONSTANTE DE ARO: 2

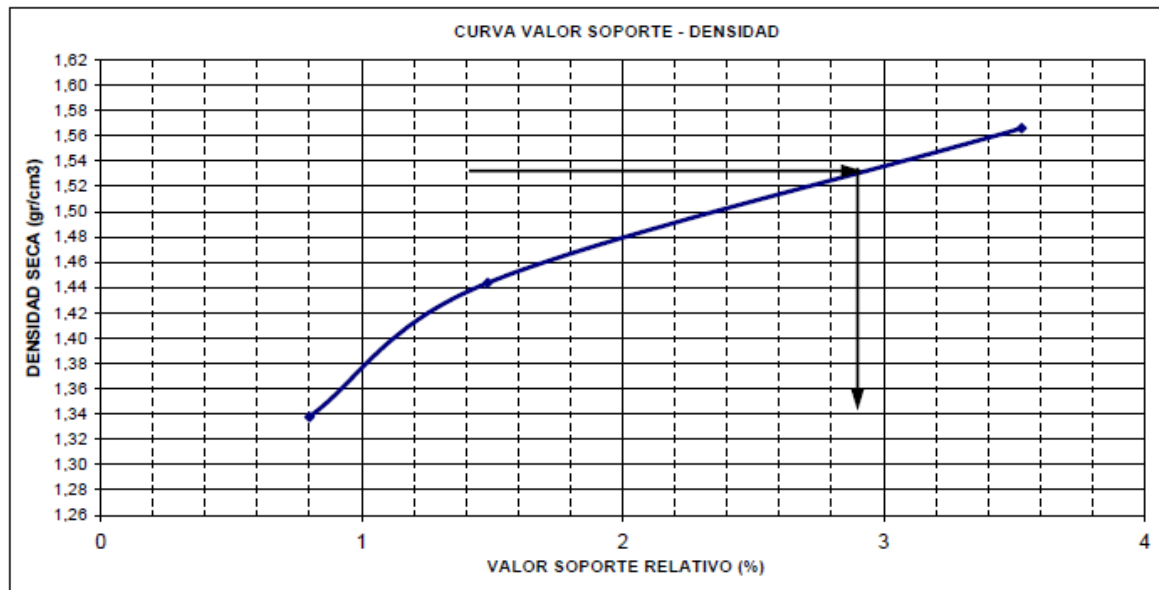
MOLDE N°	GOLPES POR CAPA	PESO M+S+A (gr)	PESO MOLDE (gr)	PESO S+A	VOLUMEN MOLDE (cm³)	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	HUMEDAD DE COMP. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	ALTURA PROBETA (mm)	HINCHAM. 4° DIA (div.)	% DE HINCHAM.	HUMEDAD FINAL %
1	12	7888	4410	3478	2126	1,64	22,6	1,34	11,7	276	2,36	25,2
2	25	7952	4190	3762	2126	1,77	22,6	1,44	11,7	174	1,49	23,6
3	56	8389	4310	4079	2126	1,92	22,6	1,57	11,7	136	1,16	21,4



R.P.Un. Estándar (kg/cm ²)		PENETRACION (mm)									
		0	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	5,72
12 GOLPES	MOLDE	Lectura Dial (div.)	0	2,6	4,3	5,2	5,4	5,6	6,8	7,3	7,6
		Carga total (kg)	0,00	5,20	8,60	10,40	10,80	11,20	13,60	14,60	15,20
	Nº	Presión (kg/cm ²)	0,00	0,27	0,45	0,54	0,56	0,58	0,71	0,76	0,79
	1	% Estándar								0,8	0,8
		V. Sop. Adoptado					0,8				0,8
25 GOLPES	MOLDE	Lectura Dial (div.)	0	5,3	8,2	9,6	10	11,2	11,6	12,1	12,9
		Carga total (kg)	0,00	10,60	16,40	19,20	20,00	22,40	23,20	24,20	25,80
	Nº	Presión (kg/cm ²)	0,00	0,55	0,85	1,00	1,04	1,16	1,20	1,26	1,34
	2	% Estándar					1,5				1,3
		V. Sop. Adoptado					1,5				1,0
56 GOLPES	MOLDE	Lectura Dial (div.)	0	9,9	13,4	21,7	23,8	28,3	30,6	34,5	35,7
		Carga total (kg)	0,00	19,80	26,80	43,40	47,60	56,60	61,20	69,00	71,40
	Nº	Presión (kg/cm ²)	0,00	1,03	1,39	2,25	2,47	2,94	3,18	3,58	3,71
	3	% Estándar					3,5				4,12
		V. Sop. Adoptado					3,5				3,1

CURVA PRESIÓN -PENETRACIÓN





Resumen	
V. Soporte	D. seca
0,8	1,34
1,5	1,44
3,5	1,57

Densidad	
% Proctor	D. Máxima
100	1,61
95	1,53

Valor soporte adoptado=	2,90%
-------------------------	-------

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

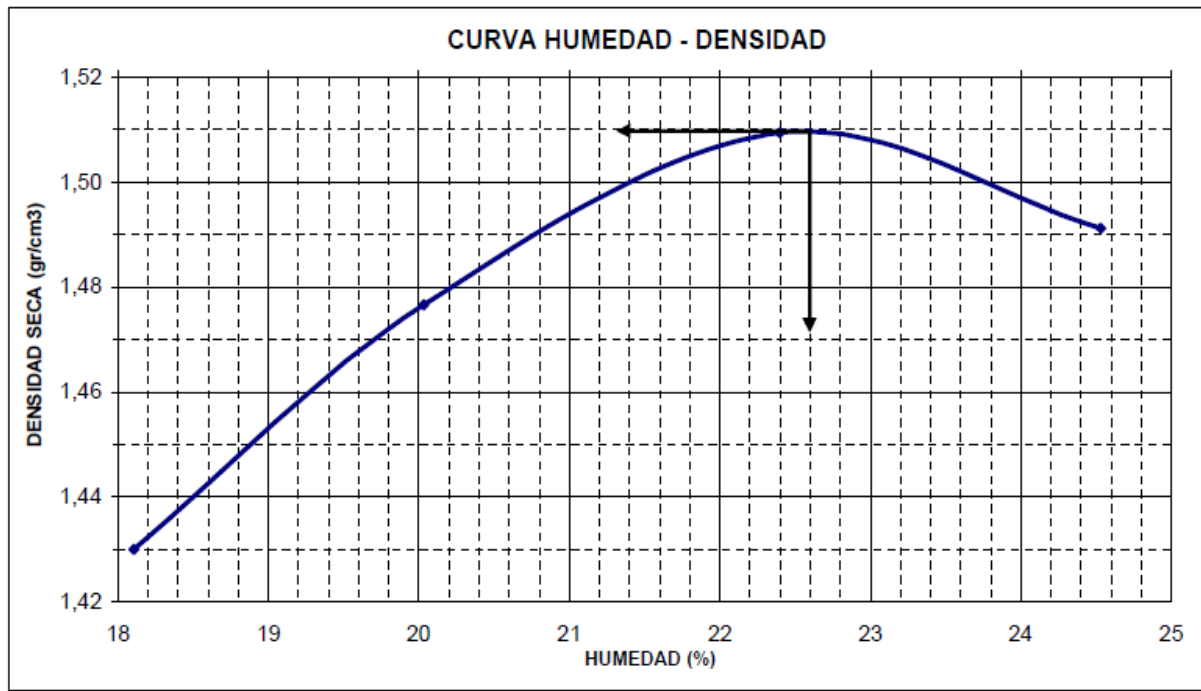


PROGRESIVA:	11+000
PROFUNDIDAD:	0,40-1,00m

CONSTANTES FISICAS		CARACTERISTICAS DE ENSAYO	
Material:	SUELO	Tipo de prueba:	T-99
Clasif. H.R.B. :	A-6 (12)	Peso pisón:	2500 gr.
L.L. :	33,06	Altura de caída:	30,5 cm
L.P. :	18,43	N° de capas:	3
I.P. :	14,6	Golpes por capa:	25

ENSAYO N°	% AGUA APROX.	Peso Suelo+Molde	PESO Molde	PESO Suelo húmedo	VOLUMEN Molde	DENSIDAD DEL SUELO		Observ.
						HUMEDO	SECO	
1		3321	1725	1596	945	1,69	1,43	
2		3400	1725	1675	945	1,77	1,48	
3		3471	1725	1746	945	1,85	1,51	
4		3480	1725	1755	945	1,86	1,49	

ENSAYO N°	N° PESAFILTRO	Pesafiltro + Suelo Húmedo	Pesafiltro + Suelo Seco	PESO Pesafiltro	PESO Agua	Peso Suelo Seco	HUMEDAD %	Observ.
1		100,00	84,67		15,33		18,11	
2		100,00	83,31		16,69		20,03	
3		100,00	81,70		18,30		22,40	
4		100,00	80,30		19,70		24,53	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³): 1,51

HUMEDAD OPTIMA (%): 22,6

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R)

PROGRESIVA:	11+000
PROFUNDIDAD:	0,45-1,00m

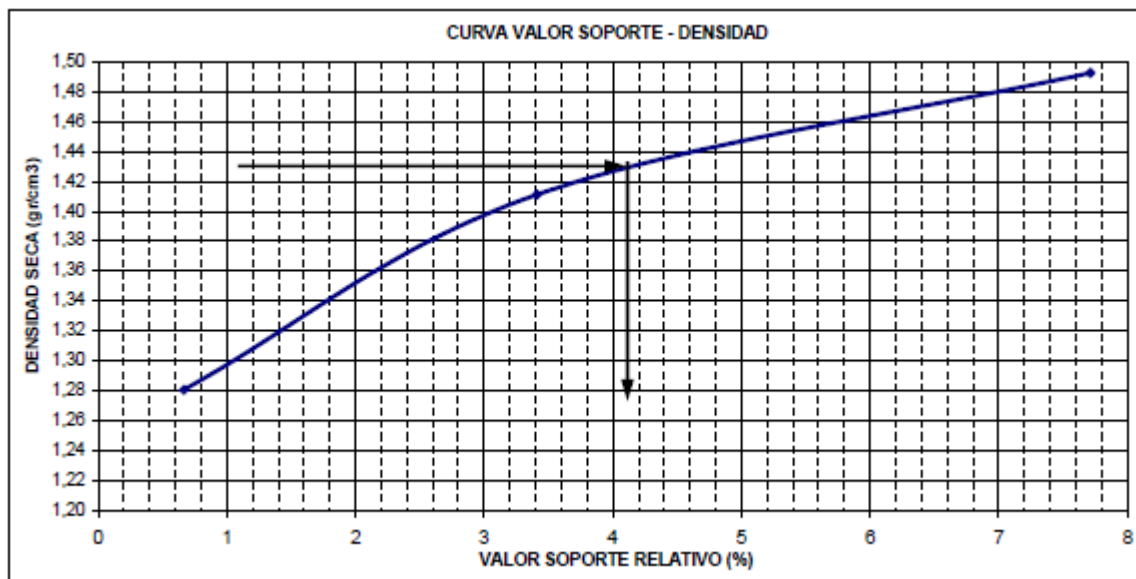
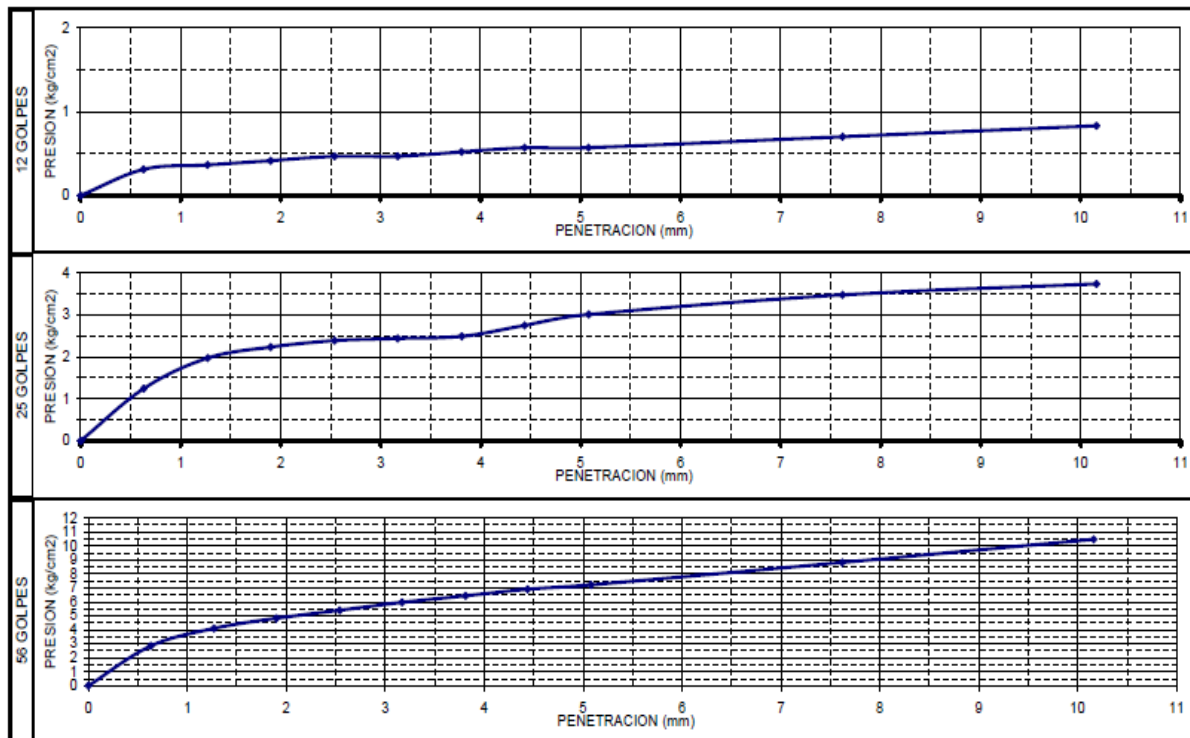
CONSTANTES FISICAS		PROCTOR T-99	
Material:	SUELO	γ _{max} :	1,51 (gr/cm³)
Clasif. H.R.B. :	A-6 (12)	Hum. Opt:	22,6 (%)
L.L. :	33,06	SECCION PISTON (cm²):	19,267
L.P. :	18,43	SOBRECARGA:	30 Lbs.
I.P. :	14,6	CONSTANTE DE ARO:	1

MOLDE N°	GOLPES POR CAPA	PESO M+S+A	PESO MOLDE (gr)	PESO S+A	VOLUMEN MOLDE (cm³)	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	HUMEDAD DE COMP. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	ALTURA PROBETA (mm)	HINCHAM. 4° DIA (div.)	% DE HINCHAM.	HUMEDAD FINAL %
1	12	7746	4410	3336	2126	1,57	22,6	1,28	11,7	186	1,59	30,6
2	25	7875	4190	3685	2126	1,73	22,6	1,41	11,7	139	1,19	26,1
3	56	8204	4310	3894	2126	1,83	22,6	1,49	11,7	117	1,00	17,2

R.P.Un. Estandar (kg/cm²)												
PENETRACION (mm)		0	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	7,62	10,16
12 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	6	7	8	9	9	10	11	11	13,5
		Carga total (kg)	0,00	6,00	7,00	8,00	9,00	9,00	10,00	11,00	11,00	13,50
		Presión (kg/cm²)	0,00	0,31	0,36	0,42	0,47	0,47	0,52	0,57	0,57	0,70
		% Estándar										
		V. Sop. Adoptado										
25 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	24	38	43	46	47	48	53	58	67
		Carga total (kg)	0,00	24,00	38,00	43,00	46,00	47,00	48,00	53,00	58,00	67,00
		Presión (kg/cm²)	0,00	1,25	1,97	2,23	2,39	2,44	2,49	2,75	3,01	3,48
		% Estándar										
		V. Sop. Adoptado										
56 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	56	79	93	104	115	124	133	139	170
		Carga total (kg)	0,00	56,00	79,00	93,00	104,00	115,00	124,00	133,00	139,00	170,00
		Presión (kg/cm²)	0,00	2,85	4,10	4,83	5,40	5,87	6,44	6,90	7,21	8,82
		% Estándar										
		V. Sop. Adoptado										



CURVA PRESIÓN -PENETRACIÓN





Resumen	
V. Soporte	D. seca
0,7	1,28
3,4	1,41
7,7	1,49

Densidad	
% Proctor	D. Máxima
100	1,51
95	1,43

Valor soporte adoptado=	4,10%
-------------------------	-------

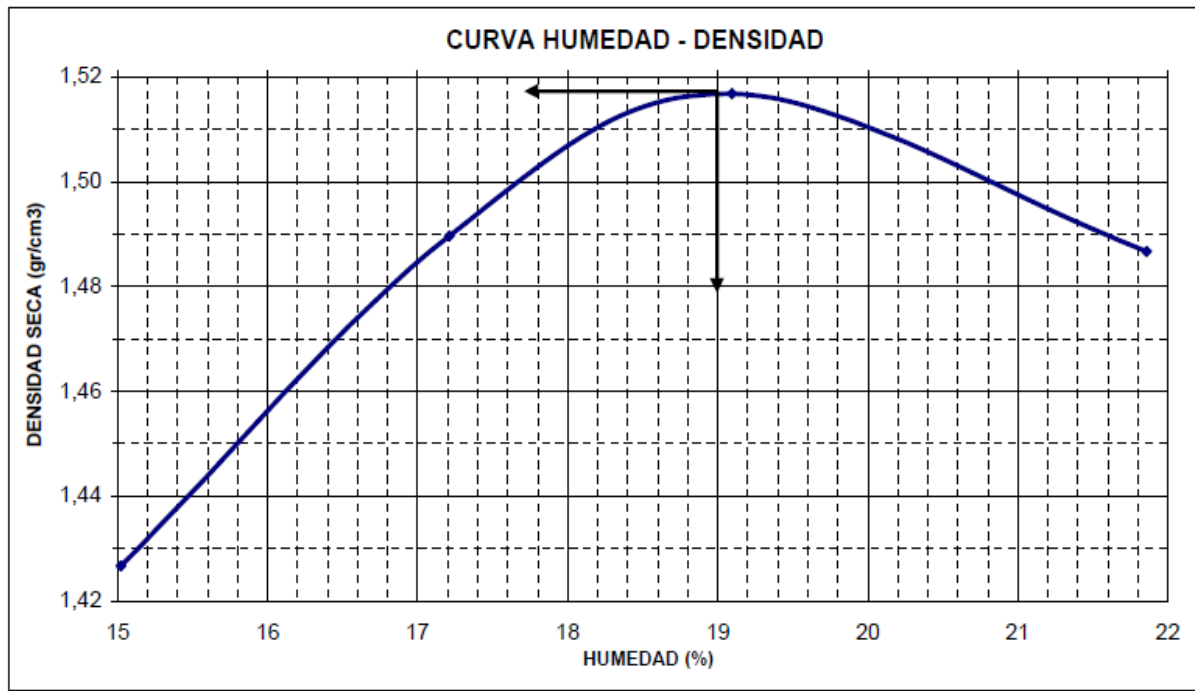
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROGRESIVA:	17+000
PROFUNDIDAD:	0,30-1,00m

CONSTANTES FISICAS		CARACTERISTICAS DE ENSAYO	
Material:	SUELO	Tipo de prueba:	T-99
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (18)	Peso pisón:	2500 gr.
L.L. :	40,6	Altura de caída:	30,5 cm
L.P. :	22,35	Nº de capas:	3
I.P. :	18,3	Golpes por capa:	25

ENSAYO Nº	% AGUA APROX.	Peso Suelo+Molde	PESO Molde	PESO Suelo húmedo	VOLUMEN Molde	DENSIDAD DEL SUELO		Observ.
						HUMEDO	SECO	
1		3269	1725	1544	945	1,63	1,43	
2		3368	1725	1643	945	1,74	1,49	
3		3425	1725	1700	945	1,80	1,52	
4		3430	1725	1705	945	1,80	1,49	

ENSAYO Nº	Nº PESAFILTRO	Pesafiltro + Suelo Húmedo	Pesafiltro + Suelo Seco	PESO Pesafiltro	PESO Agua	Peso Suelo Seco	HUMEDAD %	Observ.
1		100,00	87,32		12,68		14,52	
2		100,00	85,68		14,32		16,71	
3		100,00	84,32		15,68		18,60	
4		100,00	82,40		17,60		21,36	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³): 1,51

HUMEDAD OPTIMA (%): 19,0

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R)

PROGRESIVA:	17+000
PROFUNDIDAD:	0,45-1,00m

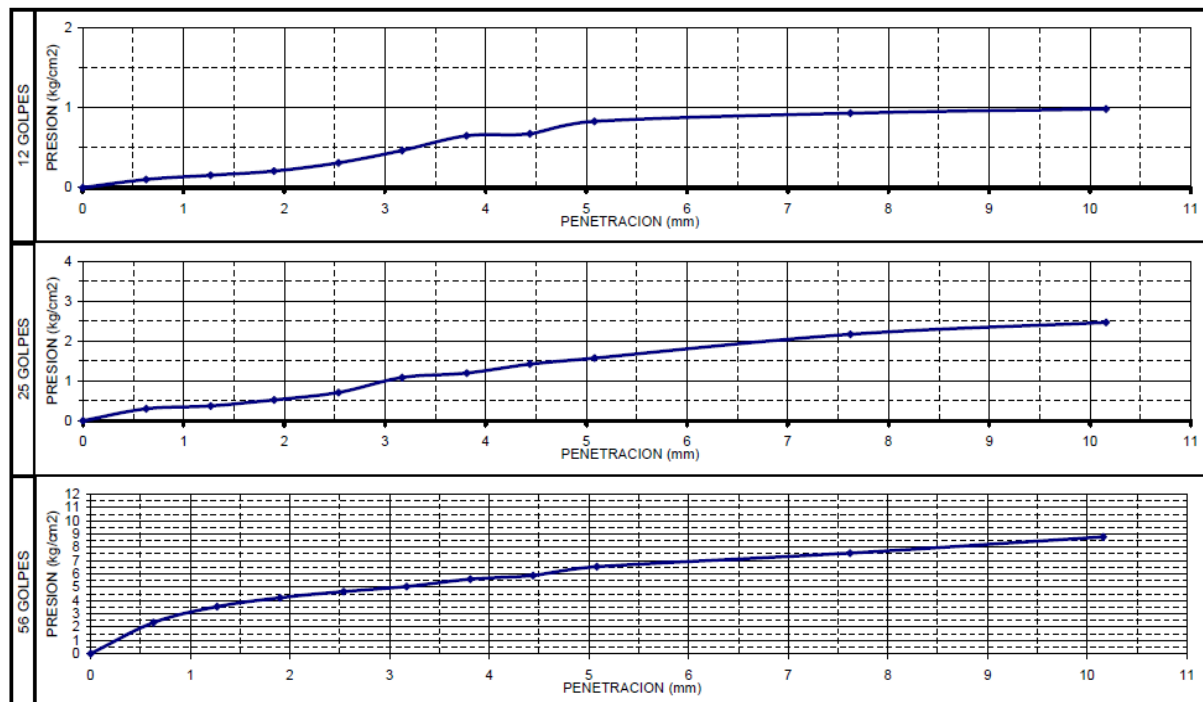
CONSTANTES FISICAS		PROCTOR T-99	
Material:	SUELO	γ_{max} :	1,51 (gr/cm³)
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (18)	Hum. Opt:	19 (%)
L.L. :	40,6	SECCION PISTON (cm²):	19,267
L.P. :	22,35	SOBRECARGA:	30 Lbs.
I.P. :	18,3	CONSTANTE DE ARO:	1

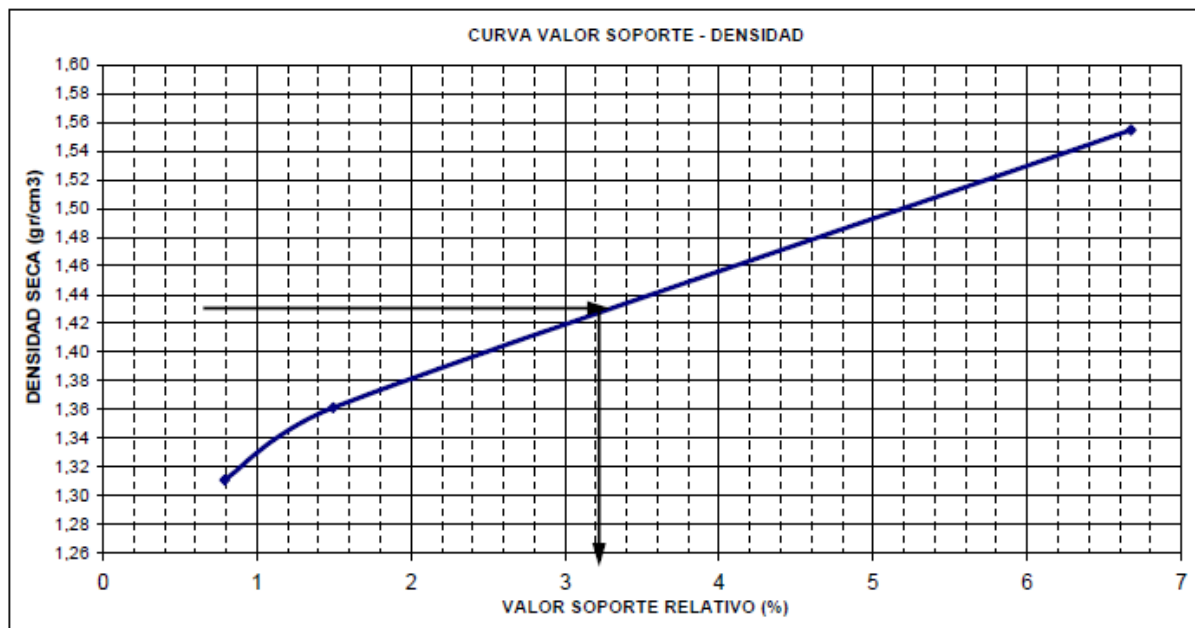
MOLDE N°	GOLPES POR CAPA	PESO M+S+A	PESO MOLDE (gr)	PESO S+A	VOLUMEN MOLDE (cm³)	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	HUMEDAD DE COMP. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	ALTURA PROBETA (mm)	HINCHAM. 4° DIA (div.)	% DE HINCHAM.	HUMEDAD FINAL %
2	12	7508	4190	3318	2126	1,56	19,0	1,31	11,7	230	1,97	30,6
1	25	7852	4410	3442	2126	1,62	19,0	1,36	11,7	205	1,75	28,3
4	56	8193	4260	3933	2126	1,85	19,0	1,55	11,7	176	1,50	23,3



R.P.Un. Estandar (kg/cm ²)		PENETRACION (mm)										
		0	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	105	133	161
12 GOLPES	MOLDE N° 2	Lectura Dial (div.)	0	2	3	4	6	9	12,5	16	18	19
		Carga total (kg)	0,00	2,00	3,00	4,00	6,00	9,00	12,50	16,00	18,00	19,00
		Presión (kg/cm ²)	0,00	0,10	0,16	0,21	0,31	0,47	0,65	0,67	0,83	0,99
		% Estandar					0,4			0,8	0,7	0,6
		V. Sop. Adoptado					0,8					
25 GOLPES	MOLDE N° 1	Lectura Dial (div.)	0	5,76	7,2	10,08	13,68	20,88	23,04	27,36	30,24	41,76
		Carga total (kg)	0,00	5,76	7,20	10,08	13,68	20,88	23,04	27,36	30,24	41,76
		Presión (kg/cm ²)	0,00	0,30	0,37	0,52	0,71	1,08	1,20	1,42	1,57	2,17
		% Estandar					1,0			1,5	1,6	1,5
		V. Sop. Adoptado					1,5					
56 GOLPES	MOLDE N° 4	Lectura Dial (div.)	0	45	68,4	81	90	97,2	108	113,4	126	145,8
		Carga total (kg)	0,00	45,00	68,40	81,00	90,00	97,20	108,00	113,40	126,00	145,80
		Presión (kg/cm ²)	0,00	2,34	3,55	4,20	4,67	5,04	5,61	5,89	6,54	7,57
		% Estandar					6,7				6,2	5,7
		V. Sop. Adoptado					6,7					

CURVA PRESIÓN -PENETRACIÓN





Resumen	
V. Soporte	D. seca
0,8	1,31
1,5	1,36
6,7	1,55

Densidad	
% Proctor	D. Máxima
100	1,51
95	1,43

Valor soporte adoptado=	3,20%
-------------------------	-------



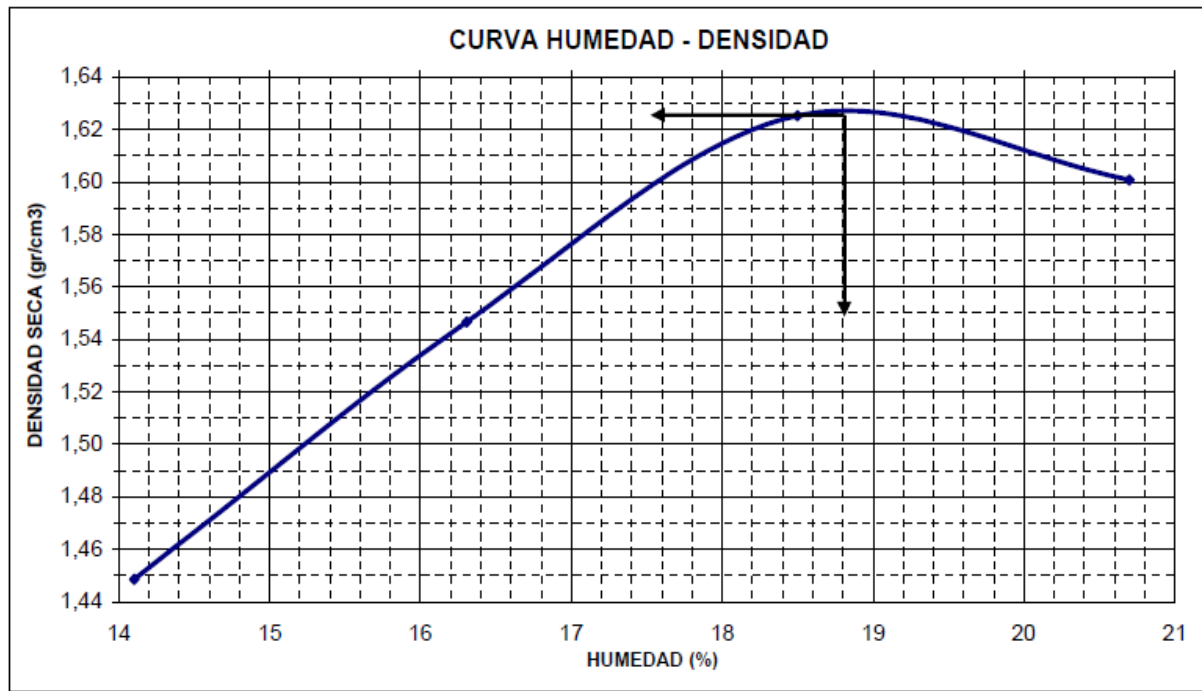
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROGRESIVA:	22+000
PROFUNDIDAD:	0,30-1,00m

CONSTANTES FISICAS		CARACTERISTICAS DE ENSAYO	
Material:	SUELO	Tipo de prueba:	T-99
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (24)	Peso pisón:	2500 gr.
L.L. :	46,31	Altura de caída:	30,5 cm
L.P. :	22,51	N° de capas:	3
I.P. :	23,8	Golpes por capa:	25

ENSAYO N°	% AGUA APROX.	Peso Suelo+Molde	PESO Molde	PESO Suelo húmedo	VOLUMEN Molde	DENSIDAD DEL SUELO		Observ.
						HUMEDO	SECO	
1		3287	1725	1562	945	1,65	1,45	
2		3425	1725	1700	945	1,80	1,55	
3		3545	1725	1820	945	1,93	1,63	
4		3551	1725	1826	945	1,93	1,60	

ENSAYO N°	N° PESAFILTRO	Pesafiltro + Suelo Húmedo	Pesafiltro + Suelo Seco	PESO Pesafiltro	PESO Agua	Peso Suelo Seco	HUMEDAD %	Observ.
1		100,00	87,64		12,36		14,10	
2		100,00	85,98		14,02		16,31	
3		100,00	84,39		15,61		18,50	
4		100,00	82,85		17,15		20,70	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³): 1,63

HUMEDAD OPTIMA (%): 18,8

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R)

PROGRESIVA:	22+000
PROFUNDIDAD:	0,45-1,00m

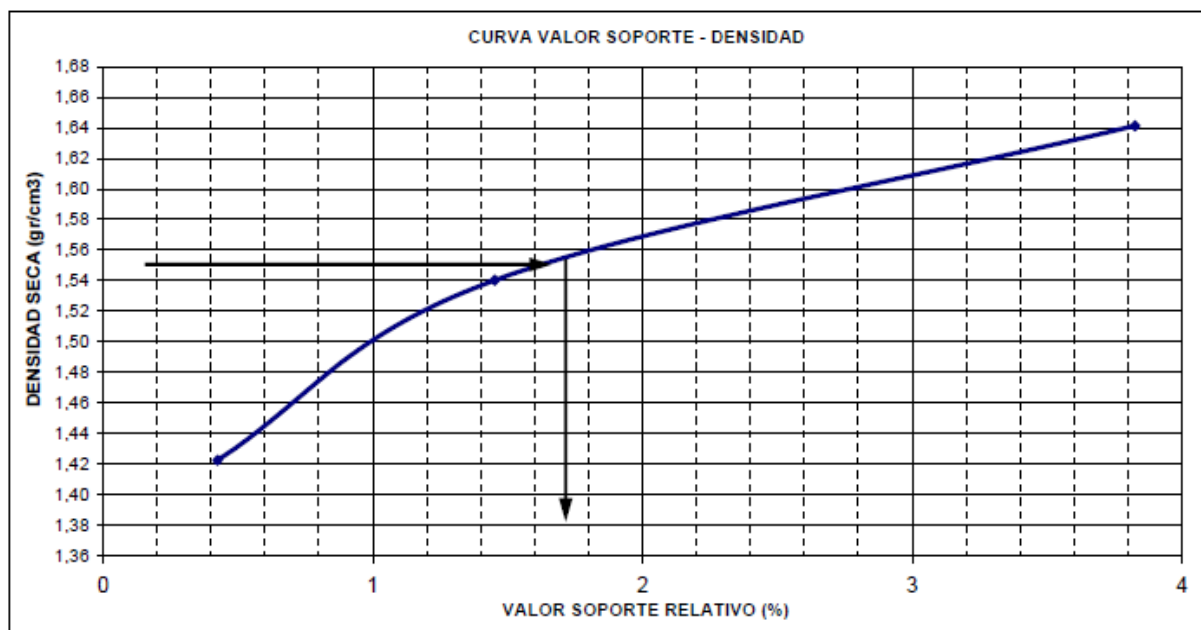
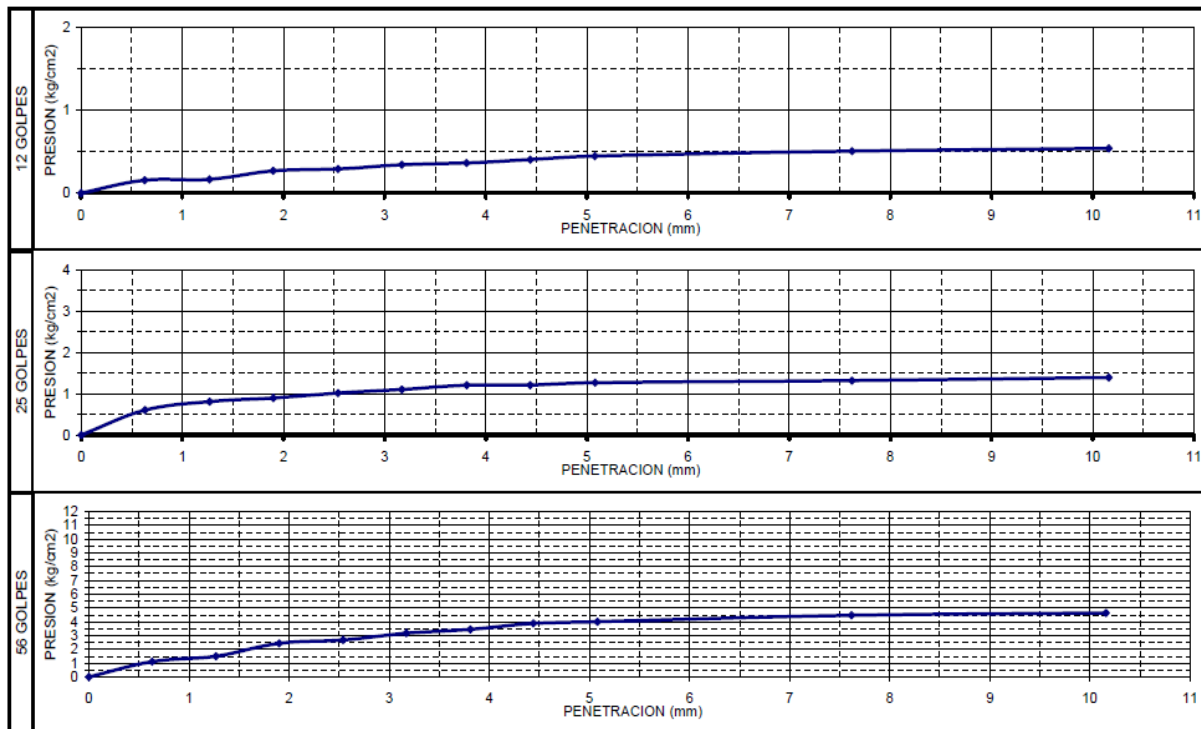
CONSTANTES FISICAS		PROCTOR T-99	
Material:	SUELO	γ_{max} :	1,63 (gr/cm³)
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (24)	Hum. Opt:	18,8 (%)
L.L. :	46,31	SECCION PISTON (cm²):	19,267
L.P. :	22,51	SOBRECARGA:	30 Lbs.
I.P. :	23,8	CONSTANTE DE ARO:	2

MOLDE N°	GOLPES POR CAPA	PESO M+S+A	PESO MOLDE (gr)	PESO S+A	VOLUMEN MOLDE (cm³)	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	HUMEDAD DE COMP. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	ALTURA PROBETA (mm)	HINCHAM. 4° DIA (div.)	% DE HINCHAM.	HUMEDAD FINAL %
4	12	7854	4260	3594	2126	1,69	18,8	1,42	11,7	261	2,23	25,2
5	25	8472	4590	3882	2126	1,83	18,8	1,54	11,7	147	1,26	23,6
6	56	8813	4660	4153	2126	1,95	18,8	1,64	11,7	123	1,05	21,4

R.P.Un. Estandar (kg/cm²)												
PENETRACION (mm)		0	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	7,62	10,16
12 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	1,5	1,6	2,6	2,8	3,3	3,5	3,9	4,3	5,2
		Carga total (kg)	0,00	3,00	3,20	5,20	5,60	6,60	7,00	7,80	8,60	10,40
		Presión (kg/cm²)	0,00	0,16	0,17	0,27	0,29	0,34	0,36	0,40	0,45	0,54
		% Estandar					0,4			0,4	0,4	0,3
		V. Sop. Adoptado					0,4					
25 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	5,8	7,8	8,6	9,8	10,6	11,6	11,6	12,2	13,4
		Carga total (kg)	0,00	11,60	15,60	17,20	19,60	21,20	23,20	23,20	24,40	26,80
		Presión (kg/cm²)	0,00	0,60	0,81	0,89	1,02	1,10	1,20	1,20	1,27	1,39
		% Estandar					1,5			1,2	1,0	0,9
		V. Sop. Adoptado					1,5					
56 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	10,7	14,5	23,5	25,8	30,7	33,2	37,4	38,7	44,7
		Carga total (kg)	0,00	21,40	29,00	47,00	51,60	61,40	66,40	74,80	77,40	89,40
		Presión (kg/cm²)	0,00	1,11	1,51	2,44	2,68	3,19	3,45	3,88	4,02	4,64
		% Estandar					3,8			3,8	3,4	2,9
		V. Sop. Adoptado					3,8					



CURVA PRESIÓN -PENETRACIÓN





Resumen	
V. Soporte	D. seca
0,4	1,42
1,5	1,54
3,8	1,64

Densidad	
% Proctor	D. Máxima
100	1,63
95	1,55

Valor soporte adoptado=	1,70%
-------------------------	-------

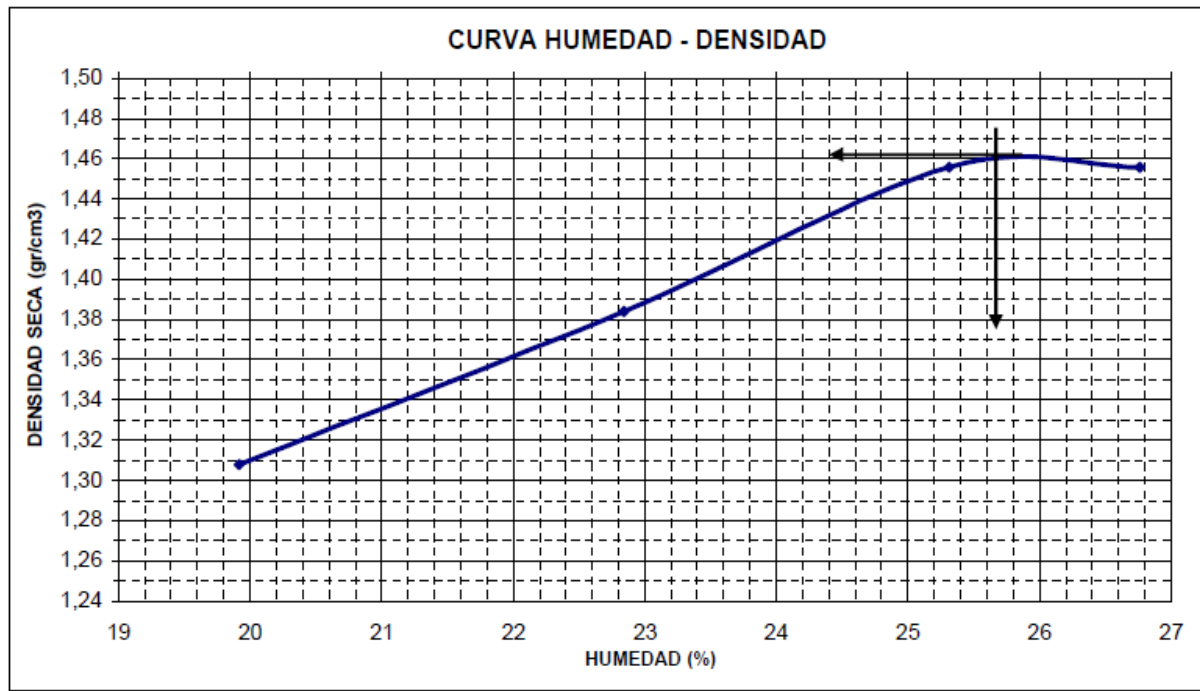
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROGRESIVA:	27+000
PROFUNDIDAD:	0,30-1,00m

CONSTANTES FISICAS		CARACTERISTICAS DE ENSAYO	
Material:	SUELO	Tipo de prueba:	T-99
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (31)	Peso pisón:	2500 gr.
L.L. :	53,03	Altura de caída:	30,5 cm
L.P. :	23,77	N° de capas:	3
I.P. :	29,3	Golpes por capa:	25

ENSAYO N°	% AGUA APROX.	Peso Suelo+Molde	PESO Molde	PESO Suelo húmedo	VOLUMEN Molde	DENSIDAD DEL SUELO		Observ.
						HUMEDO	SECO	
1		3201	1725	1476	945	1,56	1,31	
2		3325	1725	1600	945	1,69	1,38	
3		3442	1725	1717	945	1,82	1,46	
4		3462	1725	1737	945	1,84	1,46	

ENSAYO N°	N° PESAFILTRO	Pesafiltro + Suelo Húmedo	Pesafiltro + Suelo Seco	PESO Pesafiltro	PESO Agua	Peso Suelo Seco	HUMEDAD %	Observ.
1		100,00	83,74		16,26		19,42	
2		100,00	81,74		18,26		22,34	
3		100,00	80,12		19,88		24,81	
4		100,00	79,20		20,80		26,26	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³): 1,46

HUMEDAD OPTIMA (%): 25,4

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R)

PROGRESIVA:	27+000
PROFUNDIDAD:	0,45-1,00m

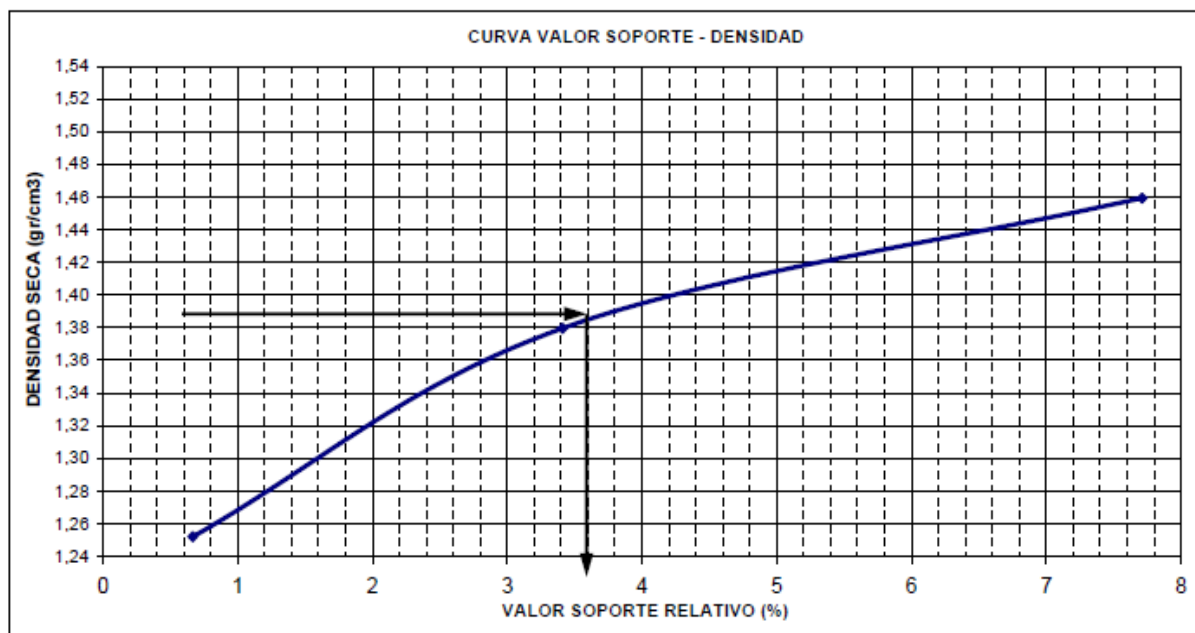
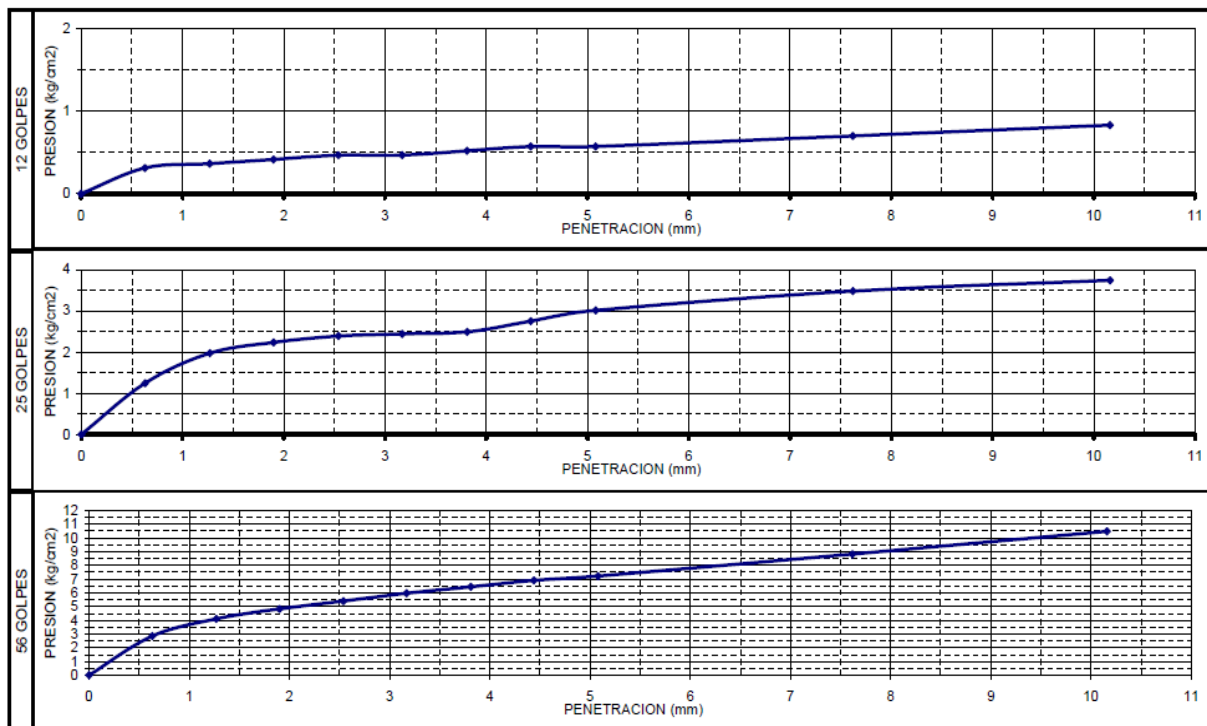
CONSTANTES FISICAS		PROCTOR T-99	
Material:	SUELO	γ_{max} :	1,46 (gr/cm³)
Clasif. H.R.B.:	A7-6 (31)	Hum. Opt:	25,4 (%)
L.L. :	53,03	SECCION PISTON (cm²):	19,267
L.P. :	23,77	SOBRECARGA:	30 Lbs.
I.P. :	29,3	CONSTANTE DE ARO:	1

MOLDE N°	GOLPES POR CAPA	PESO M+S+A	PESO MOLDE (gr)	PESO S+A	VOLUMEN MOLDE (cm³)	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	HUMEDAD DE COMP. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	ALTURA PROBETA (mm)	HINCHAM. 4° DIA (div.)	% DE HINCHAM.	HUMEDAD FINAL %
1	12	7746	4410	3336	2126	1,57	25,4	1,25	11,7	186	1,59	30,6
2	25	7875	4190	3685	2126	1,73	25,4	1,38	11,7	139	1,19	26,1
3	56	8204	4310	3894	2126	1,83	25,4	1,46	11,7	117	1,00	17,2

R.P.Un. Estandar (kg/cm²)												
PENETRACION (mm)		0	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	7,62	10,16
12 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	6	7	8	9	9	10	11	11	13,5
		Carga total (kg)	0,00	6,00	7,00	8,00	9,00	9,00	10,00	11,00	11,00	13,50
		Presión (kg/cm²)	0,00	0,31	0,36	0,42	0,47	0,47	0,52	0,57	0,57	0,83
		% Estandar					0,7			0,5	0,5	0,5
		V. Sop. Adoptado					0,7					
25 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	24	38	43	46	47	48	53	58	67
		Carga total (kg)	0,00	24,00	38,00	43,00	46,00	47,00	48,00	53,00	58,00	67,00
		Presión (kg/cm²)	0,00	1,25	1,97	2,23	2,39	2,44	2,49	2,75	3,01	3,48
		% Estandar					3,4			2,9	2,6	2,3
		V. Sop. Adoptado					3,4					
56 GOLPES	MOLDE N°	Lectura Dial (div.)	0	55	79	93	104	115	124	133	139	170
		Carga total (kg)	0,00	55,00	79,00	93,00	104,00	115,00	124,00	133,00	139,00	170,00
		Presión (kg/cm²)	0,00	2,85	4,10	4,83	5,40	5,97	6,44	6,90	7,21	8,82
		% Estandar					7,7			6,9	6,6	6,5
		V. Sop. Adoptado					7,7					



CURVA PRESIÓN -PENETRACIÓN





Resumen	
V. Soporte	D. seca
0,7	1,25
3,4	1,38
7,7	1,46

Densidad	
% Proctor	D. Máxima
100	1,46
95	1,39

Valor soporte adoptado=	3,60%
-------------------------	-------

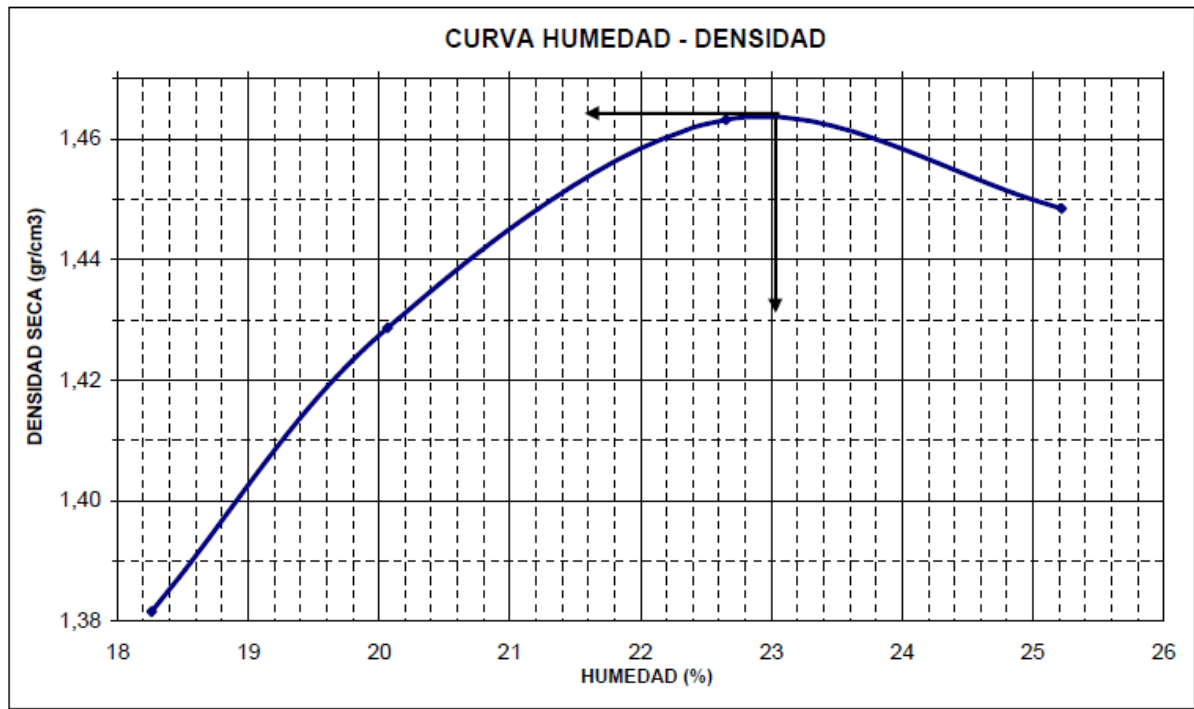
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROGRESIVA:	31+000
PROFUNDIDAD:	0,30-0,70m

CONSTANTES FISICAS		CARACTERISTICAS DE ENSAYO	
Material:	SUELO	Tipo de prueba:	T-99
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (24)	Peso pisón:	2500 gr.
L.L. :	45,91	Altura de caída:	30,5 cm
L.P. :	22,61	Nº de capas:	3
I.P. :	23,3	Golpes por capa:	25

ENSAYO Nº	% AGUA APROX.	Peso Suelo+Molde	PESO Molde	PESO Suelo húmedo	VOLUMEN Molde	DENSIDAD DEL SUELO		Observ.
						HUMEDO	SECO	
1		3269	1725	1544	945	1,63	1,38	
2		3346	1725	1621	945	1,72	1,43	
3		3421	1725	1696	945	1,79	1,46	
4		3439	1725	1714	945	1,81	1,45	

ENSAYO Nº	Nº PESAFILTRO	Pesafiltro + Suelo Húmedo	Pesafiltro + Suelo Seco	PESO Pesafiltro	PESO Agua	Peso Suelo Seco	HUMEDAD %	Observ.
1		100,00	84,56		15,44		18,26	
2		100,00	83,29		16,71		20,06	
3		100,00	81,53		18,47		22,65	
4		100,00	79,86		20,14		25,22	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3): 1,46

HUMEDAD OPTIMA (%): 23,0

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R)

PROGRESIVA:	31+000
PROFUNDIDAD:	0,45-1,00m

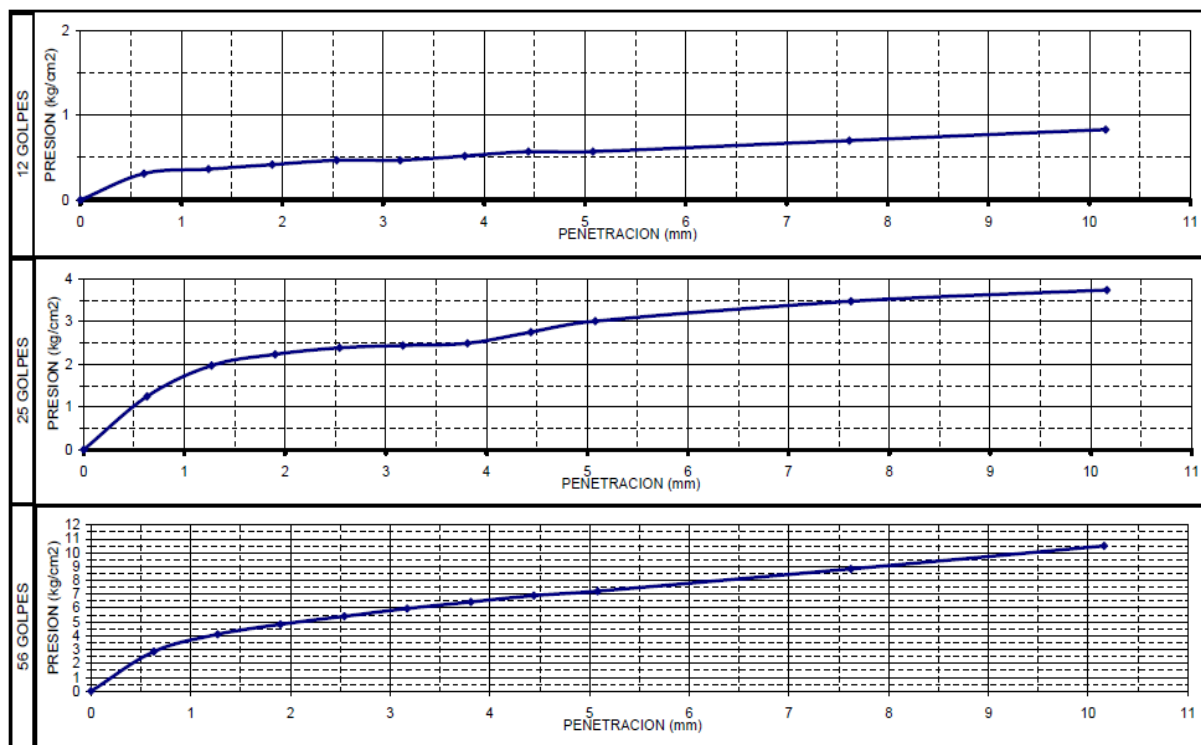
CONSTANTES FISICAS		PROCTOR T-99	
Material:	SUELO	γ_{max} :	1,46 (gr/cm3)
Clasif. H.R.B. :	A7-6 (24)	Hum. Opt:	23 (%)
L.L. :	45,91	SECCION PISTON (cm2):	19,267
L.P. :	22,61	SOBRECARGA:	30 Lbs.
I.P. :	23,3	CONSTANTE DE ARO:	1

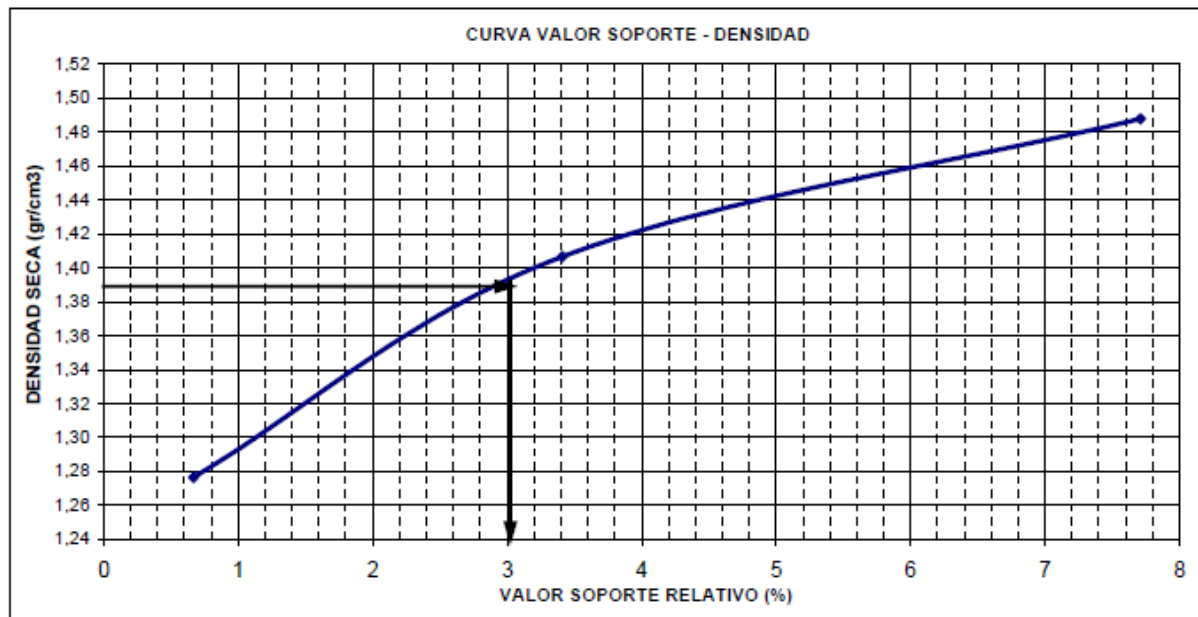
MOLDE N°	GOLPES POR CAPA	PESO M+S+A	PESO MOLDE (gr)	PESO S+A	VOLUMEN MOLDE (cm3)	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	HUMEDAD DE COMP. (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	ALTURA PROBETA (mm)	HINCHAM. 4° DIA (div.)	% DE HINCHAM.	HUMEDAD FINAL %
1	12	7746	4410	3336	2126	1,57	23,0	1,28	11,7	186	1,59	30,6
2	25	7875	4190	3685	2126	1,73	23,0	1,41	11,7	139	1,19	26,1
3	56	8204	4310	3894	2126	1,83	23,0	1,49	11,7	117	1,00	17,2



R.P.Un. Estandar (kg/cm2)						70				105	133	161	
PENETRACION (mm)		0	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	7,62	10,16	
12 GOLPES	MOLDE Nº 1	Lectura Dial (div.)	0	6	7	8	9	9	10	11	13,5	16	
		Carga total (kg)	0,00	6,00	7,00	8,00	9,00	9,00	10,00	11,00	11,00	13,50	16,00
		Presión (kg/cm2)	0,00	0,31	0,36	0,42	0,47	0,47	0,52	0,57	0,57	0,70	0,83
		% Estandar					0,7				0,5	0,5	0,5
		V. Sop. Adoptado					0,7						
25 GOLPES	MOLDE Nº 2	Lectura Dial (div.)	0	24	38	43	46	47	48	53	58	67	72
		Carga total (kg)	0,00	24,00	38,00	43,00	46,00	47,00	48,00	53,00	58,00	67,00	72,00
		Presión (kg/cm2)	0,00	1,25	1,97	2,23	2,39	2,44	2,49	2,75	3,01	3,48	3,74
		% Estandar					3,4				2,9	2,6	2,3
		V. Sop. Adoptado					3,4						
56 GOLPES	MOLDE Nº 3	Lectura Dial (div.)	0	55	79	93	104	115	124	133	139	170	202
		Carga total (kg)	0,00	55,00	79,00	93,00	104,00	115,00	124,00	133,00	139,00	170,00	202,00
		Presión (kg/cm2)	0,00	2,85	4,10	4,83	5,40	5,97	6,44	6,90	7,21	8,82	10,48
		% Estandar					7,7				6,9	6,6	6,5
		V. Sop. Adoptado					7,7						

CURVA PRESIÓN -PENETRACIÓN





Resumen	
V. Soporte	D. seca
0,7	1,28
3,4	1,41
7,7	1,49

Densidad	
% Proctor	D. Máxima
100	1,46
95	1,39

Valor soporte adoptado=	3,00%
-------------------------	-------



15.2 Anexos capítulo seis

A.6.1- CN de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana

(Fuente: Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, Davis R. Maidment, Larry W. Mays, McGraw-Hill.).

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena ²	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos 65	77	85	90	92
1/4 acre 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
1/2 acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89

1 Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remítase a Soil Conservation Service, 1972, Cap. 9

2 Una buena cubierta está protegida del pastoreo, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.

3 Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.

4 Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.

5 En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.



A.6.2-Precipitaciones máximas diarias para distintas duraciones (Fuente: Elaboración propia).

Pricipitación máxima anual para distintas duraciones(mm)					
AÑO HIDROLÓGICO	1 Día	2 Días	3 Días	4 Días	5 Días
1999 - 2000	63	77	77	77	108
2000 - 2001	118	118	155	184	204
2001 - 2002	217	246	248	271	300
2002 - 2003	110	120	139	154	157
2003 - 2004	149	149	149	149	149
2004 - 2005	168	182	260	290	290
2005 - 2006	103	132	132	132	132
2006 - 2007	115	122	122	122	122
2007 - 2008	124	131	144	151	151
2008 - 2009	103	103	122	122	122
2009 - 2010	96	158	158	171	221
2010 - 2011	160	194	194	194	196
2011 - 2012	103	107	138	138	141
2012 - 2013	90	110	110	110	110
2013 - 2014	159	219	229	229	229
2014 - 2015	121	149	150	150	167
2015 - 2016	101	101	115	115	165
2016 - 2017	95	95	97	104	109
2017 - 2018	140	166	175	233	233
2018 - 2019	114	167	157	173	212
2019 - 2020	170	243	243	243	243
2020 - 2021	88	91	91	138	152
2021 - 2022	170	237	237	237	237
2022 - 2023	112	112	112	113	128
2023 - 2024	116	116	116	116	171

A.6.3- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 1 día (Fuente: Elaboración propia).

CHI CUADRADO GUMBEL - 1 DÍA									
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	Yi	F(xi)	p(xi)	X²
1	<90	2	0,08	0,080	90	-0,695	0,135	0,135	0,56
2	90-120	13	0,52	0,600	120	0,421	0,519	0,384	1,21
3	120-150	4	0,16	0,760	150	1,537	0,807	0,288	1,42
4	150-180	5	0,2	0,960	180	2,653	0,932	0,125	1,11
5	180-210	0	0	0,960	210	3,769	0,977	0,045	1,13
6	>210	1	0,04	1,000			1,000	0,023	0,32
Total		25							5,74

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 5.74 < \chi^2_{tabulado} = 7,81$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.



CHI CUADRADO LOG PERSON III - 1 DÍA											
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	log(Xi)	Ki	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<80	1	0,04	0,08	80	1,9031	-1,495053	0,886699	0,113301	0,113301	0,357079
2	80-120	14	0,56	0,6	120	2,0792	0,003533	0,494188	0,505812	0,392511	0,000361
3	120-160	5	0,2	0,76	160	2,2041	1,066797	0,149234	0,850766	0,344954	0,504582
4	160-200	4	0,16	0,96	200	2,3010	1,891528	0,025846	0,974154	0,123388	1,242288
5	>200	1	0,04	0,96					1,000000	0,025846	0,090030
Total		25									2,194340

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 2.19 < \chi^2_{tabulado} = 7,81$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO GIBRAT GALTON - 1 DÍA										
Nº	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	X-Xo	z	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<85	1	0,04	0,04	85	-1,3	0,9032	0,0968	0,0968	0,83
2	85-100	3	0,12	0,16	100	-0,85	0,8023	0,1977	0,1009	0,09
3	100-115	4	0,16	0,32	115	-0,45	0,6736	0,3264	0,1287	0,19
4	115-130	3	0,12	0,44	130	-0,1	0,5398	0,4602	0,1338	0,04
5	130-145	4	0,16	0,6	145	0,2	0,4207	0,5793	0,1191	0,35
6	145-160	3	0,12	0,72	160	0,45	0,3264	0,6736	0,0943	0,18
7	160-175	4	0,16	0,88	175	0,75	0,2266	0,7734	0,0998	0,91
8	175-200	1	0,04	0,92	200	1,17	0,121	0,879	0,1056	1,02
9	>200	2	0,08	1				1	0,121	0,35
Total		25								3,95

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 3.95 < \chi^2_{tabulado} = 7,81$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

A.6.4- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 2 días (Fuente: Elaboración propia).

CHI CUADRADO GUMBEL - 2 DÍAS									
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	Yi	F(xi)	p(xi)	X²
1	<90	1	0,04	0,040	90	-0,857	0,095	0,095	0,79
2	90-120	9	0,36	0,400	120	-0,080	0,338	0,244	1,39
3	120-150	6	0,24	0,640	150	0,696	0,607	0,269	0,08
4	150-180	3	0,12	0,760	180	1,473	0,795	0,188	0,61
5	180-210	2	0,08	0,840	210	2,249	0,900	0,105	0,15
6	210-240	2	0,08	0,920	240	3,026	0,953	0,053	0,35
7	>240	2	0,08	1,000			1,000	0,047	0,56
Total		25							3,93

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 3.93 < \chi^2_{tabulado} = 9.49$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta



adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO LOG PERSON III - 2 DÍAS											
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	log(Xi)	Ki	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<90	1	0,04	0,04	90	1,954243	-1,319	0,873399	0,126601	0,126601	0,742
2	90-120	9	0,36	0,4	120	2,079181	-0,432	0,640689	0,359311	0,232711	0,476
3	120-150	6	0,24	0,64	150	2,176091	0,2561	0,392211	0,607789	0,248478	0,016
4	150-180	3	0,12	0,76	180	2,255273	0,8183	0,200088	0,799912	0,192123	0,459
5	180-210	2	0,08	0,84	210	2,322219	1,2937	0,104067	0,895933	0,096022	0,005
6	210-240	2	0,08	0,92	240	2,380211	1,7055	0,057576	0,942424	0,046491	0,968
7	>240	2	0,08	1	0				1	0,057576	0,059
Total		25									2,73

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 3.93 < \chi^2_{tabulado} = 2.72$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO GIBRAT GALTON - 2 DÍAS										
Nº	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	X-Xo	z	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<85	1	0,04	0,04	85	-1,3	0,9032	0,0968	0,0968	0,8332
2	85-100	3	0,12	0,16	100	-0,81	0,791	0,209	0,1122	0,0136
3	100-115	5	0,2	0,36	115	-0,45	0,6736	0,3264	0,1174	1,4529
4	115-130	3	0,12	0,48	130	-0,03	0,512	0,488	0,1616	0,2677
5	130-145	4	0,16	0,64	145	0,27	0,3936	0,6064	0,1184	0,3654
6	145-160	2	0,08	0,72	160	0,58	0,281	0,719	0,1126	0,2360
7	160-175	4	0,16	0,88	175	0,85	0,1977	0,8023	0,0833	1,7656
8	175-200	1	0,04	0,92	200	1,2	0,1151	0,8849	0,0826	0,5493
9	>200	2	0,08	1				1	0,1151	0,2676
Total		25								5,75

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 5.75 < \chi^2_{tabulado} = 2.72$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.



A.6.5- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 3 días (Fuente: Elaboración propia).

CHI CUADRADO GUMBEL - 3 DÍAS									
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	Yi	F(xi)	p(xi)	X²
1	<80	1	0,04	0,04	80	-1,2581	0,0296	0,0296	0,0906
2	80-100	2	0,08	0,12	100	-0,7674	0,1160	0,0864	0,0117
3	100-120	4	0,16	0,28	120	-0,2767	0,2675	0,1515	0,0120
4	120-140	5	0,2	0,48	140	0,2141	0,4461	0,1786	0,0642
5	140-160	6	0,24	0,72	160	0,7048	0,6101	0,1640	0,8808
6	160-180	1	0,04	0,76	180	1,1955	0,7389	0,1289	1,5324
7	180-200	1	0,04	0,8	200	1,6862	0,8309	0,0920	0,7346
8	200-220	0	0	0,8	220	2,1770	0,8928	0,0619	1,5470
9	220-240	2	0,08	0,88	240	2,6677	0,9329	0,0401	0,9899
10	240-260	2	0,08	0,96	260	3,1584	0,9584	0,0255	2,9220
11	>260	1	0,04	1			1,0000	0,0416	0,0015
Total		25						0,96	8,79

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 8.79 < \chi^2_{tabulado} = 15,5$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO LOG PERSON III - 3 DÍAS											
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	log(Xi)	Ki	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<80	1	0,04	0,04	80	1,903090	-1,8539	0,942402	0,057598	0,057598	0,134
2	80-100	2	0,08	0,12	100	2,000000	-1,1734	0,845931	0,154069	0,096471	0,070
3	100-120	4	0,16	0,28	120	2,079181	-0,6173	0,715005	0,284995	0,130926	0,161
4	120-140	5	0,2	0,48	140	2,146128	-0,1472	0,542790	0,457210	0,172215	0,112
5	140-160	6	0,24	0,72	160	2,204120	0,2600	0,398843	0,601157	0,143947	1,602
6	160-180	1	0,04	0,76	180	2,255273	0,6193	0,273729	0,726271	0,125114	1,448
7	180-200	1	0,04	0,8	200	2,301030	0,9406	0,176598	0,823402	0,097130	0,840
8	200-220	0	0,00	0,8	220	2,342423	1,2313	0,114560	0,885440	0,062039	1,551
9	220-240	2	0,08	0,88	240	2,380211	1,4966	0,076950	0,923050	0,037609	1,194
10	240-260	2	0,08	0,96	260	2,414973	1,7408	0,048410	0,951590	0,028541	2,320
11	>260	1	0,04	1					1	0,04841	0,037
Total		25									9,470

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 9.47 < \chi^2_{tabulado} = 15,5$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.



CHI CUADRADO GIBRAT GALTON - 3 DÍAS										
Nº	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	X-Xo	z	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<80	1	0,04	0,04	80	-1,5986	0,9452	0,0548	0,0548	0,10
2	80-100	2	0,08	0,12	100	-1,15	0,8749	0,1251	0,0703	0,03
3	100-120	4	0,16	0,28	120	-0,6333	0,7357	0,2643	0,1392	0,08
4	120-140	5	0,2	0,48	140	-0,058	0,5239	0,4761	0,2118	0,02
5	140-160	6	0,24	0,72	160	0,1706	0,4325	0,5675	0,0914	6,04
6	160-180	1	0,04	0,76	180	0,4789	0,3156	0,6844	0,1169	1,26
7	180-200	1	0,04	0,8	200	0,772	0,2206	0,7794	0,095	0,80
8	200-220	0	0	0,8	220	1,012	0,1562	0,8438	0,0644	1,61
9	220-240	2	0,08	0,88	240	1,27	0,102	0,898	0,0542	0,31
10	240-260	2	0,08	0,96	260	1,5	0,0668	0,9332	0,0352	1,43
11	>260	1	0,04	1				1	0,0668	0,27
Total		25								11,84

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 11,84 < \chi^2_{tabulado} = 15,5$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

A.6.6- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 4 días (Fuente: Elaboración propia).

CHI CUADRADO GUMBEL - 4 DÍAS									
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	Yi	F(xi)	p(xi)	X²
1	<90	1	0,04	0,04	90	-0,8567	0,0949	0,0949	0,793
2	90-120	5	0,2	0,24	120	-0,0802	0,3384	0,2435	0,195
3	120-150	6	0,24	0,48	150	0,6963	0,6075	0,2691	0,079
4	150-180	5	0,2	0,68	180	1,4727	0,7951	0,1876	0,020
5	180-210	2	0,08	0,76	210	2,2492	0,8999	0,1048	0,147
6	210-240	3	0,12	0,88	240	3,0257	0,9526	0,0527	2,144
7	240-270	1	0,04	0,92	270	3,8022	0,9779	0,0253	0,214
8	>270	2	0,08	1			1	0,0221	3,800
Total		25							7,392

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 7,39 < \chi^2_{tabulado} = 11,1$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO LOG PERSON III - 4 DÍAS											
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	log(Xi)	Ki	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<90	1	0,04	0,04	90	1,954243	-1,632	0,908918	0,091082	0,091082	0,716
2	90-120	5	0,2	0,24	120	2,079181	-0,777	0,648506	0,351494	0,260412	0,350
3	120-150	6	0,24	0,48	150	2,176091	-0,114	0,397804	0,602196	0,250703	0,011
4	150-180	5	0,2	0,68	180	2,255273	0,428	0,341726	0,658274	0,056077	9,234
5	180-210	2	0,08	0,76	210	2,322219	0,8862	0,188537	0,811463	0,153189	0,874
6	210-240	3	0,12	0,88	240	2,380211	1,2831	0,102806	0,897194	0,085731	0,342
7	240-270	1	0,04	0,92	270	2,431364	1,6332	0,059913	0,940087	0,042892	0,005
8	>270	2	0,08	1					1	0,059913	0,168
Total		25									11,702



Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 11.70 < \chi^2_{tabulado} = 11,1$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO GIBRAT GALTON - 4 DÍAS										
N°	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	X-Xo	z	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<90	1	0,04	0,04	90	-1,67	0,9525	0,0475	0,0475	0,03
2	90-120	5	0,2	0,24	120	-0,86	0,8051	0,1949	0,1474	0,47
3	120-150	6	0,24	0,48	150	-0,21	0,5832	0,4168	0,2219	0,04
4	150-180	5	0,2	0,68	180	0,22	0,4129	0,5871	0,1703	0,13
5	180-210	2	0,08	0,76	210	0,47	0,3192	0,6808	0,0937	0,05
6	210-240	3	0,12	0,88	240	1,13	0,1292	0,8708	0,1900	0,64
7	240-270	1	0,04	0,92	270	1,19	0,1170	0,8830	0,0122	1,58
8	>270	2	0,08	1	0			1	0,1170	0,29
		25								3,21

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 3.21 < \chi^2_{tabulado} = 11,1$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

A.6.7- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 5 días (Fuente: Elaboración propia).

CHI CUADRADO GUMBEL - 5 DÍAS									
N°	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	Yi	F(xi)	p(xi)	X²
1	<85	1	0,04	0,04	85	-0,619	0,1561	0,1561	2,159
2	85-100	3	0,12	0,16	100	-0,296	0,2607	0,1045	0,057
3	100-115	5	0,2	0,36	115	0,027	0,3778	0,1171	1,466
4	115-130	3	0,12	0,48	130	0,349	0,4939	0,1161	0,003
5	130-145	4	0,16	0,64	145	0,672	0,6001	0,1062	0,682
6	145-160	2	0,08	0,72	160	0,994	0,6907	0,0906	0,031
7	160-175	4	0,16	0,88	175	1,317	0,7650	0,0743	2,473
8	175-200	1	0,04	0,92	200	1,855	0,8552	0,0902	0,699
9	>200	2	0,08	1			1	0,1448	0,725
Total		25							8,295

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 8,30 > \chi^2_{tabulado} = 11,1$ (anexo A.6.7) ,se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.



CHI CUADRADO LOG PERSON III - 5 DÍAS											
INTERVALO	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	Xi	log(Xi)	Ki	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<120	3	0,0638298	0,03093	120	2,079181	-1,13884	0,841218	0,158782	0,158782	1,536
2	120-150	6	0,1276596	0,09278	150	2,176091	-0,40992	0,638632	0,361368	0,202587	0,842
3	150-180	6	0,1276596	0,15464	180	2,255273	0,185654	0,424269	0,575731	0,214362	1,038
4	180-210	2	0,0425532	0,17526	210	2,322219	0,689204	0,2491	0,7509	0,17517	2,608
5	210-240	5	0,106383	0,2268	240	2,380211	1,125398	0,137237	0,862763	0,111863	0,031
6	240-270	1	0,0212766	0,23711	270	2,431364	1,51015	0,075598	0,924402	0,061639	0,703
7	270-300	1	0,0212766	0,24742	300	2,477121	1,854321	0,037749	0,962251	0,037849	0,210
8	>=300	1	0,0212766	0,25773					1	0,037749	0,209
Total		25									7,178

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 14,26 < \chi^2_{tabulado} = 11,1$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO GIBRAT GALTON - 5 DÍAS										
Nº	RANGO	ni	fs(xi)	FS(xi)2	X-Xo	z	P(x>=xi)	F(Xi)	p(xi)	X²
1	<85	1	0,04	0,04	85	-1,28	0,8997	0,10030	0,10030	0,906
2	85-100	3	0,12	0,16	100	-0,8	0,7881	0,21190	0,11160	0,016
3	100-115	5	0,2	0,36	115	-0,4	0,6554	0,34460	0,13270	0,853
4	115-130	3	0,12	0,48	130	-0,05	0,5199	0,48010	0,13550	0,044
5	130-145	4	0,16	0,64	145	0,22	0,4129	0,58710	0,10700	0,656
6	145-160	2	0,08	0,72	160	0,51	0,305	0,69500	0,10790	0,180
7	160-175	4	0,16	0,88	175	0,79	0,2148	0,78520	0,09020	1,350
8	175-200	1	0,04	0,92	200	1,18	0,119	0,88100	0,09580	0,813
9	>200	2	0,08	1				1	0,1190	0,320
Total		25								5,139

Como resulta que $\chi^2_{calculado} = 5,14 < \chi^2_{tabulado} = 11,1$ (anexo A.6.7) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.



A.6.8 - Valores percentiles para la distribución χ^2 con diferentes grados de libertad (v) y

χ^2 para distintos niveles de confianza en porcentaje (Fuente: Elaboración propia).

v	99.5%	99.0%	97.5%	95.0%	90.0%	75.0%	50.0%	25.0%	10.0%	5.0%	2.5%	1.0%	0.5%
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	0.455	0.102	0.0158	0.0039	0.0010	0.0002	0
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	0.575	0.211	0.103	0.0506	0.0201	0.01
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	0.584	0.352	0.216	0.115	0.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	0.711	0.484	0.297	0.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	0.831	0.554	0.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	0.872	0.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	0.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.4	8.23	7.01	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.03
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89
25	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5
26	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2
27	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8
28	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.9	15.3	13.6	12.5
29	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	45.6	39.3	33.7	29.1	26.5	24.4	22.2	20.7
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.2	56.3	49.3	42.9	37.7	34.8	32.4	29.7	28.0
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3	46.5	43.2	40.5	37.5	35.5
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.3	51.7	48.8	45.4	43.3
80	116.3	112.3	106.6	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1	64.3	60.4	57.2	51.2	53.5
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	98.6	89.3	80.6	73.3	69.1	65.6	61.8	59.2
100	140.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	90.1	82.4	77.9	74.2	70.1	67.3



A.6.9 – Método de Gumbel para la precipitación máxima anual de 1 día de duración

(Fuente: Elaboración propia).

GUMBEL 1 DÍA				
Nº de orden	Variable hidrológica X	Variable reducida y	Probabilidad P(X)	Tiempo de retorno TR
1	217	4,03	0,0176	57
2	170	2,28	0,0971	10
3	170	2,28	0,0971	10
4	168	2,21	0,1042	10
5	160	1,91	0,1377	7
6	159	1,87	0,1426	7
7	149	1,50	0,2000	5
8	140	1,17	0,2680	4
9	124	0,57	0,4320	2
10	121	0,46	0,4687	2
11	118	0,35	0,5069	2
12	116	0,27	0,5332	2
13	115	0,23	0,5464	2
14	114	0,20	0,5598	2
15	112	0,12	0,5869	2
16	110	0,05	0,6141	2
17	103	-0,21	0,7093	1
18	103	-0,21	0,7093	1
19	103	-0,21	0,7093	1
20	101	-0,29	0,7358	1
21	96	-0,47	0,7987	1
22	95	-0,51	0,8106	1
23	90	-0,70	0,8652	1
24	88	-0,77	0,8846	1
25	63	-1,70	0,9958	1

$$Media = \frac{1}{n} \sum x_i = 124,2 \text{ mm} \quad Desvio = S = \left[\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{X})^2 \right] = 34,5 \text{ mm}$$

Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0,78 * S} = 0,03721$$

$$x_o = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} = 108,68$$



A.6.10 – Método de Log Pearson III para la precipitación máxima anual de 1 día de duración (Fuente: Elaboración propia).

LOG PEARSON III - 1DÍA								
N° de Orden m	xi	log(xi)	Columna1	Columna2	Ki	P(xi)	P(xi)%	TR (Años)
			$[(\log(xi) - X_{\log(x)})]^2$	$[(\log(xi) - X_{\log(x)})]^3$				
1	217	2,3365	0,0664	0,0171	2,193	0,0166	1,66	60
2	170	2,2304	0,0230	0,0035	1,291	0,0998	9,98	10
3	170	2,2304	0,0230	0,0035	1,291	0,0998	9,98	10
4	168	2,2253	0,0215	0,0031	1,247	0,1093	10,93	9
5	160	2,2041	0,0157	0,0020	1,067	0,1492	14,92	7
6	159	2,2014	0,0150	0,0018	1,044	0,1544	15,44	6
7	149	2,1732	0,0089	0,0008	0,804	0,2120	21,20	5
8	140	2,1461	0,0045	0,0003	0,573	0,2932	29,32	3
9	124	2,0934	0,0002	0,0000	0,125	0,4515	45,15	2
10	121	2,0828	0,0000	0,0000	0,034	0,4835	48,35	2
11	118	2,0719	0,0000	0,0000	-0,059	0,5166	51,66	2
12	116	2,0645	0,0002	0,0000	-0,122	0,5393	53,93	2
13	115	2,0607	0,0003	0,0000	-0,154	0,5509	55,09	2
14	114	2,0569	0,0005	0,0000	-0,186	0,5625	56,25	2
15	112	2,0492	0,0009	0,0000	-0,251	0,5861	58,61	2
16	110	2,0414	0,0014	-0,0001	-0,318	0,6101	61,01	2
17	103	2,0128	0,0043	-0,0003	-0,561	0,6977	69,77	1
18	103	2,0128	0,0043	-0,0003	-0,561	0,6977	69,77	1
19	103	2,0128	0,0043	-0,0003	-0,561	0,6977	69,77	1
20	101	2,0043	0,0055	-0,0004	-0,634	0,7238	72,38	1
21	96	1,9823	0,0093	-0,0009	-0,821	0,7914	79,14	1
22	95	1,9777	0,0102	-0,0010	-0,860	0,8020	80,20	1
23	90	1,9542	0,0155	-0,0019	-1,060	0,8286	82,86	1
24	88	1,9445	0,0180	-0,0024	-1,143	0,8397	83,97	1
25	63	1,7993	0,0781	-0,0218	-2,378	1,0045	100,45	1
Σ		51,9692	0,3314	0,0027				

Media Aritmética: $X_{\log(x)} = \frac{1}{n} * \Sigma \log(xi) = 2,08$

Desvío estándar: $\sigma_{\log(x)} = \left[(\log(xi) - X_{\log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,12$

Coeficiente de asimetría: $g = \frac{n * \Sigma (\log(xi) - X_{\log(x)})^3}{(n-1) * (n-2) * \sigma_{\log(x)}^2} = 0,08$



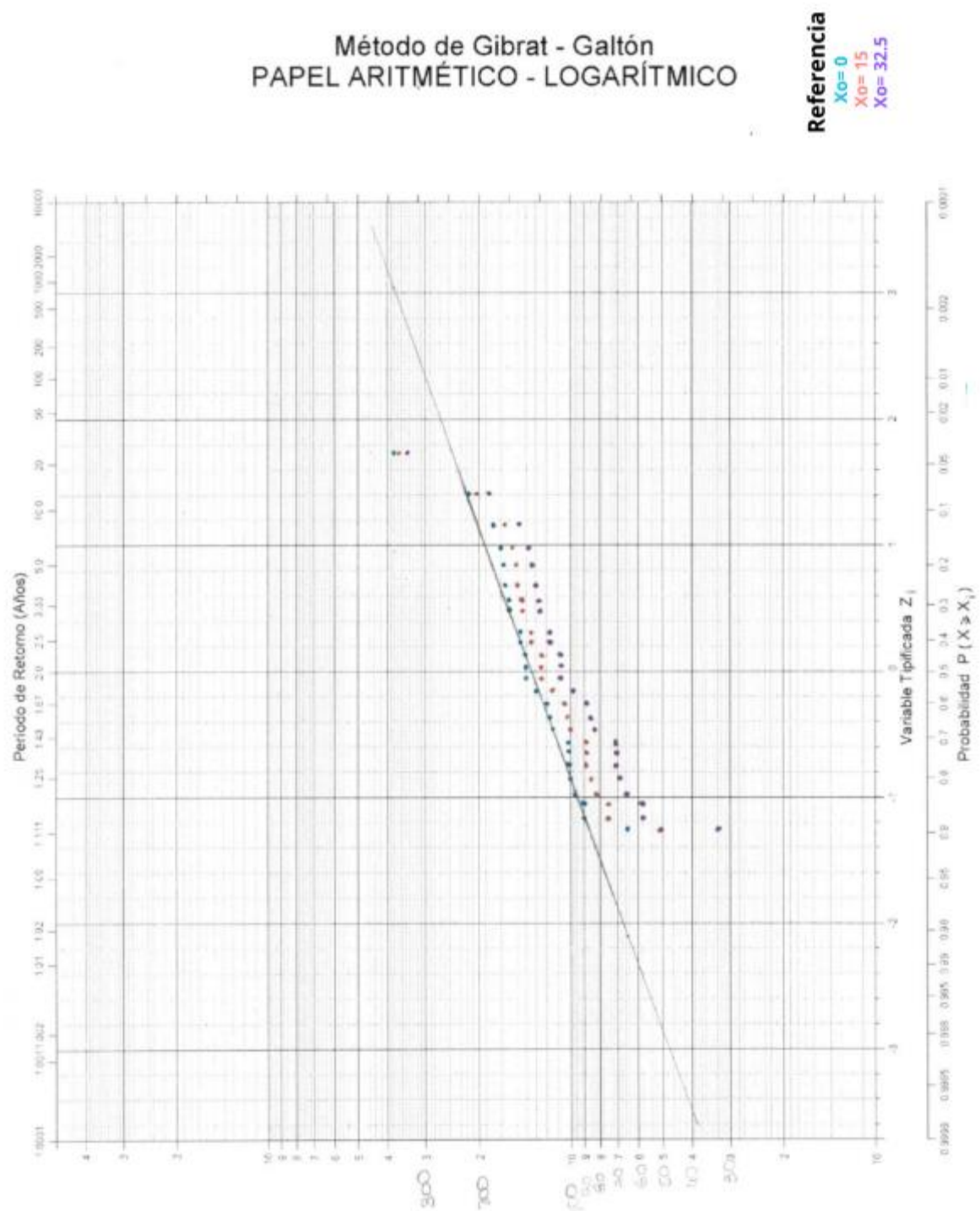
A.6.11 - Método de Gibrat- Galtón para precipitación máxima anual de 1 día de duración

(Fuente: Elaboración propia).

GIBRAT GATON - 1DÍA											
Nº de Orden m	xi (mm)	FRECUENCIA EXPERIMENTAL "F"	FRECUENCIA ACUMULADA "F"	Zi	(X-XO)mm	(X-XO)mm2	(X-XO)mm3	Zi(GRÁFICO)	F	f3	T.R (AÑOS)
					XO=50%85	XO=0	XO=15				
1	217	0,0400	0,9600	1,75	185	217	202	3,03	0,9988	0,0012	833
2	170	0,0800	0,9200	1,41	138	170	155	1,38	0,9162	0,0838	12
3	170	0,1200	0,8800	1,18	138	170	155	0,85	0,8023	0,1977	5
4	168	0,1600	0,8400	0,99	136	168	153	0,62	0,7324	0,2676	4
5	160	0,2000	0,8000	0,84	128	160	145	0,60	0,7257	0,2743	4
6	159	0,2400	0,7600	0,71	127	159	144	0,58	0,719	0,281	4
7	149	0,2800	0,7200	0,58	117	149	134	0,47	0,6808	0,3192	3
8	140	0,3200	0,6800	0,47	108	140	125	0,46	0,6772	0,3228	3
9	124	0,3600	0,6400	0,36	92	124	109	0,28	0,6103	0,3897	3
10	121	0,4000	0,6000	0,25	89	121	106	0,28	0,6103	0,3897	3
11	118	0,4400	0,5600	0,15	86	118	103	0,16	0,5636	0,4364	2
12	116	0,4800	0,5200	0,05	84	116	101	0,15	0,5596	0,4404	2
13	115	0,5200	0,4800	-0,05	83	115	100	0,15	0,5596	0,4404	2
14	114	0,5600	0,4400	-0,15	82	114	99	-0,10	0,4602	0,5398	2
15	112	0,6000	0,4000	-0,25	80	112	97	-0,30	0,3821	0,6179	2
16	110	0,6400	0,3600	-0,35	78	110	95	-0,35	0,3632	0,6368	2
17	103	0,6800	0,3200	-0,45	71	103	88	-0,45	0,3264	0,6736	1
18	103	0,7200	0,2800	-0,55	71	103	88	-0,80	0,2119	0,7881	1
19	103	0,7600	0,2400	-0,65	71	103	88	-0,80	0,2119	0,7881	1
20	101	0,8000	0,2000	-0,75	69	101	86	-0,80	0,2119	0,7881	1
21	96	0,8400	0,1600	-0,85	64	96	81	-0,82	0,2061	0,7939	1
22	95	0,8800	0,1200	-0,95	63	95	80	-0,95	0,1711	0,8289	1
23	90	0,9200	0,0800	-1,05	58	90	75	-1,18	0,119	0,881	1
24	88	0,9600	0,0400	-1,15	56	88	73	-1,18	0,119	0,881	1
25	63	1,0000	0,0000	-1,25	31	63	48	-2,10	0,0179	0,9821	1



A.6.12 - Representación gráfica de los valores de Gibrat - Galton – 1 día (Fuente: Elaboración propia).





A.6.13– Método de Gumbel para la precipitación máxima anual de 2 días de duración

(Fuente: Elaboración propia).

GUMBEL 2 DIAS				
N° de orden	Variable hidrológica X	Variable reducida Y	Probabilidad P(X)	Tiempo de retorno TR
1	246	3,18	0,0407	25
2	243	3,10	0,0439	23
3	237	2,95	0,0511	20
4	219	2,48	0,0802	12
5	194	1,84	0,1475	7
6	182	1,52	0,1957	5
7	166	1,11	0,2807	4
8	158	0,90	0,3332	3
9	157	0,88	0,3402	3
10	149	0,67	0,4004	2
11	149	0,67	0,4004	2
12	132	0,23	0,5481	2
13	131	0,20	0,5574	2
14	122	-0,03	0,6426	2
15	120	-0,08	0,6616	2
16	118	-0,13	0,6805	1
17	116	-0,18	0,6993	1
18	112	-0,29	0,7363	1
19	110	-0,34	0,7543	1
20	107	-0,42	0,7806	1
21	103	-0,52	0,8141	1
22	101	-0,57	0,8300	1
23	95	-0,73	0,8737	1
24	91	-0,83	0,8993	1
25	77	-1,19	0,9630	1

$$Media = \frac{1}{n} \sum x_i = 145,44 \text{ mm} \text{ Desvio} = S = \left[\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \right] = 49,5 \text{ mm}$$

Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0,78 * S} = 0,02588$$

$$x_o = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} = 123,099$$



A.6.14 – Método de Log Pearson III para la precipitación máxima anual de 2 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

LOG PEARSON III - 2 DÍAS								
N° de Orden m	xi	log(xi)	Columna1	Columna2	Ki	P(xi)	P(xi)%	TR (Años)
			$[(\log(xi) - X_{\log(x)})]^2$	$[(\log(xi) - X_{\log(x)})]^3$				
1	246	2,3909	0,0630	0,0158	1,782	0,0493	4,93	20
2	243	2,3856	0,0603	0,0148	1,744	0,0534	5,34	19
3	237	2,3747	0,0551	0,0129	1,667	0,0618	6,18	16
4	219	2,3404	0,0402	0,0080	1,423	0,0882	8,82	11
5	194	2,2878	0,0218	0,0032	1,049	0,1534	15,34	7
6	182	2,2601	0,0144	0,0017	0,852	0,1932	19,32	5
7	166	2,2201	0,0064	0,0005	0,569	0,2854	28,54	4
8	158	2,1987	0,0034	0,0002	0,416	0,3375	33,75	3
9	157	2,1959	0,0031	0,0002	0,397	0,3442	34,42	3
10	149	2,1732	0,0011	0,0000	0,235	0,3993	39,93	3
11	149	2,1732	0,0011	0,0000	0,235	0,3993	39,93	3
12	132	2,1206	0,0004	0,0000	-0,138	0,5297	52,97	2
13	131	2,1173	0,0005	0,0000	-0,162	0,5386	53,86	2
14	122	2,0864	0,0029	-0,0002	-0,381	0,6214	62,14	2
15	120	2,0792	0,0037	-0,0002	-0,432	0,6407	64,07	2
16	118	2,0719	0,0046	-0,0003	-0,484	0,6603	66,03	2
17	116	2,0645	0,0057	-0,0004	-0,537	0,6802	68,02	1
18	112	2,0492	0,0082	-0,0007	-0,645	0,7210	72,10	1
19	110	2,0414	0,0097	-0,0010	-0,700	0,7420	74,20	1
20	107	2,0294	0,0122	-0,0014	-0,786	0,7742	77,42	1
21	103	2,0128	0,0162	-0,0021	-0,903	0,8078	80,78	1
22	101	2,0043	0,0184	-0,0025	-0,964	0,8173	81,73	1
23	95	1,9777	0,0263	-0,0043	-1,153	0,8471	84,71	1
24	91	1,9590	0,0328	-0,0059	-1,285	0,8680	86,80	1
25	77	1,8865	0,0643	-0,0163	-1,800	0,9493	94,93	1
Σ		53,5008	0,4760	0,0222				

Media Aritmética: $X_{\log(x)} = \frac{1}{n} * \Sigma \log(xi) = 2,14$

Desvío estándar: $\sigma_{\log(x)} = \left[(\log(xi) - X_{\log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,14$

Coeficiente de asimetría: $g = \frac{n * \Sigma (\log(xi) - X_{\log(x)})^3}{(n-1) * (n-2) * \sigma_{\log(x)}^2} = 0,36$

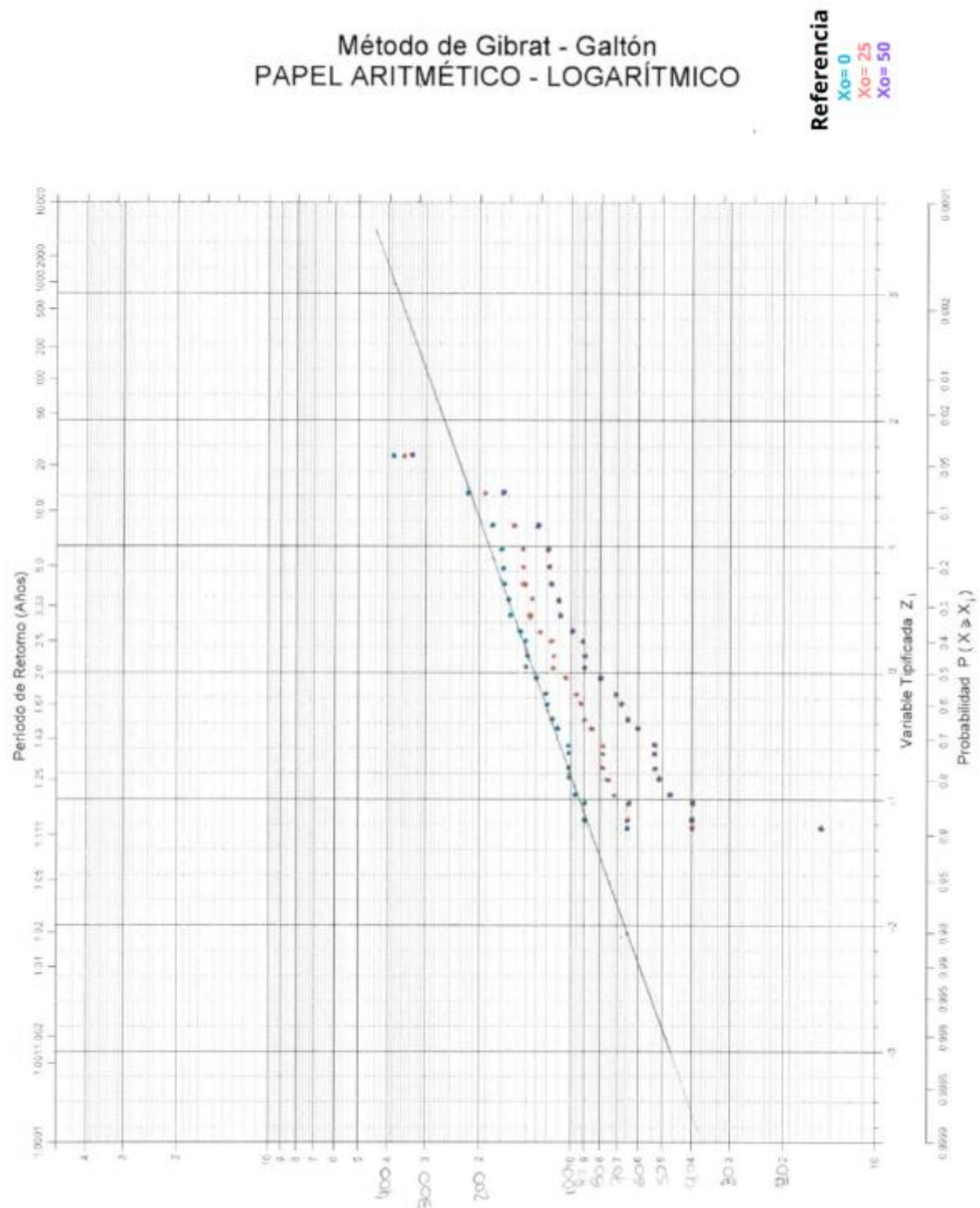


A.6.15 - Método de Gibrat- Galtón para precipitación máxima anual de 2 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

GIBRAT GATON - 2 DÍAS											
N° de Orden m	xi (mm)	FRECUENCIA EXPERIMENTAL "f"	FRECUENCIA ACUMULADA "F"	Zi	(X-XO)mm	(X-XO)mm2	(X-XO)mm3	Zi(GRÁFICO)	F	f3	T.R (AÑOS)
1	246	0,0400	0,9600	1,75	196	246	221	3,05	0,9989	0,0011	909
2	243	0,0800	0,9200	1,41	193	243	218	1,47	0,9292	0,0708	14
3	237	0,1200	0,8800	1,18	187	237	212	0,90	0,8159	0,1841	5
4	219	0,1600	0,8400	0,99	169	219	194	0,74	0,7704	0,2296	4
5	194	0,2000	0,8000	0,84	144	194	169	0,71	0,7611	0,2389	4
6	182	0,2400	0,7600	0,71	132	182	157	0,65	0,7422	0,2578	4
7	166	0,2800	0,7200	0,58	116	166	141	0,58	0,719	0,281	4
8	158	0,3200	0,6800	0,47	108	158	133	0,57	0,7157	0,2843	4
9	157	0,3600	0,6400	0,36	107	157	132	0,37	0,6443	0,3557	3
10	149	0,4000	0,6000	0,25	99	149	124	0,19	0,5753	0,4247	2
11	149	0,4400	0,5600	0,15	99	149	124	0,17	0,5675	0,4325	2
12	132	0,4800	0,5200	0,05	82	132	107	0,17	0,5675	0,4325	2
13	131	0,5200	0,4800	-0,05	81	131	106	-0,05	0,4801	0,5199	2
14	122	0,5600	0,4400	-0,15	72	122	97	-0,26	0,3974	0,6026	2
15	120	0,6000	0,4000	-0,25	70	120	95	-0,30	0,3821	0,6179	2
16	118	0,6400	0,3600	-0,35	68	118	93	-0,40	0,3446	0,6554	2
17	116	0,6800	0,3200	-0,45	66	116	91	-0,50	0,3085	0,6915	1
18	112	0,7200	0,2800	-0,55	62	112	87	-0,75	0,2266	0,7734	1
19	110	0,7600	0,2400	-0,65	60	110	85	-0,75	0,2266	0,7734	1
20	107	0,8000	0,2000	-0,75	57	107	82	-0,75	0,2266	0,7734	1
21	103	0,8400	0,1600	-0,85	53	103	78	-0,80	0,2119	0,7881	1
22	101	0,8800	0,1200	-0,95	51	101	76	-0,90	0,1841	0,8159	1
23	95	0,9200	0,0800	-1,05	45	95	70	-1,10	0,1357	0,8643	1
24	91	0,9600	0,0400	-1,15	41	91	66	-1,10	0,1357	0,8643	1
25	77	1,0000	0,0000	-1,25	27	77	52	-2,08	0,0188	0,9812	1



A.6.16 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galton – 2 días (Fuente: Elaboración propia).





A.6.17 – Método de Gumbel para la precipitación máxima anual de 3 días de duración

(Fuente: Elaboración propia).

GUMBEL 3 DÍAS				
N° de orden	Variable hidrológica X	Variable reducida y	Probabilidad P(X)	Tiempo de retorno TR
1	260	3,16	0,0416	24
2	248	2,86	0,0554	18
3	243	2,74	0,0625	16
4	237	2,59	0,0720	14
5	229	2,40	0,0869	12
6	194	1,54	0,1931	5
7	175	1,07	0,2897	3
8	158	0,66	0,4049	2
9	157	0,63	0,4125	2
10	155	0,58	0,4281	2
11	150	0,46	0,4683	2
12	149	0,43	0,4766	2
13	144	0,31	0,5190	2
14	139	0,19	0,5628	2
15	138	0,16	0,5717	2
16	132	0,02	0,6256	2
17	122	-0,23	0,7151	1
18	122	-0,23	0,7151	1
19	116	-0,37	0,7665	1
20	115	-0,40	0,7748	1
21	112	-0,47	0,7991	1
22	110	-0,52	0,8146	1
23	97	-0,84	0,9016	1
24	91	-0,99	0,9319	1
25	77	-1,33	0,9774	1

$$Media = \frac{1}{n} \sum x_i = 154,8 \text{ mm} \quad Desvio = S = \left[\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \right] = 52,3 \text{ mm}$$

Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0,78 * S} = 0,02454$$

$$x_o = \chi - \frac{0,5772}{\alpha} = 131,28$$



A.6.18 – Método de Log Pearson III para la precipitación máxima anual de 3 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

LOG PEARSON III - 3 DÍAS								
Nº de Orden m	xi	log(xi)	Columna1	Columna2	Ki	P(x)	P(xi)%	TR (Años)
			$[(\log(xi) - X_{\log(x)})^2]$	$[(\log(xi) - X_{\log(x)})^3]$				
1	260	2,4150	0,0614	0,0152	1,741	0,0484	4,84	21
2	248	2,3945	0,0517	0,0118	1,597	0,0653	6,53	15
3	243	2,3856	0,0477	0,0104	1,535	0,0725	7,25	14
4	237	2,3747	0,0431	0,0090	1,458	0,0814	8,14	12
5	229	2,3598	0,0372	0,0072	1,354	0,0937	9,37	11
6	194	2,2878	0,0146	0,0018	0,848	0,1964	19,64	5
7	175	2,2430	0,0058	0,0004	0,533	0,3037	30,37	3
8	158	2,1987	0,0010	0,0000	0,222	0,4122	41,22	2
9	157	2,1959	0,0008	0,0000	0,202	0,4189	41,89	2
10	155	2,1903	0,0005	0,0000	0,163	0,4326	43,26	2
11	150	2,1761	0,0001	0,0000	0,063	0,4674	46,74	2
12	149	2,1732	0,0000	0,0000	0,043	0,4745	47,45	2
13	144	2,1584	0,0001	0,0000	-0,061	0,5113	51,13	2
14	139	2,1430	0,0006	0,0000	-0,169	0,5508	55,08	2
15	138	2,1399	0,0007	0,0000	-0,191	0,5589	55,89	2
16	132	2,1206	0,0022	-0,0001	-0,327	0,6085	60,85	2
17	122	2,0864	0,0065	-0,0005	-0,567	0,6965	69,65	1
18	122	2,0864	0,0065	-0,0005	-0,567	0,6965	69,65	1
19	116	2,0645	0,0105	-0,0011	-0,721	0,7529	75,29	1
20	115	2,0607	0,0113	-0,0012	-0,747	0,7626	76,26	1
21	112	2,0492	0,0139	-0,0016	-0,828	0,7921	79,21	1
22	110	2,0414	0,0158	-0,0020	-0,883	0,8047	80,47	1
23	97	1,9868	0,0325	-0,0059	-1,266	0,8591	85,91	1
24	91	1,9590	0,0433	-0,0090	-1,461	0,8867	88,67	1
25	77	1,8865	0,0787	-0,0221	-1,971	0,9589	95,89	1
Σ		54,1772	0,4867	0,0117				

Media Aritmética: $X_{\log(x)} = \frac{1}{n} * \Sigma \log(xi) = 2,17$

Desvío estándar: $\sigma_{\log(x)} = \left[(\log(xi) - X_{\log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,14$

Coeficiente de asimetría: $g = \frac{n * \Sigma (\log(xi) - X_{\log(x)})^3}{(n-1) * (n-2) * \sigma_{\log(x)}^2} = 0,18$



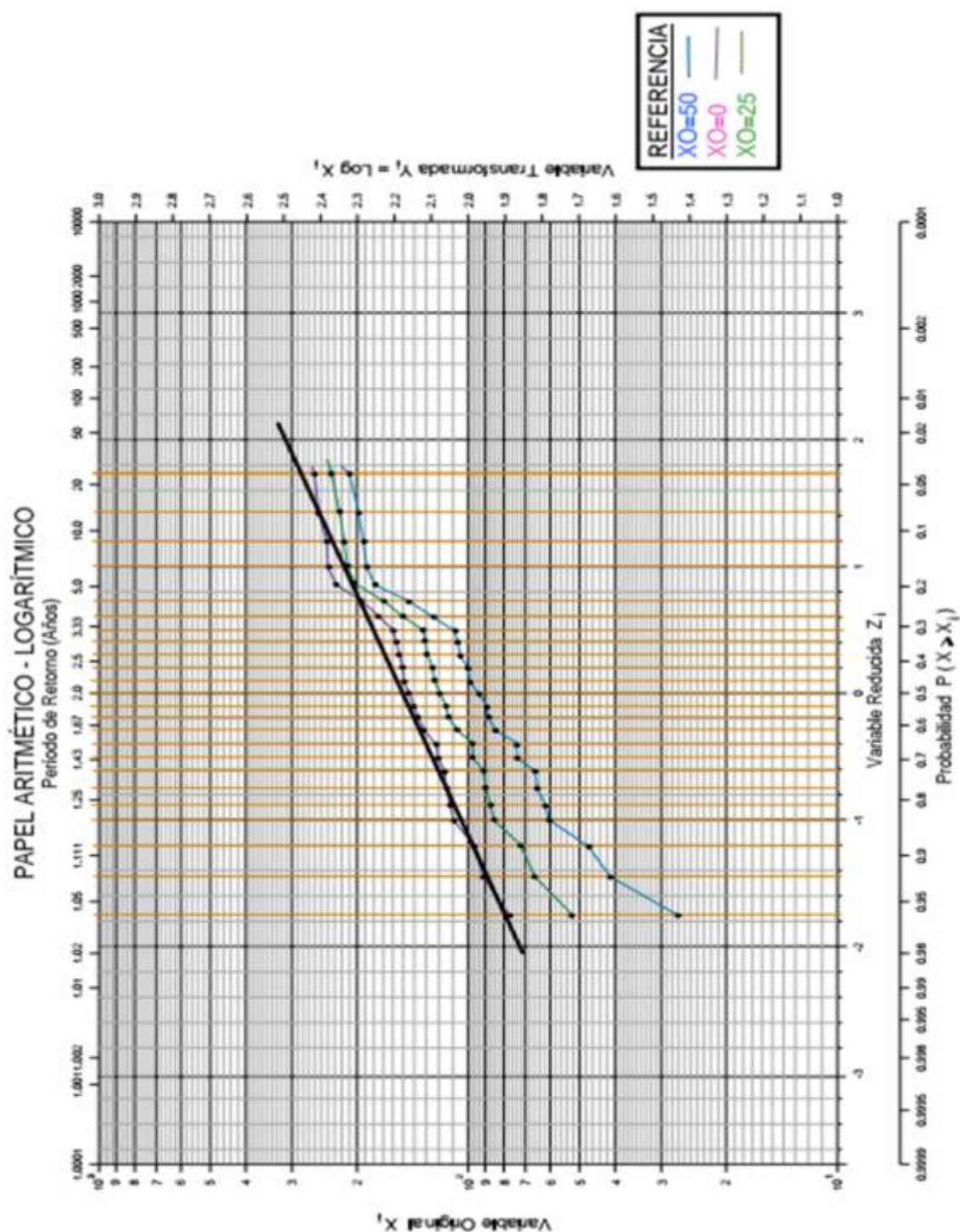
A.6.19- Método de Gibrat- Galtón para precipitación máxima anual de 3 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

GIBRAT GATON - 3 DÍAS												
N° de Orden m	xi (mm)	FRECUENCIA EXPERIMENTAL "f"	FRECUENCIA ACUMULADA "F"	Zi	(X-XO)mm	(X-XO)mm ²	(X-XO)mm ³	Zi(GRÁFICO)	F	f3	T.R (AÑOS)	T.R (AÑOS) ²
						XO=50	XO=0	XO=25				
1	260	0,0385	0,9615		1,77	210	260	235	1,50	0,3394	0,0606	17
2	248	0,0769	0,9231		1,43	198	248	223	1,37	0,9147	0,0853	12
3	243	0,1154	0,8846		1,20	193	243	218	1,30	0,9032	0,0968	10
4	237	0,1538	0,8462		1,02	187	237	212	1,24	0,8925	0,1075	9
5	229	0,1923	0,8077		0,87	179	229	204	1,12	0,8686	0,1314	8
6	194	0,2308	0,7692		0,74	144	194	169	0,70	0,758	0,242	4
7	175	0,2692	0,7308		0,61	125	175	150	0,40	0,6554	0,3446	3
8	158	0,3077	0,6923		0,50	108	158	133	0,14	0,5557	0,4443	2
9	157	0,3462	0,6538		0,39	107	157	132	0,12	0,5478	0,4522	2
10	155	0,3846	0,6154		0,29	105	155	130	0,05	0,5199	0,4801	2
11	150	0,4231	0,5769		0,19	100	150	125	0,04	0,516	0,484	2
12	149	0,4615	0,5385		0,10	99	149	124	0,02	0,508	0,492	2
13	144	0,5000	0,5000	0,5000	0,00	94	144	119	-0,05	0,4801	0,5199	2
14	139	0,5385	0,4615	0,5385	-0,10	89	139	114	-0,06	0,4761	0,5239	2
15	138	0,5769	0,4231	0,5769	-0,19	88	138	113	-0,10	0,4602	0,5398	2
16	132	0,6154	0,3846	0,6154	-0,29	82	132	107	-0,20	0,4207	0,5793	2
17	122	0,6538	0,3462	0,6538	-0,39	72	122	97	-0,38	0,352	0,648	2
18	122	0,6923	0,3077	0,6923	-0,50	72	122	97	-0,60	0,2743	0,7257	1
19	116	0,7308	0,2692	0,7308	-0,61	66	116	91	-0,70	0,242	0,758	1
20	115	0,7692	0,2308	0,7692	-0,74	65	115	90	-0,80	0,2119	0,7881	1
21	112	0,8077	0,1923	0,8077	-0,87	62	112	87	-0,84	0,2005	0,7995	1
22	110	0,8462	0,1538	0,8462	-1,02	60	110	85	-0,88	0,1922	0,8078	1
23	97	0,8846	0,1154	0,8846	-1,20	47	97	72	-1,20	0,1151	0,8849	1
24	91	0,9231	0,0769	0,9231	-1,43	41	91	66	-1,30	0,0968	0,9032	1
25	77	0,9615	0,0385	0,9615	-1,77	27	77	52	-1,68	0,0465	0,9535	1



A.6.20 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galton – 3 días (Fuente:

Elaboración propia)





A.6.21 – Método de Gumbel para la precipitación máxima anual de 4 días de duración

(Fuente: Elaboración propia).

GUMBEL 4 DÍAS				
N° de orden	Variable hidrológica X	Variable reducida y	Probabilidad P(X)	Tiempo de retorno TR
1	290	3,41	0,0325	31
2	271	2,98	0,0495	20
3	243	2,35	0,0912	11
4	237	2,21	0,1037	10
5	233	2,12	0,1129	9
6	229	2,03	0,1229	8
7	194	1,24	0,2512	4
8	184	1,01	0,3041	3
9	173	0,77	0,3718	3
10	171	0,72	0,3851	3
11	154	0,34	0,5103	2
12	151	0,27	0,5343	2
13	150	0,25	0,5423	2
14	149	0,22	0,5504	2
15	138	-0,02	0,6412	2
16	138	-0,02	0,6412	2
17	132	-0,16	0,6908	1
18	122	-0,39	0,7704	1
19	122	-0,39	0,7704	1
20	116	-0,52	0,8145	1
21	115	-0,54	0,8215	1
22	113	-0,59	0,8352	1
23	110	-0,66	0,8548	1
24	104	-0,79	0,8903	1
25	77	-1,40	0,9829	1

$$Media = \frac{1}{n} \sum x_i = 16,6 \text{ mm} \quad Desvio = S = \left[\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \right] = 56,7 \text{ mm}$$

Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0,78 * S} = 0,02259$$

$$x_o = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} = 139,09$$



A.6.22 – Método de Log Pearson III para la precipitación máxima anual de 4 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

LOG PEARSON III - 4 DÍAS								
N° de Orden m	xi	log(xi)	Columna1	Columna2	Ki	P(xi)	P(xi)%	TR (Años)
			$[(\log(xi) - X_{\log(x)})^2]$	$[(\log(xi) - X_{\log(x)})^3]$				
1	290	2,4624	0,0727	0,0196	2,074	0,0235	2,35	43
2	271	2,4330	0,0577	0,0139	1,867	0,0360	3,60	28
3	243	2,3856	0,0372	0,0072	1,535	0,0716	7,16	14
4	237	2,3747	0,0331	0,0060	1,458	0,0807	8,07	12
5	233	2,3674	0,0305	0,0053	1,406	0,0869	8,69	12
6	229	2,3598	0,0279	0,0047	1,354	0,0932	9,32	11
7	194	2,2878	0,0090	0,0009	0,848	0,1968	19,68	5
8	184	2,2648	0,0052	0,0004	0,686	0,2514	25,14	4
9	173	2,2380	0,0021	0,0001	0,498	0,3171	31,71	3
10	171	2,2330	0,0016	0,0001	0,463	0,3295	32,95	3
11	154	2,1875	0,0000	0,0000	0,143	0,4413	44,13	2
12	151	2,1790	0,0002	0,0000	0,083	0,4622	46,22	2
13	150	2,1761	0,0003	0,0000	0,063	0,4693	46,93	2
14	149	2,1732	0,0004	0,0000	0,043	0,4765	47,65	2
15	138	2,1399	0,0028	-0,0001	-0,191	0,5607	56,07	2
16	138	2,1399	0,0028	-0,0001	-0,191	0,5607	56,07	2
17	132	2,1206	0,0052	-0,0004	-0,327	0,6101	61,01	2
18	122	2,0864	0,0113	-0,0012	-0,567	0,6976	69,76	1
19	122	2,0864	0,0113	-0,0012	-0,567	0,6976	69,76	1
20	116	2,0645	0,0165	-0,0021	-0,721	0,7537	75,37	1
21	115	2,0607	0,0174	-0,0023	-0,747	0,7633	76,33	1
22	113	2,0531	0,0195	-0,0027	-0,801	0,7828	78,28	1
23	110	2,0414	0,0229	-0,0035	-0,883	0,8048	80,48	1
24	104	2,0170	0,0309	-0,0054	-1,054	0,8286	82,86	1
25	77	1,8865	0,0938	-0,0287	-1,971	0,9559	95,59	1
Σ		54,8186	0,5123	0,0102				

Media Aritmética: $X_{\log(x)} = \frac{1}{n} * \Sigma \log(xi) = 2,19$

Desvío estándar: $\sigma_{\log(x)} = \left[(\log(xi) - X_{\log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,15$

Coefficiente de asimetría: $g = \frac{n * \Sigma (\log(xi) - X_{\log(x)})^3}{(n-1) * (n-2) * \sigma_{\log(x)}^2} = 0,15$

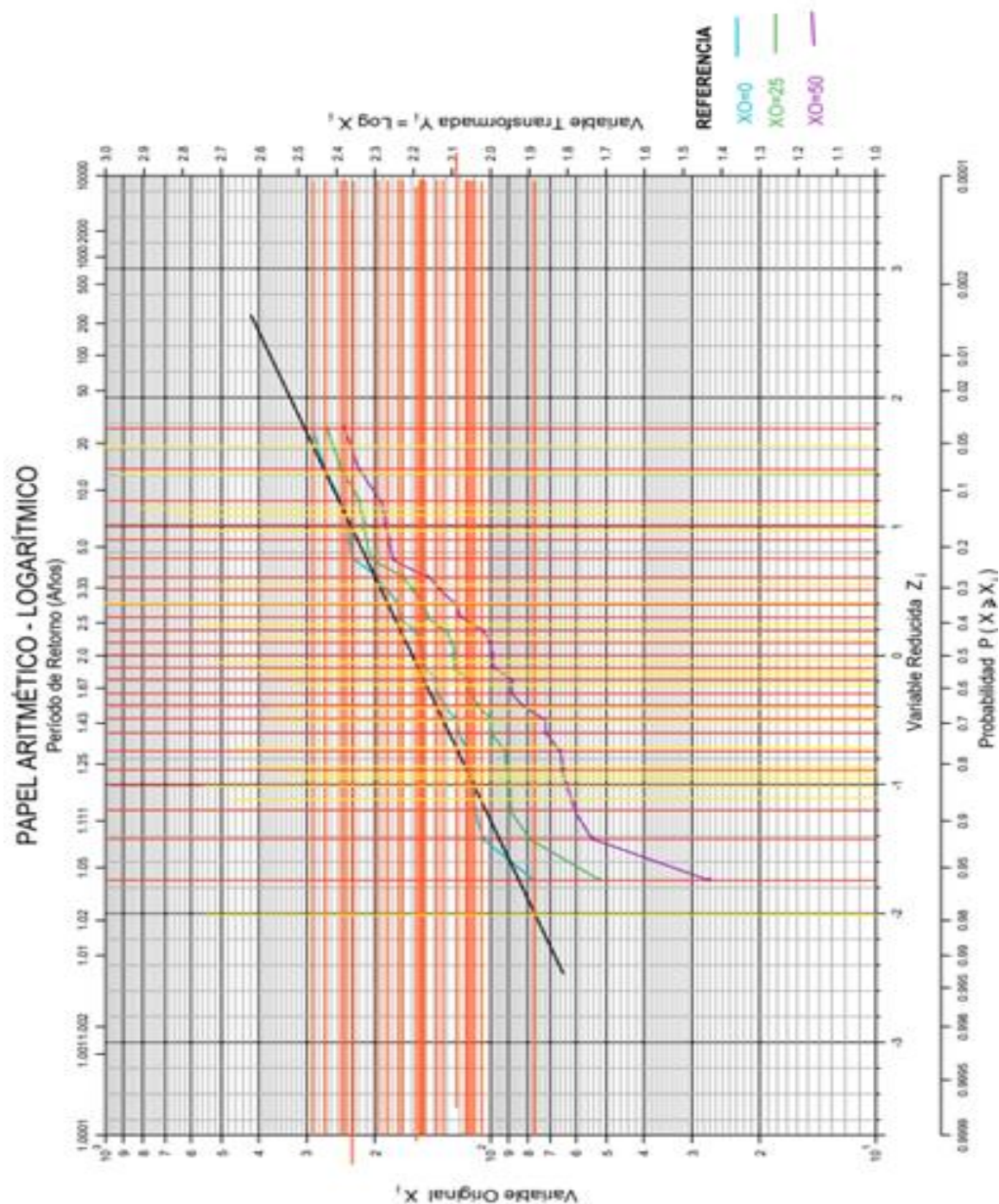


A.6.23- Método de Gibrat- Galtón para precipitación máxima anual de 4 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

GIBRAT GATON - 4 DÍAS												
N° de Orden m	xi (mm)	FRECUENCIA EXPERIMENTAL "f"	FRECUENCIA ACUMULADA "F"	Zi	(X-XO)mm	(X-XO)mm2	(X-XO)mm3	Zi(GRÁFICO)	F	f3	T.R (AÑOS)	T.R (AÑOS)2
						XO=50	XO=0	XO=25				
1	290	0,0385	0,9615		1,77	240	290	265	1,64	0,9495	0,0505	20
2	271	0,0769	0,9231		1,43	221	271	246	1,42	0,9222	0,0778	13
3	243	0,1154	0,8846		1,20	193	243	218	1,18	0,881	0,119	8
4	237	0,1538	0,8462		1,02	187	237	212	1,08	0,8599	0,1401	7
5	233	0,1923	0,8077		0,87	183	233	208	0,96	0,8315	0,1685	6
6	229	0,2308	0,7692		0,74	179	229	204	0,55	0,7088	0,2912	3
7	194	0,2692	0,7308		0,61	144	194	169	0,41	0,6591	0,3409	3
8	184	0,3077	0,6923		0,50	134	184	159	0,25	0,5987	0,4013	2
9	173	0,3462	0,6538		0,39	123	173	148	0,18	0,5714	0,4286	2
10	171	0,3846	0,6154		0,29	121	171	146	-0,05	-0,5199	1,5199	1
11	154	0,4231	0,5769		0,19	104	154	129	-0,10	0,4602	0,5398	2
12	151	0,4615	0,5385		0,10	101	151	126	-0,14	0,4443	0,5557	2
13	150	0,5000	0,5000	0,5000	0,00	100	150	125	-0,21	0,4168	0,5832	2
14	149	0,5385	0,4615	0,5385	-0,10	99	149	124	-0,40	0,3446	0,6554	2
15	138	0,5769	0,4231	0,5769	-0,19	88	138	113	-0,50	0,3085	0,6915	1
16	138	0,6154	0,3846	0,6154	-0,29	88	138	113	-0,50	0,3085	0,6915	1
17	132	0,6538	0,3462	0,6538	-0,39	82	132	107	-0,70	0,242	0,758	1
18	122	0,6923	0,3077	0,6923	-0,50	72	122	97	-0,84	0,2005	0,7995	1
19	122	0,7308	0,2692	0,7308	-0,61	72	122	97	-0,84	0,2005	0,7995	1
20	116	0,7692	0,2308	0,7692	-0,74	66	116	91	-0,90	0,1841	0,8159	1
21	115	0,8077	0,1923	0,8077	-0,87	65	115	90	-0,94	0,1736	0,8264	1
22	113	0,8462	0,1538	0,8462	-1,02	63	113	88	-1,02	0,1539	0,8461	1
23	110	0,8846	0,1154	0,8846	-1,20	60	110	85	-1,10	0,1357	0,8643	1
24	104	0,9231	0,0769	0,9231	-1,43	54	104	79	-1,30	0,0968	0,9032	1
25	77	0,9615	0,0385	0,9615	-1,77	27	77	52	-2,01	0,0222	0,9778	1



A.6.24 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galton – 4 días (Fuente: Elaboración propia)





A.6.25 – Método de Gumbel para la precipitación máxima anual de 5 días de duración

(Fuente: Elaboración propia).

GUMBEL 5 DÍAS				
N° de orden	Variable hidrológica X	Variable reducida y	Probabilidad P(X)	Tiempo de retorno TR
1	300	3,39	0,0332	30
2	290	3,16	0,0416	24
3	243	2,08	0,1179	8
4	237	1,94	0,1342	7
5	233	1,85	0,1462	7
6	229	1,75	0,1591	6
7	221	1,57	0,1880	5
8	212	1,36	0,2261	4
9	204	1,18	0,2652	4
10	196	0,99	0,3096	3
11	171	0,42	0,4827	2
12	167	0,32	0,5146	2
13	165	0,28	0,5308	2
14	157	0,09	0,5975	2
15	152	-0,02	0,6398	2
16	151	-0,04	0,6483	2
17	149	-0,09	0,6652	2
18	141	-0,27	0,7317	1
19	132	-0,48	0,8018	1
20	126	-0,57	0,8305	1
21	122	-0,71	0,8697	1
22	122	-0,71	0,8697	1
23	110	-0,99	0,9319	1
24	109	-1,01	0,9360	1
25	108	-1,03	0,9400	1

$$Media = \frac{1}{n} \sum x_i = 178 \text{ mm} \quad Desvio = S = \left[\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \right] = 55,7 \text{ mm}$$

Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0,78 * S} = 0,02304$$

$$x_o = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} = 152,90$$



A.6.26 – Método de Log Pearson III para la precipitación máxima anual de 5 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

LOG PEARSON III - 5 DÍAS								
N° de Orden m	xi	log(xi)	Columna1	Columna2	Ki	P(xi)	P(xi)%	TR (Años)
			$[(\log(xi) - X_{\log(x)})]^2$	$[(\log(xi) - X_{\log(x)})]^3$				
1	300	2,4771	0,0608	0,0150	1,854	0,0377	3,77	26
2	290	2,4624	0,0537	0,0125	1,744	0,0484	4,84	21
3	243	2,3856	0,0240	0,0037	1,166	0,1286	12,86	8
4	237	2,3747	0,0208	0,0030	1,084	0,1460	14,60	7
5	233	2,3674	0,0187	0,0026	1,029	0,1578	15,78	6
6	229	2,3598	0,0167	0,0022	0,972	0,1698	16,98	6
7	221	2,3444	0,0130	0,0015	0,856	0,1945	19,45	5
8	212	2,3263	0,0092	0,0009	0,720	0,2383	23,83	4
9	204	2,3096	0,0062	0,0005	0,595	0,2820	28,20	4
10	196	2,2923	0,0038	0,0002	0,464	0,3275	32,75	3
11	171	2,2330	0,0000	0,0000	0,018	0,4826	48,26	2
12	167	2,2227	0,0001	0,0000	-0,059	0,5100	51,00	2
13	165	2,2175	0,0002	0,0000	-0,099	0,5244	52,44	2
14	157	2,1959	0,0012	0,0000	-0,261	0,5840	58,40	2
15	152	2,1818	0,0024	-0,0001	-0,367	0,6228	62,28	2
16	151	2,1790	0,0027	-0,0001	-0,388	0,6307	63,07	2
17	149	2,1732	0,0033	-0,0002	-0,432	0,6466	64,66	2
18	141	2,1492	0,0066	-0,0005	-0,612	0,7128	71,28	1
19	132	2,1206	0,0121	-0,0013	-0,828	0,7918	79,18	1
20	128	2,1072	0,0152	-0,0019	-0,928	0,8112	81,12	1
21	122	2,0864	0,0208	-0,0030	-1,085	0,8335	83,35	1
22	122	2,0864	0,0208	-0,0030	-1,085	0,8335	83,35	1
23	110	2,0414	0,0358	-0,0068	-1,423	0,8817	88,17	1
24	109	2,0374	0,0373	-0,0072	-1,453	0,8860	88,60	1
25	108	2,0334	0,0389	-0,0077	-1,483	0,8903	89,03	1
Σ		55,7647	0,4242	0,0101				

Media Aritmética: $X_{\log(x)} = \frac{1}{n} * \Sigma \log(xi) = 2,23$

Desvío estándar: $\sigma_{\log(x)} = \left[(\log(xi) - X_{\log \log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,13$

Coefficiente de asimetría: $g = \frac{n * \Sigma (\log(xi) - X_{\log \log(x)})^3}{(n-1) * (n-2) * \sigma_{\log(x)}^2} = 0,19$

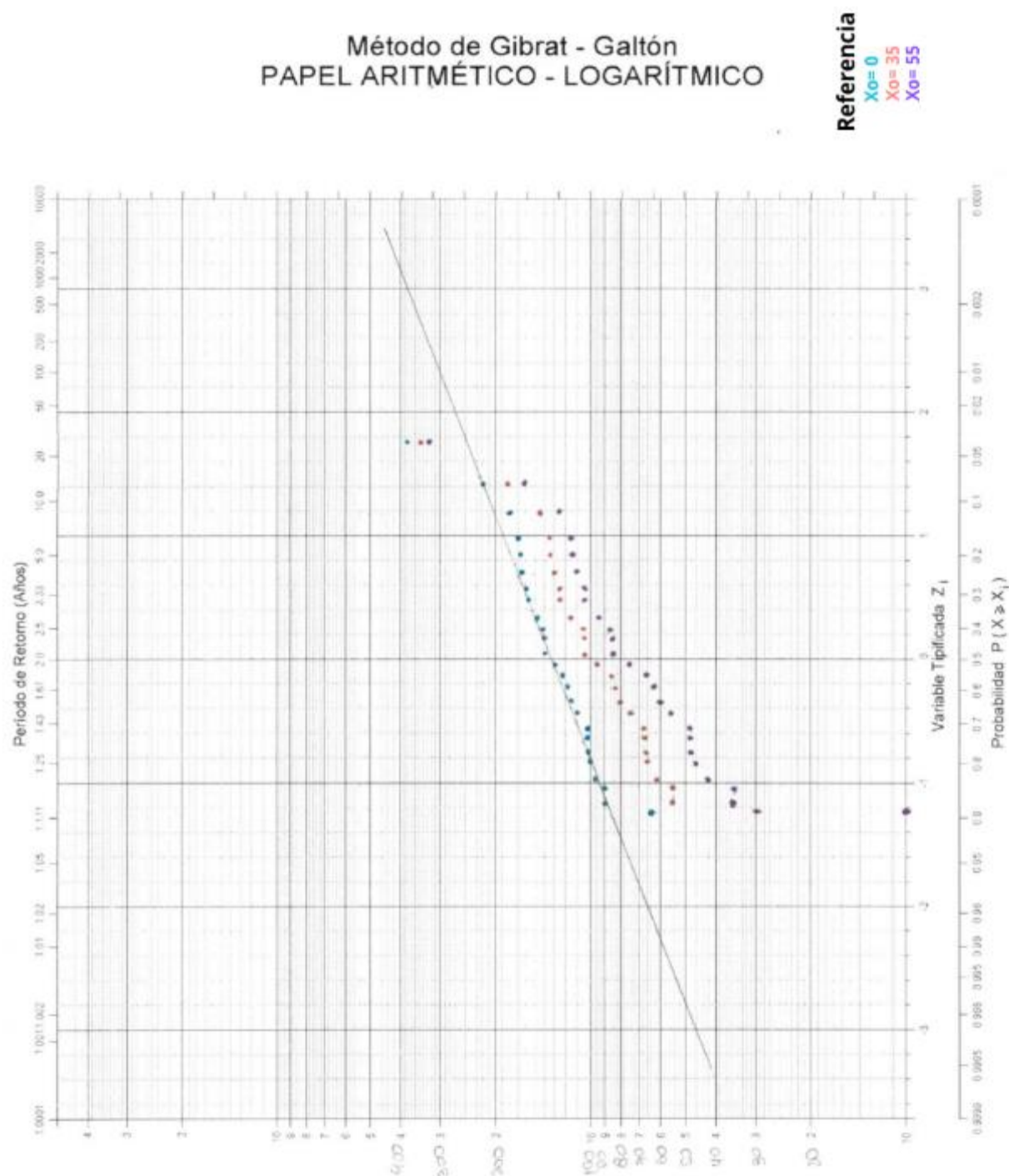


A.6.27 - Método de Gibrat-Galtón para precipitación máxima anual de 5 días de duración (Fuente: Elaboración propia).

GIBRAT GATON - 5 DÍAS											
Nº de Orden m	xi (mm)	FRECUENCIA EXPERIMENTAL "F"	FRECUENCIA ACUMULADA "F"	Zi	(X-XO)mm	(X-XO)mm ²	(X-XO)mm ³	Zi(GRÁFICO)	F	f3	T.R (AÑOS)
						XO=50	XO=0	XO=25			
1	300	0,0400	0,9600	1,75	245	300	265	3,00	0,9987	0,0013	769
2	290	0,0800	0,9200	1,41	235	290	255	1,41	0,9207	0,0793	13
3	243	0,1200	0,8800	1,18	188	243	208	0,85	0,8023	0,1977	5
4	237	0,1600	0,8400	0,99	182	237	202	0,69	0,7549	0,2451	4
5	233	0,2000	0,8000	0,84	178	233	198	0,68	0,7517	0,2483	4
6	229	0,2400	0,7600	0,71	174	229	194	0,60	0,7257	0,2743	4
7	221	0,2800	0,7200	0,58	166	221	186	0,50	0,6915	0,3085	3
8	212	0,3200	0,6800	0,47	157	212	177	0,47	0,6808	0,3192	3
9	204	0,3600	0,6400	0,36	149	204	169	0,38	0,648	0,352	3
10	196	0,4000	0,6000	0,25	141	196	161	0,15	0,5596	0,4404	2
11	171	0,4400	0,5600	0,15	116	171	136	0,14	0,5557	0,4443	2
12	167	0,4800	0,5200	0,05	112	167	132	0,14	0,5557	0,4443	2
13	165	0,5200	0,4800	-0,05	110	165	130	-0,06	0,4761	0,5239	2
14	157	0,5600	0,4400	-0,15	102	157	122	-0,30	0,3821	0,6179	2
15	152	0,6000	0,4000	-0,25	97	152	117	-0,33	0,3707	0,6293	2
16	151	0,6400	0,3600	-0,35	96	151	116	-0,40	0,3446	0,6554	2
17	149	0,6800	0,3200	-0,45	94	149	114	-0,52	0,3015	0,6985	1
18	141	0,7200	0,2800	-0,55	86	141	106	-0,76	0,2236	0,7764	1
19	132	0,7600	0,2400	-0,65	77	132	97	-0,76	0,2236	0,7764	1
20	128	0,8000	0,2000	-0,75	73	128	93	-0,76	0,2236	0,7764	1
21	122	0,8400	0,1600	-0,85	67	122	87	-0,79	0,2148	0,7852	1
22	122	0,8800	0,1200	-0,95	67	122	87	-0,85	0,1977	0,8023	1
23	110	0,9200	0,0800	-1,05	55	110	75	-1,10	0,1357	0,8643	1
24	109	0,9600	0,0400	-1,15	54	109	74	-1,10	0,1357	0,8643	1
25	108	1,0000	0,0000	-1,25	53	108	73	-2,05	0,0202	0,9798	1



A.6.28 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galton – 5 días (Fuente: Elaboración propia).





A.6.29 Valores del factor K para la expresión del método de Log-Pearson III (Fuente:

Elaboración propia).

Coeficiente de asimetría g	Periodo de Retorno (años)							
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Nivel de probabilidad (%)							
	99	80	50	20	10	4	2	14
3.00	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.80	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.60	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889
2.40	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800
2.20	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.00	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605
1.80	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.60	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
1.40	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
1.20	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.00	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.80	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891
0.60	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.40	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.20	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.00	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326
-0.20	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.40	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.60	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.80	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.00	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.20	-3.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.40	-3.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.60	-3.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.80	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.00	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.20	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.40	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832
-2.60	-3.889	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.80	-3.973	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-3.00	-4.051	-0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667



A.6.30 – Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998



A.6.31 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 1 día (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO DE LA FRECUENCIA - 1 DÍA								
N° de Orden m	xi(mm)	f	PROBABILIDAD DE GUMBEL	PROBABILIDAD LOG-PEARSON	PROBABILIDAD GILBRAT-GALTON	$(P_{i,c}-P_{j,c})^2$	$(P_{ixi}-P_{jxi})^2$	$(P_{ixi}-P_{jxi})^2$
						Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	217	0,0385	0,0176	0,0166	0,0012	4,343688E-04	4,797120E-04	1,388422E-03
2	170	0,0763	0,0971	0,0998	0,0838	4,077709E-04	5,234214E-04	4,729207E-05
3	170	0,1154	0,0971	0,0998	0,1977	3,337272E-04	2,428340E-04	6,775823E-03
4	168	0,1538	0,1042	0,1093	0,2676	2,463369E-03	1,982247E-03	1,293994E-02
5	160	0,1923	0,1377	0,1492	0,2743	2,976846E-03	1,855344E-03	6,722739E-03
6	159	0,2308	0,1426	0,1544	0,2810	7,777746E-03	5,837985E-03	2,523130E-03
7	149	0,2692	0,2000	0,2120	0,3192	4,791648E-03	3,280309E-03	2,496924E-03
8	140	0,3077	0,2680	0,2932	0,3228	1,579278E-03	2,092076E-04	2,282424E-04
9	124	0,3462	0,4320	0,4515	0,3897	7,372284E-03	1,110538E-02	1,896268E-03
10	121	0,3846	0,4687	0,4835	0,3897	7,072759E-03	9,774788E-03	2,585331E-05
11	118	0,4231	0,5069	0,5166	0,4364	7,034244E-03	8,741763E-03	1,775044E-04
12	116	0,4615	0,5332	0,5393	0,4404	5,129395E-03	6,053574E-03	4,468346E-04
13	115	0,5000	0,5464	0,5509	0,4404	2,157209E-03	2,588291E-03	3,552160E-03
14	114	0,5385	0,5598	0,5625	0,5398	4,569152E-04	5,782342E-04	1,791479E-06
15	112	0,5769	0,5869	0,5861	0,6179	9,901253E-05	8,390268E-05	1,679108E-03
16	110	0,6154	0,6141	0,6101	0,6368	1,540363E-06	2,811146E-05	4,586187E-04
17	103	0,6538	0,7093	0,6977	0,6736	3,079289E-03	1,919641E-03	3,902144E-04
18	103	0,6923	0,7093	0,6977	0,7881	2,900141E-04	2,864576E-05	9,176166E-03
19	103	0,7308	0,7093	0,6977	0,7881	4,593194E-04	1,096230E-03	3,286817E-03
20	101	0,7692	0,7358	0,7238	0,7881	1,117764E-03	2,066019E-03	3,560479E-04
21	96	0,8077	0,7987	0,7914	0,7939	8,007536E-05	2,653326E-04	1,902278E-04
22	95	0,8462	0,8106	0,8020	0,8289	1,263368E-03	1,951300E-03	2,976952E-04
23	90	0,8846	0,8652	0,8286	0,8810	3,759968E-04	3,133867E-03	1,307101E-05
24	88	0,9231	0,8846	0,8397	0,8810	1,483906E-03	6,949523E-03	1,770467E-03
25	63	0,9615	0,9958	1,0045	0,9821	1,173841E-03	1,842979E-03	4,227769E-04
Σ						0,0594	0,0726	0,0573
ECMV						0,0487	0,0539	0,0479



A.6.32 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 2 días (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO DE LA FRECUENCIA - 2 DÍAS								
N° de Orden m	xi(mm)	f	PROBABILIDAD DE GUMBEL	PROBABILIDAD LOG-PEARSON	PROBABILIDAD GILBRAT-GALTON	$(P_{i_{gr}} - P_{j_{xi}})^2$	$(P_{ixi} - P_{j_{xi}})^2$	$(P_{ixi} - P_{j_{xi}})^2$
						Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	246	0,0385	0,0407	0,0493	0,0011	4,976345E-06	1,180670E-04	1,395885E-03
2	243	0,0769	0,0439	0,0534	0,0708	1,090209E-03	5,521070E-04	3,749207E-05
3	237	0,1154	0,0511	0,0618	0,1841	4,133862E-03	2,873714E-03	4,721804E-03
4	219	0,1538	0,0802	0,0882	0,2296	5,428915E-03	4,314281E-03	5,738645E-03
5	194	0,1923	0,1475	0,1534	0,2389	2,006636E-03	1,511352E-03	2,170843E-03
6	182	0,2308	0,1957	0,1932	0,2578	1,233004E-03	1,411061E-03	7,306625E-04
7	166	0,2692	0,2807	0,2854	0,2810	1,307964E-04	2,628656E-04	1,385148E-04
8	158	0,3077	0,3332	0,3375	0,2843	6,491224E-04	8,870354E-04	5,472001E-04
9	157	0,3462	0,3402	0,3442	0,3557	3,523587E-05	3,959366E-06	9,112905E-05
10	149	0,3846	0,4004	0,3993	0,4247	2,495804E-04	2,143905E-04	1,606776E-03
11	149	0,4231	0,4004	0,3993	0,4325	5,136308E-04	5,673667E-04	8,879438E-05
12	132	0,4615	0,5481	0,5297	0,4325	7,488648E-03	4,646819E-03	8,432322E-04
13	131	0,5000	0,5574	0,5386	0,5199	3,293577E-03	1,486361E-03	3,960100E-04
14	122	0,5385	0,6426	0,6214	0,6026	1,084245E-02	6,885689E-03	4,113742E-03
15	120	0,5769	0,6616	0,6407	0,6179	7,170409E-03	4,066088E-03	1,679108E-03
16	118	0,6154	0,6805	0,6603	0,6554	4,244155E-03	2,013785E-03	1,601231E-03
17	116	0,6538	0,6993	0,6802	0,6915	2,068259E-03	6,926354E-04	1,417812E-03
18	112	0,6923	0,7363	0,7210	0,7734	1,932179E-03	8,247971E-04	6,575962E-03
19	110	0,7308	0,7543	0,7420	0,7734	5,534009E-04	1,263196E-04	1,817382E-03
20	107	0,7692	0,7806	0,7742	0,7734	1,297175E-04	2,476248E-05	1,738249E-05
21	103	0,8077	0,8141	0,8078	0,7881	4,075912E-05	4,516065E-09	3,838585E-04
22	101	0,8462	0,8300	0,8173	0,8159	2,617770E-04	8,325858E-04	9,152952E-04
23	95	0,8846	0,8737	0,8471	0,8643	1,180925E-04	1,407772E-03	4,127149E-04
24	91	0,9231	0,8993	0,8680	0,8643	5,672177E-04	3,030868E-03	3,454727E-03
25	77	0,9615	0,9630	0,9493	0,9812	2,216839E-06	1,498394E-04	3,865761E-04
					Σ	0,0542	0,0389	0,0413
					ECMV	0,0466	0,0394	0,0406



A.6.33 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 3 días (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO DE LA FRECUENCIA - 3 DÍAS								
N° de Orden m	xi(mm)	f	PROBABILIDAD DE GUMBEL	PROBABILIDAD LOG-PEARSON	PROBABILIDAD GILBRAT-GALTON	$(P_i - P_{jx})^2$	$(P_{ix} - P_{jx})^2$	$(P_{ix} - P_{jx})^2$
						Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	260	0,0385	0,0416	0,0484	0,0606	9,864307E-06	9,897006E-05	4,901115E-04
2	248	0,0769	0,0554	0,0653	0,0853	4,613395E-04	1,360580E-04	7,017284E-05
3	243	0,1154	0,0625	0,0725	0,0968	2,802014E-03	1,837292E-03	3,453879E-04
4	237	0,1538	0,0720	0,0814	0,1075	6,700290E-03	5,243290E-03	2,147966E-03
5	229	0,1923	0,0869	0,0937	0,1314	1,110928E-02	9,727539E-03	3,709747E-03
6	194	0,2308	0,1931	0,1964	0,2420	1,416887E-03	1,179539E-03	1,261302E-04
7	175	0,2692	0,2897	0,3037	0,3446	4,181035E-04	1,184911E-03	5,680521E-03
8	158	0,3077	0,4049	0,4122	0,4443	9,454451E-03	1,092289E-02	1,866166E-02
9	157	0,3462	0,4125	0,4189	0,4522	4,408413E-03	5,299189E-03	1,124579E-02
10	155	0,3846	0,4281	0,4326	0,4801	1,887363E-03	2,299459E-03	9,117312E-03
11	150	0,4231	0,4683	0,4674	0,4840	2,043718E-03	1,964432E-03	3,711621E-03
12	149	0,4615	0,4766	0,4745	0,4920	2,257051E-04	1,681095E-04	9,279053E-04
13	144	0,5000	0,5190	0,5113	0,5199	3,599423E-04	1,281049E-04	3,960100E-04
14	139	0,5385	0,5628	0,5508	0,5239	5,920966E-04	1,522117E-04	2,120384E-04
15	138	0,5769	0,5717	0,5589	0,5398	2,740570E-05	3,260833E-04	1,378123E-03
16	132	0,6154	0,6256	0,6085	0,5793	1,040201E-04	4,703874E-05	1,302099E-03
17	122	0,6538	0,7151	0,6965	0,6480	3,750577E-03	1,822674E-03	3,417751E-05
18	122	0,6923	0,7151	0,6965	0,7257	5,189473E-04	1,790346E-05	1,115046E-03
19	116	0,7308	0,7665	0,7529	0,7580	1,279110E-03	4,888652E-04	7,415148E-04
20	115	0,7692	0,7748	0,7626	0,7881	3,123481E-05	4,460352E-05	3,560479E-04
21	112	0,8077	0,7991	0,7921	0,7995	7,456937E-05	2,436500E-04	6,711391E-05
22	110	0,8462	0,8146	0,8047	0,8078	9,932237E-04	1,716251E-03	1,471018E-03
23	97	0,8846	0,9016	0,8591	0,8849	2,884067E-04	6,510476E-04	8,100592E-08
24	91	0,9231	0,9319	0,8867	0,9032	7,745806E-05	1,322953E-03	3,950921E-04
25	77	0,9615	0,9774	0,9589	0,9535	2,500059E-04	6,821985E-06	6,461686E-05
					Σ	0,0493	0,0470	0,0638
					ECMV	0,0444	0,0434	0,0505



A.6.34 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 4 días (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO DE LA FRECUENCIA - 4 DÍAS								
N° de Orden m	xi(mm)	f	PROBABILIDAD DE GUMBEL	PROBABILIDAD LOG-PEARSON	PROBABILIDAD GILBRAT-GALTON	$(P_{i0}-P_{ix})^2$	$(P_{ix}-P_{jx})^2$	$(P_{ix}-P_{jx})^2$
						Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	290	0,0385	0,0325	0,0235	0,0013	3,528701E-05	2,237330E-04	1,380980E-03
2	271	0,0769	0,0495	0,0360	0,0793	7,510069E-04	1,675938E-03	5,649763E-06
3	243	0,1154	0,0912	0,0716	0,1977	5,860299E-04	1,913134E-03	6,775823E-03
4	237	0,1538	0,1037	0,0807	0,2451	2,514336E-03	5,348570E-03	8,327264E-03
5	233	0,1923	0,1129	0,0869	0,2483	6,299855E-03	1,111387E-02	3,135139E-03
6	229	0,2308	0,1229	0,0932	0,2743	1,162857E-02	1,893483E-02	1,894928E-03
7	194	0,2692	0,2512	0,1968	0,3085	3,263799E-04	5,239328E-03	1,542072E-03
8	184	0,3077	0,3041	0,2514	0,3192	1,289194E-05	3,173543E-03	1,324270E-04
9	173	0,3462	0,3718	0,3171	0,3520	6,557506E-04	8,425374E-04	3,417751E-05
10	171	0,3846	0,3851	0,3295	0,4404	2,499415E-07	3,034013E-03	3,111923E-03
11	154	0,4231	0,5103	0,4413	0,4443	7,614431E-03	3,303146E-04	4,504190E-04
12	151	0,4615	0,5343	0,4622	0,4443	5,287380E-03	4,931430E-07	2,971646E-04
13	150	0,5000	0,5423	0,4693	0,5239	1,790475E-03	9,406561E-04	5,712100E-04
14	149	0,5385	0,5504	0,4765	0,6179	1,428863E-04	3,843387E-03	6,310469E-03
15	138	0,5769	0,6412	0,5607	0,6293	4,130437E-03	2,630404E-04	2,743342E-03
16	138	0,6154	0,6412	0,5607	0,6554	6,659978E-04	2,989909E-03	1,601231E-03
17	132	0,6538	0,6908	0,6101	0,6985	1,365476E-03	1,914210E-03	1,993966E-03
18	122	0,6923	0,7704	0,6976	0,7764	6,093760E-03	2,829621E-05	7,071516E-03
19	122	0,7308	0,7704	0,6976	0,7764	1,568239E-03	1,098400E-03	2,082167E-03
20	116	0,7692	0,8145	0,7537	0,7764	2,052242E-03	2,424387E-04	5,139787E-05
21	115	0,8077	0,8215	0,7633	0,7852	1,916749E-04	1,972434E-03	5,059039E-04
22	113	0,8462	0,8352	0,7828	0,8023	1,199601E-04	4,017066E-03	1,923160E-03
23	110	0,8846	0,8548	0,8048	0,8643	8,904527E-04	6,365871E-03	4,127149E-04
24	104	0,9231	0,8903	0,8286	0,8643	1,077436E-03	8,929438E-03	3,454727E-03
25	77	0,9615	0,9829	0,9559	0,9798	4,547552E-04	3,212750E-05	3,334838E-04
					Σ	0,0563	0,0845	0,0561
					ECMV	0,0474	0,0581	0,0474



A.6.35 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 5 días (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO DE LA FRECUENCIA - 5 DÍAS								
N° de Orden m	xi(mm)	f	PROBABILIDAD DE GUMBEL	PROBABILIDAD LOG-PEARSON	PROBABILIDAD GILBRAT-GALTON	$(P_{i,i}-P_{j,i})^2$	$(P_{i,i}-P_{j,i})^2$	$(P_{i,i}-P_{j,i})^2$
						Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	300	0,0385	0,0332	0,0377	0,0013	2,776216E-05	5,080721E-07	1,380980E-03
2	290	0,0769	0,0416	0,0484	0,0793	1,246991E-03	8,115923E-04	5,649763E-06
3	243	0,1154	0,1179	0,1286	0,1977	6,519068E-06	1,747744E-04	6,775823E-03
4	237	0,1538	0,1342	0,1460	0,2451	3,862088E-04	6,191535E-05	8,327264E-03
5	233	0,1923	0,1462	0,1578	0,2483	2,130261E-03	1,190408E-03	3,135139E-03
6	229	0,2308	0,1591	0,1698	0,2743	5,139850E-03	3,712603E-03	1,894928E-03
7	221	0,2692	0,1880	0,1945	0,3085	6,590400E-03	5,577631E-03	1,542072E-03
8	212	0,3077	0,2261	0,2383	0,3192	6,657690E-03	4,811355E-03	1,324270E-04
9	204	0,3462	0,2652	0,2820	0,3520	6,550944E-03	4,110627E-03	3,417751E-05
10	196	0,3846	0,3096	0,3275	0,4404	5,621072E-03	3,262180E-03	3,111923E-03
11	171	0,4231	0,4827	0,4826	0,4443	3,553547E-03	3,537834E-03	4,504190E-04
12	167	0,4615	0,5146	0,5100	0,4443	2,812917E-03	2,345637E-03	2,971646E-04
13	165	0,5000	0,5308	0,5244	0,5239	9,510362E-04	5,958142E-04	5,712100E-04
14	157	0,5385	0,5975	0,5840	0,6179	3,480949E-03	2,071091E-03	6,310469E-03
15	152	0,5769	0,6398	0,6228	0,6293	3,951490E-03	2,100863E-03	2,743342E-03
16	151	0,6154	0,6483	0,6307	0,6554	1,080397E-03	2,336030E-04	1,601231E-03
17	149	0,6538	0,6652	0,6466	0,6985	1,280738E-04	5,181384E-05	1,993966E-03
18	141	0,6923	0,7317	0,7128	0,7764	1,549142E-03	4,193169E-04	7,071516E-03
19	132	0,7308	0,8018	0,7918	0,7764	5,049026E-03	3,728515E-03	2,082167E-03
20	128	0,7692	0,8305	0,8112	0,7764	3,752747E-03	1,757871E-03	5,139787E-05
21	122	0,8077	0,8697	0,8335	0,7852	3,845159E-03	6,670372E-04	5,059039E-04
22	122	0,8462	0,8697	0,8335	0,8023	5,544992E-04	1,596300E-04	1,923160E-03
23	110	0,8846	0,9319	0,8817	0,8643	2,236381E-03	8,231475E-06	4,127149E-04
24	109	0,9231	0,9360	0,8860	0,8643	1,680087E-04	1,374695E-03	3,454727E-03
25	108	0,9615	0,9400	0,8903	0,9798	4,635408E-04	5,075322E-03	3,334838E-04
					Σ	0,0679	0,0478	0,0561
					ECMV	0,0521	0,0437	0,0474



A.6.36 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMV) – 1 día (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 1 DÍA											
N° de Orden m	Variable Hidrológica $X_i(\text{mm})$	Frecuencia Experimental f_i	Gumbel	Gumbel 2	Log-Pearson X_i	Gibrat-Galton X_i	Gibrat-Galton X_{j2}	Gibrat-Galton X_{j3}	$(X_{i1} - X_{i1})^2$	$(X_{i1} - X_{j2})^2$	$(X_{i1} - X_{j3})^2$
			Y	X_j		F	z_i (gráfico)	$X_j(\text{mm})$	Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	217	0,03846	3,24	196	195	0,9615	1,77	245	452	477	784
2	170	0,07692	2,53	177	179	0,9231	1,43	220	43	77	2500
3	170	0,11538	2,10	165	167	0,8846	1,20	205	24	10	1225
4	168	0,15385	1,79	157	159	0,8462	1,02	192	126	79	576
5	160	0,19231	1,54	150	152	0,8077	0,87	183	96	67	529
6	159	0,23077	1,34	145	147	0,7692	0,74	175	206	147	256
7	149	0,26923	1,16	140	143	0,7308	0,62	170	84	41	441
8	140	0,30769	1,00	136	138	0,6923	0,50	160	20	2	400
9	124	0,34615	0,86	132	134	0,6538	0,40	155	59	109	961
10	121	0,38462	0,72	128	131	0,6154	0,29	151	51	91	900
11	118	0,42308	0,60	125	127	0,5769	0,19	142	46	76	576
12	116	0,46154	0,48	122	123	0,5385	0,10	140	31	50	576
13	115	0,50000	0,37	119	119	0,5000	0,00	135	13	20	400
14	114	0,53846	0,26	116	116	0,4615	-0,10	130	3	4	256
15	112	0,57692	0,15	113	113	0,4231	-0,19	126	1	1	196
16	110	0,61538	0,05	110	110	0,3846	-0,29	121	0	0	121
17	103	0,65385	-0,06	107	106	0,3462	-0,38	118	17	12	225
18	103	0,69231	-0,16	104	103	0,3077	-0,48	114	2	0	121
19	103	0,73077	-0,27	101	100	0,2692	-0,58	110	3	6	49
20	101	0,76923	-0,38	98	98	0,2308	-0,67	107	7	11	36
21	96	0,80769	-0,50	95	94	0,1923	-0,77	103	1	4	49
22	95	0,84615	-0,63	92	87	0,1538	-0,87	100	10	66	25
23	90	0,88462	-0,77	88	80	0,1154	-0,96	97	4	93	49
24	88	0,92308	-0,94	83	74	0,0769	-1,06	93	21	187	25
25	63	0,96154	-1,18	77	69	0,0385	-1,15	90	194	33	729
									Σ	1511	1666
									ECMV	8	22

A.6.37 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMV) – 2 días (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 2 DÍAS											
N° de Orden m	Variable Hidrológica $X_i(\text{mm})$	Frecuencia Experimental f_i	Gumbel	Gumbel 2	Log-Pearson X_i	Gibrat-Galton X_i	Gibrat-Galton X_{j2}	Gibrat-Galton X_{j3}	$(X_{i1} - X_{i1})^2$	$(X_{i1} - X_{j2})^2$	$(X_{i1} - X_{j3})^2$
			Y	X_j		F	z_i (gráfico)	$X_j(\text{mm})$	Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	246	0,03846	3,24	248	255	0,9615	1,77	240	5	87	36
2	243	0,07692	2,53	221	226	0,9231	1,43	216	499	272	729
3	237	0,11538	2,10	204	206	0,8846	1,20	200	1077	947	1369
4	219	0,15385	1,79	192	194	0,8462	1,02	188	716	631	961
5	194	0,19231	1,54	183	182	0,8077	0,87	179	127	138	225
6	182	0,23077	1,34	175	175	0,7692	0,74	170	52	51	144
7	166	0,26923	1,16	168	169	0,7308	0,62	162	4	7	16
8	158	0,30769	1,00	162	163	0,6923	0,50	158	14	21	0
9	157	0,34615	0,86	156	157	0,6538	0,40	151	1	0	36
10	149	0,38462	0,72	151	151	0,6154	0,29	145	4	4	16
11	149	0,42308	0,60	146	146	0,5769	0,19	141	8	11	64
12	132	0,46154	0,48	142	140	0,5385	0,10	138	93	71	36
13	131	0,50000	0,37	137	135	0,5000	0,00	131	39	19	0
14	122	0,53846	0,26	133	131	0,4615	-0,10	128	122	81	36
15	120	0,57692	0,15	129	127	0,4231	-0,19	123	80	46	9
16	118	0,61538	0,05	125	123	0,3846	-0,29	119	47	21	1
17	116	0,65385	-0,06	121	119	0,3462	-0,38	117	23	7	1
18	112	0,69231	-0,16	117	115	0,3077	-0,48	112	23	8	0
19	110	0,73077	-0,27	113	111	0,2692	-0,58	108	7	1	4
20	107	0,76923	-0,38	108	107	0,2308	-0,67	106	2	0	1
21	103	0,80769	-0,50	104	103	0,1923	-0,77	103	1	0	0
22	101	0,84615	-0,63	99	95	0,1538	-0,87	98	4	34	9
23	95	0,88462	-0,77	93	88	0,1154	-0,96	96	3	50	1
24	91	0,92308	-0,94	87	81	0,0769	-1,06	93	18	95	4
25	77	0,96154	-1,18	77	75	0,0385	-1,15	89	0	4	144
									Σ	2967	2607
									ECMV	11	12



A.6.38 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMV) – 3 días (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 3 DÍAS											
Nº de Orden m	Variable Hidrológica Xi(mm)	Frecuencia Experimental (f)	Gumbel	Gumbel 2	Log-Pearson Xj	Gibrat-Galton Xj	Gibrat-Galton Xj2	Gibrat-Galton Xj3	(Xi1-Xj1)²	(Xi1-XjP)2	(Xi1-XjP)2
			Y	Xj		F	zi (gráfico)	Xj(mm)	Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	260	0,03846	3,24	263	268	0,9615	1,77	285	11	72	621
2	248	0,07692	2,53	221	240	0,9231	1,43	254	747	64	31
3	243	0,11538	2,10	204	220	0,8846	1,20	234	1506	508	75
4	237	0,15385	1,79	192	207	0,8462	1,02	221	2004	893	267
5	229	0,19231	1,54	183	195	0,8077	0,87	208	2140	1185	434
6	194	0,23077	1,34	175	187	0,7692	0,74	197	369	55	11
7	175	0,26923	1,16	168	180	0,7308	0,62	189	50	23	194
8	158	0,30769	1,00	162	173	0,6923	0,50	181	14	234	544
9	157	0,34615	0,86	156	167	0,6538	0,40	175	1	100	324
10	155	0,38462	0,72	151	161	0,6154	0,29	168	16	36	164
11	150	0,42308	0,60	146	155	0,5769	0,19	161	14	26	127
12	149	0,46154	0,48	142	150	0,5385	0,10	156	54	0	55
13	144	0,50000	0,37	137	145	0,5000	0,00	130	45	2	196
14	139	0,53846	0,26	133	139	0,4615	-0,10	138	36	0	1
15	138	0,57692	0,15	129	135	0,4231	-0,19	132	82	10	36
16	132	0,61538	0,05	125	130	0,3846	-0,29	127	51	3	25
17	122	0,65385	-0,06	121	126	0,3462	-0,40	122	1	17	0
18	122	0,69231	-0,16	117	122	0,3077	-0,50	122	28	0	0
19	116	0,73077	-0,27	113	118	0,2692	-0,62	115	12	4	1
20	115	0,76923	-0,38	108	114	0,2308	-0,74	120	45	1	20
21	112	0,80769	-0,50	104	109	0,1923	-0,87	111	68	7	2
22	110	0,84615	-0,63	99	101	0,1538	-1,02	103	124	83	49
23	97	0,88462	-0,77	93	93	0,1154	-1,20	97	13	15	0
24	91	0,92308	-0,94	87	86	0,0769	-1,43	86	18	25	23
25	77	0,96154	-1,18	77	79	0,0385	-1,77	74	0	6	11
									7449	3369	3213
								ECMV	17	12	13

A.6.39 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMV) – 4 días. (Fuente: Elaboración propia)

ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 4 DÍAS											
Nº de Orden m	Variable Hidrológica $X_i(\text{mm})$	Frecuencia Experimental (f)	Gumbel	Gumbel 2	Log-Pearson X_j	Gibrat-Galton X_j	Gibrat-Galton X_{j2}	Gibrat-Galton X_{j3}	$(X_{i1}-X_{j1})^2$	$(X_{i1}-X_{j2})^2$	$(X_{i1}-X_{j3})^2$
			Y	X_j		F	zi (gráfico)	$X_j(\text{mm})$	Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	290	0,03846	3,24	282	288	0,9615	1,77	240	57	4	2500
2	271	0,07692	2,53	251	257	0,9231	1,43	216	405	187	3025
3	243	0,11538	2,10	232	236	0,8846	1,20	200	121	44	1849
4	237	0,15385	1,79	218	222	0,8462	1,02	188	350	234	2401
5	233	0,19231	1,54	207	208	0,8077	0,87	179	654	628	2316
6	229	0,23077	1,34	198	199	0,7692	0,74	170	942	890	3481
7	194	0,26923	1,16	190	192	0,7308	0,62	162	13	5	1024
8	184	0,30769	1,00	183	185	0,6923	0,50	158	0	0	676
9	173	0,34615	0,86	177	178	0,6538	0,40	151	16	23	484
10	171	0,38462	0,72	171	171	0,6154	0,29	145	0	0	676
11	154	0,42308	0,60	166	165	0,5769	0,19	141	133	117	169
12	151	0,46154	0,48	160	159	0,5385	0,10	138	87	59	169
13	150	0,50000	0,37	155	155	0,5000	0,00	131	28	21	361
14	149	0,53846	0,26	150	148	0,4615	-0,10	128	2	2	441
15	138	0,57692	0,15	146	143	0,4231	-0,19	123	60	22	225
16	138	0,61538	0,05	141	138	0,3846	-0,29	119	10	0	361
17	132	0,65385	-0,06	136	133	0,3462	-0,38	117	20	1	225
18	122	0,69231	-0,16	132	129	0,3077	-0,48	112	96	45	100
19	122	0,73077	-0,27	127	124	0,2692	-0,58	108	26	6	196
20	116	0,76923	-0,38	122	120	0,2308	-0,67	106	38	18	100
21	115	0,80769	-0,50	117	115	0,1923	-0,77	103	4	0	144
22	113	0,84615	-0,63	111	106	0,1538	-0,87	98	3	49	225
23	110	0,88462	-0,77	105	98	0,1154	-0,96	96	25	153	196
24	104	0,92308	-0,94	97	90	0,0769	-1,06	93	44	198	121
25	77	0,96154	-1,18	87	83	0,0385	-1,15	89	96	34	144
								Σ	3230	2740	22209
								ECMV	11	10	30



A.6.40 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMV) – 5 días (Fuente: Elaboración propia).

ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 5 DÍAS											
N° de Orden m	Variable Hidrológica X_i (mm)	Frecuencia Experimental (f)	Gumbel	Gumbel 2	Log-Pearson X_j	Gibrat-Galton X_j	Gibrat-Galton X_j^2	Gibrat-Galton X_j^3	$(X_i - X_j)^2$	$(X_i - X_j)^3$	$(X_i - X_j)^4$
			Y	X_j		F	zi (gráfico)	X_j (mm)	Gumbel	Log-Pearson	Gibrat-Galton
1	300	0,03846	3,24	233	299	0,9615	1,77	250	42	1	2500
2	290	0,07692	2,53	263	269	0,9231	1,43	222	755	438	4624
3	243	0,11538	2,10	244	248	0,8846	1,20	204	1	22	1521
4	237	0,15385	1,79	231	234	0,8462	1,02	190	41	7	2209
5	233	0,19231	1,54	220	222	0,8077	0,87	180	171	127	2809
6	229	0,23077	1,34	211	213	0,7692	0,74	172	324	243	3249
7	221	0,26923	1,16	203	206	0,7308	0,62	167	316	216	2916
8	212	0,30769	1,00	196	199	0,6923	0,50	159	245	158	2809
9	204	0,34615	0,86	190	193	0,6538	0,40	152	194	125	2704
10	196	0,38462	0,72	184	186	0,6154	0,29	149	138	92	2209
11	171	0,42308	0,60	179	180	0,5769	0,19	141	62	84	900
12	167	0,46154	0,48	174	174	0,5385	0,10	138	45	52	841
13	165	0,50000	0,37	169	168	0,5000	0,00	133	15	12	1024
14	157	0,53846	0,26	164	163	0,4615	-0,10	128	50	37	841
15	152	0,57692	0,15	159	158	0,4231	-0,19	125	55	35	729
16	151	0,61538	0,05	155	153	0,3846	-0,29	121	15	4	900
17	149	0,65385	-0,06	150	148	0,3462	-0,38	118	2	1	961
18	141	0,69231	-0,16	146	143	0,3077	-0,48	114	23	6	729
19	132	0,73077	-0,27	141	139	0,2692	-0,58	110	83	48	484
20	128	0,76923	-0,38	136	135	0,2308	-0,67	105	69	42	529
21	122	0,80769	-0,50	131	129	0,1923	-0,77	103	85	48	361
22	122	0,84615	-0,63	126	119	0,1538	-0,87	98	14	11	576
23	110	0,88462	-0,77	119	109	0,1154	-0,96	95	90	0	225
24	109	0,92308	-0,94	112	101	0,0769	-1,06	93	9	70	256
25	108	0,96154	-1,18	102	93	0,0385	-1,15	89	41	235	361
								Σ	2884	2114	37267
								ECMV	11	9	39

A.6.41 - Precipitaciones de diseño para distintas duraciones.

- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 1 DÍA DE DURACIÓN Y TR 25 AÑOS

Según Log-pearson: $\log(x) = \chi \log(x_i) + K * \sigma \log(x_i)$

se tiene: $\chi \log(x_i) = 2,0788$

$$\sigma \log(x_i) = 0,1175$$

Se determina el factor de frecuencia K tabulado (anexo A.6.29) mediante interpolación

$$k = 1,7766$$

$$\text{Reemplazando: } \log(x) = 2,0788 + 1,7766 * 0,1175$$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 25 años

$$X = 194 \text{ mm}$$

- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 2 DÍAS DE DURACIÓN Y TR 25 AÑOS

Según Log-pearson: $\log(x) = \chi \log(x_i) + K * \sigma \log(x_i)$

se tiene: $\chi \log(x_i) = 2,14$

$$\sigma \log(x_i) = 0,1408$$



Se determina el factor de frecuencia K tabulado (anexo A.6.29) mediante interpolación

$$k=18678$$

Reemplazando: $\text{Log}(x) = 2,14 + 1,8678 * 0,1408$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 25 años

$$\mathbf{X=253 \text{ mm}}$$

- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 3 DÍAS DE DURACIÓN Y TR 25 AÑOS

Según Log-pearson: $\text{Log}(x) = \chi \log(xi) + K * \sigma \log(xi)$

se tiene: $\chi \log(xi)=2,1671$

$$\sigma \log(xi)=0,1424$$

Se determina el factor de frecuencia K tabulado (anexo A.6.29) mediante interpolación

$$k=1,8127$$

Reemplazando: $\text{Log}(x) = 2,1671 + 1,8127 * 0,1424$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 25 años

$$\mathbf{X=266 \text{ mm}}$$

- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 4 DÍAS DE DURACIÓN Y TR 25 AÑOS

Según Log-pearson: $\text{Log}(x) = \chi \log(xi) + K * \sigma \log(xi)$

se tiene: $\chi \log(xi)=2,1927$

$$\sigma \log(xi)=0,1461$$

Se determina el factor de frecuencia K tabulado (anexo A.6.29) mediante interpolación

$$k=1,8007$$

Reemplazando: $\text{Log}(x) = 2,1927 + 1,8007 * 0,1461$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 25 años

$$\mathbf{X=286 \text{ mm}}$$

- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 5 DÍAS DE DURACIÓN Y TR 25 AÑOS

Según Log-pearson: $\text{Log}(x) = \chi \log(xi) + K * \sigma \log(xi)$

se tiene: $\chi \log(xi)=2,2306$



$$\sigma \log(x_i) = 0,1329$$

Se determina el factor de frecuencia K tabulado (anexo A.6.29) mediante interpolación

$$k = 1,8162$$

$$\text{Reemplazando: } \log(x) = 2,2306 + 1,8162 * 0,1329$$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 25 años

$$X = 297 \text{ mm}$$

A.6.42 - Aforo de las alcantarillas ubicadas en la RP N°6, realizado los días 10, 11 y 12 de diciembre de 2004 (Fuente: APA).

RPN° 6	Dimensiones	Máxima Capacidad de descarga estimada (m3/seg)
Alcantarilla 3,1 Km E de CLC	1Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-
Alcantarilla 2,9 Km E de CLC	2Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-
Alcantarilla 2,7 Km E de CLC	2Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-
Canal las Colonias -CLC	4 Luz de 2m de ancho x 2m de alto	19,99
Canal las Colonias -CLC	5 Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-
Alcantarilla 0,9 Km O de CLC	1Luz de 1,8m de ancho x 2m de alto	2,29
Alcantarilla 2,1 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	1,51
Alcantarilla 3,5 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,6
Alcantarilla 3,9 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,45
Alcantarilla 5,3 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,11
Alcantarilla 5,4 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,06
Alcantarilla 6,2 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	-



A.6.43 - Alcantarillas ubicadas en la RP N°6, aforo y estimación de capacidad de descarga (Fuente: Elaboración propia).

RPN° 6	Dimensiones	Máxima Capacidad de descarga estimada (m3/seg)	Caudal aforado (m3/seg)
Alcantarilla 3,1 Km E de CLC	1Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	4,5
Alcantarilla 2,9 Km E de CLC	2Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	9
Alcantarilla 2,7 Km E de CLC	2Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	9
Canal las Colonias -CLC	4 Luz de 2m de ancho x 2m de alto	19,99	18
Canal las Colonias -CLC	5 Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	12,5
Alcantarilla 0,9 Km O de CLC	1Luz de 1,8m de ancho x 2m de alto	2,29	4
Alcantarilla 2,1 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	1,51	2,5
Alcantarilla 3,5 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,6	2,5
Alcantarilla 3,9 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,45	2,5
Alcantarilla 5,3 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,11	0,5
Alcantarilla 5,4 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	0,06	0,5
Alcantarilla 6,2 Km O de CLC	1Luz de 2m de ancho x 1,25m de alto	-	2,5
Total		25,01	72

A.6.44 - Alcantarillas ubicadas en la RN N°95, estimación de capacidad de descarga (Fuente: Elaboración propia).

RPN° 6	Dimensiones	Máxima Capacidad de descarga estimada (m3/seg)	Caudal aforado (m3/seg)
Alcantarilla 1,9 Km de S de RP°6	1Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	2,5
Alcantarilla 3,8 Km de S de RP°6	2Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	2,5
Alcantarilla 5,8 Km de S de RP°6	2Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	2,5
Alcantarilla 7,1 Km de S de RP°6	4 Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	2,5
Alcantarilla 7,6 Km de S de RP°6	5 Luz de 2m de ancho x 2m de alto	-	2,5
Alcantarilla 7,7 Km de S de RP°6	1Luz de 1,8m de ancho x 2m de alto	-	2,5
			15

A.6.45 - Verificación de las alcantarillas

Verificación de alcantarilla con altura admisible: 1,35m y altura de salida: 1,25m (Fuente: Elaboración propia).

Sección	Rectangular		Cota entrada		0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°			he		
Q =	2,5	m3/seg	Cota salida		0	msnm	He admisible		1,35	m				
So =	0	m/m	Long. Alcant:		20	m								
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada											
			Control de Entrada			Control de salida								
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1		Li	He
2,5	2	1,25	1,25	0,664	0,83	0,4	0,1	0,54	0,90	1,25	1,25	0	1,35	1,35



Verificación de alcantarilla de ancho 2m, con altura admisible 2,1m y altura de salida 2m
(Fuente: Elaboración propia).

Sección	Rectangular		Cota entrada	0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°			he		
Q =	4,5	m3/seg	Cota salida	0	msnm	He admisible		2,1	m				
So =	0	m/m	Long. Alcant:	20	m								
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada										
Control de Entrada				Control de salida									
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	L.i	He
4,5	2	2	2,25	0,62	1,24	0,4	0,1	0,80	1,40	2	2	0	2,1

Verificación de alcantarilla de ancho 1,80m, con altura admisible 2,1m y altura de salida 2m
(Fuente: Elaboración propia).

Sección	Rectangular		Cota entrada	0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°			he			
Q =	4	m3/seg	Cota salida	0	msnm	He admisible		2,1	m					
So =	0	m/m	Long. Alcant:	20	m									
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada											
			Control de Entrada				Control de salida							
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	L.i	He	
4	1,8	2	2,2222	0,61	1,22	0,4	0,1	0,80	1,40	2	2	0	2,1	2,1

A.6.46 - Verificación de las alcantarillas

Verificación de alcantarilla con altura admisible :1,50m y altura de salida :1,25m para TR=25 años (Fuente: Elaboración propia).

Sección	Rectangular		Cota entrada	0	msnm	Tipo de entrada	Muro de cabecera a 45°			he			
Q =	4	m3/seg	Cota salida	0	msnm	He admisible	1,5	m					
So =	0	m/m	Long. Alcant:	14	m								
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada										
			Control de Entrada			Control de salida							
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	L.i	He
4	2	1,25	2	0,9	1,125	0,4	0,24	0,74	1,00	1,25	1,25	0	1,49
Verifica: He adm>He													

Altura de salida de 1,40m – Altura admisible a la entrada: 1,50m – Altura de rasante: 1,50m
+ espesor de paquete estructural:

Verificación de alcantarilla con altura admisible :1,50m y altura de salida :1,40 m para TR=25 años. (Fuente: Elaboración propia)

Sección	Rectangular		Cota entrada		0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°		he		
Q =	2,5	m3/seg	Cota salida		0	msnm	He admisible		1,5	m			
So =	0	m/m	Long. Alcant:		14	m							
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada										
			Control de Entrada			Control de salida							
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	L.i	He
2,5	2	1,25	1,25	0,72	0,9	0,4	0,1	0,54	0,90	1,4	1,4	0	1,5
Verifica: He adm>He													

Altura de salida de 1,60m – Altura admisible a la entrada: 1,70m – Altura de rasante: 1,70m



+ espesor de paquete estructural:

Verificación de alcantarilla con altura admisible :1,70m y altura de salida :1,60 m para TR=25 años. (Fuente: Elaboración propia)

Sección	Rectangular		Cota entrada	0	msnm	Tipo de entrada	Muro de cabecera a 45°			he			
Q =	2,5	m3/seg	Cota salida	0	msnm	He admisible	1,7	m					
So =	0	m/m	Long. Alcant:	14	m								
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada										
			Control de Entrada			Control de salida							
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	Li	He
2,5	2	1,25	1,25	0,72	0,9	0,4	0,1	0,54	0,90	1,6	1,6	0	1,7
Verifica: He adm>He													

A.6.47 - Verificación de las alcantarillas “Casos particulares”

Alcantarilla en progresiva 0+410 – 4 luces de 2m de ancho x 1m de alto – TR 25 años:

Altura de salida de 1,25m – Altura admisible a la entrada: 1,50m.

Verificación de alcantarilla en progresiva 0+410 - TR=25años. (Fuente: Elaboración propia)

Sección	Rectangular		Cota entrada	0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°			he			
Q =	3,3	m3/seg	Cota salida	0	msnm	He admisible		1,5	m					
So =	0	m/m	Long. Alcant:	25	m									
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada											
			Control de Entrada			Control de salida								
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs		H1	Li	He
3,3	2	1	1,65	1,02	1,02	0,4	0,24	0,65	0,83	1,25	1,25	0	1,49	1,49
Verifica: He adm>He														

Alcantarilla en progresiva 3+375 – 7 luces de 2m de ancho x 1,25m de alto – TR 25 años:

Altura de salida de 2,15m – Altura admisible a la entrada: 2,70m.

Verificación de alcantarilla en progresiva 3+375 - TR=25años (Fuente: Elaboración propia).

Sección	Rectangular		Cota entrada		0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°			he	
Q =	6	m3/seg	Cota salida		0	msnm	He admisible		2,7	m			
So =	0	m/m	Long. Alcant.		25	m							
Q	dimensiones		Calculo de la profundidad a la entrada										
			Control de Entrada			Control de salida							
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	Li	He
6	2	1,25	3	1,26	1,575	0,4	0,55	0,97	1,11	2,15	2,15	0	2,7
Verifica: He adm>He													

Alcantarilla en progresiva 16+490.06 – 4 luces de 3m de ancho x 2,30m de alto – TR 25 años: Altura de salida de 2,30m – Altura admisible a la entrada: 2,60m.



Verificación de alcantarilla en progresiva 16+490.06 - TR=25años (Fuente: Elaboración propia).

Sección	Rectangular		Cota entrada	0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°			he			
Q =	12,5	m3/seg	Cota salida	0	msnm	He admisible		2,6	m					
So =	0	m/m	Long. Alcant:	35	m									
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada											
			Control de Entrada			Control de salida								
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	Li	He	
12,5	3	2,3	4,167	0,7	1,61	0,4	0,3	1,21	1,76	2,3	2,3	0	2,6	2,6
Verifica: He adm>He														

Alcantarilla en progresiva Pr. 23 + 365. 30– 4 luces de 3m de ancho x 1,60m de alto – TR 25 años: Altura de salida de 2,15m – Altura admisible a la entrada: 2,40m.

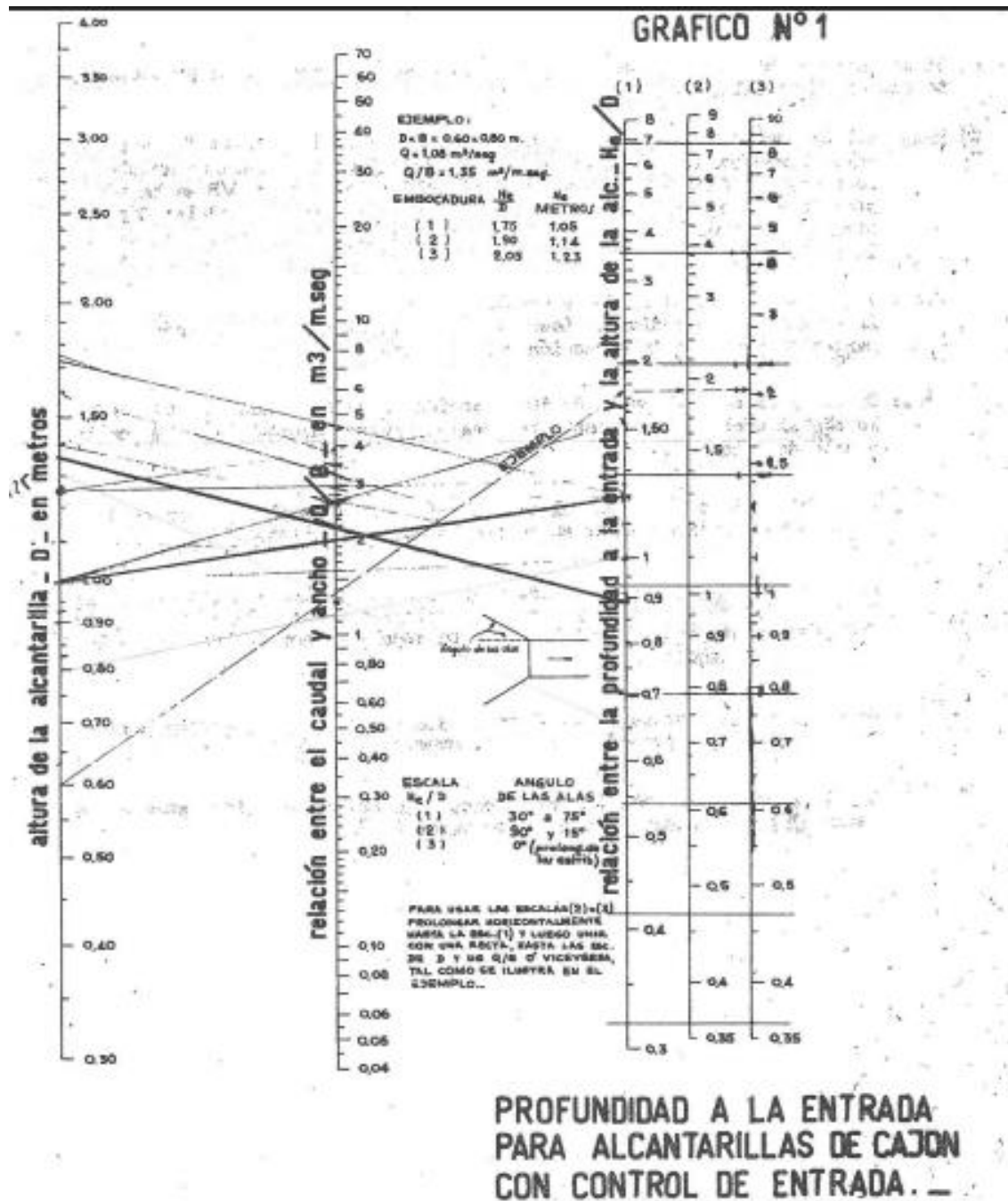
Verificación de alcantarilla en progresiva Pr. 23+365.30 - TR=25años (Fuente: Elaboración propia).

Sección	Rectangular		Cota entrada	0	msnm	Tipo de entrada		Muro de cabecera a 45°			he		
Q =	7,7	m3/seg	Cota salida	0	msnm	He admisible		2,4	m				
So =	0	m/m	Long. Alcant:	26	m								
Q	Dimensiones		Cálculo de la profundidad a la entrada										
Control de Entrada			Control de salida										
	ancho (B)	alto (D)	Q/B	He/D	He	Ke	H	hc	(hc+D)/2	Hs	H1	Li	He
7,7	3	1,6	2,567	0,87	1,392	0,4	0,25	0,88	1,24	2,15	2,15	0	2,4
Verifica: He adm>He													



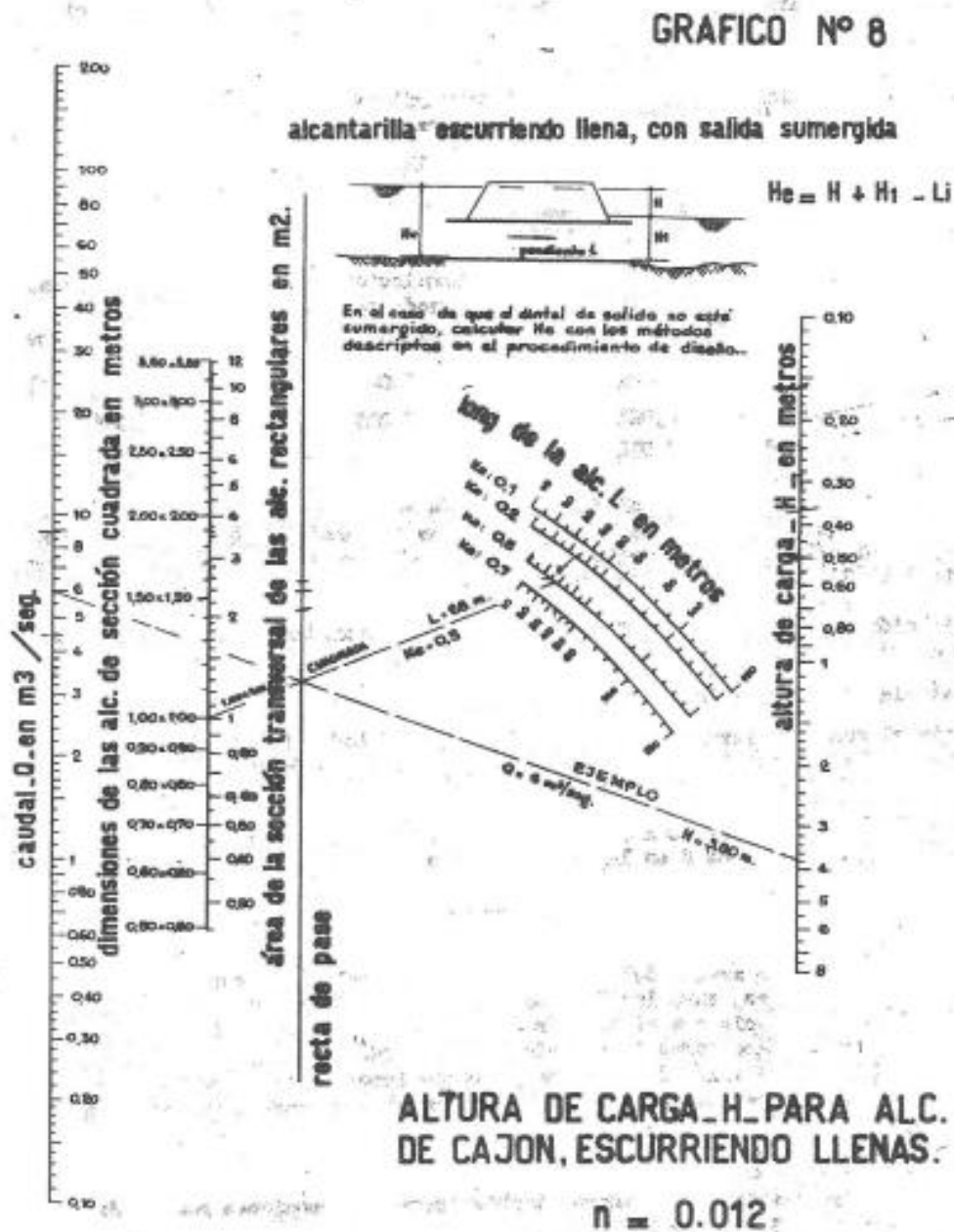
A.6.48 - Profundidad a la entrada para alcantarillas de cajón con control de entrada

(Fuente: DNV, gráficos hidráulicos para el diseño de alcantarillas (1966)).



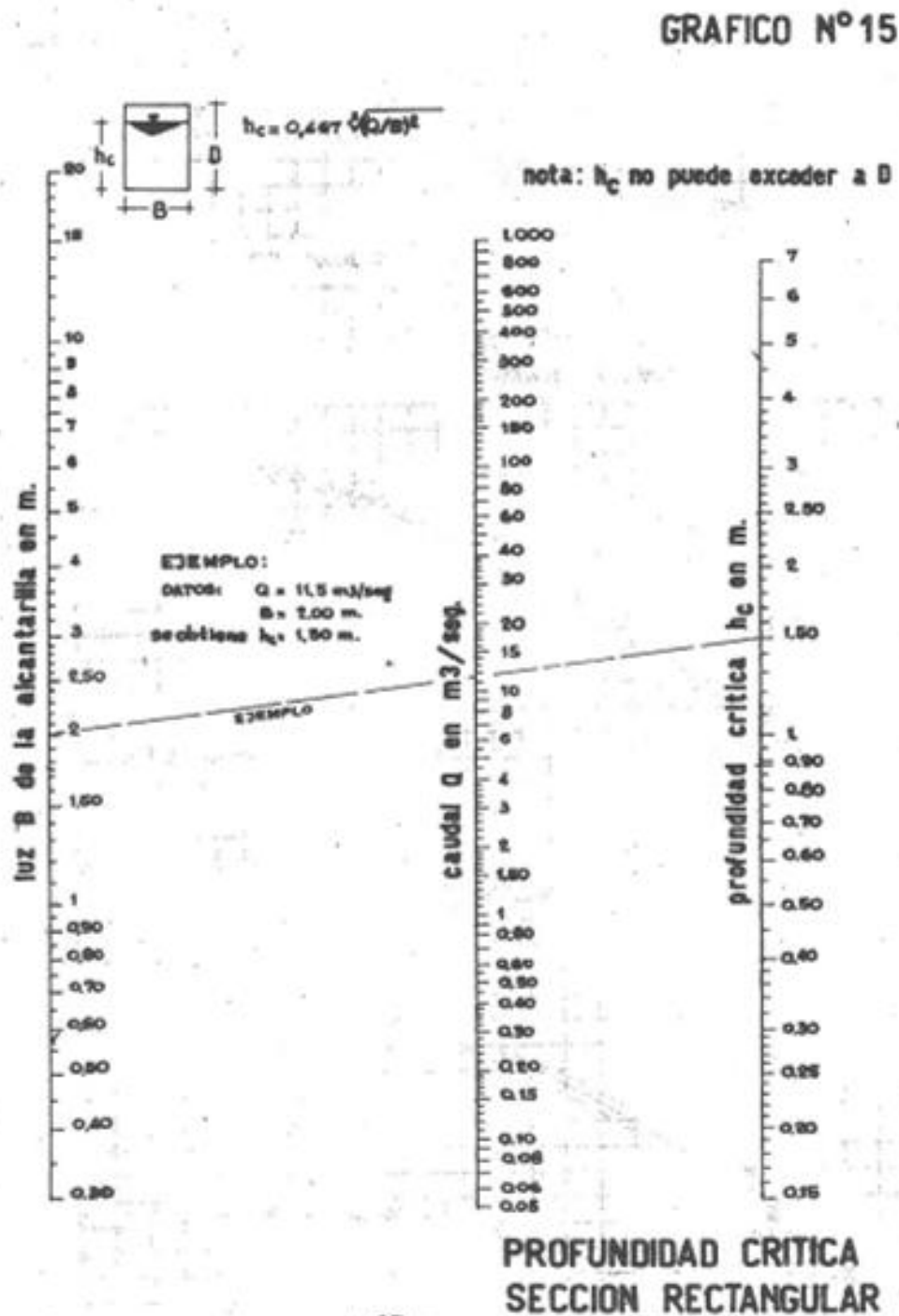


A.6.49 - Altura de carga H para alcantarillas de cajón escurriendo llenas (Fuente: DNV, gráficos hidráulicos para el diseño de alcantarillas (1966)).





A.6.50 - Profundidad crítica sección rectangular (Fuente: DNV, gráficos hidráulicos para el diseño de alcantarillas (1966)).





A.6.51 - Tabla de coeficiente de pérdidas de carga a la entrada (Fuente DNV, gráficos hidráulicos para el diseño de alcantarillas (1966)).

Coeficiente de pérdidas de carga a la entrada		
Tipo de estructura	Característica de la embocadura	Ke
Caño de Hormigón	Conducto prolongado fuera del terraplén, con enchufe dirigido hacia aguas arriba	0,2
	Idem anterior, pero con espiga dirigida hacia aguas arriba	0,5
	Con muro de cabecera, con o sin muros de alas, con enchufe dirigido hacia aguas arriba	0,2
	Idem anterior, pero con espiga dirigida hacia aguas arriba	0,5
	cualquier condición, pero con el borde del conducto redondeado ($r=1/12 D$)	0,2
	(XX) Idem anterior con el borde del conducto achanflado	0,2
	Cortado en bisel, conformado al talud del terraplén	0,7
	(X) Con sección terminal de entrada, conformada al talud del terraplén	0,5
Caños circulares o abovedados de metal corrugado	Conducto prolongado fuera del terraplén (sin muro de cabecera)	0,9
	Con muro de cabecera, en ángulo recto con el eje del conducto, con o sin muros de alas, bordes con aristas vivas	0,5
	Idem anterior, con el borde del conducto achanflado	0,25
	(XX) Cortado en bisel, conformado al talud del terraplén	0,7
	(X) Con sección terminal de entrada, conformada al talud del terraplén	0,5
Alcantarilla de cajón, de hormigón armado.	Con muro de cabecera, en ángulo recto con el eje de la alcantarilla, sin muro de alas	0,5
	Borde de arista vivas	0,5
	Borde redondeados ($r=1/12 D$)	0,2
	Idem anterior, pero con muros de ala formando ángulo entre 30° y 75° con el eje del conducto.	
	Borde del dintel con aristas vivas	0,4
	Borde del dintel redondeado ($r=1/12 D$)	0,2
	Idem anterior, pero con muros de ala formando ángulos entre 10° y 25° con el eje del conducto	
	Borde del dintel con aristas vivas.	0,5
	Idem anterior, pero con muros de alas paralelos (prolongados los estribos)	
	Borde del dintel con aristas vivas	0,7
	Idem anterior, pero con muros de alas paralelos, denominados como estribos en correspondencia con el comienzo de la sección transversal completa de la alcantarilla.	
	Borde del dintel redondeado ($r=1/4 D$)	0,1
	Nota (X): Las "secciones terminales de entrada, conformada al talud del terraplén" son las secciones ejecutadas de hormigón o metal, comúnmente ofrecida por los fabricantes.-De acuerdo a limitados ensayos hidráulicos, tanto para escurrimientos con control de entrada, como de salida, son de operación equivalente a la de los muros de cabecera.- Ajustas secciones terminales, con embocadura abocinada en todo el contorno, ofrecen un comportamiento hidráulico superior.-Para proyectar alcantarillas con estas secciones terminales, pueden usarse los coeficientes consignados para embocadura achanfladas.	
	Nota (XX): Los coeficientes Ke para esta embocaduras, no figuran en las publicaciones originales.	

15.3 Anexos ocho

PLANILLA Nº 1

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CAMINOS RURALES

CATEGORÍA DEL CAMINO	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS		PERALTE MÁXIMO	PENDIENTES MÁXIMAS Y LONGITUDES COMPROMETIDAS EN RECTA		DISTRIBUCIÓN DE CANTEROS		VALORES DEL TERAPIÉN SEGÚN DISEÑO		C R U C E S	
	VOLÚMEN TRÁNSITO DE CARRETERA DE ACCESO	NO. DE CARRILES		VALORES MÁXIMOS	LONGITUDES MÁXIMAS						
I	TOTAL	2	10%	1000	2	1000	2	1000	2	1000	2
II	TOTAL	2	10%	1000	2	1000	2	1000	2	1000	2
III	TOTAL	2	10%	1000	2	1000	2	1000	2	1000	2
IV	TOTAL	2	10%	1000	2	1000	2	1000	2	1000	2
V	TOTAL	2	10%	1000	2	1000	2	1000	2	1000	2

- EL VOLUMEN MEDIO DIARIO DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁ AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES SUPERIORES DE CATEGORÍA 1, SUPERIOR E INTERIOR DE CATEGORÍA 2, E INTERIORES DE CATEGORÍA 3, CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES INFERIORES DE CATEGORÍA 1, SUPERIOR E INTERIOR DE CATEGORÍA 2, E INTERIORES DE CATEGORÍA 3, CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ESTE CASO LOS RÁSTROS MÍNIMOS DE AUTOPRIMA A DICHOS PERALTES SEGÚN TABLA Nº 1.
- EN ESTAS ZONAS MÁXIMAS Y MÍNIMOS DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ESTAS ZONAS MÁXIMAS Y MÍNIMOS DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.

- EN CASO DE LLEVAR MANEJO DE SEGURIDAD, EL ANCHO DE LAS BANQUINAS SE AUMENTARÁN EN 0,50 M.
- ANCHO RECOMENDABLE 0,50 M., EN ZONA LLANA O ONDULADA.
- EN ZONAS ONDULADAS, CON GRAN PORCENTAJE DE EXCAVACIÓN EN RICA, LOS VALORES DEL TERAPIÉN SERÁN LOS QUE CORRESPONDAN A CATEGORÍA 1, SUPERIOR E INTERIOR DE CATEGORÍA 2, E INTERIORES DE CATEGORÍA 3, CORRESPONDAN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ZONAS ONDULADAS, CON GRAN PORCENTAJE DE EXCAVACIÓN EN RICA, LOS VALORES DEL TERAPIÉN SERÁN LOS QUE CORRESPONDAN A CATEGORÍA 1, SUPERIOR E INTERIOR DE CATEGORÍA 2, E INTERIORES DE CATEGORÍA 3, CORRESPONDAN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ZONAS ONDULADAS, CON GRAN PORCENTAJE DE EXCAVACIÓN EN RICA, LOS VALORES DEL TERAPIÉN SERÁN LOS QUE CORRESPONDAN A CATEGORÍA 1, SUPERIOR E INTERIOR DE CATEGORÍA 2, E INTERIORES DE CATEGORÍA 3, CORRESPONDAN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.

- EN ESTAS ZONAS MÁXIMAS Y MÍNIMOS DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ESTAS ZONAS MÁXIMAS Y MÍNIMOS DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ESTAS ZONAS MÁXIMAS Y MÍNIMOS DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ESTAS ZONAS MÁXIMAS Y MÍNIMOS DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.
- EN ESTAS ZONAS MÁXIMAS Y MÍNIMOS DE TRÁNSITO DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS. LOS VOLUMENES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DISEÑO GENERAL CORRESPONDERÁN AL TRÁNSITO PROBABLE A LOS 15 AÑOS.



15.4 Anexos capítulo once

PAVIMENTO FLEXIBLE SUMARIO

- 1 TRABAJO PREELIMINARES
 - 1.a LIMPIEZA DE TERRENO (DESMONTE EN 0,30M DE SUELO VEGETAL)
 - 1.b DEMOLICION DE OBRA DE ARTE MENORES
- 2 MOVIMIENTO DE SUELOS
 - 2.a TERRAPLEN INCLUIDO PROVISION Y TRANSPORTE
con compactación especial, incluido provisión q
 - 2.b ABOVEDADO A.C. 9,00m
 - 2.c EXCAVACION PARA FUNDACIONES DE ALCANTARILLA
- 3 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE
 - 3.a PREPARACION DE LA SUBRASANTE TRATADA CON CAL
 - 3.b CONSTRUCCION DE SUB-BASE DE SUELO CAL e=0,30m
 - 3.c CONSTRUCCION DE BASE ESTABILIZADO GRANULAR CON CEMENTO e=0,18m
 - 3.d IMPRIMACION CON MATERIAL BITUMINOSO EM1
 - 3.e RIEGO DE LIGA CON MATERIAL BITUMINOSO ER1 EN UN ANCHO DE 7,70m
 - 3.f CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ASFALTICO INLUIDO MATERIALES EN 7,70m DE ANCHO Y e=0,05m
 - 3.g RIEGO DE LIGA CON MATERIAL BITUMINOSO ER1 EN UN ANCHO DE 7,30m
 - 3.h CONSTRUCCION DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO EN 7,30m DE ANCHO Y 0,05m DE ESPESOR.
 - 3.i CONSTRUCCION DE BANQUINAS INCLUIDO MATERIALES
 - 3.j CORDON PROTECTOR DE BORDE DE PAVIMENTO H"D" e=0,15m h=0,30m.
- 4 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO
 - 4.a HORMIGON H-20 EN CILOVIA e=0,12m
- 5 DRENAJE E HIDRAULICA VIAL
 - 5.a HORMIGON DE PIEDRA H-21 EXCLUIDO ARMADURA
 - 5.b HORMIGON DE PIEDRA H-13
 - 5.c HORMIGON DE PIEDRA H- 8
 - 5.d HORMIGON DE PIEDRA H- 4
 - 5.e ACERO EN BARRAS COLOCADO (4200 kg/cm2)
- 6 OBRAS VIAS
 - 6.a RETIRO DE ALAMBRADOS
 - 6.b CONSTRUCCION DE ALAMBRADOS
 - 6.c COLOCACION DE DEFENSAS METALICAS
 - 6.d ILUMINACION
 - 6.e REFUGIO DE DARSENA
- 7 SEÑALIZACION
 - 7.a HORIZONTAL POR PULVERIZADO EN CALIENTE
 - 7.b VERTICAL
- 8 MOVILIZACION DE OBRA
 - 8.a MOVILIZACION

Item. - LIMPIEZA DE TERRENO EN ZONA DE CAMINO

<u>Equipo</u>				<u>H.P.</u>	
0.5	Tractor s/Orugas c/Hja Topadora Cat D7A			100.00	\$ 164,949,240.00
1	Motoniveladora (Astarza) Mod. 120			120.00	\$ 146,185,750.00
				220.00	311,134,990.00
A. e I.=	/d	0.00096	x \$	311,134,990.00	= \$/d 298689.59
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	311,134,990.00	= \$/d 174235.59
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	220.00	= \$/d 373265.46
Mano de Obra:					
2	Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	144975.6
1	Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	56507.94
					\$/d 201483.54
					1047674.18
Rendimiento: 4.00 Ha/d					
Costo: 1,047,674.18 \$/d = \$/Ha 261918.55					
		4.00	Ha/d		
Precio: 261918.55 \$/Ha x 1.62 = \$/Ha 424,308.05					



Item - DEMOLICIÓN DE ALCANTARILLAS EXISTENTES (DeCaños de H°)

EQUIPO				H.P.		
1	Retroexcavadora J.D.			52.00	\$	66,485,965.00
0	Camion Volcador 5/6 m3			0.00	\$	0.00
	Herramientas Menores	3.00%			\$	1,994,580.00
				52.00	\$	66,485,965.00
A. e I.=	/d	0.00096 x \$		66,485,965.00	= \$/d	63,826.53
R. y R.=	/d	0.00056 x \$		66,485,965.00	= \$/d	37,232.14
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116 x HP		52.00	= \$/d	88,226.38
Mano de Obra:						
1	Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	72,487.80	
8	Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	452,063.52	= \$/d 524,551.32
					\$/d	713,836.37

Rendimiento: 2.00 N°/d

Costo: $\frac{713,836.37 \text{ $/d}}{2.00 \text{ N°/d}} = \$/\text{N°} 356,918.19$

Precio: $356918.19 \text{ $/N°} \times 1.62 = \$/\text{N°} 578,207.00$

Item - TERRAPLÉN CON COMPACTACIÓN ESPECIAL - Dentro de la D.C.T.

EJECUCIÓN:

Equipo

			H.P.		
1.0	Motoniveladora (Astarza) Mod. 120		120.00	\$	146,185,750.00
6.0	Pala de Arrastre Hidraulica 3,0/3,5 m3				62,724,600.00
2.0	Rodillo Pata de Cabra 2 Cuerpos			\$	31,911,258.00
1.0	Rodillo Neumatico (13 ruedas)			\$	23,968,514.00
5.0	Tractor Neumatico		500.00	\$	240,569,555.00
1.0	Camion Regador de Agua		140.00	\$	76,423,740.00
1.0	Motobomba de Desagüe c/Tablero Comando		20.00	\$	5,840,285.00
			780.00	\$	587,623,702.00

A. e I.= /d 0.00096 x \$ 587,623,702.00 = \$/d 564118.75
 R. y R.= /d 0.00056 x \$ 587,623,702.00 = \$/d 329069.27
 C. y L.= \$/HP d 1696.66116 x HP 780.00 = \$/d 1323395.7

Mano de Obra:

7.0 Ofi. Esp. x \$/d 72487.8 = \$/d 507414.6
 4.0 Ayudante x \$/d 56507.94 = \$/d 226031.76 = \$/d 733446.36
 \$/d 2,950,030.08

Rendimiento: 700 m3/d

Costo: $\frac{2,950,030.08 \text{ $/d}}{700 \text{ m3/d}} = \$/\text{m3} 4214.33$

Precio: $4,214.33 \text{ $/m3} \times 1.62 = \$/\text{m3} 6,827.21$



Item - ABOVEDAMIENTO

EJECUCIÓN:

Equipo		H.P.			
1.0 Motoniveladora (Astarza) Mod. 120		120.00	\$	146,185,750.00	
		120.00	\$	146,185,750.00	
A. e I.=	/d	0.00096 x \$	146,185,750.00	= \$/d	140338.32
R. y R.=	/d	0.00056 x \$	146,185,750.00	= \$/d	81864.02
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116 x HP	120.00	= \$/d	203599.34
Mano de Obra:					
1.5 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8 = \$/d	108731.7		
1.0 Ayudante	x \$/d	56507.94 = \$/d	56507.94	= \$/d	165239.64
				\$/d	591,041.32
Rendimiento: 4000 m/d					
Costo:		591,041.32 \$/d		= \$/m	147.76
		4000 m/d			

Precio:	147.76	m/d	1.62	= \$/m	239.37
---------	--------	-----	------	--------	--------

Item - EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES DE OBRAS DE ARTE

EQUIPO		H.P.			
0.5 Retroexcavadora J.D.		26.00	\$	33,242,982.50	
1 Motobomba de Desagüe c/Tablero Comando		20.00	\$	5,840,285.00	
0.5 Camion Volcador 5/6 m3		70.00	\$	36,719,870.00	
		116.00	\$	75,803,137.50	
A. e I.=	/d	0.00096 x \$	75,803,137.50	= \$/d	72,771.01
R. y R.=	/d	0.00056 x \$	75,803,137.50	= \$/d	42,449.76
C. y L.=	\$/HP d	1696.6612 x HP	116.00	= \$/d	196,812.69
Mano de Obra:					
2 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8 = \$/d	144,975.60		
5 Ayudante	x \$/d	56507.94 = \$/d	282,539.70	= \$/d	427,515.30
				\$/d	739,548.76
Rendimiento: 30.00 m3/d					
Costo:		739,548.76 \$/d		= \$/m3	24651.63
		30 m3/d			

Precio:	24651.63	\$/m3 x	1.62	= \$/m3	39935.64
---------	----------	---------	------	---------	----------



Item. N°. BASE o SUB BASE DE SUELO CAL - (SIN PROVISIÓN DE SUELO)

Porcentaje de cemento =	4.00%
Densidad de la mezcla =	1.80 Tn/m ³
Densidad suelo suelto =	1.40 Tn/m ³
D.E.T. suelo =	15.00 Km
Cantidad Riego de Curado =	1.00 lt/m ²

I - EJECUCION DEL SUELO CAL

Equipo:	H.P.		
1.0 Motoniveladora (Astarza) Mod. 120	120.00	\$	146,185,750.00
2.0 Rastra (Tooling.) 20 Discos 24"		\$	10,979,822.00
2.0 Rodillo Pata de Cabra 2 Cuerpos	0.00	\$	31,911,258.00
1.0 Rodillo Neumatico (13 ruedas)	0.00	\$	23,968,514.00
2.0 Tractor Neumatico	200.00	\$	96,227,822.00
1.0 Camion Regador de Agua	140.00	\$	76,423,740.00
1.0 Motobomba de Desagüe c/Tablero Comando	20.00	\$	5,840,285.00
	480.00	\$	391,537,191.00

A. e I.=	/d	0.00096	x \$	391,537,191.00	= \$/d	375,875.70
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	391,537,191.00	= \$/d	219,260.83
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	480.00	= \$/d	814,397.36
Mano de Obra:						
4.0 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	289951.2		
6.0 Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	339047.64	= \$/d	628,998.84
					\$/d	2,038,532.73

Rendimiento: 360.00 m³/d

Costo: $\frac{2,038,532.73}{360.00} \frac{\$/d}{m^3/d} = \$/m^3 \quad 5,662.59$

RESUMEN:

I - EJECUCION. = \$/m³ 5,662.59

II - CAL

Cal Hidráulica: $\frac{4.0\%}{104.0\%} \times 1.80 \text{ Tn/m}^3 \times \$/ \quad 197,079.97 = \$/m^3 \quad 13,644.00$

\$/m³ 19,306.59

Precio: 19,306.59 \$/m³ x 1.62 = \$/m³ 31276.68



Item. N°. BASE o SUB BASE DE SUELO CAL

Porcentaje de cal =	5.00%
Densidad de la mezcla =	1.80 Tn/m3
Densidad suelo suelto =	1.40 Tn/m3
D.E.T. suelo =	15.00 Km
Cantidad Riego de Curado =	1.00 lt/m2

I - EJECUCION DEL SUELO CAL

Equipo:		H.P.	
1.0 Motoniveladora (Astarza) Mod. 120		120.00	\$ 146,185,750.00
2.0 Rastra (Tooling.) 20 Discos 24"			\$ 10,979,822.00
2.0 Rodillo Pata de Cabra 2 Cuerpos			\$ 31,911,258.00
1.0 Rodillo Neumatico (13 ruedas)			\$ 23,968,514.00
2.0 Tractor Neumatico		200.00	\$ 96,227,822.00
1.0 Camion Regador de Agua		140.00	\$ 76,423,740.00
1.0 Motobomba de Desagüe c/Tablero Comando		20.00	\$ 5,840,285.00
		480.00	\$ 391,537,191.00
A. e I.=	/d	0.00096	x \$ 391,537,191.00 = \$/d 375,875.70
R. y R.=	/d	0.00056	x \$ 391,537,191.00 = \$/d 219,260.83
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP 480.00 = \$/d 814,397.36
Mano de Obra:			
4.0 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d 289951.2
6.0 Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d 339047.64
			= \$/d 628,998.84
			\$/d 2,038,532.73
Rendimiento:			
		360.00	m3/d
Costo:	2,038,532.73	\$/d	= \$/m3 5,662.59
	360.00	m3/d	



II - PROVISION DE SUELO SELECCIONADO INCLUIDO TRANSPORTE

a) Provisión

EQUIPO

	H. P.		
1.0 Cargador Frontal (Astarza 950-1) 2,29m ³	130.00	\$	124,442,002.00
0.5 Tractor s/Orugas c/Hja Topadora Cat D7A	100.00	\$	164,949,240.00
	230.00	\$	289,391,242.00

A. e I.=	/d	0.00096	x \$	289,391,242.00	= \$/d	277815.59
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	289,391,242.00	= \$/d	162059.1
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	230.00	= \$/d	390232.07

Mano de Obra:

1.5 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	108731.7		
1.0 Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	56507.94	= \$/d	165239.64
					\$/d	995346.4

Rendimiento:	800.00	m ³ /d				
Costo:	995,346.40	\$/d	=	\$/m ³	1244.18	
	800.00	m ³ /d				

b) Transporte de suelo

D.E.T. = 15.00 Km

CALCULO DE RENDIMIENTO

T.M.C. m/c 3.00

Recorrido = $\frac{2 \times 60 \times 15.00}{50.00} \text{ Km/h}$ m/c 36.00

T.M.D. m/c 2.00
m/c 41.00

Ciclo diario: $\frac{480.00 \text{ m/d}}{41.00 \text{ m/c}}$ c/d 11.71

Rendimiento:
11.71 c/d x Km. 15.00 x m³/c 5.00 =Kmm 878.25



EQUIPO		H.P			
1.0 Camion Volcador 5/6 m3		140.00	\$	73,439,740.00	
		140.00	\$	73,439,740.00	
A. e I.=	/d	0.00096 x \$	73,439,740.00	= \$/d	70502.15
R. y R.=	/d	0.00056 x \$	73,439,740.00	= \$/d	41126.25
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116 x HP	140.00	= \$/d	237532.56
Mano de Obra:					
1.0 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8 =\$/d	72487.8	= \$/d	72487.8
				\$/d	421,648.76
Rendimiento:					
	878.25	Kmm3/d			
Costo:	421,648.76	\$/d		=\$/Kmm	480.10
	878.25	Kmm3/d			
Costo del suelo p/m3 :	480.1	\$/Kmm3xKn	15.00	= \$/m3	7,201.50
Costo Provisión de suelo y Transporte				= \$/m3	8445.68
RESUMEN :					
I - EJECUCION.				= \$/m3	5,662.59
II - PROVISIÓN DE SUELO INCLUIDO TRANSPORTE					
Suelo	100%	x	1.80	Tn/m3 x \$/t	8,445.68
	105.0%		1.40	Tn/m3	
				= \$/m3	10,341.65
III - CAL					
Cal	5.0%	x	1.80	Tn/m3 x \$/t	197,079.97
	105.0%				
				= \$/m3	16,892.57
				\$/m3	32,896.81
Precio: 32,896.81 \$/m3 x 1.62 =\$/m3 53292.83					



Item - CONSTRUCCIÓN DE BASE DE AGREGADO PÉTREO , SUELO Y CEMENTO

(Ejecutado en camino)

I- EJECUCIÓN

EQUIPO

	HP		
1.0 Motoniveladora (Astarza) Mod. 120	120	\$	146,185,750
1.0 Estabilizadora Cat RR250	335	\$	306,051,963
1.0 Rodillo Vibrante 240-1	110	\$	91,790,104
1.0 Rodillo Neumatico (13 ruedas)		\$	23,968,514
1.0 Tractor Neumatico	100	\$	48,113,911
1.0 Camion Regador de Agua	140	\$	76,423,740
1.0 Motobomba de Desagüe c/Tablero Comando	20	\$	5,840,285
	825.00	\$	698,374,267.00

A. e I.=	/d	0.00096	x \$	698,374,267.00	= \$/d	670,439.30
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	698,374,267.00	= \$/d	391,089.59
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	825.00	= \$/d	1,399,745.46

Mano de Obra:

4 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	289951.2		
4 Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	226031.76	= \$/d	515,982.96
					\$/d	2,977,257.31

Rendimiento: 650 m3/d

Costo:	2,977,257.31	\$/d	= \$/m3	4,580.40
	650	m3/d		



II - PROVISION DE SUELO:

EQUIPO				H. P.		
1 Cargador Frontal (Astarza 950-1) 2,29m ³				130	\$	124,442,002
0.5 Tractor s/Orugas c/Hja Topadora Cat D7A				100	\$	164,949,240
				230.00	\$	289,391,242.00
A. e I.=	/d	0.00096	x \$	289,391,242.00	= \$/d	277815.59
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	289,391,242.00	= \$/d	162059.1
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	230.00	= \$/d	390232.07
Mano de Obra:						
2 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	144975.6		
1 Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	56507.94	= \$/d	201483.54
					\$/d	1031590.3
Rendimiento:		1,000.00	m ³ /d			
Costo:		1,031,590.30	\$/d		= \$/m ³	1031.59
		1,000.00	m ³ /d			

III - TRANSPORTE DE SUELO CON CAMIÓN D.E.T. =

30.00 Km

CÁLCULO DE RENDIMIENTO

T.M.C.				m/c	3.00
Recomido =	2 x 60 x	30.00	Km	m/c	72.00
	50.00	Km/h			
T.M.D.				m/c	2.00
				m/c	77.00
Ciclo diario:	480.00	m/d	=	c/d	6.23
	77.00	m/c			
Rendimiento: (c/d x Km. x		5.00	m ³ .)	=	Kmm ³ /d
					934.50

TRANSPORTE

EQUIPO				H.P		
1 Camion Volcador 5/6 m ³				140.00	\$	73,439,740.00
				140.00	\$	73,439,740.00
A. e I.=	/d	0.00096	x \$	73,439,740.00	= \$/d	70502.15
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	73,439,740.00	= \$/d	41126.25
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	140.00	= \$/d	237532.56
Mano de Obra:						
1 Oficial Esp.	x \$/d	72487.8			= \$/d	72487.8
					\$/d	421648.76
Rendimiento:		934.50	Kmm ³ /d			
Costo:		421648.76	\$/d		= \$/Kmm ³	451.2
		934.50	Kmm ³ /d			
Costo por m ³ :		451.2	\$/Kmm ³ xKm	30.00	= \$/m ³	13,536.00



RESUMEN :						
<u>I - EJECUCIÓN</u>						
					= \$/m3	4580.4
<u>II - PROVISIÓN DE SUELO</u>						
1031.59	\$/m3 x	2.10	Tn/m3 x	13%	= \$/m3	201.16
1.40	Tn/m3					
<u>III - TRANSPORTE DE SUELO</u>						
13,536.00	\$/m3 x	2.10	Tn/m3 x	13%	= \$/m3	2639.52
1.40	Tn/m3					
<u>II - PROVISIÓN DE CEMENTO</u>						
211,666.87	\$/TN	5%			= \$/m3	158.7501525
<u>IV - AGREGADO PÉTREO</u>						
28,656.97	\$/Tn x Tn/m3	2.10	x	87%	= \$/m3	52356.28
						59,936.11
Precio: 59,936.11 \$/m3 x 1.62 = \$/m3 97,096.50						



Item - RIEGO DE IMPRIMACIÓN

I - MATERIAL

Costo \$/Análisis Material =\$/m3 1,275,793.95

II - EJECUCIÓN

	H.P.		
1 Camion Regador de Asfalto de 5 m3	180	\$	127,521,651
1 Barredora Sopladora	47	\$	31,497,815
1 Tractor Neumatico	100	\$	48,113,911
	<u>327</u>	\$	<u>207,133,377</u>

A. e I.= /d 0.00096 x \$ 207,133,377 = \$/d 198848.04
 R. y R.= /d 0.00056 x \$ 207,133,377 = \$/d 115994.69
 C. y L.= \$/HP d 1696.66116 x HP 327 = \$/d 554808.2

Mano de Obra:

3 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d	217463.4	
2 Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d	113015.88	= \$/d
				\$/d	<u>1200130.21</u>

Rendimiento: 10.00 m3/d

Costo: 1,200,130.21 \$/d =\$/m3 120013.02
 10.00 m3/d

RESUMEN:

I - MATERIALES: =\$/m3 1,275,793.95
 II - EJECUCIÓN : =\$/m3 120013.02
 =\$/m3 1,395,806.97

Costo por m2: 1,395,806.97 \$/m3 x m3/m2 0.0005 =\$/m2 697.90

Precio: 697.90 \$/m2 x 1.62 = \$/m2 1,130.60



Item - RIEGO DE LIGA

I - MATERIAL

Costo \$/Análisis Material =\$/m3 1,275,793.95

II - EJECUCIÓN

	H.P.		
1 Camion Regador de Asfalto de 5 m3	180	\$	127,521,651
1 Barredora Sopladora	47	\$	31,497,815
1 Tractor Neumatico	100	\$	48,113,911
	<u>327</u>	\$	<u>207,133,377</u>

A. e I.= /d 0.00096 x \$ 207,133,377 = \$/d 198848.04
 R. y R.= /d 0.00056 x \$ 207,133,377 = \$/d 115994.69
 C. y L.= \$/HP d 1696.66116 x HP 327 = \$/d 554808.2

Mano de Obra:

3 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d	217463.4	
2 Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d	113015.88	= \$/d 330479.28
					\$/d <u>1200130.21</u>

Rendimiento: 10.00 m3/d

Costo: 1,200,130.21 \$/d =\$/m3 120013.02
 10.00 m3/d

RESUMEN:

I - MATERIALES: =\$/m3 1,275,793.95
 II - EJECUCIÓN : =\$/m3 120013.02
 =\$/m3 1,395,806.97

Costo por m2: 1,395,806.97 \$/m3 x m3/m2 0.0005 =\$/m2 697.90

Precio: 697.90 \$/m2 x 1.62 = \$/m2 1,130.60



Item - BASE DE CONCRETO ASFÁLTICO.

Transporte mezcla (Km) = 10.00

I - MATERIALES

Agregado grueso:	31%	x \$/Tn	28,656.97	= \$/Tn	8,883.66
Agregado interm:	0.0%	x \$/Tn	28,656.97	= \$/Tn	0.00
Agregado fino :	45.0%	x \$/Tn	30,715.94	= \$/Tn	13,822.17
Arena silicea :	19.0%	x \$/m3	29,092.30	= \$/Tn	3,685.02
		Tn/m3	1.50		
Filler :	0.00%	x \$/Tn	192,147.97	= \$/Tn	0.00
C-A (70 - 100) :	5.0%	x \$/Tn	953,779.95	= \$/Tn	47,689.00
	100%			\$/Tn	74,079.85

II - EJECUCIÓN

EQUIPO

	H.P.		
1 Planta Asfáltica Tn/h(Completa)(B.Green)	250.00	\$	1,454,677,726.00
1 Terminadora de Asfalto B.G.225	80.00	\$	364,138,027.00
1 Cargador Frontal (Astarza 950-1) 2,29m3	130.00	\$	124,442,002.00
1 Rodillo Neumatico Autopropulsado	125.00	\$	91,152,442.00
1 Aplanadora 8 Tn	87.00	\$	75,824,359.00
	672.00	\$	2,110,234,556.00



A. e I.=	/d	0.00096	x \$	2,110,234,556.00	= \$/d	2,025,825.17
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	2,110,234,556.00	= \$/d	1,181,731.35
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	672.00	= \$/d	1,140,156.30
Mezcla =	Lts/d	4,000.00	x \$/Lts	598.42	= \$/d	2,393,680.00
Mano de Obra:						
9 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d	652,390.20		
10 Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d	565,079.40	= \$/d	1,217,469.60
					\$/d	7,958,862.42

Rendimiento: 320 Tn/d

Costo: $\frac{7,958,862.42}{320} \frac{\$/d}{Tn/d} = \$/Tn$ 24871.45

III- TRANSPORTE DE MEZCLA - D.M.T. 10.00 km

Cálculo de Rendimiento

T.M.C.		= m/c	12.00
Recorrido =	$\frac{2 \times 60 \times 10}{45.00} \frac{Km}{h}$	= m/c	26.67
T.M.D.		= m/c	20.00
		= m/c	58.67
Ciclo diario:	$\frac{480}{58.67} \frac{m/d}{m/c}$	= c/d	8.18

Rendimiento: (c/d x Km. x 10.00 Tn.) = TnKm/d 818.00



Transporte				HP		
EQUIPO						
1 Camion Volcador 5/6 m3				140.00	\$	73,439,740.00
				140.00	\$	73,439,740.00
A. e I.=	/d	0.00096	x \$	73,439,740.00	= \$/d	70502.15
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	73,439,740.00	= \$/d	41126.25
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	140.00	= \$/d	237532.56
Mano de Obra:						
1 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8			= \$/d	72487.8
					\$/d	421648.76
Rendimiento:				818.00	TnKm/d	
Costo:				421648.76	\$/d	
		818.00	TnKm/d		=\$/TnKm	515.46
RESUMEN:						
I - Materiales:					= \$/Tn	74079.85
II - Ejecución :					= \$/Tn	24871.45
III- Transporte:		515.46	\$/TnKmxKm	10.00	= \$/Tn	5154.60
					\$/Tn	104105.9
Precio: 104105.9 \$/Tn x 1.62 = \$/Tn 168651.56						



Precio por m2:

7.3 e (m) = 0.05

168651.56	\$/Tn x	2.45	Tn/m3 x m	0.05	=\$/m2	20,659.82
-----------	---------	------	-----------	------	--------	------------------

Item - RIEGO DE LIGA

I - MATERIAL

Costo \$/Análisis Material =\$/m3 1,275,793.95

II - EJECUCIÓN

			H.P.		
1	Camion Regador de Asfalto de 5 m3		180	\$	127,521,651
1	Barredora Sopladora		47	\$	31,497,815
1	Tractor Neumatico		100	\$	48,113,911
			<u>327</u>	\$	<u>207,133,377</u>

A. e I.= /d 0.00096 x \$ 207,133,377 =\$/d 198848.04
R. y R.= /d 0.00056 x \$ 207,133,377 =\$/d 115994.69
C. y L.= \$/HP d 1696.66116 x HP 327 =\$/d 554808.2

Mano de Obra:

3	Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d	217463.4
2	Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d	113015.88
				=\$/d	<u>330479.28</u>
				\$/d	1200130.21

Rendimiento: 10.00 m3/d

Costo: 1,200,130.21 \$/d =\$/m3 120013.02
10.00 m3/d

RESUMEN:

I - MATERIALES: =\$/m3 1,275,793.95
II - EJECUCIÓN : =\$/m3 120013.02
=\$/m3 1,395,806.97

Costo por m2: 1,395,806.97 \$/m3 x m3/m2 0.0005 =\$/m2 697.90

Precio:	697.90	\$/m2 x	1.62	= \$/m2	1,130.60
---------	--------	---------	------	---------	-----------------



Item - CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO.

Transporte mezcla (Km) = 10.00

I - MATERIALES

Agregado grueso:	0%	x \$/Tn	28,656.97	= \$/Tn	0.00
Agregado interm:	32.7%	x \$/Tn	28,656.97	= \$/Tn	9,370.83
Agregado fino :	37.1%	x \$/Tn	30,715.94	= \$/Tn	11,395.61
Arena silicea :	23.8%	x \$/m3	29,092.30	= \$/Tn	4,615.98
		Tn/m3	1.50		
Filler :	1.21%	x \$/Tn	192,147.97	= \$/Tn	2,324.99
C-A (70 - 100) :	5.0%	x \$/Tn	953,779.95	= \$/Tn	47,689.00
	100%			\$/Tn	75,396.41

II - EJECUCIÓN

EQUIPO

		H.P.		
1 Planta Asfáltica Tn/h(Completa)(B.Green)		250.00	\$	1,454,677,726.00
1 Terminadora de Asfalto B.G.225		80.00	\$	364,138,027.00
1 Cargador Frontal (Astarza 950-1) 2,29m3		130.00	\$	124,442,002.00
1 Rodillo Neumatico Autopropulsado		125.00	\$	91,152,442.00
1 Aplanadora 8 Tn	0.00	87.00	\$	75,824,359.00
		672.00	\$	2,110,234,556.00

A. e I.=	/d	0.00096	x \$	2,110,234,556.00	= \$/d	2,025,825.17
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	2,110,234,556.00	= \$/d	1,181,731.35



C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	672.00	= \$/d	1,140,156.30
Mezcla =	Lts/d	4,000.00	x \$/Lts	598.42	= \$/d	2,393,680.00
Mano de Obra:						
9 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d	652,390.20		
10 Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d	565,079.40	= \$/d	1,217,469.60
					\$/d	7,958,862.42

		320				
Rendimiento:		650	Tn/d			
Costo:	7,958,862.42	\$/d		= \$/Tn		12244.4
	650	Tn/d				

III- TRANSPORTE DE MEZCLA - D.M.T. 10.00 km
Cálculo de Rendimiento

T.M.C.				= m/c	12.00
Recorrido =	2 x 60 x	10	Km	= m/c	26.67
	45.00	Km/h			
T.M.D.				= m/c	20.00
				= m/c	58.67
Ciclo diario:	480	m/d		= c/d	8.18
	58.67	m/c			

Rendimiento: (c/d x Km. x	10.00	Tn.)	= TnKm/d	818.00
---------------------------	-------	-------	----------	--------

Transporte EQUIPO			
	HP		
1 Camion Volcador 5/6 m3	140.00	\$	73,439,740.00
	140.00	\$	73,439,740.00

A. e I.=	/d	0.00096	x \$	73,439,740.00	= \$/d	70502.15
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	73,439,740.00	= \$/d	41126.25
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	140.00	= \$/d	237532.56
Mano de Obra:						
1 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8			= \$/d	72487.8
					\$/d	421648.76

Rendimiento:	818.00	TnKm/d				
Costo:	421648.76	\$/d		=\$/TnKm		515.46
	818.00	TnKm/d				

RESUMEN:

I - Materiales:				= \$/Tn	75396.41
II - Ejecución :				= \$/Tn	12244.4
III- Transporte:	515.46	\$/TnKmxKm	10.00	= \$/Tn	5154.60
				\$/Tn	92795.41

Precio:	92795.41	\$/Tn x	1.62	= \$/Tn	150328.56
---------	----------	---------	------	---------	-----------



Precio por m2:

a.c. = 6,90 m e (m) = 0.04

150328.56	\$/Tn x	2.45	Tn/m3 x m	0.04	=\$/m2	14,732.20
-----------	---------	------	-----------	------	--------	------------------

Precio por m2:

7.3 e (m) = 0.05

150328.56	\$/Tn x	2.45	Tn/m3 x m	0.05	=\$/m2	18,415.25
-----------	---------	------	-----------	------	--------	------------------

Item. N° 1.- CONSERVACION DE BANQUINA

1-h)

EJECUCIÓN:

Equipo

1.0 Motoniveladora (Astarza) Mod. 120	H.P.		
	120.00	\$	146,185,750.00
	120.00	\$	146,185,750.00

A. e I.=	/d	0.00096 x \$	146,185,750.00	= \$/d	140338.32
R. y R.=	/d	0.00056 x \$	146,185,750.00	= \$/d	81864.02
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116 x HP	120.00	= \$/d	203599.34

Mano de Obra:

1.5 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8 =\$/d	108731.7		
1.0 Ayudante	x \$/d	56507.94 =\$/d	56507.94	= \$/d	165239.64
				\$/d	591,041.32

Rendimiento: 423.19188 Kmmes/d

Costo:	591,041.32 \$/d	= \$/Kmmes	1396.63
	423.19188 Kmmes/d		

Precio:	1,396.63 Kmmes/d	1.10	= \$/Kmmes	1,536.29
---------	------------------	------	------------	-----------------



Item - CORDÓN PROTECTOR PARA BORDE DE PAVIMENTO

I- MATERIALES

Cemento:	0.3200 Tn/m ³ x	211,666.87 \$/Tn	= \$/m ³	67,733.40
Arena :	0.4500 m ³ /m ³ x	29,092.30 \$/m ³	= \$/m ³	13,091.54
Piedra :	1.5300 Tn/m ³ x	28,656.97 \$/Tn	= \$/m ³	43,845.16
Madera :	0.0200 m ³ /m ³ x	352,502.53 \$/m ³	= \$/m ³	7,050.05
Acero	0.0033 Tn/m ³ x	2,245,945.63 \$/Tn	= \$/m ³	7,411.62
			\$/m ³	139,131.77

II- EJECUCIÓN

Mano de Obra:

16 Oficial Especializado	h/m ³ x \$/h	9,060.98 = \$/m ³	144,975.68 = \$/m ³	
21 Ayudante	h/m ³ x \$/h	7063.49 = \$/m ³	148,333.29 = \$/m ³	293,308.97
			\$/m ³	432,440.74
Rendimiento	10 m ³ /d			
1 - Costo por m de Cordón:	432,440.74 \$/m ³ x m ³ /m	0.045	= \$/m	19,459.83
2 - Excavación	24651.63 \$/m ³ x m ³ /m	0.045	= \$/m	1,109.32
				20,569.15

Precio:	20,569.15 \$/m ³ x	1.62 = \$/m	33322.02
---------	-------------------------------	-------------	-----------------



Elaboración y colocación de hormigón H21

I) EJECUCIÓN

A) EQUIPOS

DISP.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO EQUIPO (\$)
1.- 1.00	Planta dosificadora de hormigón	90	\$ 135,759,535.00
2.- 1.00	Motomixer	250	\$ 83,585,297.00
3.- 1.00	Camión volcador - 140	140	\$ 73,439,740.00
4.- 1.00	Cargador frontal -130	130	\$ 124,442,002.00

COSTO DE LA FLOTA 417,226,574.00 \$
POTENCIA DE LA FLOTA 610.00 HP

Amortización e Intereses:
417,226,574.00 \$ x 8 h/d x 0,9 + 417,226,574.00 \$ x 0,07 /a x 8 h/d
10.000 h 2 x 2.000 h/a 358,814.85 \$/d

Reparaciones y Repuestos:
80% de la Amortización 240,322.51 \$/d

Combustibles:
610.00 HP x 0,16 lts/HP x 8 h/d x 39 \$/litro 30,451.20 \$/d

Lubricantes:
30% del Combustible 9,135.36 \$/d

SUB-TOTAL EQUIPOS 638,723.92 \$/d

B) MANO DE OBRA	CATEGORÍA	CANTIDAD	COSTO DIARIO	TOTALES
	Oficial Especializado	2.00	72487.80 \$/d	144975.60 \$/d
	Oficial	4.00	61775.00 \$/d	247100.00 \$/d
	Agudante	4.00	56507.94 \$/d	226031.76 \$/d
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				618,107.36 \$/d

RENDIMIENTO DE LA TAREA 10.00 /d
TOTAL EJECUCIÓN 125,683.13 \$/

II) MATERIALES

Designación	Costo	Unidad venta	Dosaje	Unidad de dosaje	Densidad	Total
35.- Cemento portland normal	\$ 211,666.87	tn	0.34	tn		\$ 71,966.74 \$/
7.- Agregado grueso para hormigón	\$ 28,656.97	tn	1.18	tn		\$ 33,815.22 \$/
6.- Agregado fino para hormigón	\$ 29,342.97	tn	0.70	tn		\$ 20,540.08 \$/
50.- Madera	\$ 352,502.53	m3	0.10	m3		\$ 35,250.25 \$/
-						0.00 \$/
-						0.00 \$/
-						0.00 \$/
-						0.00 \$/
24.- Bulonería			Incidencia 2%			16,157.23 \$/
TOTAL MATERIALES						177,729.52 \$/

III) TRANSP. INTERNO	DISTANCIA MEDIA TRANSPORTE (km)	COSTO (\$/tn*km)	tn/	TOTAL
				0.00 \$/
TOTAL TRANSPORTE INTERNO				0.00 \$/

RESUMEN	I) EJECUCIÓN	125,683.13 \$/
	II) MATERIALES	177,729.52 \$/
	III) TRANSP. INTERNO	0.00 \$/

COSTO UNITARIO 303,412.65 \$/

Precio: 303,412.65 x 1.62 = 491,528.49



Elaboración y colocación de hormigón H13

I) EJECUCIÓN

A) EQUIPOS	DISP.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO EQUIPO (\$)	
1.-	1.00	Planta dosificadora de hormigón	90	\$ 135,759,535.00	
2.-	1.00	Motomixer	250	\$ 83,585,297.00	
3.-	1.00	Camión volcador - 140	140	\$ 73,439,740.00	
4.-	1.00	Cargador frontal -104	130	\$ 124,442,002.00	
5.-			0	\$ -	
6.-			0	\$ -	
7.-			0	\$ -	
8.-			0	\$ -	
9.-			0	\$ -	
				COSTO DE LA FLOTA	417,226,574.00 \$
				POTENCIA DE LA FLOTA	610.00 HP
Amortización e Intereses:					
$417,226,574.00 \$ \times 8 \text{ h/d} \times 0,9 \div 10.000 \text{ h} + 417,226,574.00 \$ \times 0,07 \div a \times 8 \text{ h/d} \times 2 \times 2.000 \text{ h/a}$					358,814.85 \$/d
Reparaciones y Repuestos:					
80% de la Amortización					240,322.51 \$/d
Combustibles:					
610.00 HP x 0,16 lts/HP x 8 h/d x 39 \$/litro					30,451.20 \$/d
Lubricantes:					
30% del Combustible					9,135.36 \$/d
SUB-TOTAL EQUIPOS					638,723.92 \$/d
B) MANO DE OBRA					
CATEGORÍA	CANTIDAD	COSTO DIARIO	TOTALES		
Oficial Especializado	2.00	72487.80 \$/d	144975.60	\$/d	
Oficial	4.00	61775.00 \$/d	247100.00	\$/d	
Ayudante	4.00	56507.94 \$/d	226031.76	\$/d	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA			618,107.36	\$/d	
RENDIMIENTO DE LA TAREA			15.00 /d		
			TOTAL EJECUCIÓN	83,788.75	\$/

II) MATERIALES

Designación	Costo	Unidad	Dosaje	Unidad de dosaje	Densidad	Total	
35.- Cemento portland normal	\$ 211,666.87	tn	0.27	tn		\$ 57,150.05	\$/
7.- Agregado grueso para hormigón	\$ 28,656.97	tn	1.12	tn		\$ 32,095.81	\$/
6.- Agregado fino para hormigón	\$ 29,342.97	tn	0.47	tn		\$ 13,791.20	\$/
58.- Moldes metálicos (2% de los m³)	\$ 2,264.39	gl	1.00	gl		2,264.39	\$/
18.- Arena silíceas	\$ 29,092.30	tn	0.35	tn		10,182.31	\$/
						0.00	\$/



-				0.00	\$/
-				0.00	\$/
-				0.00	\$/
-				0.00	\$/
-				0.00	\$/
TOTAL MATERIALES				115,483.75	\$/
III) TRANSP. INTERNO	DISTANCIA MEDIA TRANSPORTE (km)	COSTO (\$/tn*km)	tn/	TOTAL	
				0.00	\$/
TOTAL TRANSPORTE INTERNO				0.00	\$/
RESUMEN	I) EJECUCIÓN			83,788.75	\$/
	II) MATERIALES			115,483.75	\$/
	III) TRANSP. INTERNO			0.00	\$/
COSTO UNITARIO				199,272.50	\$/

Precio:	199,272.50	x	1.62	=	322,821.45
---------	------------	---	------	---	------------

Elaboración y colocación de hormigón H8

I)	EJECUCIÓN						
	A) EQUIPOS	DISP.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO EQUIPO (\$)		
	1.-	1.00	Planta dosificadora de hormigón	90 \$	135,759,535.00		
	2.-	1.00	Motomixer	250 \$	83,585,297.00		
	3.-	1.00	Camión volcador - 140	140 \$	73,439,740.00		
	4.-	1.00	Cargador frontal -104	130 \$	124,442,002.00		
	5.-			0 \$	-		
	6.-			0 \$	-		
	7.-			0 \$	-		
	8.-			0 \$	-		
	9.-			0 \$	-		
					COSTO DE LA FLOTA	417,226,574.00	\$
					POTENCIA DE LA FLOTA	610.00	HP
	Amortización e Intereses:						
		417,226,574.00 \$ x 8 h/d x 0,9	+	7,226,574.00 \$ x 0,07 /a x 8 h/d		358,814.85	\$/d
		10.000 h		2 x 2.000 h/a			
	Reparaciones y Repuestos:						
	80% de la Amortización					240,322.51	\$/d
	Combustibles:						
	610.00 HP x 0,16 lts/HP x 8 h/d x 33 \$/litro					30,451.20	\$/d
	Lubricantes:						
	30% del Combustible					9,135.36	\$/d
	SUB-TOTAL EQUIPOS					638,723.92	\$/d



B) MANO DE OBRA		CATEGORÍA		CANTIDAD COSTO DIARIO			TOTALES	
		Oficial Especializado		2.00	72487.80	\$/d	144975.60	\$/d
		Oficial		4.00	61775.00	\$/d	247100.00	\$/d
		Ayudante		4.00	56507.94	\$/d	226031.76	\$/d
SUB-TOTAL MANO DE OBRA							618,107.36	\$/d
RENDIMIENTO DE LA TAREA				20.00 /d		TOTAL EJECUCIÓN		
							62,841.56	\$/
II)	MATERIALES							
	Designación	Costo	Unidad venta	Dosaje	Unidad de dosaje	Densidad	Total	
35.-	Cemento portland normal	\$ 211,666.87	tn	0.25	tn		\$ 52,916.72	\$/
7.-	Agregado grueso para hormigón	\$ 28,656.97	tn	1.14	tn		\$ 32,668.95	\$/
6.-	Agregado fino para hormigón	\$ 23,342.97	tn	0.48	tn		\$ 14,084.63	\$/
18.-	Arena silícea	\$ 23,092.30	tn	0.40	tn		11,636.92	\$/
58.-	Moldes metálicos (2% de los materiales)	\$ 2,226.14	gl	1.00	gl		2,226.14	\$/
-							0.00	\$/
-							0.00	\$/
-							0.00	\$/
-							0.00	\$/
-							0.00	\$/
	TOTAL MATERIALES						113,533.35	\$/
III)	TRANSP. INTERNO							
	DISTANCIA MEDIA TRANSPORTE (km)	COSTO (\$/tn*km)		tn/		TOTAL		
						0.00 \$/		
	TOTAL TRANSPORTE INTERNO						0.00	\$/
	RESUMEN I) EJECUCIÓN						62,841.56	\$/
	II) MATERIALES						113,533.35	\$/
	III) TRANSP. INTERNO						0.00	\$/
	COSTO UNITARIO						176,374.92	\$/
Precio:		176,374.92	*	1.62	=	285,727.37		



Elaboración y colocación de hormigón H8

EJECUCIÓN									
A) EQUIPOS		DISP.	EQUIPOS		POTENCIA (HP)	COSTO EQUIPO (\$)			
1.-	1.00		Planta dosificadora de hormigón		90 \$	135,759,535.00			
2.-	1.00		Motomixer		250 \$	83,585,297.00			
3.-	1.00		Camión volcador - 140		140 \$	73,439,740.00			
4.-	1.00		Cargador frontal -104		130 \$	124,442,002.00			
5.-					0 \$	-			
6.-					0 \$	-			
7.-					0 \$	-			
8.-					0 \$	-			
9.-					0 \$	-			
						COSTO DE LA FLOTA		417,226,574.00 \$	
						POTENCIA DE LA FLOTA		610.00 HP	
Amortización e Intereses:									
		417,226,574.00 \$ x 8 h/d x 0,9	+	17,226,574.00 \$ x 0,07 /a x 8 h/d			358,814.85	\$/d	
		10.000 h	2 x 2.000 h/a						
Reparaciones y Repuestos:									
		80% de la Amortización						240,322.51	\$/d
Combustibles:									
		610.00 HP x 0,16 lts/HP x 8 h/d x 39 \$/litro						30,451.20	\$/d
Lubricantes:									
		30% del Combustible						9,135.36	\$/d
SUB-TOTAL EQUIPOS								638,723.92	\$/d
B) MANO DE OBRA									
CATEGORÍA		CANTIDAD	COSTO DIARIO		TOTALES				
Oficial Especializado		2.00	72487.80 \$/d		144975.60 \$/d				
Oficial		4.00	61775.00 \$/d		247100.00 \$/d				
Ayudante		4.00	56507.94 \$/d		226031.76 \$/d				
SUB-TOTAL MANO DE OBRA								618,107.36	\$/d
RENDIMIENTO DE LA TAREA					20.00 /d				
TOTAL EJECUCIÓN								62,841.56	\$/
II) MATERIALES									
Designación		Costo	Unidad venta	Dosaje	Unidad de dosaje	Densidad	Total		
35.-	Cemento portland normal	\$ 211,666.87	tn	0.25	tn		\$	52,916.72	\$/
7.-	Agregado grueso para hormigón	\$ 28,656.97	tn	1.14	tn		\$	32,668.95	\$/
6.-	Agregado fino para hormigón	\$ 29,342.97	tn	0.48	tn		\$	14,084.63	\$/
18.-	Arena sílicea	\$ 29,092.30	tn	0.40	tn			11,636.92	\$/
58.-	Moldes metálicos (2% de los materia	\$ 2,226.14	gl	1.00	gl			2,226.14	\$/
-								0.00	\$/
-								0.00	\$/
-								0.00	\$/
-								0.00	\$/
-								0.00	\$/
TOTAL MATERIALES								113,533.35	\$/
III) TRANSPORTE									
TRANSP. INTERNO		DISTANCIA MEDIA TRANSPORTE (km)			COSTO (\$/tn*km)		tn/	TOTAL	
								0.00	\$/
TOTAL TRANSPORTE INTERNO								0.00	\$/
RESUMEN									
I) EJECUCIÓN								62,841.56	\$/
II) MATERIALES								113,533.35	\$/
III) TRANSP. INTERNO								0.00	\$/
COSTO UNITARIO								176,374.92	\$/
<div> <div>Precio:</div> <div>176.374.92</div> <div>x</div> <div>1.62</div> <div>=</div> <div>285.727.37</div> </div>									



Item - ACERO ESPECIAL EN BARRAS COLOCADO

I- Materiales

Costo segun análisis material = \$/Tn 2,245,945.63

II- Colocación

Mano de Obra:

18 Oficial Especializado	h/Tn x \$/h	9060.98 = \$/Tn	163,097.64 = \$/Tn	
32 Ayudante	h/Tn x \$/h	7063.49 = \$/Tn	226,031.68 = \$/Tn	389129.32
			\$/Tn	2,635,074.95

COSTO-COSTO

Rendimiento

1 tn/d

Precio:	2,635,074.95	\$/Tn x	1.62	= \$/Tn	\$ 4,268,821.42
---------	--------------	---------	------	---------	-----------------

Item -RETIRO DE ALAMBRADOS

I-Ejecución:

Mano de Obra:

1 Ofic.Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	72,487.80
5 Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	282,539.70
			\$/d	355,027.50

Rendimiento:

2,000 m/d

Costo Mano de Obra:	355,027.50	\$/d	= \$/m	177.51
	2000	m/d		

Precio:	177.51	\$/m x	1.62	= \$/m	287.57
---------	--------	--------	------	--------	--------



Item - CONSTRUCCION DE ALAMBRADOS TIPO "A" incl. Materiales

I- Materiales

Postes Ppales:	5	U/Km x \$/U	21,712.52 = \$/Km	108,562.60
Medios Postes:	97	U/Km x \$/U	20,458.85 = \$/Km	1,984,508.45
Varillas:	400	U/Km x \$/U	1,016.17 = \$/Km	406,468.00
Varillones:	100	U/Km x \$/U	1,726.98 = \$/Km	172,698.00
Alambre Liso:	170	Kg/Kmx \$/R	111,272.53 = \$/Km	420,362.89
	45	Kg/R		
Alambre de Púas:	120	Kg/Kmx \$/R	134,215.54 = \$/Km	402,646.62
	40	Kg/R		
Alambre de Atar:	9	Kg/Kmx\$/Kg	75.81 = \$/Km	682.29
Tornique. Dobles:	21	U/Km x \$/U	5,638.29 = \$/Km	118,404.09
Tornique. Cajón:	11	U/Km x \$/U	2,225.22 = \$/Km	24,477.42
Costo Materiales:			\$/Km	3,638,810.36
Costo Materiales:			\$/m	3,638.81

II-Ejecución:

Mano de Obra:

1 Ofic.Esp.	x \$/d	72487.8	= \$/d	72,487.80
10 Ayudante	x \$/d	56507.94	= \$/d	565,079.40
			\$/d	637,567.20

Rendimiento: 1,000 m/d

Costo Mano de Obra:	637,567.20	\$/d	= \$/m	637.57
	1000	m/d		

COSTO-COSTO \$/m 4,276.38

Precio:	4,276.38	\$/m x	1.62	= \$/m	6,927.74
----------------	----------	--------	------	--------	-----------------



Item - BARANDA METÁLICA CINCADA PARA DEFENSA

I - MATERIALES

Defensa: Baranda metálica tipo flex beam(C/buloner: \$/U	365,001.18 x m/U	7.62 = \$/m	47,900.42
Postes metálicos :	\$/U 64,219.57 x U/m	0.394 = \$/m	25,302.51
Alas terminales :	\$/U 85,644.73 x U/m	0.12 = \$/m	10,277.37
		\$/m	83,480.30

II - EJECUCIÓN

Equipo

1 Camion Volcador 5/6 m3		H.P.	
		140.00	\$ 73,439,740.00
		140.00	\$ 73,439,740.00

A. e I.=	/d 0.00096 x \$	73,439,740.00 = \$/d	70,502.15
R. y R.=	/d 0.00056 x \$	73,439,740.00 = \$/d	41,126.25
C. y L.=	\$/HP d 1696.6612 x HP	140.00 = \$/d	237,532.56
			349,160.96

Mano de Obra:

2 Ofi. Esp.	x \$/d 72487.8 = \$/d	144975.6	
6 Ayudante	x \$/d 56507.94 = \$/d	339047.64 = \$/d	484023.24

Incid. de Equipos y Herramientas (hoyadora, etc.)		30% = \$/d	145206.97
		\$/d	978391.17

Rendimiento: 20.00 m/d

Costo:	$\frac{978391.17 \text{ \$/d}}{20.00 \text{ m/d}}$	= \$/m	48919.56
--------	--	--------	----------

RESUMEN:

I - MATERIALES	= \$/m	83480.30
II - EJECUCIÓN	= \$/m	48919.56
	\$/m	132399.86

Precio:	132,399.86	\$/m x 1.62	= \$/m 214,487.77
---------	------------	-------------	-------------------

Col. de ilum. completa con dos brazos 2.5m, H=12m

I) EJECUCIÓN

A) EQUIPOS	DISP.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO EQUIPO (\$)
1.-	1.00	Camión volcador - 140	140	\$ 73,439,740.00
2.-	1.00	Aplicador de impacto móvil		
COSTO DE LA FLOTA				73,439,740.00 \$
POTENCIA DE LA FLOTA				140.00 HP
Amortización e Intereses:				
$\frac{73,439,740.00 \$ \times 8 \text{ h/d} \times 0,9}{10.000 \text{ h}} + \frac{73,439,740.00 \$ \times 0,07 /a \times 8 \text{ h/d}}{2 \times 2.000 \text{ h/a}}$				
				63,158.18 \$/d
Reparaciones y Repuestos:				
80% de la Amortización				42,301.29 \$/d
Combustibles:				
140.00 HP x 0,16 lts/HP x 8 h/d x 39 \$/litro				6,988.80 \$/d
Lubricantes:				
30% del Combustible				2,096.64 \$/d
SUB-TOTAL EQUIPOS				114,544.91 \$/d



B) MANO DE OBRA	CATEGORÍA	CANTIDAD		COSTO DIARIO		TOTALES	
	Oficial Especializado	2.00		72487.80	\$/d	144975.60	\$/d
	Oficial	2.00		61775.00	\$/d	123550.00	\$/d
	Ayudante	4.00		56507.94	\$/d	226031.76	\$/d
	SUB-TOTAL MANO DE OBRA					494,557.36	\$/d
	RENDIMIENTO DE LA TAREA					5.00 /d	
	TOTAL EJECUCIÓN					121,820.45	\$/
II) MATERIALES							
Designación	Costo	Unidad	Dosaje	Unidad de dosaje	Densidad	Total	
Columna iluminaria con materiales	\$ 900,000,000.00	Gl	1.00	Un		\$ 900,000,000.00	\$/
-						\$ -	\$/
-						\$ -	\$/
-						\$ -	\$/
-						\$ -	\$/
						TOTAL MATERIALES	900,000,000.00 \$/
III) TRANSP.							
	DISTANCIA MEDIA TRANSPORTE (km)			COSTO (\$/tn*km)	tn/	TOTAL	
						0.00	\$/
				TOTAL TRANSPORTE INTERNO		0.00	\$/
RESUMEN	I) EJECUCIÓN					121,820.45	\$/
	II) MATERIALES					900,000,000.00	\$/
COSTO UNITARIO						900,121,820.45	\$/

Precio:	900,121,820.45	x	1.62	=	1,458,197,349.13
---------	----------------	---	------	---	------------------

Construcción de refugio en dársena

I) EJECUCIÓN					
A) EQUIPOS	DISP.	EQUIPOS	POTENCIA (HP)	COSTO EQUIPO (\$)	
1.-	1.00	Camión volcador - 140	140	\$ 73,439,740.00	
2.-	1.00	Herramientas menores	0	\$ 2,045.50	
				COSTO DE LA FLOTA	73,441,785.50 \$
				POTENCIA DE LA FLOTA	140.00 HP
Amortización e Intereses:					
	73,441,785.50 \$ x 8 h/d x 0,9	+	73,441,785.50 \$ x 0,07 /a x 8 h/d		63,159.94 \$/d
	10.000 h		2 x 2.000 h/a		
Reparaciones y Repuestos:					
	80% de la Amortización				42,302.47 \$/d
Combustibles:					
	140.00 HP x 0,16 lts/HP x 8 h/d x 39 \$/litro				6,988.80 \$/d
Lubricantes:					
	30% del Combustible				2,096.64 \$/d
SUB-TOTAL EQUIPOS					114,547.84 \$/d



B) MANO DE OBRA	CATEGORÍA	CANTIDAD	COSTO DIARIO	TOTALES								
	Oficial Especializado		72487.80 \$/d	0.00 \$/d								
	Oficial	2.00	61775.00 \$/d	123550.00 \$/d								
	Ayudante	2.00	56507.94 \$/d	113015.88 \$/d								
	SUB-TOTAL MANO DE OBRA			236,565.88 \$/d								
	RENDIMIENTO DE LA TAREA			0.50 /d								
	TOTAL EJECUCIÓN			702,227.45 \$/								
II) MATERIALES												
Designación	Costo	Unidad	Dosaje	Unidad de dosaje	Densidad	Total						
Refugio peatonal premoldeado	\$ 5,037,768.00	Gl	1.00	Un		\$ 5,037,768.00 \$/						
					TOTAL MATERIALES	5,037,768.00 \$/						
III) TRANSP. INTERNO												
	DISTANCIA MEDIA TRANSPORTE (km)		COSTO (\$/tn*km)		tn/	TOTAL						
						0.00 \$/						
					TOTAL TRANSPORTE INTERNO	0.00 \$/						
RESUMEN	I) EJECUCIÓN					702,227.45 \$/						
	II) MATERIALES					5,037,768.00 \$/						
COSTO UNITARIO						5,739,995.45 \$/						
<table><tr><td>Precio:</td><td>5.739.995.45</td><td>x</td><td>1.62</td><td>=</td><td>9.298.792.63</td></tr></table>							Precio:	5.739.995.45	x	1.62	=	9.298.792.63
Precio:	5.739.995.45	x	1.62	=	9.298.792.63							

Item - SEÑALIZACION HORIZONTAL (termoplástica) espesor: 1,5mm (P / Ruta)

I- MATERIALES

Pintura termo-reflectante	3.00	Kg/m2x\$/Kg	2,394.85	= \$/m2	7,184.54
Imprimación Ligante p/Seña Horiz:	0.25	Lts/m2x\$/Lts	4,792.79	= \$/m2	1198.20
Esferillas de Vidrio Tipo "B":	0.50	Kg/m2x\$/Kg	1,105.43	= \$/m2	552.71
					8,935.45

II- EJECUCION

EQUIPO

1 Equipo Completo p/Pintura	H.P.			
	40.00	\$	31,187,166.00	
	40.00	\$	31,187,166.00	

A. e I.=	/d	0.00096	x \$	31,187,166.00	= \$/d	29,939.68
R. y R.=	/d	0.00056	x \$	31,187,166.00	= \$/d	17,464.81
C. y L.=	\$/HP d	1696.66116	x HP	40.00	= \$/d	67,866.45

Mano de Obra:

1 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d	72,487.80		
2 Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d	113,015.88	= \$/d	185,503.68
					\$/d	300,774.62

Rendimiento:	45.00	m2/d				
Costo:	300,774.62	\$/d		= \$/m2	6683.88	
	45.00	m2/d				



RESUMEN :

I- Materiales:	= \$/m2	8,935.45
II- Ejecución:	= \$/m2	6,683.88
	\$/m2	15,619.33

Precio:	15,619.33	\$/m2 x	1.62	= \$/m2	25,303.31
---------	-----------	---------	------	---------	------------------

Item - SEÑALIZACIÓN VERTICAL

I - MATERIALES:

Materiales (incluido transporte)

Chapa:	1186957.37	\$/Tn x Tn/m2	0.024	= \$/m2	28486.98	205.74
Incidencia bulones y arandelas			10.00%	= \$/m2	2848.70	20.57
Postes:	42947.72	\$/u x u/m2	1.50	= \$/m2	64421.58	742.97
Esmalte sintético	7282.63	\$/Lts x Lts/m2	0.81	= \$/m2	5898.93	43.09
Lámina reflectante	101204.54	\$/m2 x m2/m2	1.75	= \$/m2	177107.95	1707.23
				\$/m2	278764.14	2719.6

II - EJECUCIÓN:

Mano de Obra:

1 Ofi. Esp.	x \$/d	72487.8	=\$/d	72,487.80		
4 Ayudante	x \$/d	56507.94	=\$/d	226,031.76	= \$/d	298,519.56
						4132.19

Rendimiento: 10.00 m2/d

Costo:	298,519.56	\$/d	= \$/N°	29,851.96	413.22
	10.00	m2/d			

RESUMEN:

I - MATERIALES:	= \$/N°	278,764.14
II - EJECUCIÓN:	= \$/N°	29,851.96
	\$/N°	308,616.10

Precio:	308,616.10	\$/m2 x	1.62	= \$/m2	499,958.08
---------	------------	---------	------	---------	-------------------



Item - MOVILIZACIÓN DE OBRA

Unidad: **G1**

Valor de las obras sin incluir el presente Item (Costo-Costo) 4,617,989.78
Porcentaje máximo a cotizar para el presente Item 3.00%

INCIDENCIA DE LOS RUBROS

a) AMORTIZACIÓN E INTERESES DE EQUIPOS A UTILIZAR	15.00%	\$	20,780.95
b) COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	40.00%	\$	55,415.88
c) TRANSPORTES GENERALES Y TRASLADOS DE OBRADOR	25.00%	\$	34,634.92
d) MANO DE OBRA	20.00%	\$	27,707.94
PRECIO TOTAL	100.00%	\$	138,539.69

Precio:	138,539.69	\$/G1 x	1.62	= \$/G1	224,434.30
---------	------------	---------	------	---------	------------

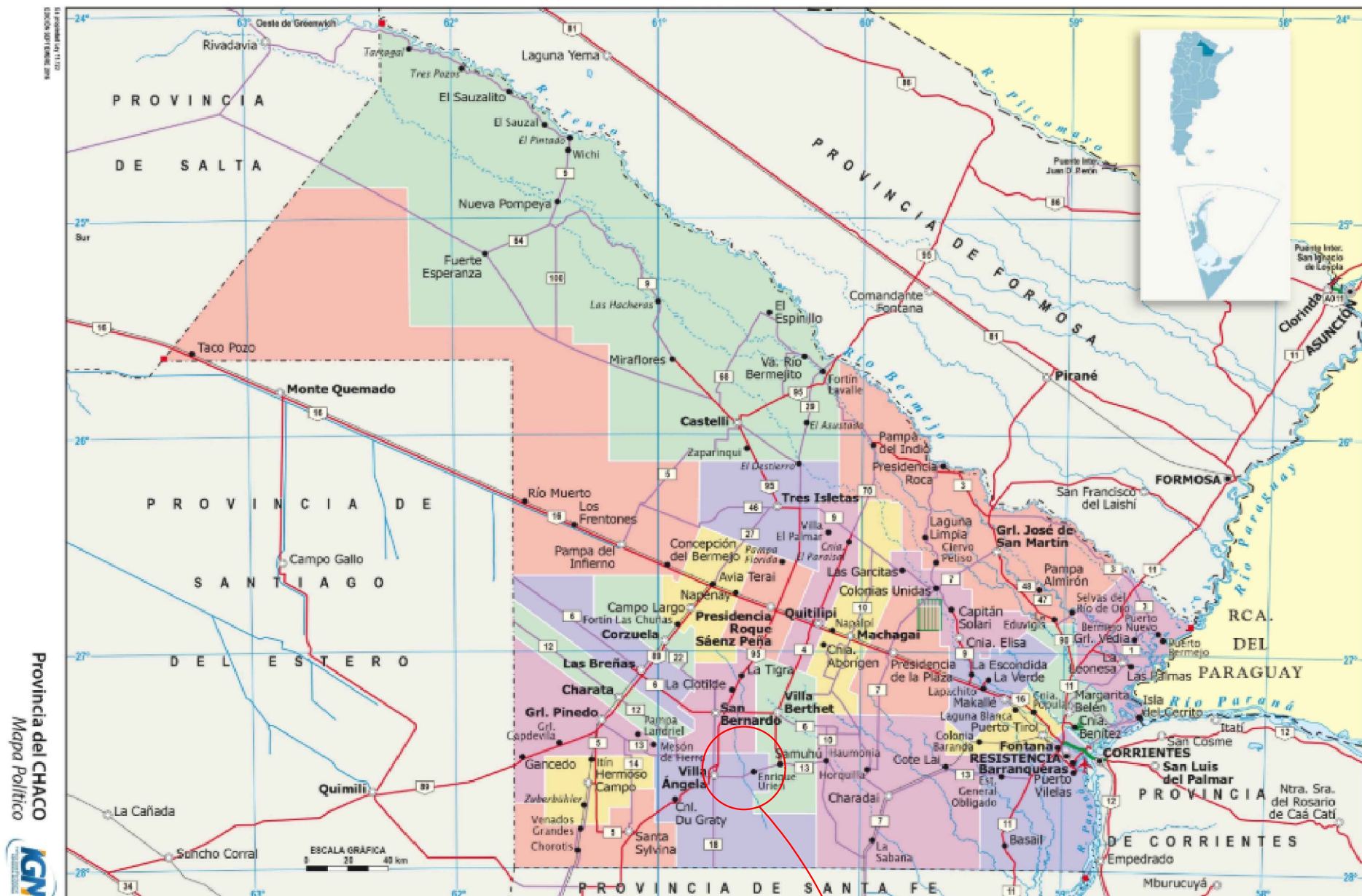
Plan de Trabajo con plazo de obra de 18 meses (Fuente: Elaboración propia).

[illegible]



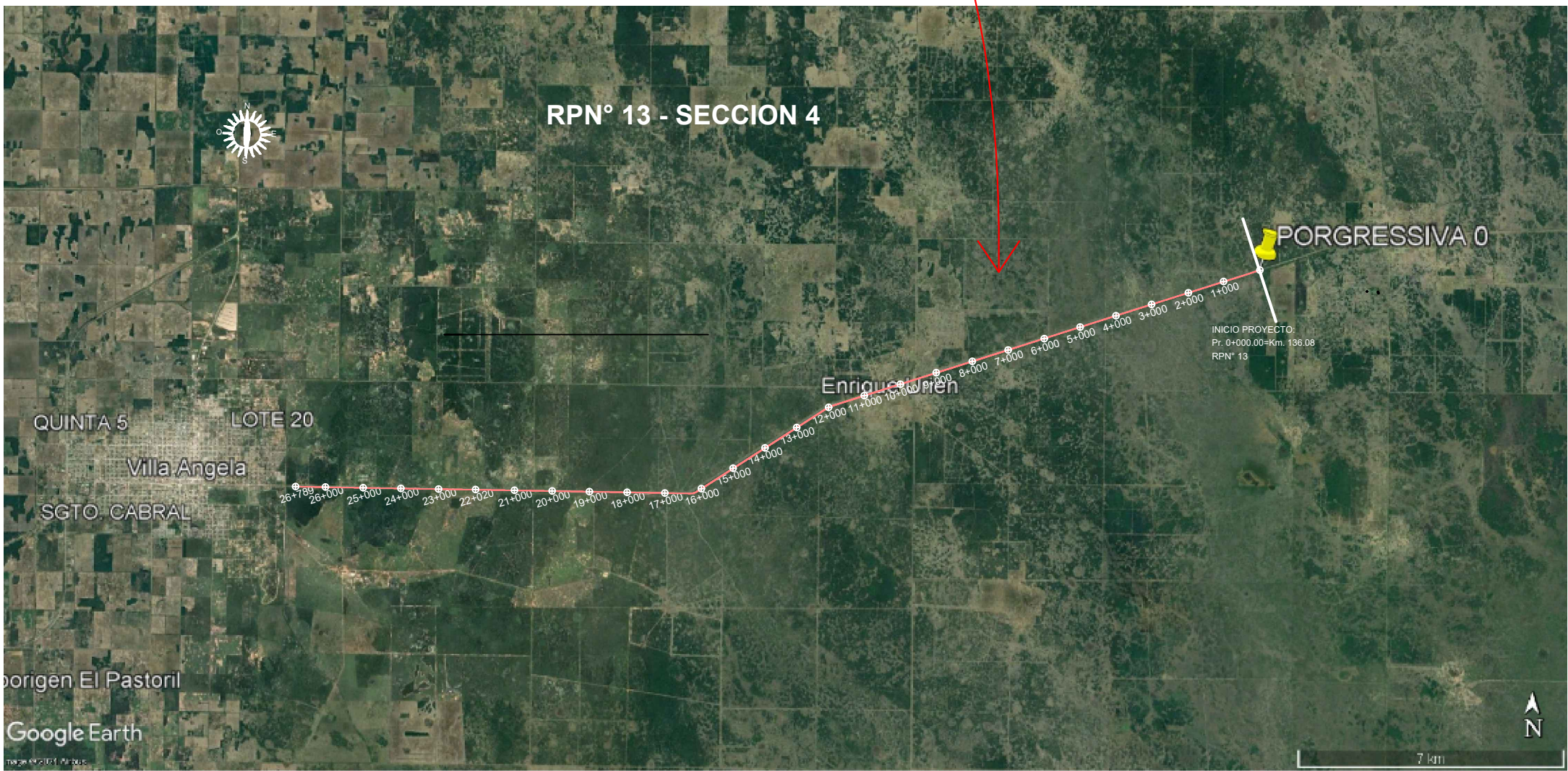
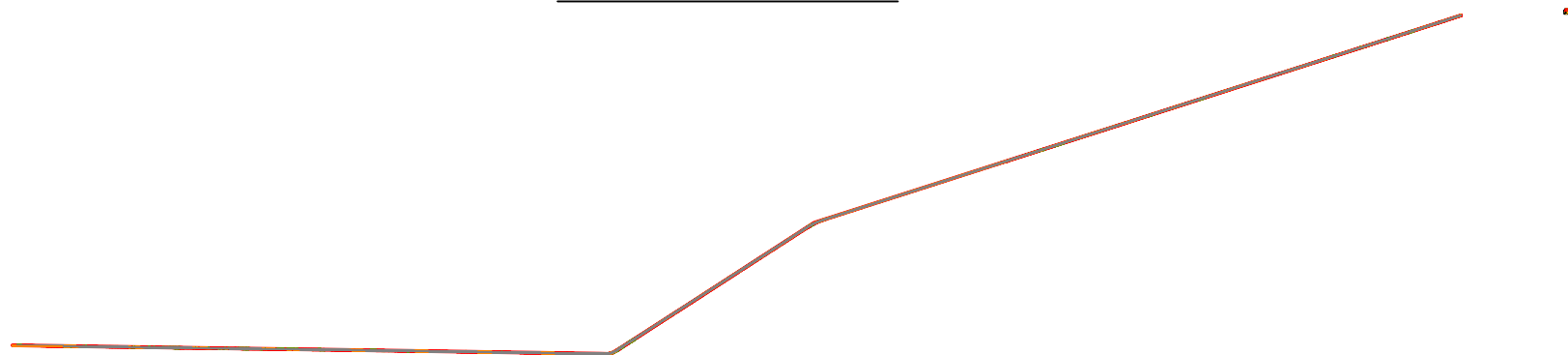
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL
												100.00%
												100.00%
15.00%												100.00%
17.50%												100.00%
												100.00%
10.00%												100.00%
15.00%	10.00%	10.00%	10.00%									100.00%
17.50%	25.00%	12.50%	5.00%	5.00%								100.00%
17.50%	25.00%	12.50%	5.00%	5.00%								100.00%
15.00%	15.00%	15.00%	10.00%	10.00%								100.00%
15.00%	15.00%	15.00%	10.00%	10.00%								100.00%
15.00%	15.00%	15.00%	10.00%	10.00%								100.00%
15.00%	15.00%	15.00%	10.00%	10.00%								100.00%
	15.00%	20.00%	20.00%	20.00%								100.00%
	10.00%	10.00%	10.00%	10%	10%	10.00%	25.00%	20.00%	5.00%	5.00%	5.00%	100.00%
		10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	25.00%	20.00%	5.00%	5.00%	5.00%	100.00%
20.00%												100.00%
20.00%												100.00%
20.00%												100.00%
20.00%												100.00%
												100.00%
\$ 3,627,669,738.15	\$ 2,657,449,709.14	\$ 2,778,272,574.25	\$ 2,988,334,863.58	\$ 1,364,636,337.13	\$ 1,651,928,197.57	\$ 1,580,105,232.46	\$ 1,149,167,441.79	\$ 718,229,651.12	\$ 1,149,167,441.79	\$ 1,005,521,511.57		
\$ 26,363,506,684.48	\$ 28,010,965,363.62	\$ 30,740,229,067.87	\$ 33,038,563,951.45	\$ 34,402,200,288.58	\$ 36,055,128,486.15	\$ 37,635,233,718.61	\$ 38,794,401,160.40	\$ 39,502,630,811.52	\$ 40,651,798,253.31	\$ 41,657,319,764.88		
8.71%	6.38%	6.55%	5.52%	3.28%	3.97%	3.79%	2.76%	1.72%	2.76%	2.41%		
60.86%	67.24%	73.19%	79.31%	82.59%	86.55%	90.34%	93.10%	94.83%	97.59%	100.00%		

PROVINCIA DEL CHACO



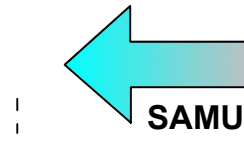
ZONA DE ESTUDIO

ANTEPROYECTO RUTA PROVINCIAL N° 13
TRAMO IV



ZONA DE ESTUDIO - TRAZA		PLANO N°: 1
		LAMINA N°:1
RUTA PROVINCIAL N° 13 TRAMO:Samuhu - Villa Ángela SECCION 4 :	ETAPA PRELIMINAR	ESCALA:
		FECHA:

INICIO DE SECCION IV.
Progresiva 0 + 000



SAMUHU

Ferrocarril

70.72
69.60

70.38
69.44

70.53
69.94

70.44

70.53

69.34

70.11

69.80

70.39

69.80

70.52

69.84

70.60

70.57

70.59

70.64

70.71

70.64

70.53

69.56

70.53

70.47

70.54

70.68

70.48

70.73

70.50

70.32

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

70.68

70.48

70.55

70.63

70.29

70.28

70.52

70.64

70.35

69.59

70.33

69.83

70.52

70.77

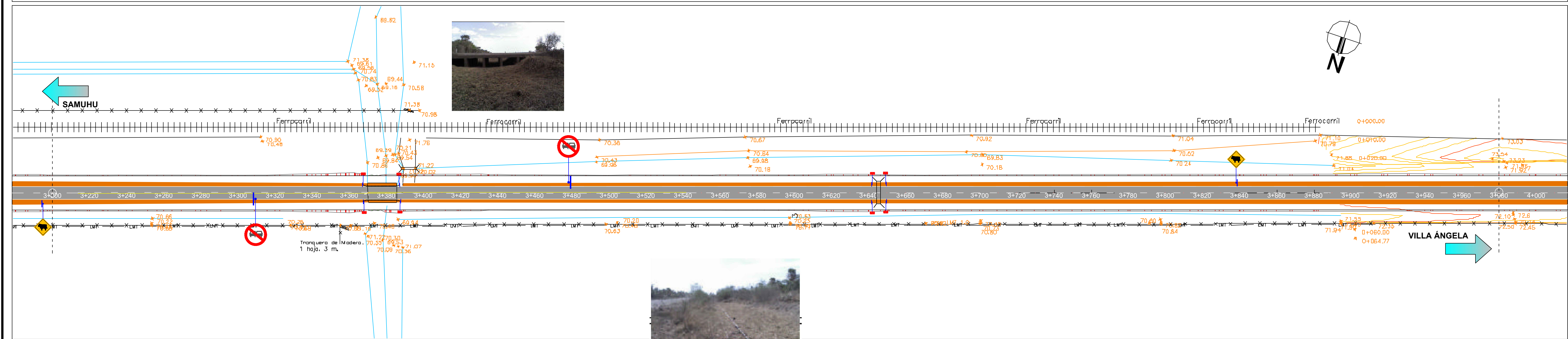
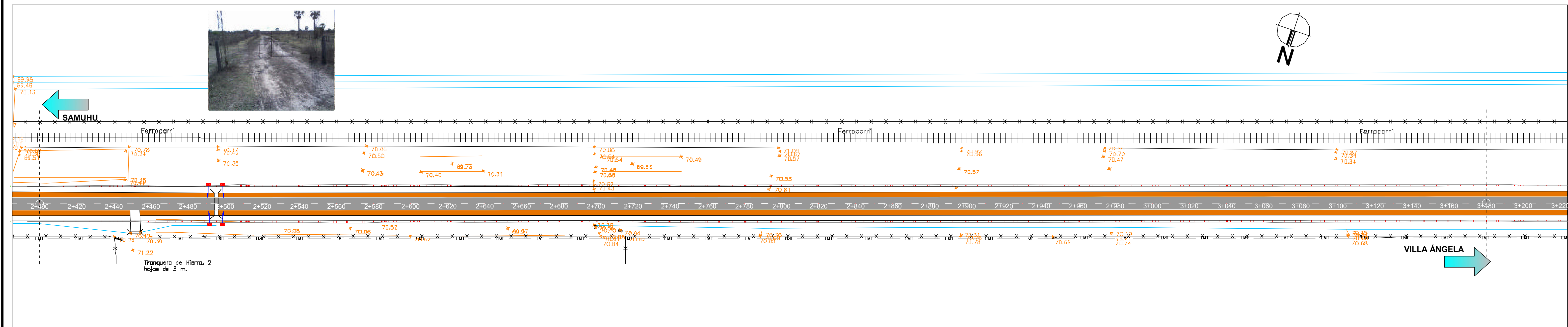
70.68

70.48

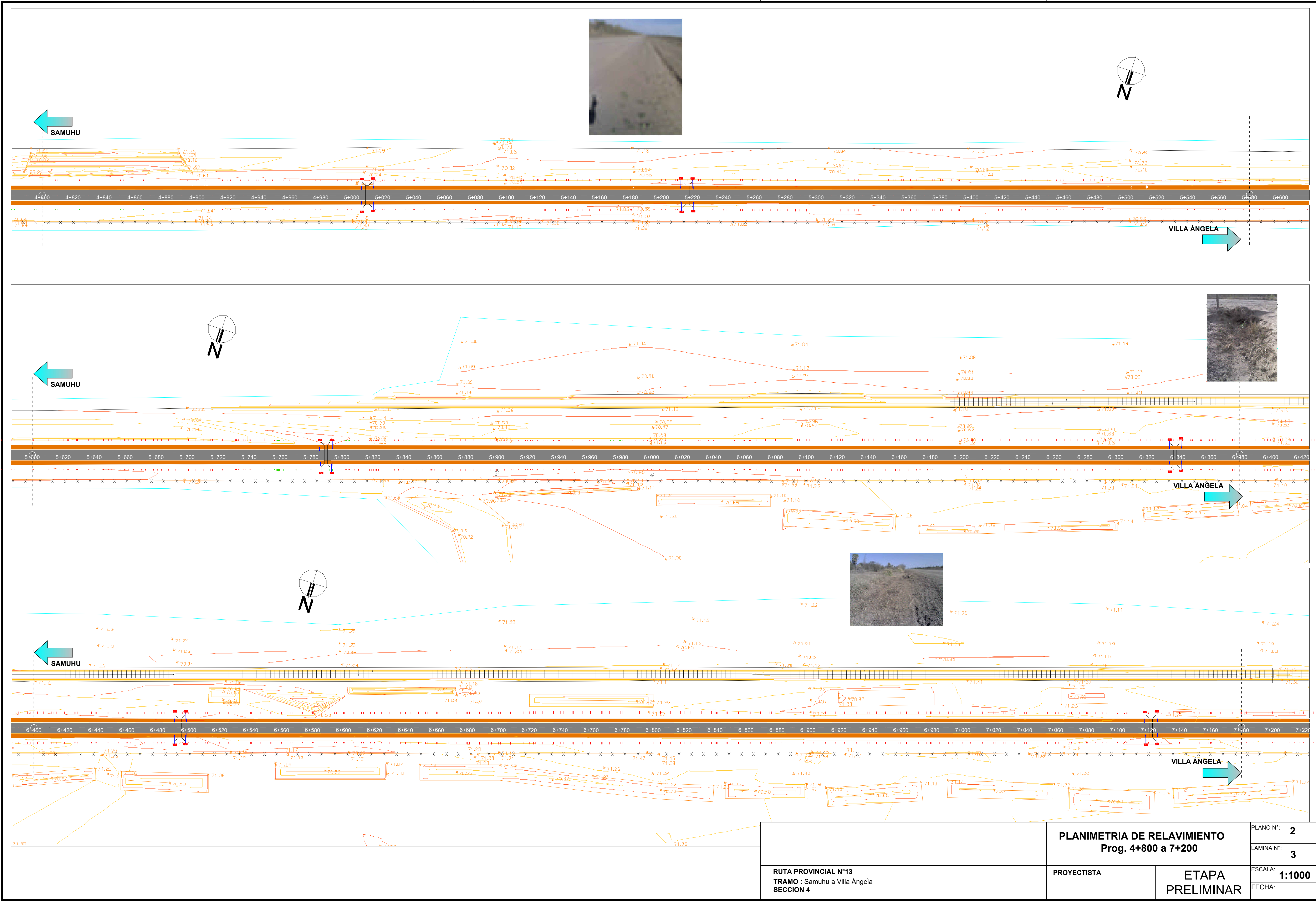
70.55

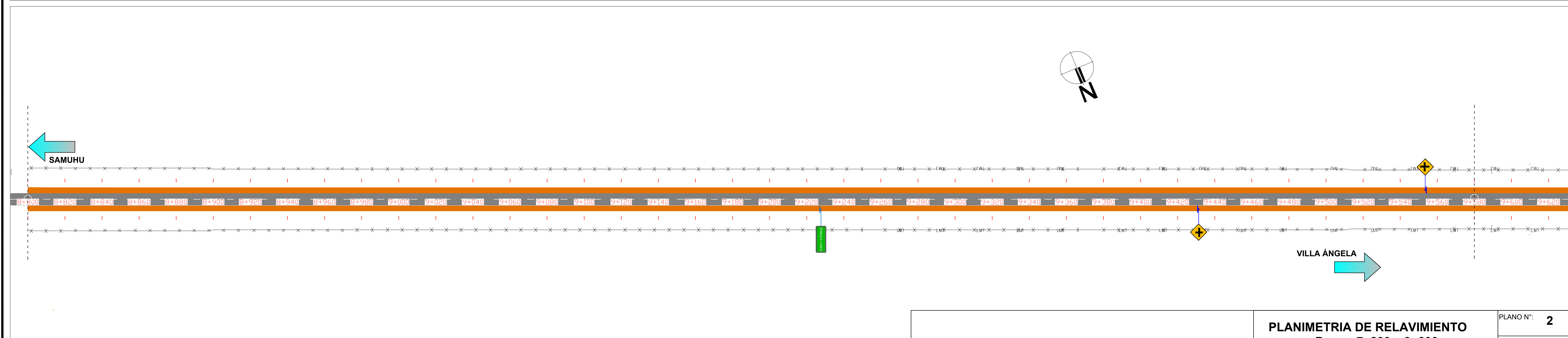
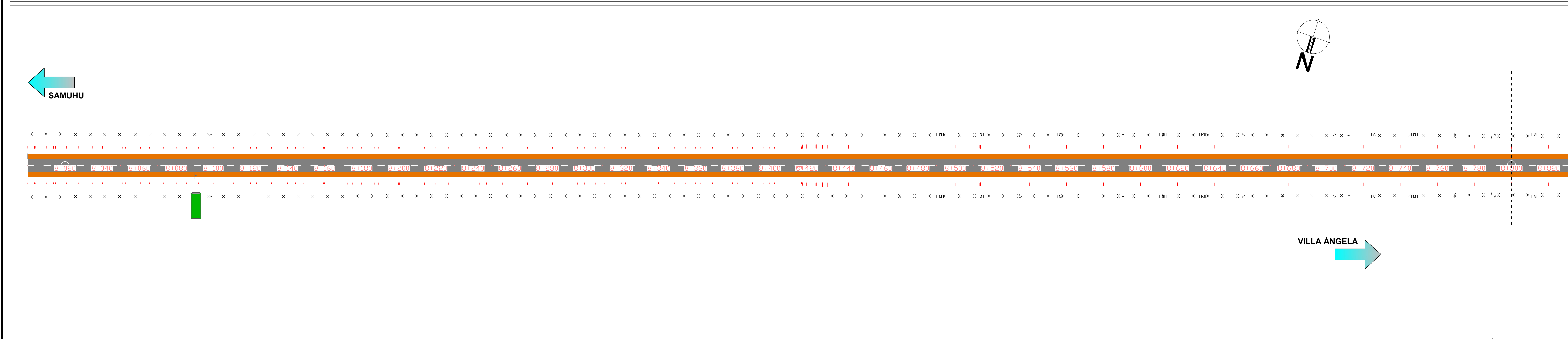
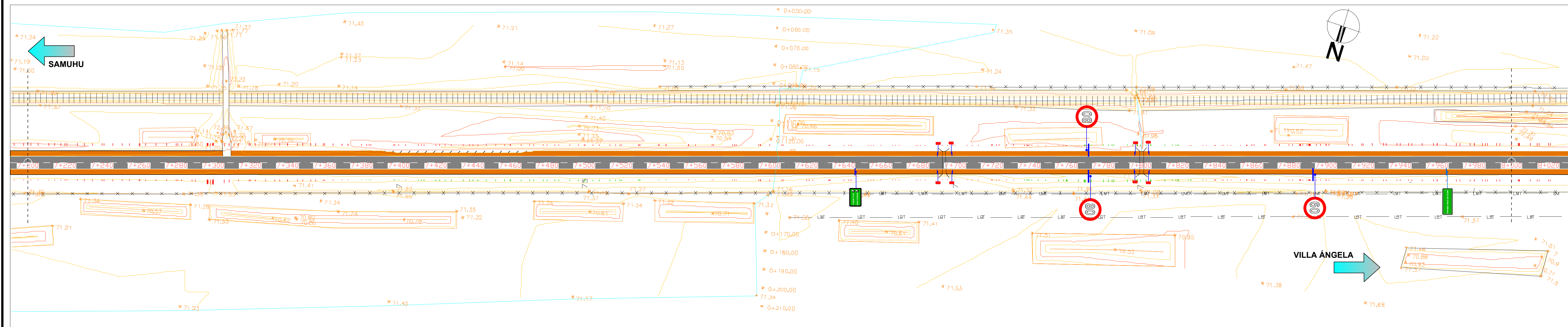
70.63

70.29

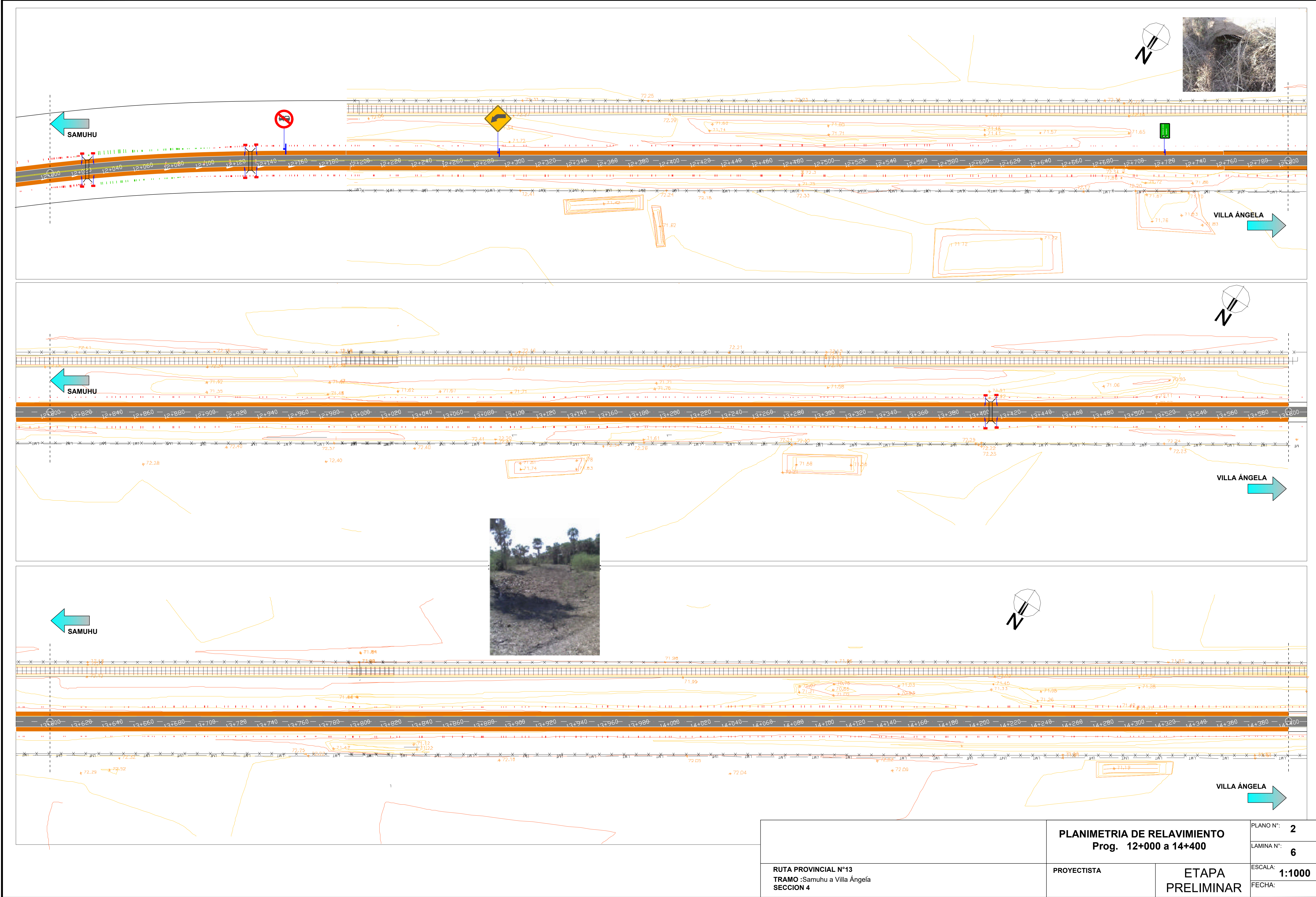


RUTA PROVINCIAL N°13 TRAMO : Samuhu a Villa Ángela SECCION 4	PLANIMETRIA DE RELAVIMIENTO Prog. 2+400 a 4+800		PLANO N°: 2
	PROYECTISTA	ETAPA PRELIMINAR	LAMINA N°: 2
			ESCALA: 1:1000
			FECHA:

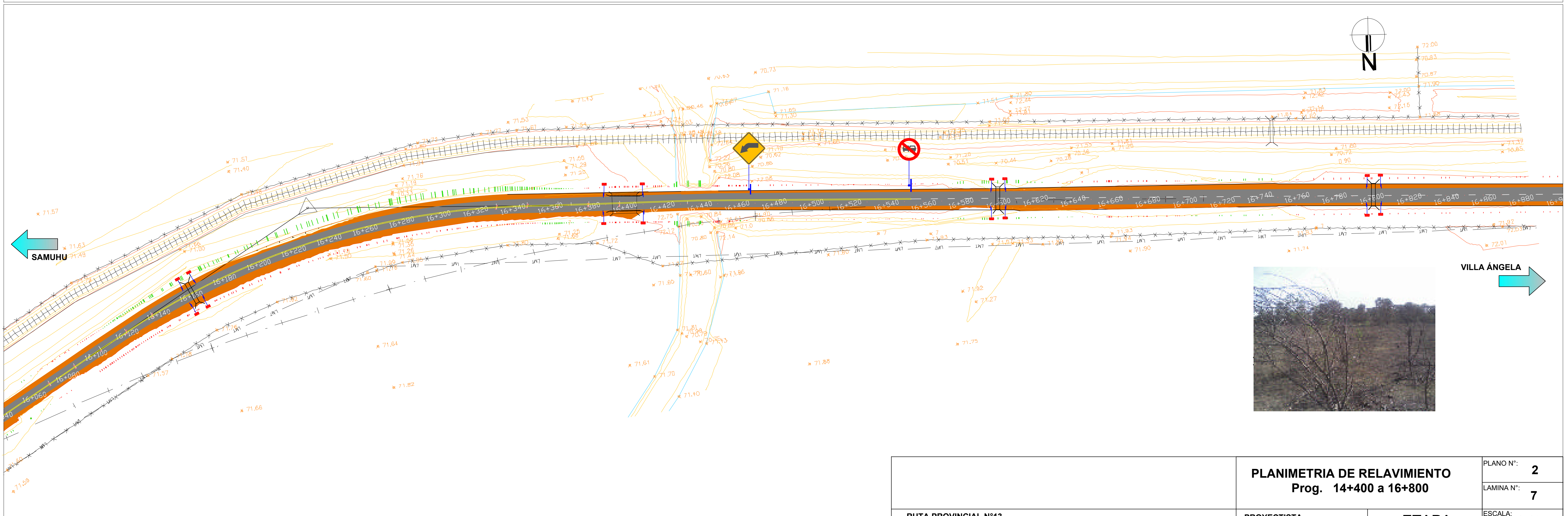
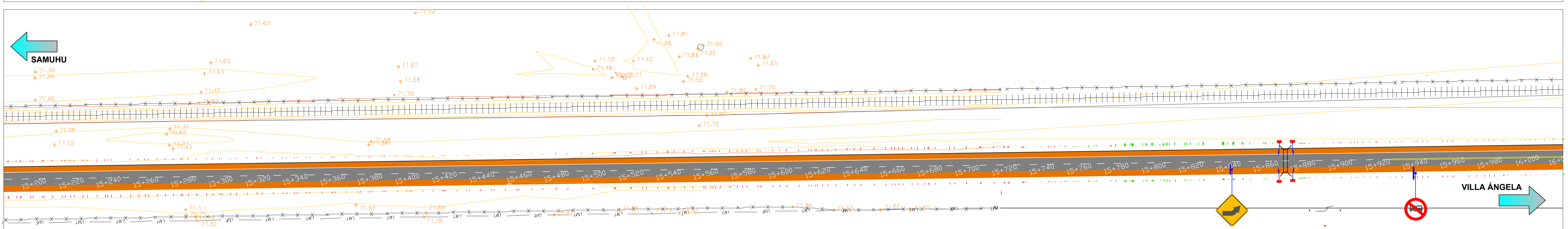
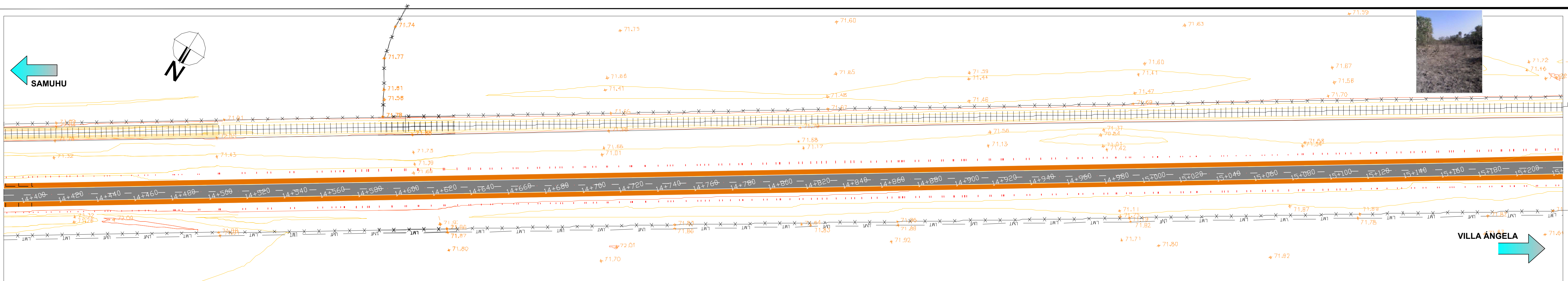




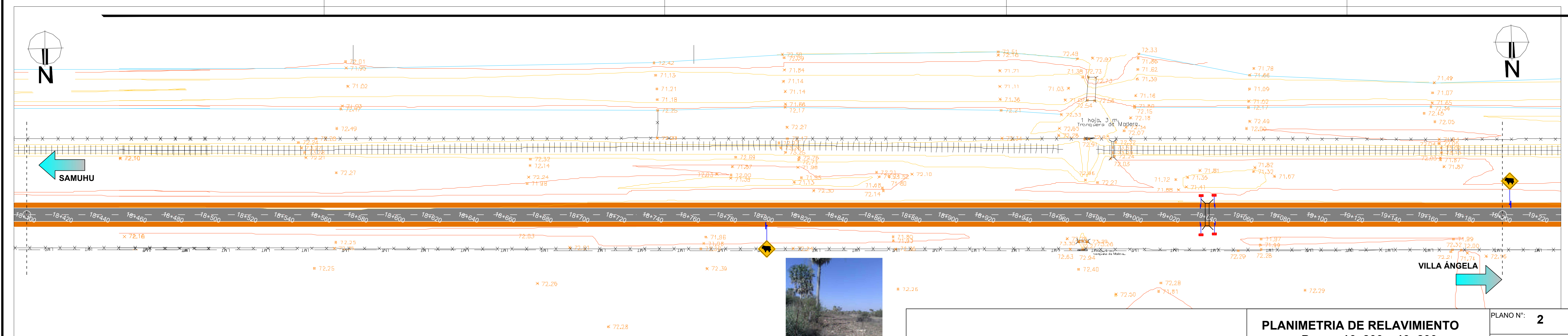
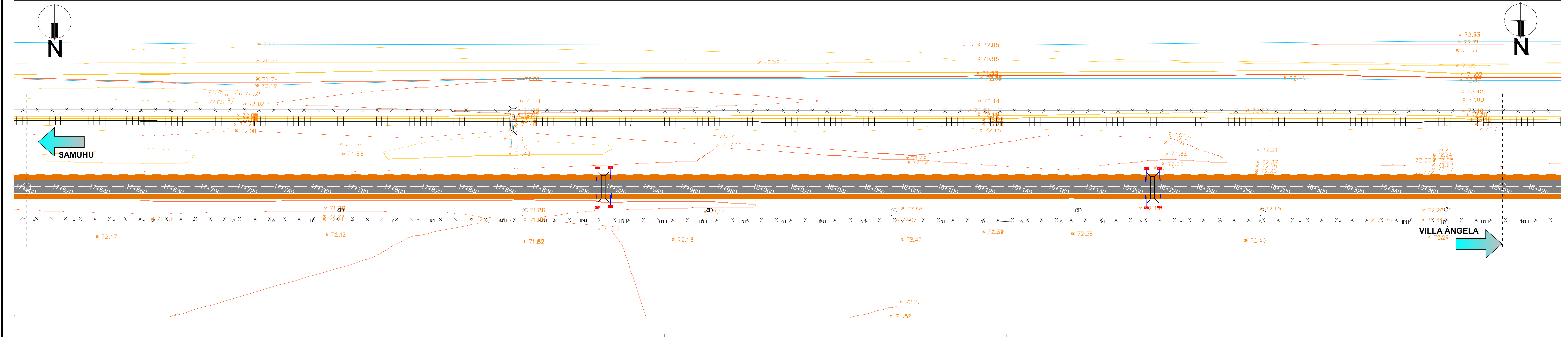
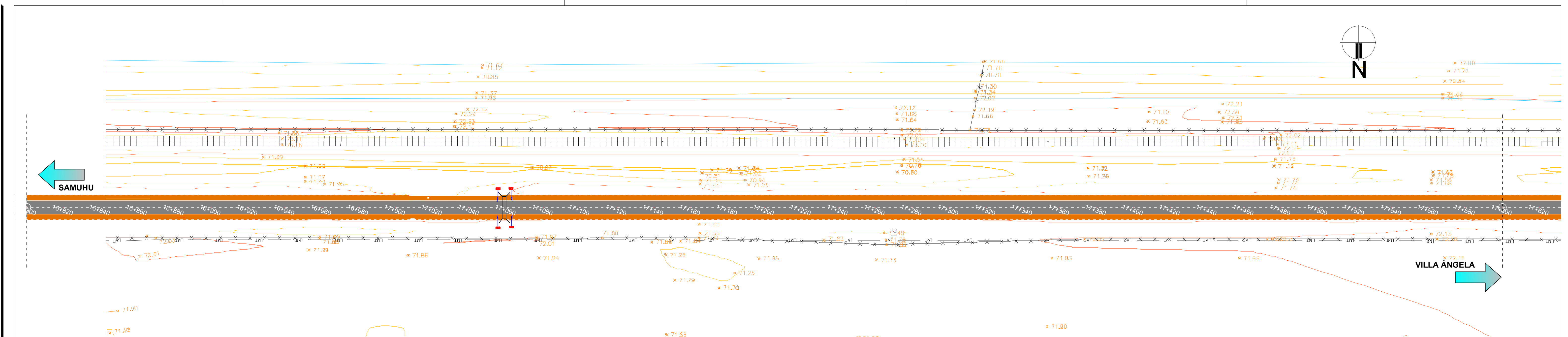
RUTA PROVINCIAL N°13 TRAMO : Samuhu a Villa Ángela SECCION 4	PLANIMETRIA DE RELAVIMIENTO Prog. 7+200 a 9+600		PLANO N°: 2
	PROYECTISTA		LAMINA N°: 4
	ETAPA PRELIMINAR		ESCALA: 1:1000
			FECHA:



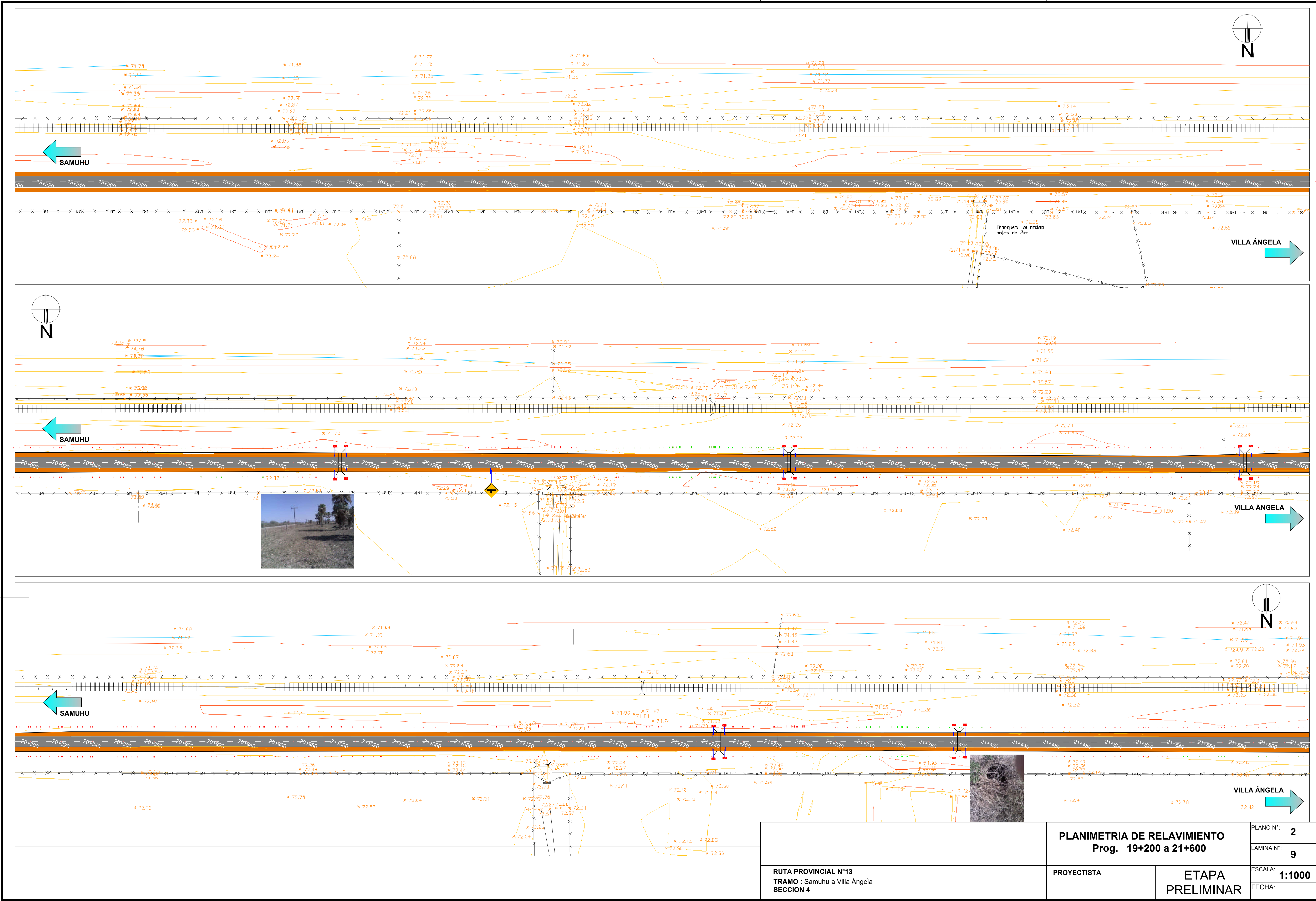
RUTA PROVINCIAL N°13 TRAMO :Samuhu a Villa Ángela SECCION 4	PLANIMETRIA DE RELAVIMIENTO Prog. 12+000 a 14+400		PLANO N°: 2
	PROYECTISTA		LAMINA N°: 6
	ETAPA PRELIMINAR		ESCALA: 1:1000
			FECHA:



RUTA PROVINCIAL N°13 TRAMO : Samuhu a Villa Ángela SECCION 4	PLANIMETRIA DE RELATIVAMIENTO Prog. 14+400 a 16+800		PLANO N°: 2
	PROYECTISTA	ETAPA PRELIMINAR	LAMINA N°: 7
			ESCALA: 1:1000 FECHA:



PLANIMETRIA DE RELAVIMIENTO Prog. 16+800 a 19+200			PLANO N°:	2
			LAMINA N°:	8
RUTA PROVINCIAL N°13 TRAMO : Samuhu a Villa Ángela SECCION 4	PROYECTISTA	ETAPA PRELIMINAR	ESCALA:	1:1000
			FECHA:	



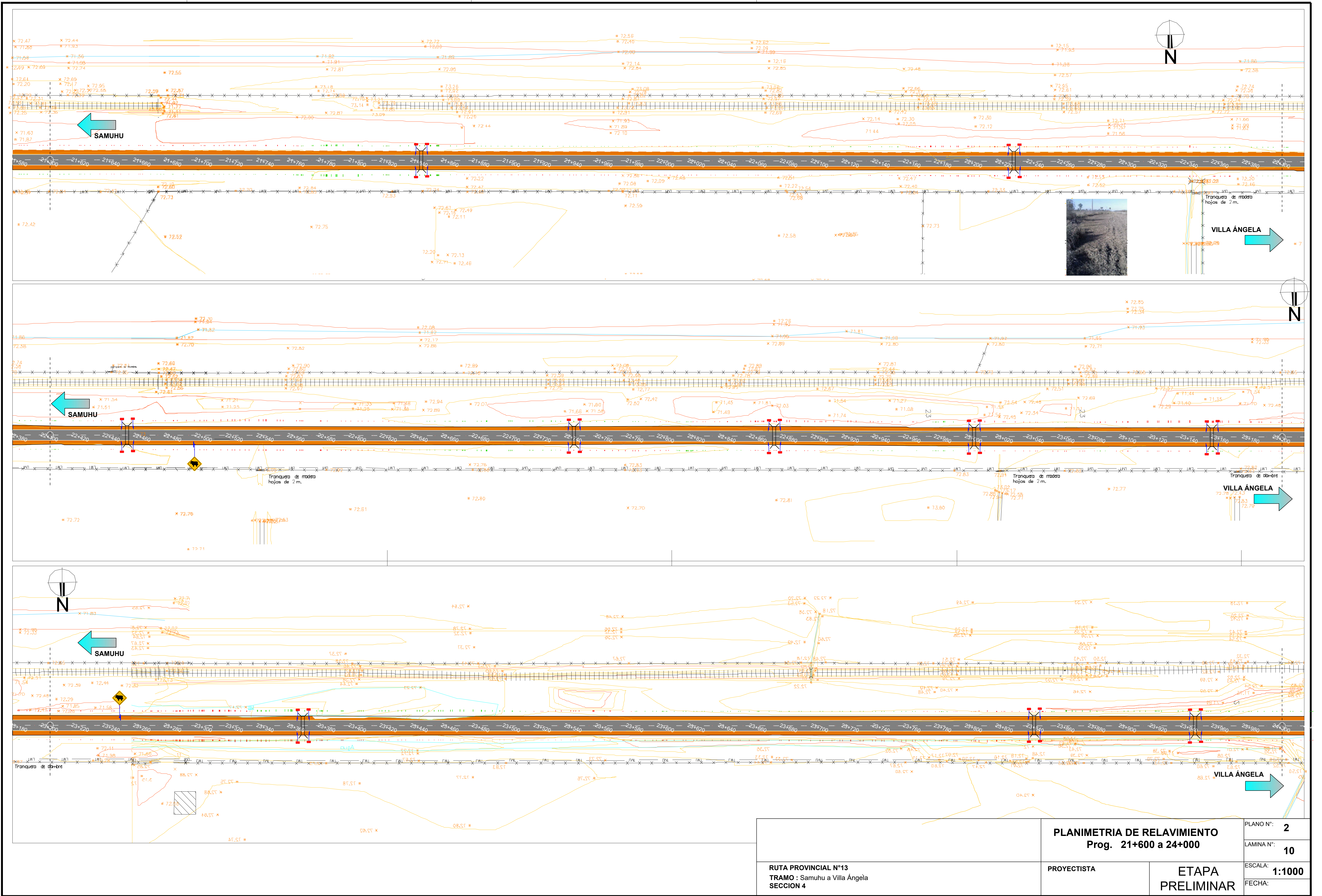
RUTA PROVINCIAL N°13
TRAMO : Samuhu a Villa Ángela
SECCION 4

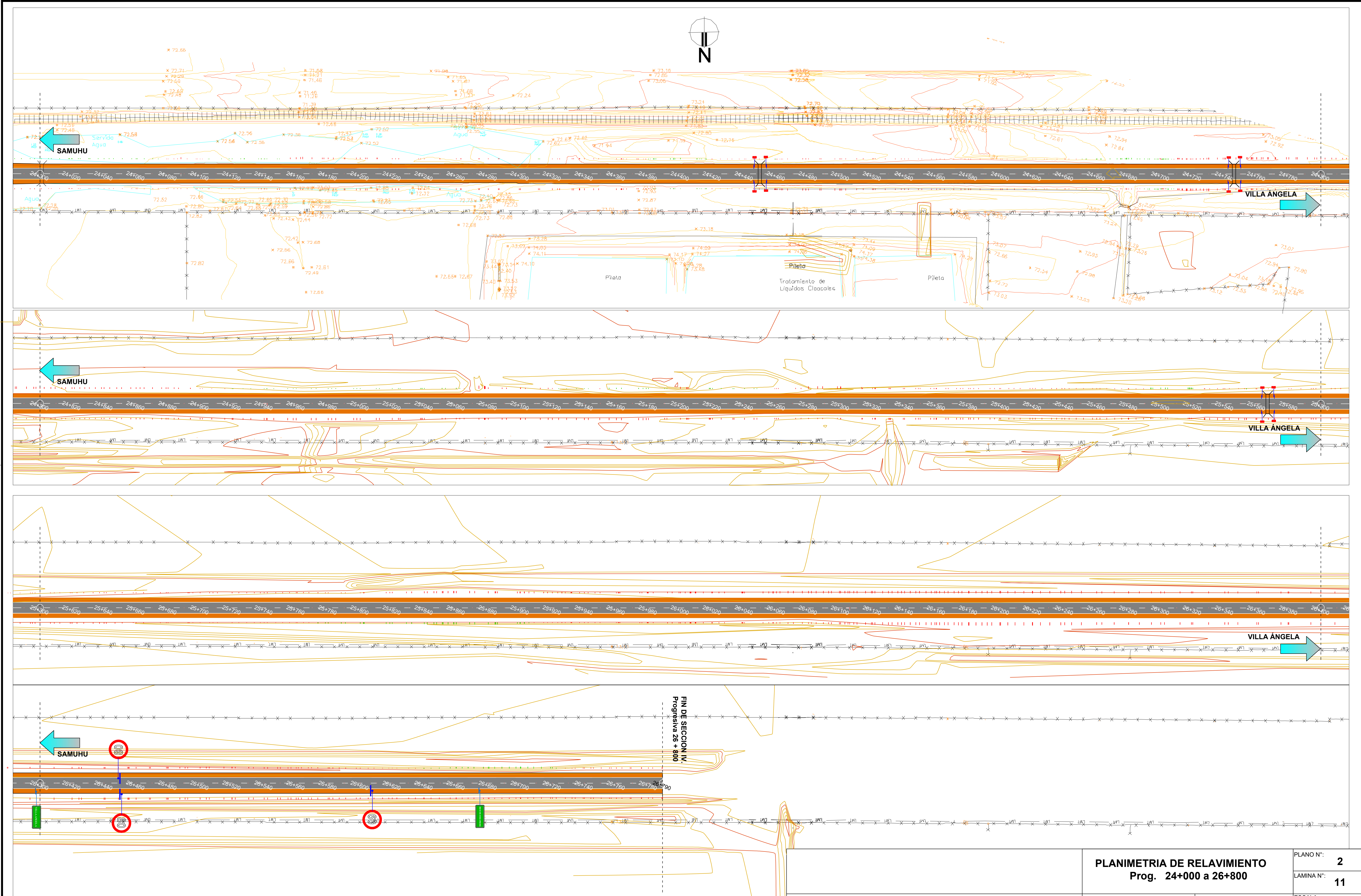
PLANIMETRIA DE RELAVIMIENTO
Prog. 19+200 a 21+600

PROYECTISTA

ETAPA
PRELIMINAR

PLANO N°: 2
LAMINA N°: 9
ESCALA: 1:1000
FECHA:



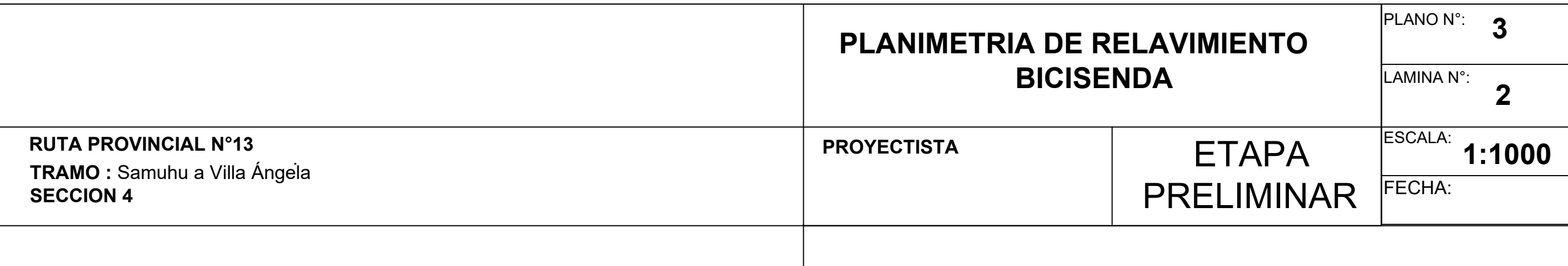


PLANIMETRIA DE RELAVIMIENTO Prog. 24+000 a 26+800		PLANO N°: 2	
		LAMINA N°: 11	
PROYECTISTA	ETAPA PRELIMINAR	ESCALA: 1:1000	
		FECHA:	

ruta provincial N°13
TRAMO : Samuhu a Villa Ángela
SECCION 4

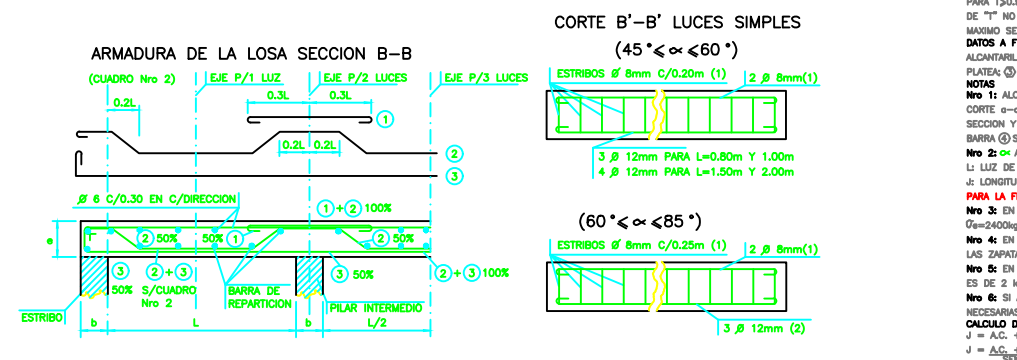
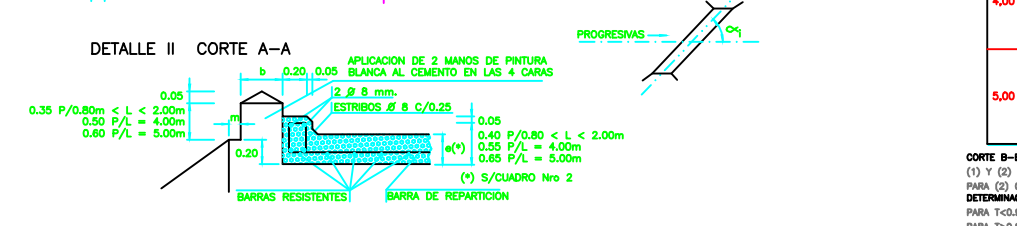
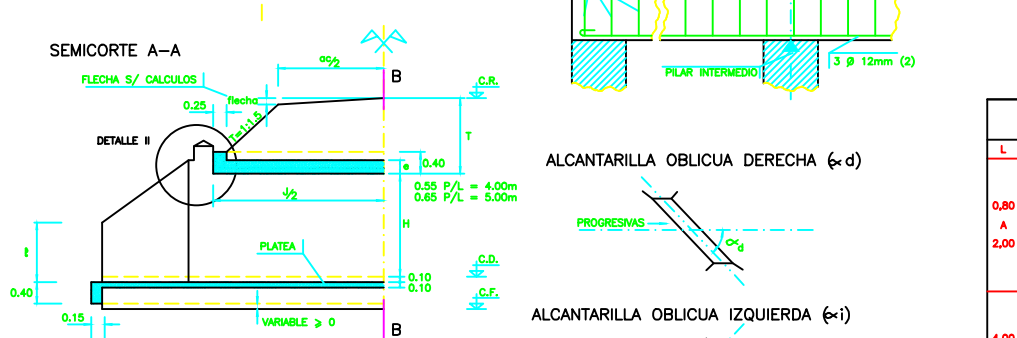
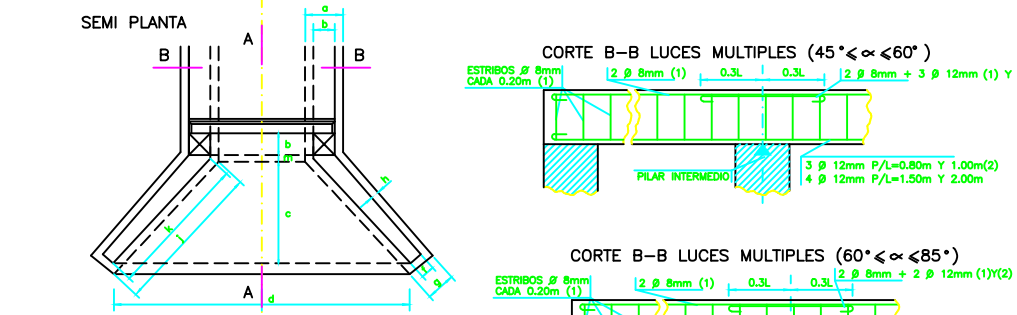
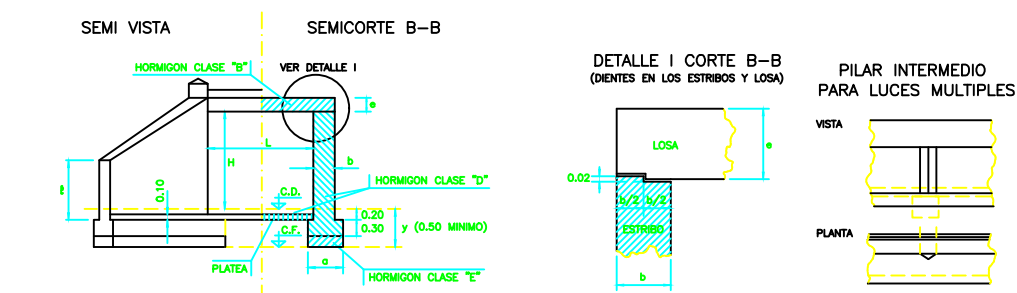


RUTA PROVINCIAL N°13 TRAMO : Samuhu a Villa Ángela SECCION 4	PLANIMETRIA DE RELAVIMIENTO BICISENDA		PLANO N°: 3
	PROYECTISTA	ETAPA PRELIMINAR	LAMINA N°: 1
			ESCALA: 1:1000
			FECHA:

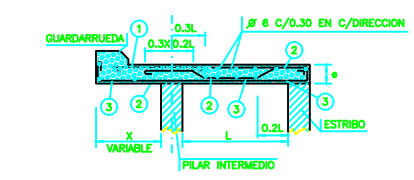




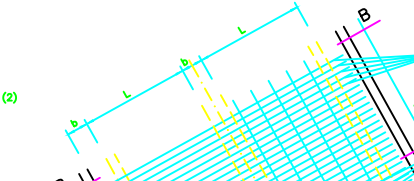
	ALCANTARILLAS PROYECTADAS	PLANO N°:	4
		LAMINA N°:	3
RUTA PROVINCIAL N° 13 TRAMO: Samuhu a Villa Ángela SECCION 4 :	ETAPA PRELIMINAR	ESCALA:	
		FECHA:	



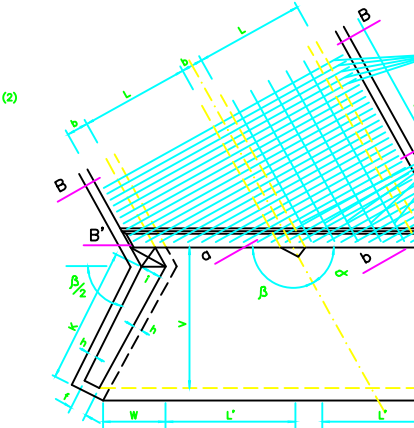
SECCION a-a PARA ALCANTARILLA DE 2 LUCES



SECCION b-b



DISPOSICION DE ARMADURA DE ALCANTARILLA OBLICUA PARA VALORES DE α ENTRE 45° Y 85°



CUADRO Nro 1 ALCANTARILLA RECTA - DIMENSIONES

L	H	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
0.50	0.45	0.20	0.84	1.68	1.15	0.29	0.07	0.20	1.36	1.18	0.25	0.08	0.75	0.45
0.75	0.45	0.25	1.04	2.08	0.15	0.33	0.09	0.25	1.61	1.47	0.38	0.10	1.00	0.45
1.00	0.45	0.25	1.23	2.46	0.15	0.33	0.09	0.25	1.88	1.74	0.51	0.10	1.25	0.45
1.25	0.60	0.30	1.44	2.88	0.20	0.42	0.11	0.30	2.26	2.04	0.64	0.12	1.50	0.60
1.50	0.60	0.30	1.63	3.26	0.20	0.42	0.11	0.30	2.53	2.31	0.77	0.12	1.75	0.60
1.75	0.65	0.35	1.83	3.65	0.25	0.49	0.12	0.35	2.81	2.59	0.90	0.14	2.00	0.70
2.00	0.70	0.40	2.03	4.06	0.30	0.54	0.12	0.40	3.10	2.88	1.03	0.14	2.25	0.70
2.25	0.70	0.40	2.23	4.46	0.15	0.29	0.07	0.25	1.88	1.74	0.51	0.10	1.00	0.60
2.50	0.70	0.40	2.43	4.86	0.20	0.42	0.11	0.30	2.26	2.04	0.64	0.12	1.25	0.70
2.75	0.70	0.40	2.63	5.26	0.20	0.42	0.11	0.30	2.53	2.31	0.77	0.12	1.50	0.70
3.00	0.80	0.35	1.83	3.65	0.25	0.49	0.12	0.35	2.81	2.59	0.90	0.14	1.75	0.80
3.25	0.80	0.35	2.03	4.06	0.30	0.54	0.12	0.40	3.10	2.88	1.03	0.14	2.00	0.80
3.50	0.85	0.35	1.83	3.65	0.15	0.29	0.07	0.25	1.88	1.74	0.51	0.10	1.00	0.65
3.75	0.85	0.35	2.03	4.06	0.20	0.42	0.11	0.30	2.26	2.04	0.64	0.12	1.25	0.65
4.00	0.85	0.40	1.83	3.65	0.20	0.42	0.11	0.30	2.53	2.31	0.77	0.12	1.50	0.65
4.25	0.85	0.40	2.03	4.06	0.25	0.49	0.12	0.35	2.81	2.59	0.90	0.14	1.75	0.65
4.50	0.95	0.45	2.03	4.06	0.30	0.54	0.12	0.40	3.10	2.88	1.03	0.14	2.00	0.95

CUADRO Nro 2 ALCANTARILLA RECTA - DIMENSIONES

TIPO	LUZ L	ESP. LOSA e	ARMADURA LOSA RESISTENTE	REPARTIC. REPARTIC.	TAPADA (max)
"A" PARA CAMION DE 9 TON.	0.80	0.14	10	0.14	8
"B" PARA APLANA-DORA DE 16 TONELADAS	1.00	0.18	10	0.18	8
"C" PARA APLANA-DORA DE 20 TONELADAS	1.50	0.21	10	0.13	8
"D" PARA APLANA-A - 30	2.00	0.20	10	0.13	8
"E" PARA APLANA-A - 30	2.50	0.20	10	0.13	8

CUADRO Nro 3 ALCANTARILLA OBLICUA VALOR DE L' EN FUNCION DE α

α	0.80	1.00	1.50	2.00	4.00	5.00
45°	1.13	1.41	2.12	2.83	5.66	7.07
50°	1.04	1.31	1.96	2.61	5.22	6.52
55°	0.98	1.22	1.84	2.44	4.88	6.10
60°	0.92	1.15	1.725	2.30	4.60	5.77
65°	0.88	1.10	1.65	2.20	4.40	5.52
70°	0.85	1.07	1.60	2.13	4.26	5.32
75°	0.825	1.03	1.55	2.05	4.10	5.18
80°	0.815	1.02	1.53	2.04	4.08	5.08
85°	0.80	1.00	1.51	2.01	4.02	5.02

CUADRO Nro 4 ALCANTARILLA OBLICUA - DIMENSIONES

F	L	H	E	L	α	V	K'	K	W	W'
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	45°	0.84	1.12	0.57	0.36	1.30
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	50°	0.84	1.06	0.57	0.37	1.16
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	55°	0.83	0.98	0.58	0.38	1.01
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	60°	0.83	0.90	0.58	0.40	0.93
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	65°	0.83	0.85	0.59	0.42	0.83
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	70°	0.82	0.79	0.60	0.44	0.77
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	75°	0.82	0.74	0.61	0.46	0.71
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	80°	0.81	0.70	0.61	0.49	0.65
0.15	0.20	0.09	0.125	0.40	85°	0.81	0.67	0.63	0.52	0.59
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	45°	1.04	1.70	0.79	0.52	1.78
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	50°	1.04	1.51	0.80	0.53	1.61
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	55°	1.03	1.40	0.80	0.55	1.46
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	60°	1.03	1.30	0.81	0.57	1.34
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	65°	1.03	1.23	0.84	0.59	1.24
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	70°	1.02	1.14	0.85	0.63	1.11
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	75°	1.02	1.06	0.86	0.66	1.01
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	80°	1.01	1.01	0.87	0.71	0.94
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	85°	1.01	0.96	0.90	0.76	0.86
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	45°	1.34	2.46	1.12	0.64	2.50
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	50°	1.34	2.24	1.14	0.67	2.28
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	55°	1.33	2.05	1.14	0.71	2.03
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	60°	1.33	1.90	1.15	0.75	1.85
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	65°	1.33	1.80	1.19	0.78	1.72
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	70°	1.32	1.67	1.21	0.84	1.54
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	75°	1.32	1.56	1.24	0.90	1.42
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	80°	1.31	1.46	1.25	0.96	1.29
0.15	0.25	0.07	0.10	0.55	85°	1.31	1.40	1.30	1.02	1.18
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	45°	1.59	3.00	1.36	0.76	3.12
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	50°	1.58	2.72	1.38	0.80	2.76
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	55°	1.58	2.49	1.40	0.84	2.49
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	60°	1.57	2.29	1.40	0.87	2.22
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	65°	1.57	2.18	1.43	0.92	2.06
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	70°	1.56	2.02	1.45	0.93	1.84
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	75°	1.56	1.89	1.51	1.06	1.71
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	80°	1.55	1.79	1.52	1.14	1.55
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	85°	1.55	1.70	1.56	1.20	1.41
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	45°	1.89	3.79	1.69	0.89	3.84
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	50°	1.89	3.45	1.71	0.94	3.41
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	55°	1.88	3.14	1.74	0.99	3.17
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	60°	1.87	2.89	1.74	1.05	2.74
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	65°	1.87	2.74	1.81	1.12	2.32
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	70°	1.86	2.54	1.83	1.21	2.21
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	75°	1.86	2.35	1.89	1.30	2.10
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	80°	1.85	2.26	1.91	1.39	1.91
0.20	0.30	0.11	0.15	0.80	85°	1.85	2.15	1.98	1.49	1.75
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	45°	2.13	4.31	1.93	1.01	4.13
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	50°	2.13	3.90	1.96	1.06	3.73
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	55°	2.12	3.57	1.97	1.12	3.40
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	60°	2.12	3.31	2.00	1.19	3.12
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	65°	2.11	3.10	2.07	1.26	2.87
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	70°	2.10	2.89	2.09	1.37	2.57
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	75°	2.10	2.71	2.16	1.47	2.39
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	80°	2.09	2.58	2.18	1.59	2.07
0.25	0.35	0.12	0.15	1.05	85°	2.08	2.44	2.25	1.69	1.97
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	45°	2.48	5.09	2.29	1.17	4.86
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	50°	2.47	4.61	2.31	1.23	4.39
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	55°	2.47	4.22	2.34	1.30	4.01
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	60°	2.46	3.90	2.37	1.40	3.68
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	65°	2.45	3.67	2.43	1.41	3.38
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	70°	2.44	3.42	2.47	1.59	3.04
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	75°	2.43	3.20	2.55	1.72	2.80
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	80°	2.42	3.04	2.57	1.84	2.53
0.30	0.40	0.12	0.15	1.15	85°	2.42	2.88	2.67	1.99	2.32

RUTA PROVINCIAL N°13
TRAMO: Samuhu a Villa Angela
SECCION 4

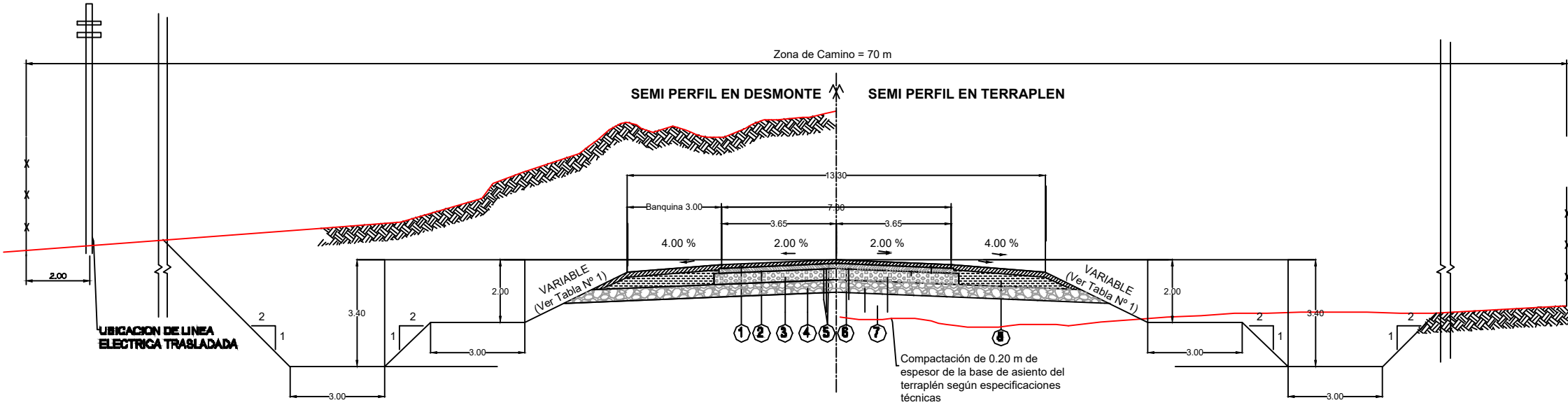
Alcantarilla transversal de H°A°

PROYECTISTA

ETAPA
PRELIMINAR

PLANO N°: 4
LAMINA N°: 4
ESCALA:
FECHA:

PERFIL DE OBRA BASICA Y ESTRUCTURAL - SECCION TIPO I - VARIANTE PAVIMENTO FLEXIBLE



SIGNIFICADO DE LOS NÚMEROS

- 1- Carpeta de Concreto Asfáltica en 7.30m de ancho.
- 2- Base de Concreto Asfáltico en 7.50m de ancho.
- 3- Base de estabilizado Granular en 7.90m de ancho.
- 4- Sub-base de Suelo cal en 13.30m de ancho.
- 5- Riego de Liga.
- 6- Riego de imprimación.
- 7- Terraplén con compactación especial
- 8- Banquina con suelo compactado y capa superior con suelo vegetal.

TRATAMIENTO DE LAS BANQUINAS EN CURVA

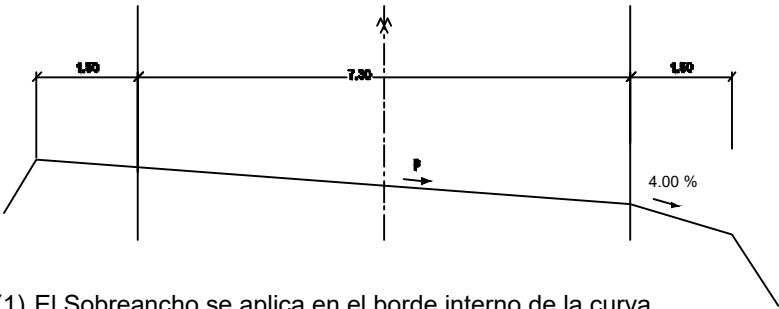
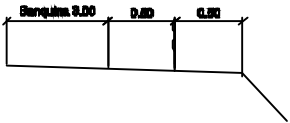


TABLA Nº1 TALUDES DE TERRAPLEN

ALTURA	TALUD
<3.00 m	4 h : 1 v
>3.00 m	2 h : 1 v

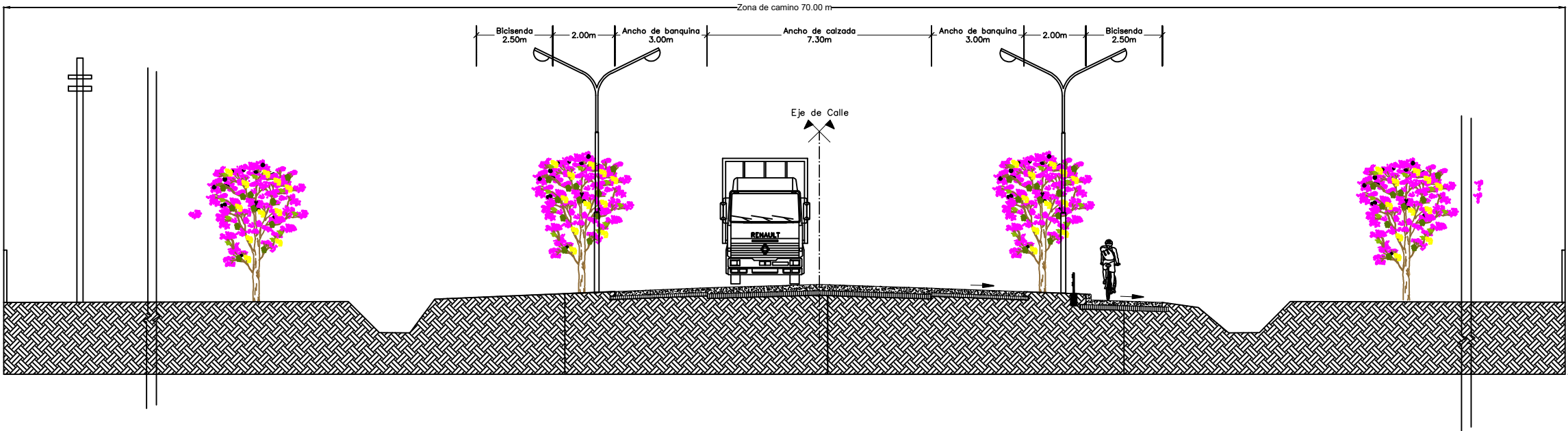
DETALLE UBICACIÓN DE BARANDA



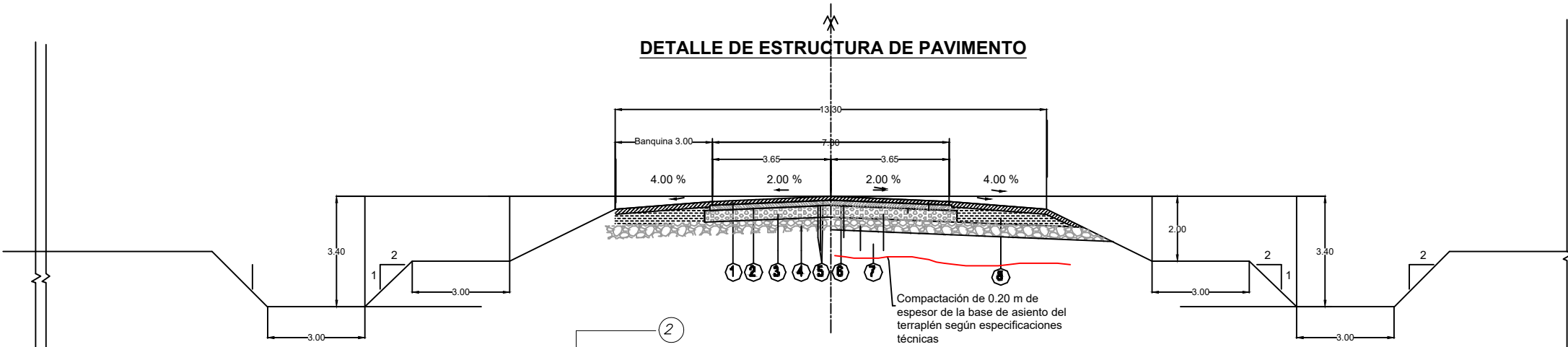
Nota: Donde hay baranda, la baquina debe tener un sobreancho de 1.00m.

RUTA PROVINCIAL Nº13 TRAMO : Samuhu a Villa angela SECCION 4	Perfil de obra basica		PLANO Nº: 5
			LAMINA Nº: 1
	PROYECTISTA	ETAPA PRELIMINAR	ESCALA:
			FECHA:

PERFIL TIPO DE OBRA



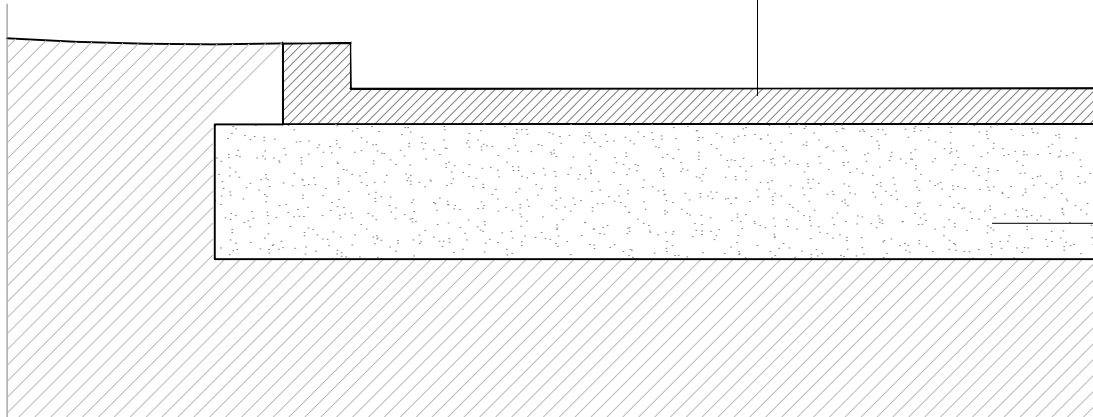
DETALLE DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO



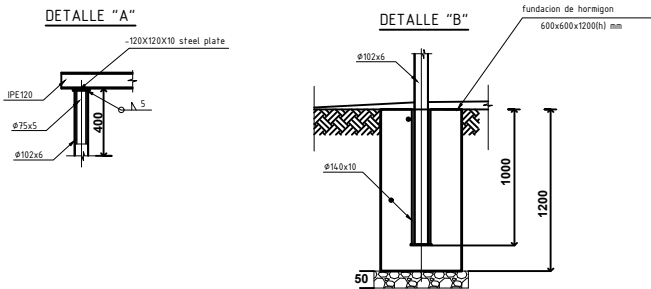
SIGNIFICADO DE LOS NÚMEROS

- 1- Carpeta de Concreto Asfáltica en 7.30m de ancho.
- 2- Base de Concreto Asfáltico en 7.50m de ancho.
- 3- Base de estabilizado Granular en 7.90m de ancho.
- 4- Sub-base de Suelo cal en 13.30m de ancho.
- 5- Riego de Liga.
- 6- Riego de imprimación.
- 7- Terraplén con compactación especial
- 8- Banquina con suelo compactado y capa superior con suelo vegetal.

DETALLE DE BICISENDA



DETALLE DE SISTEMA DE DEFENSA



REFERENCIAS.

- ⑧ Base de suelo cal e=0.15 m
- ⑨ Pavimento de hormigón armado tipo H-30 e=0.12 m

RUTA PROVINCIAL N°13 TRAMO : Samuhu a Villa angelita SECCION 4	Perfil transversal		PLANO N°: 5
	PROYECTISTA	ETAPA PRELIMINAR	LAMINA N°: 2
			ESCALA:
			FECHA: