

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



**· DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE EN CARRETERAS  
PARA LA DURABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS.  
APLICACIÓN: CARRETERA CANTA – HUAYLLAY.**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**NEYSSER HUGO CAMUS HUAMAN**

**Lima- Perú**

**2013**

## DEDICATORIA

### ***A Dios.***

*Por haberme dado una nueva oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este tiempo.*

### ***A mi madre Elita.***

*Por haberme apoyado en todos mis momentos difíciles con una fortaleza increíble, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido llegar a ser una persona de bien, gracias por ser mi Madre.*

## INDICE

	Pág.
<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE CUADROS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....</b>	<b>11</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	11
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	12
1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	12
<b>CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE .....</b>	<b>13</b>
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
2.1.1 Hidrografía .....	13
2.1.2 Clima y Precipitación .....	13
2.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	14
2.2.1 Información Cartográfica .....	14
2.2.2 Información Pluviométrica .....	14
2.2.3 Hidrología Estadística.....	15
2.3 SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS.....	22
2.4 CAUDAL DE DISEÑO .....	23
2.4.1 Método Racional.....	23
2.4.2 Método del Hidrograma Unitario .....	26
2.5 ANÁLISIS HIDROMÉTRICO DEL RÍO CHILLÓN.....	27
2.5.1 Análisis de la Información Hidrométrica.....	27
2.5.2 Análisis de Frecuencia y Pruebas de Ajuste.....	28
2.5.3 Caudales de Avenida.....	29
2.6. OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES .....	29
2.6.1 Cunetas.....	29
2.6.2 Alcantarillas.....	30
2.6.3 Pontón.....	30
2.7 DISEÑO HIDRÁULICO DEL PONTÓN.....	30
2.7.1 Área de Investigación .....	31
2.7.2 Información Utilizada .....	31

2.7.3 Características Hidráulicas del Rio Chillón en el Tramo en Estudio .....	33
2.7.4 Modelamiento Hidráulico .....	37
2.7.5 Socavación por Contracción y Local en los Estribos.....	42
2.7.6 Socavación Potencial Total .....	46
2.7.7 Socavación General .....	47
2.8 DISEÑO HIDRÁULICO DE DEFENSAS RIBEREÑAS.....	49
2.8.1 Área de Investigación .....	49
2.8.2 Modelamiento Hidráulico .....	49
2.9 OBRAS DE DRENAJE PROYECTADAS.....	51
2.9.1 Alcantarillas.....	51
2.9.2 Badén.....	61
2.9.3 Pontón.....	63
2.9.4 Cunetas Laterales.....	64
2.9.5 Zanjas de Drenaje .....	68
2.9.6 Subdrenes.....	68
2.9.7 Estructura Tipo Caja Cuneta .....	72
<b>CAPÍTULO III: PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>	
<b>CARRETERA: CANTA – HUAYLLAY (KM 24 – KM 37).....</b>	<b>73</b>
3.1 PLANILLA DE METRADOS .....	73
3.2 PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	75
<b>CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	77
4.2 RECOMENDACIONES.....	78
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>

## RESUMEN

En el presente Informe de Suficiencia se muestra el diseño del sistema de drenaje de la carretera Canta – Huayllay, en su tramo km 24 al km 37, para una mayor durabilidad de su pavimento.

Teniendo en cuenta que el principal causante de daños a las estructuras de los pavimentos de las carreteras es el agua, ya sean superficiales o subterráneas, se debe impedir o controlar el contacto entre agua y pavimento, para lo cual se tendrá que diseñar un óptimo sistema de drenaje, el cual nos garantice la evacuación de las aguas que de una u otra manera llegan al pavimento.

El diseño del sistema de drenaje se desarrollo tomando en cuenta la hidrología y geomorfología de la zona, cuyos cálculos y parámetros nos permitirán diseñar la estructura que presente una mejor función hidráulica para la evacuación de las aguas, ya sea con drenaje transversal o longitudinal.

De acuerdo a la evaluación de las estructuras de drenaje existentes en el tramo en estudio, se verifica que presenta un sistema de drenaje insuficiente, por lo cual se tendrán que proyectar estructuras de drenaje de acuerdo a los cálculos hidráulicos, presentando así un óptimo sistema de drenaje haciendo posible que los pavimentos tengan mayor durabilidad y que alcancen su tiempo de vida útil para las cuales fueron diseñadas.

**LISTA DE CUADROS**

Cuadro N° 01 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas en la Zona de Estudio .....	15
Cuadro N° 02 Valores Críticos "D", Prueba Kolmogorov – Smimov .....	20
Cuadro N° 03 Periodo de Retorno - Estructuras de Drenaje.....	22
Cuadro N° 04 Coeficiente de Escorrentía .....	24
Cuadro N° 05 Influencia de la Precipitación Máxima en 24 Horas.....	25
Cuadro N° 06 Caudal de Diseño (Alcantarillas de Paso) - $T_R = 50$ Años .....	25
Cuadro N° 07 Datos de Ingreso al Modelo Hec – Hms .....	26
Cuadro N° 08 Caudal de Diseño (Alcantarillas de Paso) - $T_R = 50$ Años .....	27
CUADRO N° 09 Estación Hidrométrica.....	27
Cuadro N° 10 Caudales Máximos de Diseño.....	29
Cuadro N° 11 Características del Pontón Proyectado.....	31
Cuadro N° 12 Diámetros Representativos .....	32
Cuadro N° 13 Pendiente de los Tramos del Pontón.....	33
Cuadro N° 14 Determinación de la Micro Rugosidad del Cauce- Río Chillón ...	35
Cuadro N° 15 Factores de Corrección Propuesto por Cowan.....	36
Cuadro N° 16 Rugosidad (Ecuación de Cowan).....	37
Cuadro N° 17 Parámetros Empleados Para el Modelamiento del Pontón.....	38
Cuadro N° 18 Cara Aguas Arriba .....	42
Cuadro N° 19 Cara Aguas Abajo.....	42
Cuadro N° 20 Coeficientes de Transporte Usados en el Método de Laursen ..	44
Cuadro N° 21 Socavación General por Contracción (m).....	44
Cuadro N° 22 Socavación Local (m) .....	46
Cuadro N° 23 Socavación Potencial Total (m).....	46
Cuadro N° 24 Factor de corrección por contracción del cauce ( $\mu$ ).....	48
Cuadro N° 25 Profundidad de Socavación General ( $T_r=500$ años) .....	49
Cuadro N° 26 Resultados de la Simulación Hidráulica para Defensas Ribereñas .....	50
Cuadro N° 27 Alcantarillas Proyectadas .....	60
Cuadro N° 28 Determinación del Caudal de Diseño del Badén .....	61
Cuadro N° 29 Parámetros Hidráulicos del Badén.....	62
Cuadro N° 30 Dimensiones Finales del Badén.....	63
Cuadro N° 31 Ubicación de Pontón.....	63
Cuadro N° 32 Intensidad de Diseño para Cunetas.....	65

Cuadro N° 33 Parámetros para el Diseño de Cunetas .....	66
Cuadro N° 34 Capacidad de Cuneta para Diferentes Pendientes .....	66
Cuadro N°35 Valores recomendados para $F_i$ .....	70
Cuadro N°36 Valores recomendados para $F_R$ .....	70
Cuadro N° 37 Ubicación de Sub Drenes.....	72
Cuadro N° 38 Estructuras Tipo Caja Cuneta .....	72
Cuadro N° 39 Planilla de Metrados .....	73
Cuadro N° 40 Presupuesto del Proyecto .....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura N°1. Esquema en planta de la geometría del tramo Cushpa.....	38
Figura N°2. Sección transversal del Pontón Cushpa.....	39
Figura N°3. Secciones aguas arriba – Pontón Cushpa.....	40
Figura N°4. Secciones aguas abajo – Pontón Cushpa.....	40
Figura N°5. Perfil del flujo – Pontón Cushpa.....	41
Figura N°6. Vista isométrica – Pontón Cushpa.....	41
Figura N°7. Socavación por contracción para el Pontón Cushpa (Tr=100 años).....	44
Figura N°8. Socavación local en los estribos para el Pontón Cushpa (Tr=100 años).....	45
Figura N°09. Resultado del programa HCANALES.....	62

## LISTA DE SIGLAS

CN	: Soil Conservation Service
COFROPI	: Organismo de Formalización de la Propiedad Informal
HEC-HMS	: Hydrologic Modeling System
HEC-RAS	: Hydrologic Engineering Center's River Analysis System
HYFRAN	: Hydrologic Frequency Analysis
IGN	: Instituto Geográfica Nacional
MC	: Marco de Concreto Armado
NRCS	: Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos.
TMC	: Tubería Metálica Corrugada
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología

## **INTRODUCCIÓN**

El presente estudio contiene la evaluación hidráulica de las estructuras existentes de drenaje a lo largo del tramo Canta - Huayllay (Km 24 – Km 37), de la Carretera Lima – Canta – La Viuda – Unish. Además se identifican y analizan las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas y/o subcuencas que interceptan el tramo en estudio.

De la evaluación de estructuras existentes y cálculos hidrológicos para las diferentes quebradas y subcuencas se proyectarán las actividades de mantenimiento, reemplazo y proyección de nuevas estructuras de drenaje a fin de que se asegure la durabilidad del pavimento a lo largo de la vida útil del proyecto vial.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El tramo Canta – Huayllay de la Carretera Lima – Canta – La Viuda – Unish, pertenece a la Ruta N° 018 de la Red Vial Nacional y se extiende sobre los departamentos de Lima, Junín y Pasco, provincias de Canta, Yauli y Pasco entre 2,800 m.s.n.m. y 4,680 m.s.n.m.

Debido a la que la vía Canta - Huayllay es la nueva alternativa para disminuir en gran magnitud el tráfico de la carretera central, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha visto por conveniente rehabilitar y mejorar este tramo.

En vista que el estudio se desarrolla a nivel de “Rehabilitación y Mejoramiento”, se realizarán los trabajos necesarios para elevar el estándar de la carretera Lima – Canta – La Viuda – Unish, en su tramo Canta - Huayllay, mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría, y el sistema de drenaje existente, a fin de obtener una vía con mejores condiciones de transitabilidad, seguridad y estética, sin dejar de lado la economía del proyecto.

En el año 1998 el Proyecto Especial Rehabilitación Infraestructura de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), encargó a la Consultora ORTEGA Y CIA CLASS-LAGESA Ingenieros Consultores S.A, la realización del “Estudio de Factibilidad y de Impacto Ambiental para la Construcción de la Carreteras Callao – Lima – Canta – La Viuda – Unish”, habiéndose aprobado el estudio en mayo de 1999, mediante Resolución N° 198-99-MTC/15.02.PRT-PERT.

En el año 2004 el Proyecto Especial Rehabilitación Infraestructura de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), encargó a la Consultora ORTEGA Y CIA CLASS Consultores Latino Americanos Asociados S.C.R.L., la “Actualización del Estudio de Factibilidad de la Carretera Lima – Canta – La Viuda – Unish”. Fue aprobada el 24 de junio del 2005, mediante R.D. N° 513-2005-MTC/20 de Provías Nacional.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Siendo las vías terrestres un medio de comunicación de mucha importancia, es necesario que tengan un óptimo sistema de drenaje que permita controlar el impacto negativo que tienen las aguas sobre las carreteras, haciendo posible que los pavimentos tengan mayor durabilidad y que alcancen su tiempo de vida útil para las cuales fueron diseñadas.

## 1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO

### Objetivo general:

Diseñar el sistema de drenaje de la carretera Canta-Huayllay (km 24 – km 37) para asegurar la durabilidad del pavimento.

### Objetivos específicos:

- Evaluar las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas y/o subcuencas que interceptan la vía proyectada.
- Proponer las diversas obras de drenaje que requieran ser proyectadas de acuerdo a la evaluación hidrológica e hidrodinámica del área en estudio.
- Aplicar a la carretera Canta – Huayllay (km 24 – km 37)

## **CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE**

### **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO**

#### **2.1.1 Hidrografía**

La carretera motivo del presente estudio se desarrolla en el departamento de Lima, dentro de la cuenca del Río Chillón perteneciente a la vertiente del Pacífico.

La cuenca del Río Chillón, se encuentra ubicada en la costa central del País, entre las coordenadas geográficas 11°20' y 12°15' de latitud sur y 76°24' y 77°10' de longitud oeste, limitando por el norte con la cuenca de río Chancay, por el sur con la cuenca del río Rímac, por el este con la cuenca del río Mantaro, y por el oeste con el litoral peruano, formando parte del departamento de Lima, abarcando una extensión de 2,303 Km<sup>2</sup>.

El río Chillón tiene sus nacientes en las inmediaciones del flanco occidental de la cordillera la Viuda, en las lagunas Pucracocha, Aguascocha y Chuchón, aproximadamente en la cota 4,600 msnm y discurre con rumbo generalizado de NE – SO; sus afluentes más importantes son los ríos Yamacoto, Huancho, Ucaña y Quisquichaca.

El relieve de la cuenca del río Chillón presenta el aspecto típico de la mayoría de las cuencas de la costa, de forma alargada, fondo profundo y pendiente pronunciada, aguas arriba de la cuenca media la fisiografía se presenta escarpada y abrupta, cortada frecuentemente por quebradas profundas.

#### **2.1.2 Clima y Precipitación**

El clima de la zona varía con la altitud, en vista de que el tramo en estudio se desarrolla entre los 3760 m.s.n.m. y 4450 m.s.n.m. se identifican los siguientes tipos de climas:

##### **Clima ligeramente húmedo y semi frío.**

Se presenta entre las altitudes de 3,600 m.s.n.m. y 3,900 m.s.n.m., la precipitación media anual varía entre 600 mm. a 700 mm., la temperatura promedio anual oscila entre los 7 °C y 9 °C.

### **Clima moderadamente húmedo y frío.**

Se presenta entre las altitudes de 3,900 m.s.n.m. y 4,300 m.s.n.m., la precipitación media anual varía entre 700 mm. a 900 mm., la temperatura promedio anual oscila entre los 5 °C y 7 °C.

### **Clima húmedo y frío.**

Se presenta entre las altitudes de 4,300 m.s.n.m. y 4,600 m.s.n.m., la precipitación media anual varía entre 900 mm a 1,000 mm., la temperatura promedio anual oscila entre los 3 °C y 5 °C.

## **2.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO**

### **2.2.1 Información Cartográfica**

La información cartográfica disponible en la zona del estudio para el reconocimiento de las cuencas que interceptan y/o inciden en la vía, fue obtenida del Instituto Geográfico Nacional – IGN y del Organismo de Formalización de la Propiedad Informal – COFOPRI.

Las cartas obtenidas del IGN a escala 1/100,000 y con sistema de coordenadas UTM referidas al Datum WGS 84 son:

- Cuadrángulo de Canta (Hoja 23 J)
- Cuadrángulo de Ondores (Hoja 23 K)

Las cartas obtenidas de COFOPRI a escala 1/25,000 y con sistema de coordenadas UTM referidas al Datum PSAD 56 son:

- Cuadrángulo de Canta (Hoja 23-J-II-SE)
- Cuadrángulo San Buenaventura (Hoja 23-J-II-SO)

### **2.2.2 Información Pluviométrica**

La información pluviométrica se obtuvo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, el parámetro necesario para el cálculo de caudales es la precipitación máxima por mes durante 24 horas.

El cuadro N° 01 indica las Estaciones Meteorológicas que miden la Precipitación Máxima en 24 horas (mm) que tienen influencia sobre el área en estudio.

**Cuadro N° 01**  
**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas en la Zona de Estudio**

Nombre de la Estación	Tipo	Entidad Operadora	Ubicación		Altitud	Prov.	Dpto.	Periodo de Registro
			Latitud	Longitud	msnm			
Pariacancha	PLU	Senamhi	11°23' S	76°30' W	3800	Canta	Lima	1989 - 2008
Yantac	PLU	Senamhi	11°20' S	76°24' W	4600	Yauli	Junín	1989 - 2008

Fuente: Senamhi

Ver en Anexo 01-1 (*Serie Histórica Precipitación Máxima 24 Horas*): Los cuadros N° 01, y 02, los cuales muestran la información histórica por mes de la Precipitación Máxima en 24 horas (mm) registrada por cada estación.

### 2.2,3 Hidrología Estadística

El análisis de frecuencias referido a precipitaciones máximas diarias, tiene la finalidad de estimar precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos, cuya estimación de parámetros se ha realizado mediante el Método de Momentos.

Los métodos probabilísticos que mejor se ajustan a valores extremos máximos, utilizados en la formulación del presente Estudio son:

- Distribución Log Normal
- Distribución Valor Extremo Tipo I o Ley de Gumbel
- Distribución Log – Pearson Tipo III

## Distribución Log\_normal

La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{X})^2}{2S^2}\right)} dx \quad (1)$$

Donde  $\bar{X}$  y  $S$  son los parámetros de la distribución.

Si la variable  $x$  de la ecuación (1) se reemplaza por una función  $y = f(x)$ , tal que  $y = \log(x)$ , la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal,  $N(Y, S_y)$ . Los valores originales de la variable aleatoria  $x$ , deben ser transformados a,  $y = \log x$ , de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad (2)$$

Donde  $\bar{Y}$  es la media de los datos de la muestra transformada.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Donde  $S_y$  es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$Cs = a/S^3 y \quad (4)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3 \quad (5)$$

Donde  $Cs$  es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999).

- En el Anexo 01-2 (*Análisis de Frecuencia*), los cuadros N° 01 al N° 04, presentan el análisis para la distribución Log Normal de las estaciones Pariacancha y Yantac con sus correspondientes precipitaciones máximas en 24 horas para períodos de retomo de 10, 20, 50 y 100 años.

## Distribución Gumbel

La distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad (6)$$

Siendo:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma} \quad (7)$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma \quad (8)$$

Donde:

$\alpha$  : Parámetro de concentración.

$\beta$  : Parámetro de localización.

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x \quad (9)$$

Donde:

$x$  : Valor con una probabilidad dada.

$\bar{x}$  : Media de la serie.

$k$  : Factor de frecuencia.

- En el Anexo 01-2 (*Análisis de Frecuencia*), los cuadros N° 05 al N° 08, presentan el análisis para la distribución Gumbel de las estaciones Pariacancha y Yantac con sus correspondientes precipitaciones máximas en 24 horas para períodos de retomo de 10, 20, 50 y 100 años.

### Distribución Log Pearson Tipo III

Esta distribución es una de las series derivadas por Pearson. La función de distribución de probabilidades es:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \int e^{-\frac{(\ln x - \delta)}{\alpha}} \frac{(\ln x - \delta)^{\beta-1}}{\alpha} dx \quad (10)$$

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones adicionales:

$$\mu = \alpha\beta + \delta \quad (11)$$

$$\sigma^2 = \alpha^2\beta \quad (12)$$

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}} \quad (13)$$

Siendo  $\gamma$  el sesgo.

- En el Anexo 01-2 (*Análisis de Frecuencia*), los cuadros N° 09 al N° 12, presentan el análisis para la distribución Log Pearson III de las estaciones Pariacancha, y Yantac con sus correspondientes precipitaciones máximas en 24 horas para períodos de retomo de 10, 20, 50 y 100 años.

### Pruebas de bondad del Ajuste

En la teoría estadística, las pruebas de bondad del ajuste más conocidas son la  $\chi^2$  y la Kolmogorov – Smimov. A continuación se describen brevemente.

#### a) PRUEBA $\chi^2$

Esta prueba fue propuesta por Karl Pearson en 1900. Para aplicar la prueba, el primer paso es dividir los datos en un número k de intervalos de clase.

Luego se calcula el parámetro estadístico:

$$D = \sum_{i=1}^k (\theta_i - \varepsilon_i)^2 / \varepsilon_i \quad (14)$$

Donde

$\theta_i$  es el número observado de eventos en el intervalo  $i$  y  $\varepsilon_i$  es el número esperado de eventos en el mismo intervalo.

$\varepsilon_i$  se calcula como:

$$\varepsilon_i = n[F(S_i) - F(I_i)] \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (15)$$

Asimismo;  $F(S_i)$  es la función de distribución de probabilidad en el límite superior del intervalo  $i$ ,  $F(I_i)$  es la misma función en el límite inferior y  $n$  es el número de eventos.

Una vez calculado el parámetro  $D$  para cada función de distribución considerada, se determina el valor de una variable aleatoria con distribución  $\chi^2$  para  $v = k-1-m$  grados de libertad y un nivel de significancia  $\alpha$ , donde  $m$  es el número de parámetros estimados a partir de los datos.

Para aceptar una función de distribución dada, se debe cumplir:

$$D \leq \chi^2_{1-\alpha, k-1-m} \quad (16)$$

El valor de  $\chi^2_{1-\alpha, k-1-m}$  se obtiene de tablas de la función de distribución  $\chi^2$ .

Cabe mencionar que la prueba del  $\chi^2$ , desde un punto de vista matemático solo debería usarse para comprobar la normalidad de las funciones normal y Log normal.

## b) PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia  $D$  entre la función de distribución de probabilidad observada  $F_o(x_m)$  y la estimada  $F(x_m)$ :

$$D = \max / F_o(x_m) - F(x_m) / \quad (17)$$

Con un valor crítico D que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (Cuadro N° 02). Si  $D < d$ , se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de  $X^2$  de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_o(x_m) = 1 - m / (n+1) \quad (18)$$

Donde m es el número de orden de dato  $x_m$  en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos.

**Cuadro N° 02**  
**Valores Críticos "D", Prueba Kolmogorov – Smirnov**

Tamaño de la Muestra	$\alpha \equiv 0.10$	$\alpha \equiv 0.05$	$\alpha \equiv 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
30	0.22	0.24	0.29
35	0.2	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: Fundamentos de hidrología de Superficie. Aparicio, 1996

- Luego de realizar las pruebas de ajuste para los tres tipos de distribuciones de la estación PARIACANCHA.

Los resultados son:

Distribución Log Normal	:	$\Delta_{\text{máx.}} = 0.1204$
Distribución Gumbel	:	$\Delta_{\text{máx.}} = 0.0841$
Distribución Log Pearson Tipo III	:	$\Delta_{\text{máx.}} = 0.1234$

El análisis de la prueba de ajuste según Kolmogorov - Smirnov para la Estación Pluviométrica Pariacancha se muestran en el Anexo 01-3 (*Prueba Kolmogorov – Smimov*), en los Cuadros N° 01, 02 y 03.

De acuerdo a los valores críticos indicados en el Cuadro N° 02 (nivel de significancia 0.05, n=20)  $\Delta_{\text{Tabular}} = 0.29$

$$0.0841 < 0.1204 < 0.1234 < 0.29$$

$$\Delta_{\text{máx.}} < \Delta_{\text{Tab.}}$$

De lo anterior se puede concluir que puede considerarse cualquiera de las 03 distribuciones debido a que todas presentan márgenes de error menores a lo permitido para una confiabilidad del 95%. Sin embargo, para la estación de Pariacancha se considerará la distribución Gumbel por tener el menor

$$\Delta_{\text{máx.}} = 0.0841.$$

- Luego de realizar las pruebas de ajuste para los tres tipos de distribuciones de la estación YANTAC.

Los resultados son:

Distribución Log Normal	:	$\Delta_{\text{máx.}} = 0.1247$
Distribución Gumbel	:	$\Delta_{\text{máx.}} = 0.0997$
Distribución Log Pearson Tipo III	:	$\Delta_{\text{máx.}} = 0.1228$

El análisis de la prueba de ajuste según Kolmogorov - Smirnov para la Estación Pluviométrica Yantac se muestra en el Anexo 01-3 (*Prueba Kolmogorov – Smimov*), en los Cuadros N° 04, 05 y 06.

De acuerdo a los valores críticos indicados en el Cuadro N° 02 (nivel de significancia 0.05, n=20)  $\Delta_{\text{Tabular}} = 0.29$

$$0.0997 < 0.1228 < 0.1247 < 0.29$$

$$\Delta_{\text{máx.}} < \Delta_{\text{Tab.}}$$

De lo anterior se puede concluir que puede considerarse cualquiera de las 03 distribuciones debido a que todas presentan márgenes de error menores a lo permitido para una confiabilidad del 95%. Sin embargo, para la estación de Yantac se considerará la distribución Gumbel por tener el menor

$$\Delta_{\text{máx.}} = 0.0997.$$

### Periodo de retorno en estructuras de drenaje

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado por lo menos una vez se le llama Período de Retorno.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito recomienda adoptar periodos de retorno no inferiores a 10 años para las cunetas y para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso, el periodo de retorno aconsejable es de 50 años.

En el cuadro N° 03 se indican los valores de Periodo de Retorno a ser considerados para el cálculo de caudales y diseño de estructuras de drenaje.

**Cuadro N° 03**  
**Periodo de Retorno - Estructuras de Drenaje**

Descripción	Periodo de Retorno
Pontones	100 años
Alcantarillas de paso y badenes	50 años
Cunetas y alcantarillas de alivio	10 años

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. MTC (2006)

## 2.3 SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS

En el tramo vial estudiado, se han identificado subcuencas que interceptan su alineamiento y donde actualmente existen obras de cruce provisionales que permiten salvar sus cauces. La extensión de las subcuencas hidrográficas y sus parámetros morfométricos, al igual que la ubicación de las mismas se muestra en el plano de Subcuencas Hidrológicas.

## 2.4 CAUDAL DE DISEÑO

El método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Por su naturaleza representan casos especiales la presencia de lagos, embalses y zonas inundables que retengan o desvíen la escorrentía.

Cuando las cuencas son pequeñas, se considera pertinente el método de la fórmula racional y/o de alguna otra metodología apropiada para la determinación del caudal de diseño. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas. El tiempo de recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca (o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación), se puede deducir por la fórmula:

$$T = 0.3 (L/J^{1/4})^{3/4} \quad (19)$$

Siendo:

T = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal en km.

J = Pendiente media

### 2.4.1 Método Racional

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0,278 CIA \quad (20)$$

Donde:

- Q : Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
 C : Coeficiente de escorrentía (Ver Cuadro N° 04)  
 I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)  
 A : Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

**Cuadro N° 04**  
**Coeficiente de Escorrentía**

Cobertura Vegetal	Tipo de Suelo	Pendiente del Terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Depreciable
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Fundamentos de hidrología de Superficie. Aparicio, 1996

El valor del coeficiente de escorrentía se ha establecido de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera. En virtud a ello, los coeficientes de escorrentía variarán según dichas características.

La intensidad o altura de lluvia por hora se ha estimado mediante la fórmula de Yance Tueros ampliamente utilizado en el medio, la cual está dada por:

$$I_{hora} = C_1 (P_{máx} 24horas)^n \quad (21)$$

Donde:

$$C_1 = 0,4602$$

$$n = 0,875$$

En el Cuadro N°05 se muestran los resultados de la aplicación del polígono de Thiessen para obtener las áreas de influencia, mediante progresivas, de la precipitación máxima en 24 horas (P24).

**Cuadro N° 05**  
**Influencia de la Precipitación Máxima en 24 Horas**

Km	Estación	Distribución de probabilidad	Tr (años)	P24 (mm)	I (mm/hr)
24+000 - 36+000	Pariacancha	Gumbel	50	38.728	11.284
36+000 - 37+000	Yantac	Gumbel	50	45.262	12.933

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro N° 06 se muestran los caudales de diseño para todas las subcuencas calculados por el método racional. Esta información sirve como base para el diseño de las alcantarillas de cruce correspondiente.

**Cuadro N° 06**  
**Caudal de Diseño (Alcantarillas de Paso) -  $T_R = 50$  Años**

Descripción			C	P24 (mm)	I (mm/hr)	Área (Km <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
KM	N°	Nombre					
25+196	1	Quebrada Conyañac	0.25	38.728	11.284	1.411	1.11
27+910	3	s/n	0.25	38.728	11.284	1.85	1.45
36+193	5	Laguna Chuchón	0.35	45.262	12.933	3.76	2.00
36+784	6	s/n	0.25	45.262	12.933	1.45	1.3

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4.2 Método del Hidrograma Unitario

Para la determinación de descargas máximas en las cuencas mayores, donde aparecen efectos de difusión, que atenúan el caudal pico, se aplicó:

### El Método del Hidrograma Unitario

Este método se usó para cuencas con tiempo de concentración mayor a 6 minutos, el cálculo se efectuó usando el Software HEC – HMS Hydrologic Modeling System Version 3.0.0, del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos donde se utilizó las siguientes opciones:

- Determinación de la infiltración usando el método de la Curva Número (CN) del Soil Conservation Service, NRCS (Servicio de Conservación Recursos Naturales de los Estados Unidos, ex SCS). Este método conceptual establece que la cuenca tiene una determinada capacidad de almacenamiento de lluvia acumulada. El número de curva, CN, describe la capacidad de infiltración del suelo en base al tipo hidrológico de suelo y el tipo de cobertura vegetal.
- Para hallar la distribución de la precipitación en el tiempo y por ende, las intensidades, se empleó una distribución Tipo I del Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de Los Estados Unidos. La selección de estas distribuciones depende de la ubicación de las subcuencas y hacia donde escurran sus aguas, en este caso hacia el Océano Pacífico.

En el cuadro N° 07 se muestra un resumen de los datos ingresados al programa HEC – HMS (Área, tiempo de retardo y precipitación máxima en 24 horas).

**Cuadro N° 07**  
**Datos de Ingreso al Modelo Hec – Hms**

Descripción			Área (Km <sup>2</sup> )	L (Km)	S (m/m)	Tc (min)	T lag (min)	P24 (mm)	CN
Km	N°	Nombre							
26+395	2	Quebrada Huanchu	8.699	6.03	16.48	31.78	19.07	38.73	73
31+973	4	Quebrada Usur	10.345	4.54	17.89	24.76	14.86	38.73	73

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, en el cuadro N° 08 se muestran los resultados de cálculo de caudales obtenidos en el programa HEC-HMS.

Ver Anexo 01-4 (*Salidas Hec-Hms : Caudales de Diseño de Quebradas*)

**Cuadro N° 08**  
**Caudal de Diseño (Alcantarillas de Paso) -  $T_R = 50$  Años**

Km	N°	Nombre	P24 (mm)	Área (Km <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
26+395	2	Quebrada Huanchu	38.728	8.699	3.1
31+973	4	Quebrada Usur	38.728	10.345	4.2

Fuente: Elaboración Propia

## 2.5 ANÁLISIS HIDROMÉTRICO DEL RÍO CHILLÓN

### 2.5.1 Análisis de la Información Hidrométrica

La información hidrométrica empleada representa una importante información por la cercanía de la estación al área de estudio. Del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se seleccionó la correspondiente a la estación Obrajillo por su proximidad al área del estudio y la extensión de sus registros; en el CUADRO N° 09 se muestran las características de la estación hidrométrica seleccionada para el análisis de caudales máximos.

**CUADRO N° 09**  
**Estación Hidrométrica**

Estación	Ubicación		Altitud (msnm)	Distrito	Registro
	Latitud (S)	Longitud (W)			
Obrajillo	11° 20'	76° 38'	2700	Canta	1979-2007

Fuente: Senamhi

Los registros históricos de los caudales máximos mensuales utilizadas en el presente estudio se muestran en ANEXO 02-1 (*Registro Histórico de Caudales Máximos Mensuales*) en el cuadro 01.

La sección de control para la estación muestra que la margen derecha como izquierda presentan una composición rocosa similar formada por material arcilloso con intercalaciones de cantos rodados, cuenta además con una vegetación propia de su altitud; el cauce del río presenta una forma bastante regular de “U” alargada, el cual contiene cantos rodados con relleno de material suelto arenoso – gravoso. Su “thalweg” se ubica hacia su margen izquierda, sus taludes en ambas márgenes son moderadas. La hidráulica de la sección es bastante uniforme, con características de flujo crítico, ofreciendo moderadas velocidades lo que permite un mejor manejo hidráulico.

La estación hidrométrica cuenta con una infraestructura hidrométrica compuesta por un limnómetro de 2 m en su margen derecha, por otro lado en la margen izquierda, presenta un limnógrafo operativo, además cuenta con dispositivos necesarios para el aforo por suspensión conformado por un cable de 18 mm de diámetro del cual se suspende un carro huaro que tiene sus torres ancladas en concreto.

### **2.5.2 Análisis de Frecuencia y Pruebas de Ajuste**

La metodología consiste en determinar los caudales máximos anuales y ajustarlo a una distribución de probabilidad que cumpla con las pruebas de ajuste de Chi-cuadrado y Kolgomorov-Smirnov. Esta distribución nos permitirá conocer los caudales de avenida para 50, 100 y 500 años.

Para la determinación de las distribuciones de probabilidad se empleó el modelo HYFRAN (Hydrologic Frequency Analysis). El modelo HYFRAN ha sido desarrollado en el Instituto Nacional de Investigación Científica – Agua, Tierra y Medioambiente (INRS-ETE) de la Universidad de Québec con el patrocinio de Hydro-Québec.

HYFRAN es un software que permite ajustar datos a leyes estadísticas incluyendo un juego de instrumentos matemáticos, poderosos, accesibles y flexibles que permiten en particular el análisis estadístico de eventos extremos y de manera más general el análisis estadístico de serie de datos.

Para la selección de la función de mejor ajuste se tomó en cuenta dos criterios, el primero es el análisis gráfico, que consiste en seleccionar la función de

distribución o distribución de probabilidad de los datos medidos cuyo conjunto de puntos presente la menor dispersión a la curva teórica; y el segundo criterio consiste en hallar el menor valor expresado en porcentaje de desviación estándar para las funciones teóricas ensayadas.

El análisis de frecuencia se muestra ANEXO 02-2 (*Análisis de Frecuencia Empleando el Modelo Hyfran*), en los cuadros del 01 al 04.

### 2.5.3 Caudales de Avenida

De los resultados del ajuste probabilístico de la información analizada, se encontró que la distribución Log Pearson Tipo III, presenta el mejor ajuste gráfico a los valores observados, los valores obtenidos para los tiempos de retorno de 50, 100, y 500 años se muestran en Cuadro N° 10.

Cuadro N° 10  
Caudales Máximos de Diseño

Estación	Función de Probabilidad	Tiempo de Retorno (años)		
		50	100	500
Obrajillo	Log Pearson Tipo III	39.2	43.7	47.2

Fuente: Elaboración Propia

## 2.6. OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

El sistema de drenaje existente de la carretera en estudio está constituido principalmente por obras de drenaje superficial tipo pontón, alcantarillas y cunetas laterales de tierra.

### 2.6.1 Cunetas

El reconocimiento en campo permitió constatar la existencia de cunetas de tierra a lo largo de la carretera.

En gran parte de la carretera las cunetas de tierra se encuentran obstruidas debido principalmente a dos factores; en primer lugar a que recorren grandes distancias ocasionando procesos de erosión de sus cauces dada su elevada pendiente longitudinal y su posterior sedimentación debido a cambios bruscos de pendiente, como segundo factor se tiene la presencia de vegetación afectando el buen funcionamiento de la cuneta.

### **2.6.2 Alcantarillas**

Se encontrado 6 alcantarillas constituidas por piedras acomodadas y material de afirmado que forman parte de sus tableros, mientras que sus estribos están conformados generalmente de piedra acomodada y en algunos casos de mampostería de piedra.

### **2.6.3 Pontón**

Se ha identificado la presencia de 01 pontón de material de madera y piedra colocada. El estado y funcionamiento del pontón a través del río Chillón es regular, no habiéndose registrado fallas a la fecha. Sin embargo el ancho del tablero es insuficiente para una carretera de 2 carriles, tal como lo propone el trazo proyectado.

De la misma manera, se ha realizado una caracterización de las quebradas principales encontradas en el tramo en estudio, donde se muestran los principales criterios para la proyección de la obra de drenaje transversal.

La identificación e interpretación de posibles problemas de drenaje se muestra en el Anexo 03, mediante fichas técnicas de evaluación para cada caso.

## **2.7 DISEÑO HIDRÁULICO DEL PONTÓN**

En esta sección se describe el estudio de hidráulica fluvial realizada en el río Chillón. El ámbito específico de la investigación se circunscribe a las inmediaciones del Pontón Cushpa (cruce de carretera con el río Chillón),

emplazado sobre el río del mismo nombre, siendo el propósito evaluar el comportamiento hidráulico del pontón proyectado, así como las márgenes y el cauce de la corriente, ante las solicitaciones de los caudales máximos de avenidas en el río.

### 2.7.1 Área de Investigación

Para el caso del estudio hidráulico, la longitud del cauce investigado se extiende aproximadamente 350 m aguas arriba y 300 m aguas abajo del eje del pontón, haciendo un total de 650 m.

En el Cuadro N°11 se muestra la ubicación del pontón analizado, donde la longitud perpendicular ( $L_p$ ) corresponde a la proyección de la luz interna entre extremos de estribos, al eje del río. La longitud para el pontón proyectado es de 9.8 m considerado como distancia entre ejes de estribos.

**Cuadro N° 11**  
**Características del Pontón Proyectado**

Km	Nombre Pontón	$L_p$ (m)	Río	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)
24+375	Cushpa	8.71	Chillón	43.7

Fuente: Elaboración Propia

### 2.7.2 Información Utilizada

#### Caudal de Diseño

De acuerdo al estudio hidrológico, teniendo como base el análisis de frecuencia de caudales para un tiempo de retorno de 100 años se determinó un caudal de diseño de 43.7 m<sup>3</sup>/s.

#### Granulometría

La información granulométrica fue obtenida a partir de las muestra recolectada en el tramo de río, donde estará ubicado el Pontón Cushpa.

En la zona del pontón se obtuvieron muestras eligiéndose adecuadamente alineamientos longitudinales en el sentido de la corriente ubicadas hacia las márgenes izquierda y derecha y en el centro del cauce.

Con el material de lecho del río se efectuaron las curvas granulométricas para el pontón con el propósito de efectuar una estimación regional y no puntual de la microrugosidad del cauce.

Las curvas granulométricas se muestran en el ANEXO 04-1 (*Ensayo Granulométrico – Pontón Cushpa*).

A partir de la curva granulométrica generada de las muestras extraídas se han obtenido los diámetros representativos,  $D_m$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{65}$ ,  $D_{75}$  y  $D_{90}$ , los cuáles servirán para determinar la rugosidad del cauce. El Cuadro N°12 se presenta en resumen los valores de los diámetros representativos.

**Cuadro N° 12**  
**Diámetros Representativos**

Nombre	$D_{50}$ (mm)	$D_{65}$ (mm)	$D_{75}$ (mm)	$D_{90}$ (mm)	$D_m$ (mm)
Cushpa	20	28	35	47	25

Fuente: Elaboración Propia

### **Topografía y Batimetría**

La información utilizada procede de los trabajos de campo, buscando la mejor representatividad del terreno y del cauce de la zona estudiada en función de la cantidad de puntos tomados.

A partir de los trabajos de topografía y batimetría efectuadas se generaron secciones transversales, las cuáles son utilizadas en el modelamiento hidráulico.

### 2.7.3 Características Hidráulicas del Río Chillón en el Tramo en Estudio

#### Tipo de Cauce

El cauce del río Chillón a lo largo del tramo de carretera Canta-Huayllay es típico de los ríos de la Costa, con pendiente promedio en el tramo de 5%, presentando áreas con potencial de inundación durante épocas de crecidas.

La zona del pontón se ubica en un tramo ligeramente sinuoso, condicionado por las formaciones rocosas que lo limitan.

Es de especial interés observar que el “thalweg” condiciona la dirección principal de la corriente, y cuya acción sobre la margen izquierda o derecha determinará la zona de incidencia de los efectos de la erosión lateral que atenta contra la estabilidad de la estructura del pontón.

#### Características geométricas de la sección transversal

En correspondencia a las características geológicas del material del cauce y la dinámica de la corriente hídrica, las secciones transversales en el cauce tienen la típica sección en “V”, característica de una geología joven. Los detalles de estas secciones transversales se muestran en los respectivos planos de topografía, los cuáles sirven como información para el modelamiento hidráulico.

#### Pendiente longitudinal

En el cuadro N°13 se muestra siguiendo el desarrollo de la batimetría del fondo del cauce, para el tramo investigado, la pendiente promedio y las pendientes aguas arriba y aguas abajo del tramo.

Cuadro N° 13  
Pendiente de los Tramos del Pontón

Nombre Pontón	Longitud (m)	Pendiente promedio del tramo (m/m)	Pendiente aguas arriba (m/m)	Pendiente aguas abajo (m/m)
Cushpa	650	0.056	0.032	0.084

Fuente: Elaboración Propia

## Material del cauce

Teniendo como base las muestras de material de cauce recogidas en el lecho del río se identifica un lecho de material coluvial.

## Coefficiente de rugosidad

Para los cálculos de los tirantes de flujo y de las velocidades medias se determinó la rugosidad del cauce, el cual comprende la rugosidad asociada a la partícula o micro rugosidad y la macro rugosidad correspondiente al acomodo del material del lecho del cauce.

La micro rugosidad se cuantifica con el coeficiente de Manning (n) a partir de los diámetros representativos del material del cauce, ensayándose diferentes formulaciones para su estimación, entre ellas las siguientes:

### Strickler :

$$n = 0.042D_m^{\frac{1}{6}}$$

$D_m$ : Diámetro medio.  $D_m=1.25 D_{50}$

### Raudkivi:

$$n = 0.013D_{65}^{\frac{1}{6}}$$

$D_{65}$ : Diámetro 65% (mm)

### Garde y Raju:

$$n = 0.039D_{50}^{\frac{1}{6}}$$

$D_{50}$  : Diámetro 50% (pies)

### Subramanya

$$n = 0.047D_{50}^{\frac{1}{6}}$$

$D_{50}$  : Diámetro 50% (m)

**Meyer-Peter**

$$n = 0.038 D_{90}^{\frac{1}{6}}$$

$D_{90}$  : Diámetro 90% (m)

En el Cuadro N°14 se presentan los valores de micro rugosidad promedios para el tramo analizado aplicando las formulas anteriores.

**Cuadro N°14**  
**Determinación de la Micro Rugosidad del Cauce- Río Chillón**

Pontón Tramo 650 m	Diámetros Característicos					n0					
	D <sub>60</sub> (mm)	D <sub>65</sub> (mm)	D <sub>75</sub> (mm)	D <sub>90</sub> (mm)	D <sub>m</sub> (mm)	Strickler	Raudkivi	Garde y Raju	Subra manya	Meyer -Peter	Promedio
Cuchpa	20	28	35	47	25	0.023	0.023	0.025	0.024	0.023	0.024

Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow, 1982.

Para determinar el valor de la macro rugosidad del cauce se aplica la fórmula de Cowan (1956). Plantea para el cálculo del coeficiente "n", la aplicación de cinco correcciones sobre el valor básico, n0, en la forma siguiente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

Donde:

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

n<sub>0</sub>: Valor básico de rugosidad (micro rugosidad)

n<sub>1</sub>: Corrección por efecto de irregularidades

n<sub>2</sub>: Corrección por variaciones en forma y tamaño de las secciones

n<sub>3</sub>: Corrección por obstrucciones

$n_4$ : Corrección por vegetación y condiciones de flujo

$m_5$ : Factor de corrección por meandros.

El cuadro N°15 se muestra los valores propuestos por Cowan en su metodología.

**Cuadro N° 15**  
**Factores de Corrección Propuesto por Cowan**

Condición de canal			Valores
Material	Tierra	n0	0.02
	Rocas cortada		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Irregularidad	Liso	n1	0
	Menor		0.005
	Moderado		0.01
	Severo		0.02
Variación de sección transversal	Gradual	n2	0
	Variación ocasional		0.005
	Variación frecuente		0.010 - 0.015
Obstrucciones	Despreciable	n3	0
	Menor		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
Vegetación	Baja	n4	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Grande		0.025 - 0.050
	Muy Grande		0.050 - 0.100
Cantidad de meandros	Menor	m5	1
	Apreciable		1.15
	Severo		1.3

Fuente: Hidráulica de Tuberías y Canales. Arturo Rocha 1998.

En el Cuadro N°16, se presentan estos valores con el resultado del coeficiente de Manning para la macro rugosidad del cauce del tramo analizado, con el cual se modelara hidráulicamente el tramo del pontón.

**Cuadro N° 16**  
**Rugosidad (Ecuación de Cowan)**

Tramo Pontón	$n_0$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$	$m_5$	$n$
Cushpa	<b>0.024</b>	0.01	0.005	0.03	0.005	1	<b>0.074</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.7.4 Modelamiento Hidráulico

El modelamiento hidráulico del tramo en estudio se realizó empleando el programa HEC-RAS versión 4.0 (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) que se fundamenta en la teoría hidráulica de canales abiertos.

En la aplicación numérica al pontón, se efectuó el modelamiento según la hidráulica de puentes descrito en el manual del usuario del HEC-RAS, donde se toma en cuenta los datos geométricos del pontón, longitudes de expansión y contracción, áreas inefectivas, y estribos.

#### Datos de Entrada

Los datos de entrada corresponden a las condiciones geométricas del cauce obtenidas de la topografía y batimetría, así como la geometría del pontón y la rugosidad del cauce.

En la siguiente figura, se muestra el modelamiento geométrico en planta y la ubicación de las secciones transversales distanciados entre 5 y 20 m. La convención del programa HEC-RAS para la designación de la numeración de cada sección es en orden decreciente desde aguas arriba hacia aguas abajo. De la misma manera se muestra la ubicación del pontón en planta.

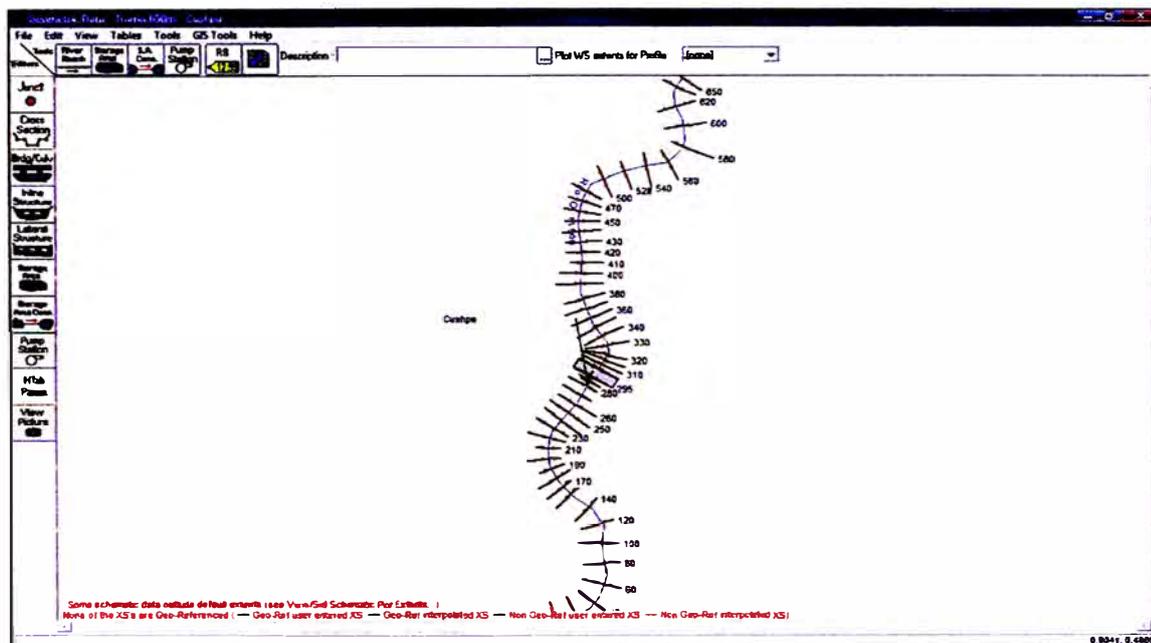


Figura N°1. Esquema en planta de la geometría del tramo Cushpa

En el Cuadro N°17 se muestran los parámetros empleados para el modelamiento del pontón y sus coeficientes respectivos.

Cuadro N° 17  
Parámetros Empleados Para el Modelamiento del Pontón

Tramo Pontón	CSR (msnm)	e (m)	Ancho (m)	Lp (m)	Lobs (m)	ER	CR
Cushpa	3774.68	0.45	9	8.71	15.34	1.65	0.45

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

CSR = Cota de subrasante de la carretera

e = Espesor de la losa del pontón

Lp = Longitud proyectada del pontón perpendicularmente a la dirección del flujo

Lobs = Longitud contraída mayor entre por los estribos derecho e izquierdo

ER = Coeficiente de expansión

CR = Coeficiente de contracción

En la siguiente figura, se muestra la sección transversal del pontón y la configuración de sus estribos.

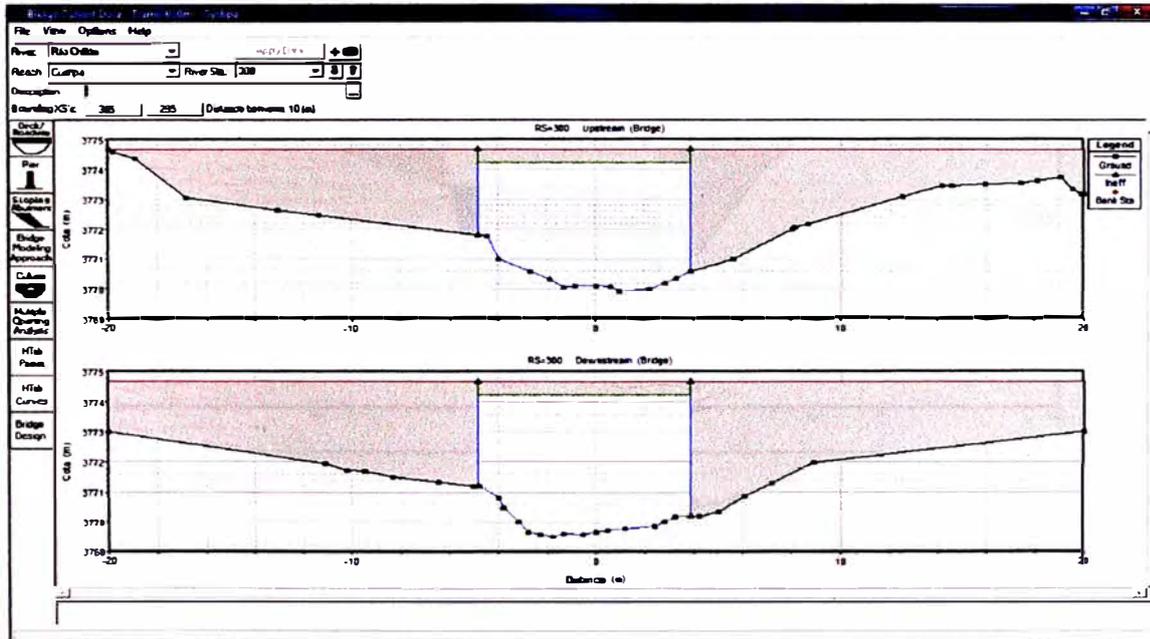


Figura N°2. Sección transversal del Pontón Cushpa

### Análisis e Interpretación de Resultados

Los resultados de los cálculos se presentan tanto en figuras y cuadros en los formatos de salida del programa HEC-RAS.

Los resultados del modelamiento hidráulico se presentan en el Anexo 04-2 (*Modelamiento Hidráulico-Resultados de Hec-Ras*), donde se muestra la progresiva, nombre de la sección, caudal total, cota mínima de fondo de canal, elevación normal, cota y pendiente de la línea de energía, velocidad promedio, área hidráulica, ancho superficial y número de Froude.

### Pontón Cushpa.

En las secciones de interés se determinaron niveles, tirantes y velocidades, con el objeto de obtener la luz y nivel inferior de la losa del puente, además otros parámetros necesarios para la evaluación de la socavación.

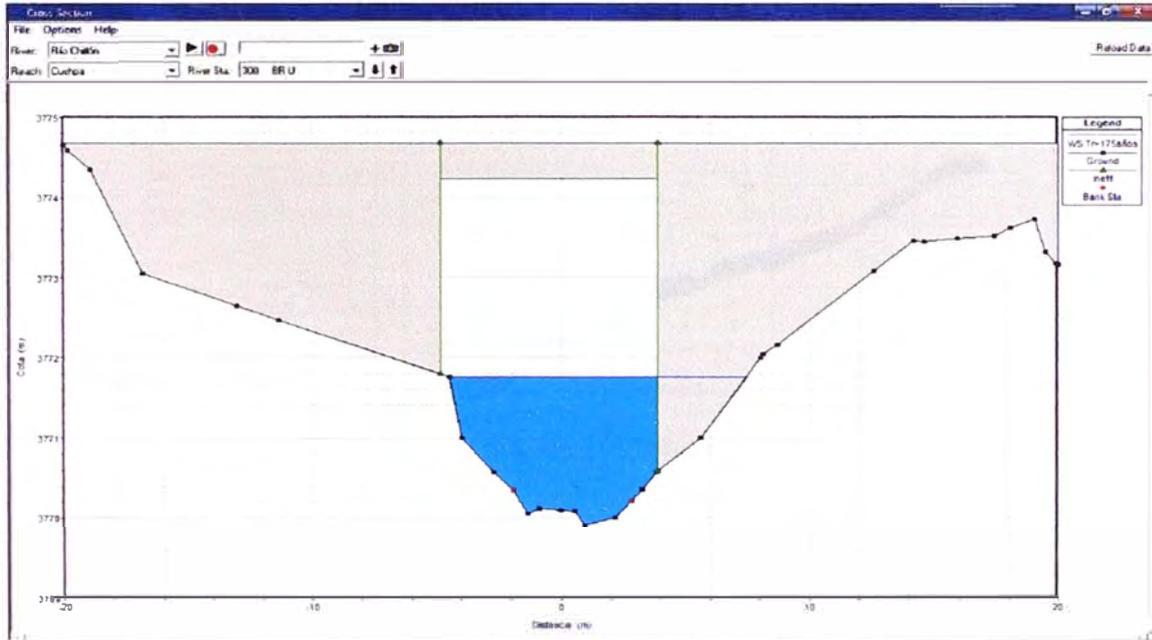


Figura N°3. Secciones aguas arriba – Pontón Cushpa

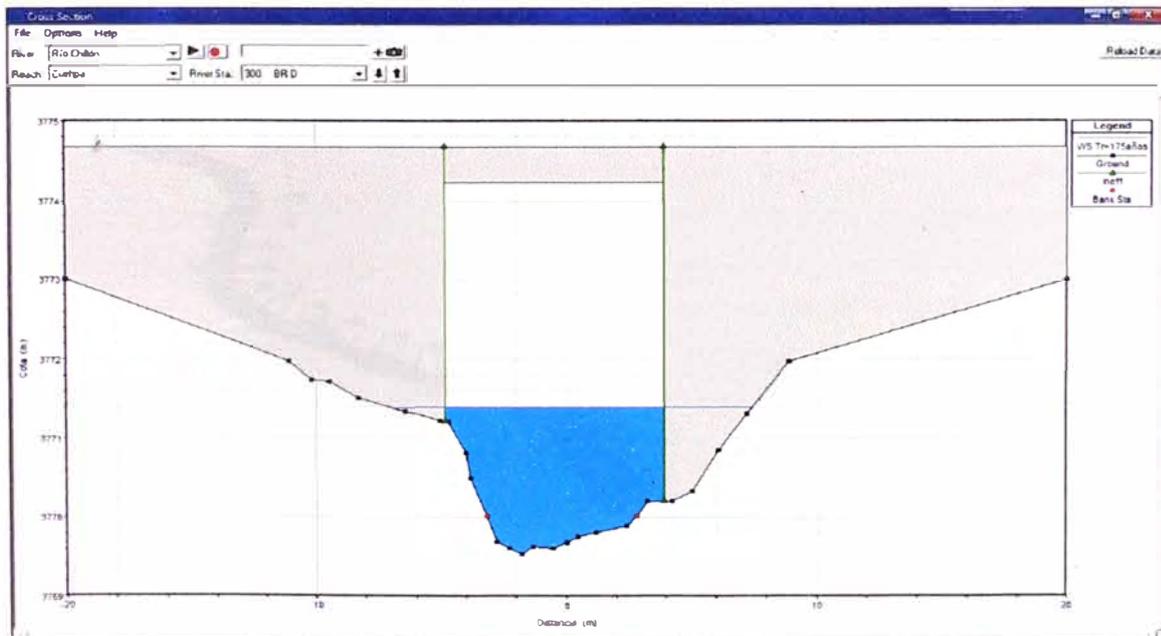


Figura N°4. Secciones aguas abajo – Pontón Cushpa

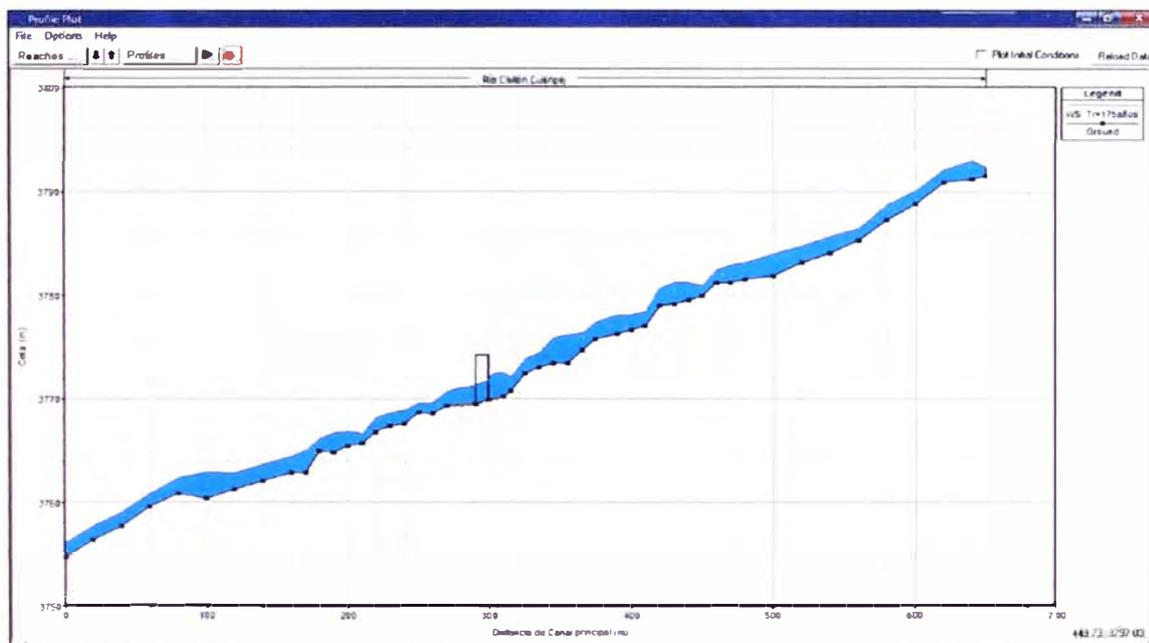


Figura N°5. Perfil del flujo – Pontón Cushpa

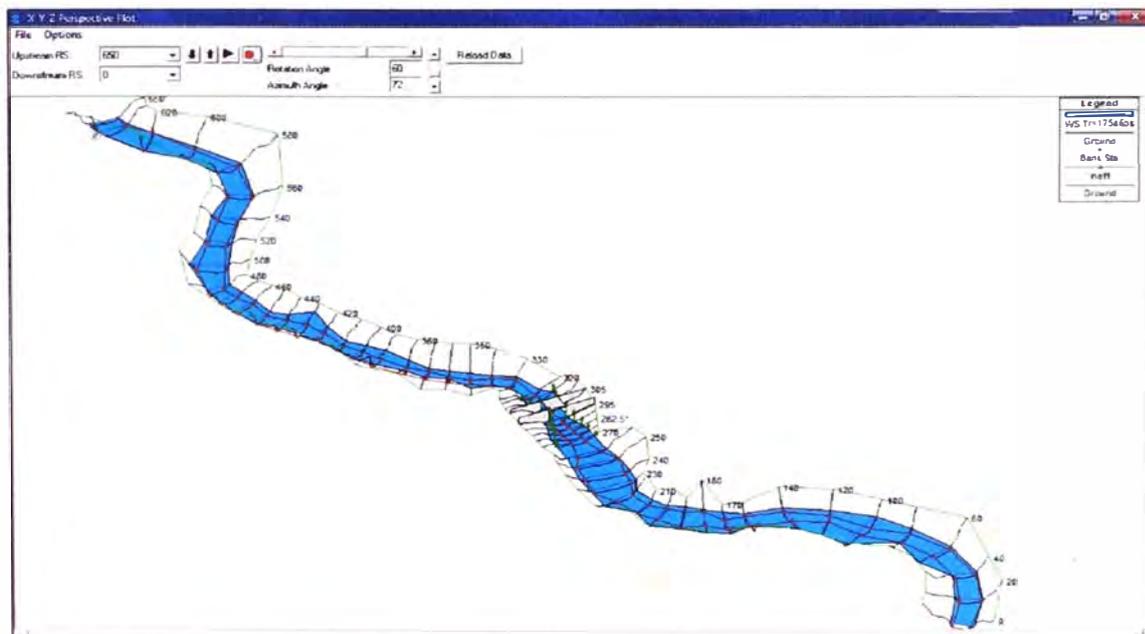


Figura N°6. Vista isométrica – Pontón Cushpa

A continuación se presenta los parámetros hidráulicos resultantes para el Pontón, tanto en sección aguas arriba como aguas abajo, proyectado para un periodo de retorno de 100 años.

**Cuadro N° 18**  
**Cara Aguas Arriba**

Tramo Pontón	CFP (msnm)	CNW (m)	Ymax (m)	B.L (m)	Vmax (m/s)
Cushpa	3774.23	3772.15	2.24	2.08	3.17

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° 19**  
**Cara Aguas Abajo**

Tramo Pontón	CFP (msnm)	CNW (m)	Ymax (m)	B.L (m)	Vmax (m/s)
Cushpa	3774.23	3771.27	1.73	2.96	4.13

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

CFP = Cota inferior de la losa del pontón

CNW = Nivel de agua

Ymax = Tirante máximo

B.L = Borde libre

Vmax = Velocidad máxima

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, recomienda un Galibo mínimo de 1.5 m para pontones. Según los resultados mostrados, ningún tramo del pontón se encuentra por debajo de los 2.0 metros de borde libre o galibo. Por lo tanto los resultados desde el punto de vista hidráulico son aceptables.

### 2.7.5 Socavación por Contracción y Local en los Estribos

Para la estimación de la socavación por contracción y local en los estribos se empleará la interfaz del programa HEC-RAS 4.0 en su módulo de "Funciones de Diseño Hidráulico". Este cálculo se basa para el caudal del período de retorno de 100 años.

**Método de Laursen (HEC-RAS: Socavación general por contracción de flujo)**

Este método se basa en comparar la velocidad crítica  $V_c$  de iniciación de movimiento del material que conforma el lecho con la velocidad media en la sección próxima aguas arriba del puente.

La socavación por contracción se puede calcular utilizando la ecuación propuesta por Laursen en 1960 y que se presenta a continuación:

$$\frac{y_2}{y_1} = \left( \frac{Q_t}{Q_c} \right)^{6/7} \left( \frac{W_1}{W_2} \right)^A \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^B$$

Luego, la profundidad de socavación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$y_s = y_2 - y_1$$

Donde:

- $y_1$  : Tirante medio en el canal principal (m).
- $y_2$  : Tirante medio en la sección de contracción (m).
- $W_1$  : Ancho del canal principal (m).
- $W_2$  : Ancho en la sección contraída (m).
- $Q_t$  : Flujo en la sección de contracción ( $m^3/s$ ).
- $Q_c$  : Flujo en el canal principal ( $m^3/s$ ).
- $n_2$  : Coeficiente de Manning para la sección contraída.
- $n_1$  : Coeficiente de Manning para el canal principal.
- A, B : Coeficientes de transporte que se obtienen del Cuadro N° 20.

Cuadro N° 20

Coeficientes de Transporte Usados en el Método de Laursen

V-w	e	A	B	Transporte de Sedimentos
< 0.5	0.25	0.59	0.066	Mayormente carga de contacto
1	1	0.64	0.21	Algún material en suspensión
> 2.0	2.25	0.69	0.37	Mayormente transporte en suspensión

Fuente: Hec-Ras.

Donde:

V<sub>c</sub> : Velocidad de corte (m/s).

w : Velocidad de caída del d<sub>50</sub> del material del lecho (m/s).

e : Factor de transporte

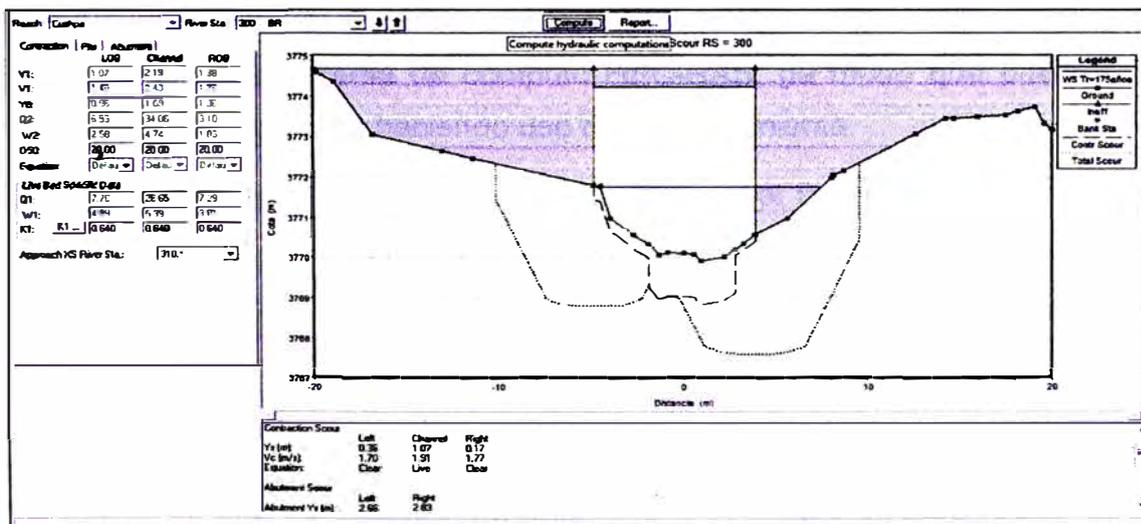


Figura N°7. Socavación por contracción para el Pontón Cushpa (Tr=100 años)

En el cuadro N°21 se muestra los resultados para la socavación general por contracción de flujo, correspondiente a un período de retorno de 100 años.

Cuadro N° 21

Socavación General por Contracción (m)

Tramo Pontón	Margen Izquierda	Cauce Principal	Margen Derecha
Cushpa	0.36	1.07	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

### Método de Froehlich (HEC-RAS: Socavación local en estribos)

Como método para estimar la socavación local en estribos se empleará la ecuación de Froehlich:

$$\frac{s_l}{y_a} = 2,27K_1K_2 \left( \frac{L'}{y_a} \right)^{0,43} Fr^{0,61} + 1$$

Donde  $K_1$  es un coeficiente por forma del estribo;  $K_2$  es un coeficiente por ángulo de esviaje;  $L'$  es la longitud del estribo proyectada normal al flujo, m;  $Fr$  es el número de Froude del flujo aguas arriba del estribo;  $y_a$  es el tirante medio hidráulico en la llanura de inundación, m;  $s_l$  es la profundidad de erosión local, m.

Tanto la expresión de Laursen como la de Froehlich vienen incorporadas en una interfaz del programa de cómputo HEC-RAS, de modo que pueden ser calculadas directamente, haciendo uso de tal herramienta.

La socavación local alrededor de los estribos es el resultado del sistema de vórtices que se desarrollan cuando el flujo del río es desviado por esta estructura de apoyo.

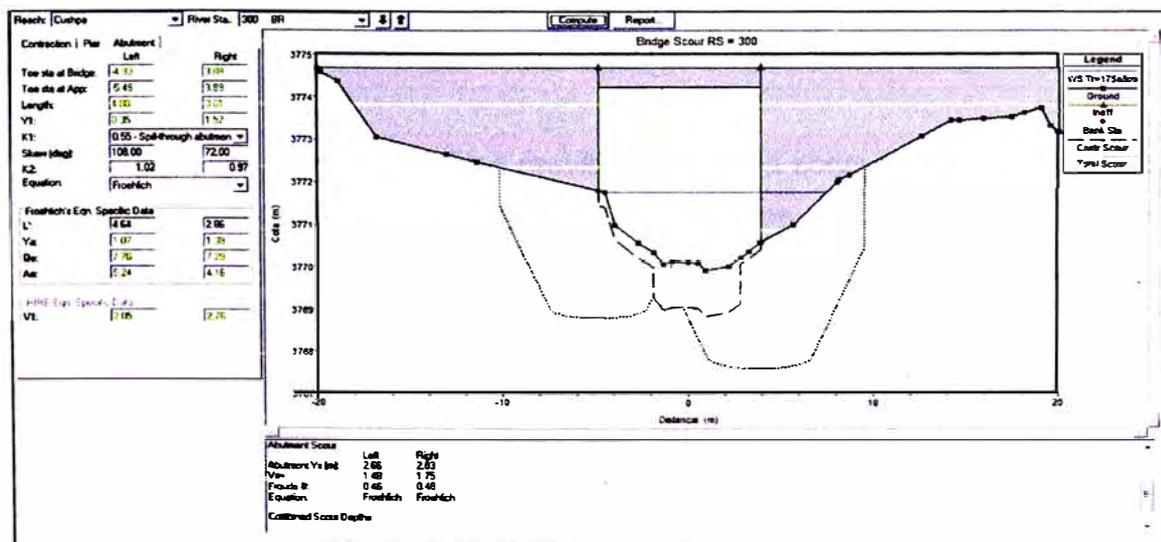


Figura N°8. Socavación local en los estribos para el Pontón Cushpa (Tr=100 años)

En el cuadro N°22 se muestra los resultados para la socavación local en los estribos, correspondiente a un período de retorno de 100 años.

**Cuadro N° 22**  
**Socavación Local (m)**

Tramo Pontón	Estribo izquierdo	Estribo derecho
Cushpa	2.3	2.66

Fuente: Elaboración Propia

### 2.7.6 Socavación Potencial Total

La socavación potencial total es la combinación de cambios de elevación en el lecho. La profundidad de socavación potencial total se calcula sumando la socavación general por contracción más la socavación local en los estribos.

$$Y_t = Y_g + Y_s$$

Donde:

Y<sub>t</sub>: Socavación potencial total (m).

Y<sub>g</sub>: Socavación general por contracción (m).

Y<sub>s</sub>: Socavación local (m).

En el cuadro N°23 se muestra los resultados para la socavación potencial total, correspondiente a un período de retorno de 100 años.

**Cuadro N° 23**  
**Socavación Potencial Total (m)**

Tramo Pontón	Estribo izquierdo	Estribo derecho
Cushpa	2.66	2.83

Fuente: Elaboración Propia

- **Estos valores deben ser considerados en el diseño estructural del pontón para evitar los posibles efectos de la socavación del río.**

### 2.7.7 Socavación General

La socavación general es un fenómeno de largo plazo, se da en la parte alta de las cuencas hidrográficas, donde la pendiente del lecho es elevada. Como consecuencia, la velocidad del agua y la capacidad de arrastre de la corriente son elevadas. En la medida que el flujo arrastra más material, el flujo alcanza rápidamente su capacidad potencial de arrastre, el mismo que es función de la velocidad. En ese punto ya no produce socavación, la sección, márgenes y fondo son estables. A medida que se avanza en el curso del río, la pendiente disminuye, consecuentemente disminuye la velocidad, y la corriente deposita el material que transportaba.

Para el presente estudio se emplea el método de Lichtvan-Lebediev correspondiente a lechos granulares.

#### Método de Lichtvan-Lebediev

Este es un método que permite el cálculo de la socavación general del cauce durante crecientes. El criterio propuesto por Lichtvan – Lebediev se fundamenta en el equilibrio que debe existir entre la velocidad media real de la corriente ( $V_r$ ) y la velocidad media erosiva ( $V_e$ ). La velocidad erosiva no es la que da inicio al movimiento de las partículas en suelos sueltos, sino la velocidad mínima que mantiene un movimiento generalizado del material del fondo. La velocidad erosiva es función de las características del sedimento de fondo y de la profundidad del agua. La velocidad real está dada principalmente en función de las características del río: pendiente, rugosidad y tirante.

Para suelos granulares, la velocidad erosiva es la que levanta y mantiene el material en movimiento.

$$V_e = 0.68 * \beta * D_m^{0.23} * d_s^z$$

donde:

$V_e$  = velocidad erosiva

$\beta$  = coeficiente de frecuencia que depende del tiempo de retorno ( $T_r$ ).

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 * \ln T_r$$

$D_m$  = diámetro medio de las partículas del material granular.  $D_m=1.25 \cdot D_{50}$

$z$  = exponente variable en función del diámetro medio de la partícula.

$$z = 0.394557 - 0.04136 \log D_m - 0.00891 \log^2 D_m$$

La profundidad de socavación del Método de Lischtvan-Lebediev para suelos homogéneos no cohesivos es:

$$d_s = \left( \frac{u \cdot d_o^{5/3}}{0.68 \cdot \beta \cdot D_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+z)}}$$

donde:

$$\beta = \frac{Q_d}{(d_{10})^{5/3} \cdot T \cdot \mu}$$

$d_o$  = tirante sin socavación (m)

$d_m$  = tirante medio (A/T). A es el área mojada y T es el ancho superficial.

$Q_d$  = caudal de diseño correspondiente a un período de retomo  $T_r$ .

$\mu$  = factor de corrección por contracción. El factor de corrección por contracción  $\mu$  es menor que 1 y contribuye al aumento de la profundidad de socavación. Un  $\mu$  igual a 1.0 significa que no hay obstáculos. Para puentes de una sola luz, la luz libre es la distancia entre los estribos. Para puente de varias luces, la luz libre es la mínima distancia entre dos pilas consecutivas, o entre pila y estribo más próximos. En el Cuadro N°24 se muestra los valores de  $\mu$ .

**Cuadro N°24**  
**Factor de corrección por contracción del cauce ( $\mu$ )**

V (m/s)	Luz Libre (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje.MTC (2006)

De los resultados se obtienen las profundidades de socavación general para el tramo analizado a lo largo del perfil hidráulico del río. En el cuadro N°25 a modo de comprobación se muestra un resumen de la socavación general indicando el valor máximo de socavación en un punto del perfil hidráulico y el promedio de socavaciones a lo largo de todo el perfil del río.

Mayor detalle ver Anexo 04-3 (*Socavación General*)

**Cuadro N° 25**  
**Profundidad de Socavación General (Tr=500 años)**

Tramo Pontón	ds (m)	
	Promedio	Máximo
Cushpa	1.17	2.77

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.8 DISEÑO HIDRÁULICO DE DEFENSAS RIBEREÑAS

En esta sección se describe el estudio de hidráulica fluvial realizada en el río Chillón para estimar los niveles máximos de agua correspondiente a un período de retorno de 100 años. Estos niveles máximos sirven para definir el predimensionamiento de la defensa ribereña en función de su altura.

### 2.8.1 Área de Investigación

Se realiza una simulación hidráulica para las zonas críticas en función del seccionamiento del cauce y el caudal para un período de diseño de 100 años. Una vez estimado los niveles máximos de agua, se procede a la verificación del diseño de la sección típica de gaviones.

### 2.8.2 Modelamiento Hidráulico

El modelamiento hidráulico del tramo en estudio se realizó empleando el programa HEC-RAS versión 4.0 (Hydrologic Engineering Center's River

Analysis System) que se fundamenta en la teoría hidráulica de canales abiertos.

### Datos de Entrada

Los datos de entrada corresponden a las condiciones geométricas del cauce obtenidas de la topografía y batimetría, así como la geometría de las estructuras de defensas ribereñas y rugosidad del cauce.

El caudal correspondiente para el período de retorno de 100 años es de 43.7 m<sup>3</sup>/s.

### Análisis e Interpretación de Resultados

Los resultados de los cálculos se presentan en los formatos de salida del programa HEC-RAS en el Anexo 04-2 (*Modelamiento Hidráulico-Resultados de Hec-Ras*), donde se muestra la progresiva, nombre de la sección, caudal total, cota mínima de fondo de canal, elevación normal, cota y pendiente de la línea de energía, velocidad promedio, área hidráulica, ancho superficial y número de Froude.

En el cuadro N°26 se muestran los resultados de la simulación hidráulica (tirante y velocidad) para las zonas identificadas con muro de gaviones. Se hace nota, que estos tramos simulados corresponde a los tramos más críticos según la inspección de campo.

**Cuadro N° 26**  
**Resultados de la Simulación Hidráulica para Defensas Ribereñas**

Progresiva (Km)		L (m)	Marg. río	Sec. crítica	Sec. Hec-Ras	Cota de fondo (msnm)	Cota de agua (msnm) Tr=100 años	Tirante (m) Tr=100 años	Velocidad (m/s) Tr=100 años	H <sub>gavión proyec.</sub> (m)
Inicio	Final									
24+255	24+295	38	MI	24+280	180	3764.88	3766.7	1.82	1.56	3.5
24+380	24+395	15	MI	24+385	340	3772.99	3774.4	1.37	5.39	3

Fuente: Elaboración Propia.

Del cuadro N°26 se observa que los niveles de agua no superan la altura del muro de gavión propuesto, por lo tanto se garantiza un borde libre mayor a los

0.50 m., del igual manera se verifica que la velocidad máxima alcanza los 5.39 m/s., no superando a la velocidad permisible por los muros de gaviones de 6 m/s. El tirante alcanzado en las secciones críticas se verifica en cuadros en los formatos de salida del programa HEC-RAS en el Anexo 04-2 (*Modelamiento Hidráulico-Resultados de Hec-Ras*).

## **2.9 OBRAS DE DRENAJE PROYECTADAS**

Para el tramo comprendido entre Canta-Huayllay, se establece la proyección de las siguientes obras de drenaje:

### **2.9.1 Alcantarillas**

La ejecución de una carretera interrumpe el drenaje natural por quebradas, hondonadas, ríos y canales, requiriéndose el diseño de estructuras de eje transversal a la vía, que permitan el cruce de la plataforma para restablecer la continuidad del drenaje sin perjuicio de la misma.

El control y la conducción del escurrimiento superficial que fluye de las cunetas y de los cauces naturales de las quebradas adyacentes, se prevé mediante un sistema de drenaje transversal formado por alcantarillas de cruce y de alivio.

Las alcantarillas de cruce descargan el flujo que proviene precisamente de los cauces naturales (quebradas, riachuelos, acequias, hondonadas, ríos) que cruzan la plataforma. Los mayores caudales se presentan durante la época de lluvias.

Las alcantarillas de alivio se prevén ubicar en puntos bajos del perfil longitudinal de la carretera y también a intervalos regulares para la recolección y alivio de las aguas de drenaje de las cunetas.

Las alcantarillas nuevas se han proyectado de dos tipos: Tubería metálica corrugada (TMC) y marcos de concreto armado (MC). La alcantarilla TMC funciona como alivio de cunetas, en puntos bajos del perfil y puntos de drenaje con caudales menores y con pendiente longitudinal de 2 a 6%. Dentro de las alcantarillas TMC se ha trabajado con 36" y 48".

Las estructuras tipo marco de sección cuadrada o rectangular formadas por cuatro placas de concreto armado unidas en forma monolítica, se colocaran en el cruce de quebradas, arroyos, hondonadas, en la parte más profunda del cauce para evacuar el flujo de estos cursos naturales.

Las dimensiones de la alcantarilla a emplazar dependen del caudal de diseño determinado por el análisis hidrológico de la cuenca colaborante; sin embargo, se ha considerado dimensiones mínimas para facilitar la operación y mantenimiento de las alcantarillas durante su vida útil. En el caso de TMC el diámetro mínimo será de 36" y en marcos de concreto armado la sección mínima rectangular de 1x1m.

En los extremos de la alcantarilla se coloca cabezales que eviten la erosión del cuerpo y sirvan de sostenimiento del material de derrame del talud. En la salida se colocará cabezales con aleros y en la entrada, indistintamente, tipo caja receptora (buzón) o tipo alero de acuerdo a si la sección de la vía se encuentra en corte o en relleno, respectivamente. En algunos casos, a la salida de las alcantarillas se colocará un muro de concreto dependiendo de la altura proyectada.

Los tipos de alcantarillas proyectadas se describen a continuación. A modo resumen se tienen 40 alcantarillas proyectadas, de las cuales 3 son tipo marco de concreto (MC), 37 TMC.

### **Alcantarilla tipo tubería metálica corrugada**

La proyección de alcantarillas tipo TMC (Tubería metálica corrugada) se han establecido como solución a la evacuación pluvial de los flujos transportados por las cunetas y para el pase del flujo de algunas quebradas con superficies de aportación de reducida magnitud, principalmente en aquellos sectores donde se cuenta con suficiente cobertura de relleno desde el nivel de la tubería hasta el nivel de la rasante terminada para protegerla de la acción de las cargas vivas. La pendiente transversal mínima recomendada es de 2%.

### **Alcantarilla tipo marco de concreto**

Las alcantarillas propuestas tipo marco de concreto se han establecido en aquellos sectores de paso de evacuación pluvial del flujo transportado por las

cunetas, y paso de quebradas, donde no se cuenta con la cobertura suficiente, permitiendo que la parte superior de su losa interactúe con las cargas vivas. La pendiente transversal mínima recomendada es de 2%.

### **Entrada tipo caja receptora**

Las alcantarillas con estructura de entrada tipo Caja Receptora permiten:

- El ingreso del agua captada por las cunetas construidas al pie de los taludes y así evacuarlas hacia un dren natural.
- El ingreso del agua proveniente de pequeñas quebradas que presentan ancho de contacto con la carretera y pendiente que facilita este tipo de estructura para evacuarlas ordenadamente sin causar daño a la carretera.
- Las cajas son estructuras de sección rectangular, para la evacuación del agua de las quebradas (drenaje transversal) y cunetas (drenaje longitudinal). Dichas cajas tendrán una altura tal que en su interior pueda darse pase a la alcantarilla tipo Marco o TMC que se proyecte con una profundidad adicional de 0.10 m para almacenar los sedimentos que arrastran las quebradas y cunetas permitiendo la descarga libre hacia el interior del cajón.

### **Entrada tipo alero inclinado**

Este tipo de entrada se ha considerado conveniente colocar cuando las alcantarillas se ubican en zonas donde la carretera va en relleno y requiere el ingreso del agua de las zonas que quedan por debajo de la rasante de la carretera. Se tendrá la precaución de colocar un sistema de protección de los taludes del terraplén al ingreso de la alcantarilla, lo cual se propone para evitar, en cualquier caso, la erosión del terraplén de la carretera, más aún si especialmente se encuentran en los casos en los que los taludes están directamente expuestos al paso del flujo de agua al ingreso.

### **Salida tipo alero inclinado**

Se ha considerado conveniente colocar este tipo de estructura en aquellos sectores donde la carretera se emplaza en relleno o en zonas donde la carretera se encuentra a media ladera y no permite la entrega de cunetas. Este

tipo de estructuras permitirá una entrega libre y encauzada del flujo hacia la zona de evacuación.

Se tendrá la precaución de colocar un sistema de protección de los taludes del terraplén a la salida de la alcantarilla, lo cual se propone para evitar, en cualquier caso, la erosión del terraplén de la carretera.

### Salida tipo muro

Debido a condiciones de trazo, existen tramos en los que se presentan muros de sostenimiento y en los que coinciden salidas de alcantarillas que requerirán de protección adecuada a la salida, dado que en estos tramos, los taludes son prácticamente verticales, habiéndose considerado la proyección de muros de gaviones y/o muros de concreto.

Además de la información sobre las condiciones de flujo en la entrada y salida, las condiciones de borde de la entrada y la geometría de la sección transversal, el diseño de una alcantarilla requiere de datos del caudal Q que se desea conducir, la gradiente (o pendiente) disponible, que puede variar dentro de ciertos límites, así como el coeficiente de rugosidad "n" que depende del tipo de revestimiento del cuerpo de la alcantarilla.

A continuación se describe el procedimiento de cálculo para la verificación hidráulica.

### ALCANTARILLA RECTANGULAR:

Caudal Unitario (q):

$$q = \frac{Q}{B}$$

q= Caudal por unidad de ancho en m<sup>3</sup>/s/m

Q= Caudal de descarga en m<sup>3</sup>/s

B= Ancho de la alcantarilla en m

Tirante Crítico (Yc):

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

Yc= Tirante crítico en m

q= Caudal unitario en m<sup>3</sup>/s/m

g=Aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>)

Velocidad Crítica (V<sub>c</sub>):

$$V_c = \sqrt{g * Y_c}$$

V<sub>c</sub>= Velocidad crítica en m/s

Y<sub>c</sub>= Tirante crítico en m

g=Aceleración de la gravedad(9.81m/s<sup>2</sup>)

Radio Hidráulico (R):

$$R = \frac{A_c}{P}$$

R= Radio hidráulico

A<sub>c</sub>= Área crítica en m<sup>2</sup>

B= Ancho de la alcantarilla en m

Y<sub>c</sub>= Tirante crítico en m

$$A_c = B * Y_c$$

$$P = B + 2Y_c$$

P= Perímetro mojado en m

Pendiente Crítica (S<sub>c</sub>):

$$S_c = \frac{V_c^2 * n^2}{R^{4/3}}$$

S<sub>c</sub>= Pendiente crítica en m/m

V<sub>c</sub>= Velocidad crítica en m/s

n=Coefficiente de rugosidad de Mannig

R= Radio hidráulico en m

Para las condiciones:

So>S<sub>c</sub>, Y<Y<sub>c</sub> se presenta flujo supercrítico.

Dimensionamiento de la Sección: Aplicando el principio de la conservación de la energía entre las secciones 1 y 2

$$H_e = Y_c + \frac{V_c^2}{2g} + h_{1-2} - \frac{V_1^2}{2g}$$

$H_e$  = Tirante de flujo en la entrada en m

$Y_c$  = Tirante crítico en m

$V_c^2/2g$  = Carga de velocidad crítica en m

$h_{1-2}$  = Perdida de carga entre secciones 1 y 2 en m

$V_1^2/2g$  = Carga de velocidad en la sección 1 en m

Para hallar  $H_e$  es necesario calcular la pérdida de carga entre las secciones 1 y 2 ( $h_{1-2}$ ) y la velocidad en la entrada ( $V_1$ ).

Pérdida de carga ( $h_{1-2}$ ):

$$h_{1-2} = S_o * (d_1 + 1.4Y_c)$$

$h_{1-2}$  = Perdida de carga entre las secciones 1 y 2 en m

$S_o$  = Pendiente del fondo de la alcantarilla

$d_1$  = Distancia entre las secciones 1 y 2 en m

$Y_c$  = Tirante crítico en m

Velocidad  $V_1$ :

$$V_1 = \frac{Q}{(Y_m * T)}$$

V1= Velocidad en la sección 1 en m/s

Q= Caudal de descarga en m<sup>3</sup>/s

Ym= Tirante en la entrada en m

T= Ancho en la entrada en m

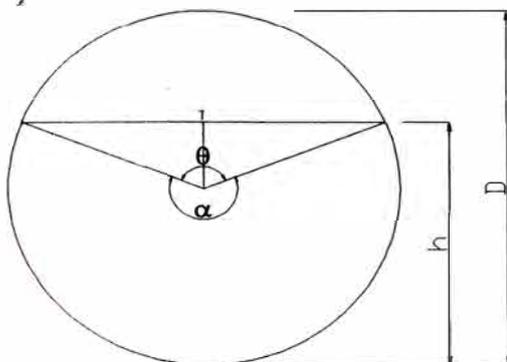
Según resultados de investigaciones en modelos físicos la alcantarilla funcionara a pelo libre cuando se cumpla:

$$1.2H \leq He < 1.5H$$

En forma conservadora se considera la condición:

$$He=1.2H$$

#### ALCANTARILLA CIRCULAR:



Donde:

h : Tirante

T: Espejo de agua

D: Diámetro de alcantarilla.

$\alpha$  y  $\theta$ : ángulos formados por dos radios que intersecan con los extremos del espejo de agua.

Cálculo del Tirante Crítico ( $h_c$ ):

$$h_c = D \left( \frac{0.339 \times Q}{D^{2.5}} \right)^{0.517}$$

D= Diámetro en m.

Q= Caudal m<sup>3</sup>/s.

Cálculo de la Velocidad Crítica (Vc):

$$V_c = \sqrt{g * h_c}$$

Vc= Velocidad crítica en m/s

g= Aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>)

hc= Tirante crítico en m

Cálculo del Espejo de agua (T):

$$T = 2\sqrt{h(D-h)}$$

Cálculo del Radio Hidráulico (R):

$$R = \frac{A_c}{P}$$

R= Radio hidráulico en m

Ac= Area crítica en m<sup>2</sup>

$$A_c = \frac{1}{8} (\alpha - \text{Sen} \alpha) D^2$$

P= Perímetro mojado en m

D= Diámetro en m

$$P = \frac{D}{2} \alpha$$

Cálculo de la Pendiente Crítica (Sc):

$$S_c = \frac{V_c^2 * n^2}{R^{4/3}}$$

Sc= Pendiente crítica en m/m

Vc= Velocidad crítica en m/s

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

R= Radio hidráulico en m

Luego de establecer el tipo de flujo, el dimensionamiento de la alcantarilla consiste en calcular el diámetro D:

$$D \geq 1.20 H_e$$

Donde  $H_e$ , se calcula aplicando el principio de conservación de la energía.

$$H_e = h_c + \frac{V_c^2}{2g} + h_{1-2} - \frac{V_1^2}{2g}$$

$H_e$  = Tirante de flujo en la entrada en m

$h_c$  = Tirante crítico en m

$V_c^2/2g$  = Carga de velocidad crítica en m

$h_{1-2}$  = Perdida de carga entre secciones 1 y 2 en m

$V_1^2/2g$  = Carga de velocidad en la sección 1 en m

Para hallar  $H_e$  es necesario calcular la pérdida de carga entre las secciones 1 y 2 ( $h_{1-2}$ ) y la velocidad en la entrada ( $V_1$ ).

Perdida de carga ( $h_{1-2}$ ):  $h_{1-2} = S_o * (d_1 + 1.4h_c)$

$h_{1-2}$  = Perdida de carga entre las secciones 1 y 2 en m

$S_o$  = Pendiente del fondo de la alcantarilla

$d_1$  = Distancia entre las secciones 1 y 2 en m

$h_c$  = Tirante crítico en m

Velocidad  $V_1$ :  $V_1 = \frac{Q}{A_c}$

$V_1$  = Velocidad en la sección 1 en m/s

$Q$  = Caudal de descarga en m<sup>3</sup>/s

$A_c$  = Área crítica en m

En el Anexo 05-1 (*Verificación Hidráulica de Alcantarillas de Paso*), se realiza la verificación hidráulica correspondiente a las alcantarillas de paso y cruce con la finalidad de garantizar la capacidad del caudal. Para alcantarillas TMC se ha considerado una velocidad máxima permisible de 4.5 m/s y para una alcantarilla MC de 7.0 m/s. Estas velocidades son verificadas en función del cálculo del tirante normal para el caudal de paso.

En el cuadro N°27 se muestra el listado de la ubicación de las alcantarillas proyectadas con sus respectivas progresivas y dimensiones.

**Cuadro N° 27**  
**Alcantarillas Proyectadas**

Km.	Und.	Función	Tipo	Sección	Longitud (m)	Entrada	Estructura Entrada	Estructura Salida	S
24+058	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LD	B	A.I	2%
24+565	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
24+820	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
25+197	1	Paso	TMC	48"	17.06	LI	A.I.E	A.I.E	4%
25+480	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
25+720	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	B	A.I	2%
25+995	1	Paso	TMC	48"	13.01	LI	A.I	A.I	2%
26+230	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
26+395	1	Paso	MC	1.5x1.5	33.00	LI	A.I	M.C	4%
26+780	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	B	A.I	6%
27+120	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	B	A.I	2%
27+436	1	Alivio	TMC	36"	13.39	LI	B	A.I	4%
27+797	1	Paso	TMC	48"	13.82	LI	B	A.R	2%
27+910	1	Paso	TMC	48"	21.92	LI	A.I.E	A.I.E	2%
28+160	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
28+440	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	3%
28+730	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
29+030	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	B	A.R	2%
29+326	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
29+590	1	Alivio	TMC	36"	13.01	LI	A.R	A.I	2%
30+039	1	Paso	TMC	48"	15.44	LI	A.R	A.I	3%
30+320	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	B	A.I	2%
30+580	1	Alivio	TMC	36"	17.06	LI	A.R	A.I	3%
30+720	1	Alivio	TMC	36"	17.87	LI	A.R	A.I	3%
31+034	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%

31+290	1	Paso	TMC	48"	11.39	LI	B	A.R	2%
31+600	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
31+973	1	Paso	MC	2.0 x 2.0	16.00	LI	A.I	A.I	4%
32+265	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
32+550	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
32+840	1	Alivio	TMC	36"	14.63	LI	A.R	A.I	2%
33+260	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LI	B	A.I	2%
33+792	1	Alivio	TMC	36"	11.39	LD	B	A.I	2%
34+148	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	A.R	A.I	2%
34+440	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	B	A.I	2%
34+703	1	Alivio	TMC	36"	12.20	LI	B	A.I	2%
34+950	1	Alivio	TMC	36"	13.01	LI	B	A.I	2%
35+866	1	Alivio	TMC	36"	13.01	LI	B	A.I	2%
36+193	1	Paso	MC	1.5 x 1.5	23.82	LI	A.I	A.I	5%
36+786	1	Paso	TMC	48"	17.87	LD	A.I.E	A.I.E	4%

Fuente: Elaboración Propia

## 2.9.2 Badén

El badén proyectado de concreto permitirá dar pase a los flujos de material sólido y caudal líquido que transportan dicho talud en épocas de avenida.

A continuación se describe la metodología de diseño.

### Caudal de diseño

Para la determinación del caudal de diseño de la sección del badén se trabaja con la formula racional por considerar el área de aporte menor a 5 Km<sup>2</sup>. En el cuadro N°28 se muestra los parámetros hidrológicos empleados.

**Cuadro N° 28**  
**Determinación del Caudal de Diseño del Badén**

n°	Progresiva (km.)	Área de cuenca (km <sup>2</sup> )	Coficiente de escorrentía (c)	Intensidad de precipitación i (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	27+860	0.15	0.35	53.54	0.78

Fuente: Elaboración Propia

### Consideraciones hidráulicas

Asumimos el badén como un canal trapezoidal por donde transcurrirá el caudal máximo del área que lo intercepta. Para la obtención de los parámetros hidráulicos del badén, se ha hecho uso del programa HCANALES, ya que se ha idealizado al badén como un canal trapezoidal.

En la Figura N°09 se muestra la aplicación del programa de cálculo y se verifica la capacidad hidráulica de la sección.

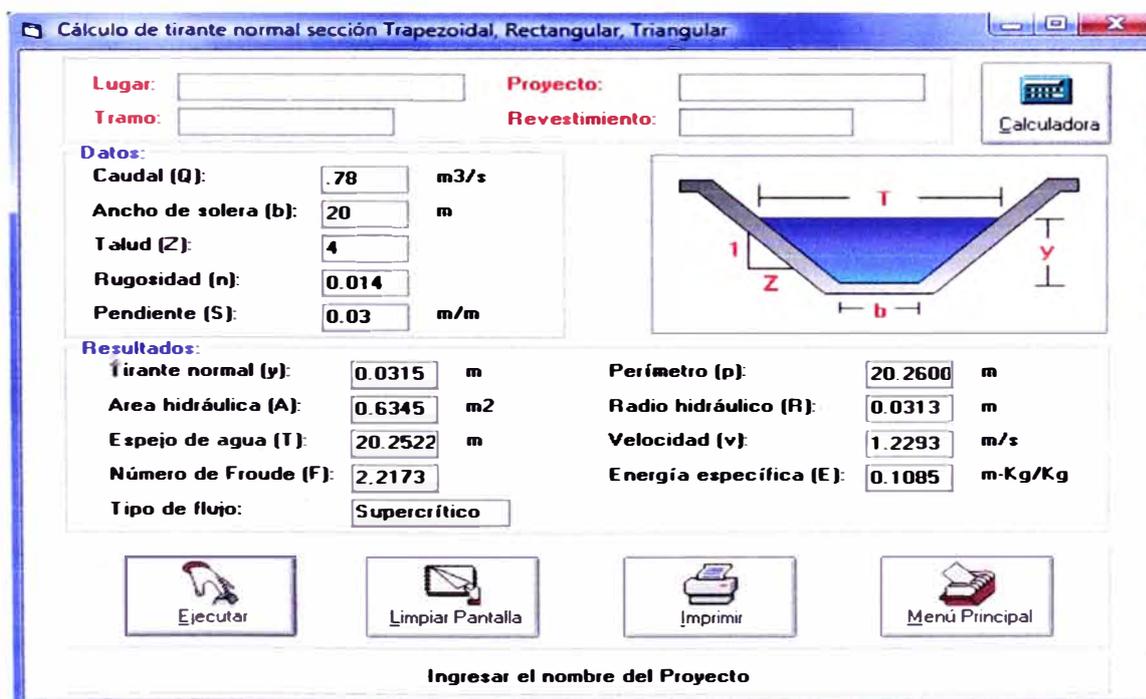


Figura N°09. Resultado del programa HCANALES

Cuadro N° 29  
Parámetros Hidráulicos del Badén

Progr. (km)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Rugosidad (n)	Pendiente transversal (m/m)	Pend. de la vía (%)	Ancho de solera (m)	Tirante máximo (m)	Ancho superficial (m)	Velocidad (m/s)
27+860	0.78	0.014	0.03	1V:4H	20	0.032	20.25	1.23

Fuente: Elaboración Propia

### Dimensiones finales recomendadas

Las dimensiones adoptadas para las estructuras tipo badén establecidas en el presente Estudio, se han concebido tomando en cuenta dos aspectos importantes, el primero sobre la base de los cálculos hidrológicos e hidráulicos y el segundo principalmente sobre la base de lo observado durante la etapa de reconocimiento de campo, habiéndose identificado la gran capacidad de arrastre de material sólido donde se ha proyectado este tipo de estructura.

**Cuadro N° 30**  
**Dimensiones Finales del Badén**

Progresiva (km.)	Ancho (m)	Espesor (m)	Longitud total (m)	Observaciones
27+860	12	0.35	60	talud con escombros

Fuente: Elaboración Propia

### 2.9.3 Pontón

Tal como se mencionó anteriormente, en el tramo en estudio se proyecta construir 01 pontón. El cuadro N°31, se muestra la ubicación del pontón, luz hidráulica, material y ancho de calzada.

**Cuadro N° 31**  
**Ubicación de Pontón**

N°	Nombre	Progresiva (Km)		Material	Luz (m)	Ancho de calzada (m)	Observación
		Inicio	Final				
1	Cushpa	24+364.4	24+374.2	Concreto Armado	9.80	11.1 (Promedio)	Por mejoramiento de trazo el pontón presenta esviaje de 15° aproximadamente

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.9.4 Cunetas Laterales

El sistema de drenaje longitudinal de la carretera estará constituido por cunetas revestidas de sección triangular adyacentes a la calzada, a ubicarse en el borde interior de los sectores a media ladera y en ambos lados en los tramos excavados en corte cerrado. En el Anexo 05-2 (*Cunetas Laterales Proyectadas*), se muestra el listado de cunetas proyectadas.

Los canales de sección triangular captan la escorrentía superficial que cae directamente sobre la calzada y la que fluye del talud superior, para conducirla hasta la alcantarilla más próxima y de allí transversalmente hasta su disposición final en un cauce natural o a las partes bajas de la carretera.

En el sector de carretera analizado se han proyectado cunetas triangulares revestidas de concreto simple de calidad  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . La pendiente longitudinal de la cuneta se ha adoptado igual a la pendiente del trazo vial, su espesor es de 0.10m. En el borde interior que da a la plataforma, el borde del asfalto monta sobre la cuneta a fin de facilitar el ingreso del escurrimiento proveniente de la superficie de rodadura, evitando así la formación de fisuras o grietas que atenten contra la funcionalidad del pavimento. Las cunetas previstas con revestimiento de concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  se ejecutaran por paños de 3m de longitud en forma intercalada, colocándose juntas a cada 3m.

Para el diseño hidráulico de las cunetas laterales se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones climáticas y geométricas.

#### **Determinación de la zona húmeda de influencia**

Luego del reconocimiento de campo, revisión de información meteorológica y del análisis de precipitación, se determinó que la zona presenta precipitaciones máximas de acuerdo con el cuadro N°32 para el caso de diseño hidráulico de cunetas. Se muestra la distribución de intensidades. Para la determinación de la precipitación (Pd) se aplica la formulación de Dick y Pescke para duraciones de 10 minutos, donde la precipitación máxima en 24 horas se expresa en mm (P24)

**Cuadro N° 32**  
**Intensidad de Diseño para Cunetas**

Km	Estación	Distribución de probabilidad	Tr (años)	P24 (mm)	Pd (mm)	I (mm/hr)
21+000 - 36+000	Pariacancha	Gumbel	10	30.912	8.92	53.54
36+000 - 37+000	Yantac	Gumbel	10	33.225	9.59	57.55

Fuente: Elaboración Propia

### **Bombeo o pendiente transversal de la carretera**

Con el fin de facilitar el ingreso de las aguas de escorrentía superficial que discurren sobre la superficie de rodadura y facilitar su orientación hacia las cunetas, se ha considerado una pendiente mínima de 2% en el sentido transversal de la plataforma de la carretera en todos sus tramos.

### **Pendiente longitudinal de la carretera**

En lo que respecta a la pendiente longitudinal se constató que todo el tramo de la carretera supera la pendiente mínima de 0.5%, especificado en las Normas Peruanas de Carreteras.

### **Sección geométrica típica de la cuneta**

Para el presente Estudio, se ha diseñado la geometría de la cuneta según la verificación hidráulica de cunetas la cual consiste en determinar el caudal de escorrentía proveniente de la ladera. Para ello se aplica la formula racional en función de las intensidades de diseño para un periodo de retomo de 10 años.

Las dimensiones de prediseño para cunetas triangulares son:

Profundidad:	0.40m
Talud interno:	3H:1V
Talud externo:	0.25H:1V
Tirante (75% profund.)	0.30m

Aplicando la Ecuación de Manning se calcula la capacidad de descarga de la Cunetas

**Cuadro N° 33**  
**Parámetros para el Diseño de Cunetas**

<b>z1</b>	<b>3</b>
<b>z2</b>	<b>0.25</b>
<b>h (m)</b>	<b>0.4</b>
<b>bl(m)</b>	<b>0.1</b>
<b>A (m2)</b>	<b>0.15</b>
<b>P (m)</b>	<b>1.26</b>
<b>R (m)</b>	<b>0.12</b>
<b>n</b>	<b>0.015</b>

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de la capacidad de conducción de la cuneta para diferentes pendientes (So):

**Cuadro N° 34**  
**Capacidad de Cuneta para Diferentes Pendientes**

<b>So</b>	<b>Q (m3/s)</b>
0.001	0.07
0.002	0.1
0.005	0.16
0.008	0.2
0.01	0.23
0.015	0.28
0.02	0.33
0.025	0.37
0.03	0.4
0.04	0.46
0.08	0.66

Fuente: Elaboración Propia

### **Pendiente longitudinal de la cuneta**

La pendiente longitudinal de la cuneta se ha adoptado igual a la pendiente del trazo vial, las mismas que varían entre 0.5% a 8%. En los tramos de mayor

pendiente se verificó que el aporte de los taludes es de tal manera que la velocidad no cauce erosión en la losa de concreto.

### **Rugosidad de cuneta**

Debido a las consideraciones adoptadas, fue necesario controlar el efecto abrasivo que se puede presentar por la velocidad con que discurren las aguas dentro de la cuneta. Dicho control se ha previsto con la construcción de un revestimiento de concreto. Este revestimiento se prevé, que sea construido con losas, separadas entre sí con una junta asfáltica.

### **Longitudes de tramo**

La longitud de recorrido de un tramo de cuneta, para el presente Estudio, se ha detectado que depende de varios factores, tales como: ubicación de entregas naturales (ríos, hondonadas, etc.), ubicación de puntos bajos que presenta el perfil de la carretera, pendiente de trazo muy pronunciada, caudales de recolección en un tramo según los niveles de precipitación. Por lo que las longitudes adoptadas variarán a lo largo de su recorrido.

### **Estructura de entrega de la cuneta hacia terreno natural**

Se obtiene ante la inevitable necesidad de desfogar las cunetas en terreno natural, contando para ello con una estructura de entrega adecuada. Dicha estructura cuenta con una transición de concreto de sección trapecial. Luego de obtenida esta sección se continua la misma con piedra asentada y emboquillada, cuya disposición longitudinal variará según la pendiente del terreno natural, considerándose formas de tipo escalonada en aquellos sectores donde la pendiente del terreno es muy pronunciada.

### **Estructura de entrega de la cuneta hacia alcantarillas**

Las cunetas también vierten directamente el agua pluvial que conducen a las estructuras de entrada y salida de las alcantarillas; esto con la finalidad de evitar desfogar en zonas del talud diferentes a los que vierten las alcantarillas.

De esta forma se evita tener mayores lugares de desfogue que deriva en evitar lugares de erosión potencial.

Para el caso de las estructuras de entrada de las alcantarillas, las cunetas solas podrán verter el agua pluvial en las estructuras del tipo caja receptora y tipo alero recto. Para el caso de las estructuras de salida de las alcantarillas, las cunetas solas podrán verter el agua pluvial en las estructuras del tipo alero recto.

### **2.9.5 Zanjas de Drenaje**

En algunos sectores de topografía llana donde no ha sido posible la proyección de una estructura tipo cuneta, debido a los rellenos de las explanaciones, se plantea zanjas de drenaje revestida de concreto tipo 1 en uno o en ambos lados de la plataforma para el control de la erosión del pie del talud. Las zanjas drenantes de sección trapezoidal interceptan el agua superficial antes de llegar a la carretera y las conducen lateralmente por gravedad hasta la alcantarilla, empalme con cuneta o terreno natural según sea el caso.

Se proyecta zanja de drenaje de emboquillado de piedra que sirven como enlace entre una alcantarilla y otra, estas zanjas conducen las aguas de la alcantarilla superior hacia la inferior evitando así que las aguas drenen a la deriva.

La ubicación de las zanjas se muestra en el Anexo 05-3 (*Zanjas de Drenaje Proyectas*).

### **2.9.6 Subdrenes**

A lo largo del tramo en estudio se han identificado sectores con presencia de filtraciones sobre el pie del talud de corte y también presencia de niveles freáticos altos que se manifiestan en la existencia de bofedales, este último debido principalmente a la escorrentía superficial y a pequeñas quebradas que discurre libremente sobre los taludes superiores proveniente de las

precipitaciones pluviales concentrándose en zonas con poco drenaje, provocando la saturación de los materiales que conforman dichos sectores adyacentes a la carretera.

De acuerdo a la etapa de reconocimiento de campo, se ha constatado que la actual carretera se encuentra en regulares condiciones, con presencia de filtraciones en los taludes de corte, con deformaciones y baches en las zonas de bofedales.

Con el objeto de contrarrestar los efectos nocivos del agua subterránea, se prevé ejecutar subdrenes a colocarse en una excavación en trinchera de sección 0.60x1.60m debajo del fondo de la cuneta. La altura del subdren puede variar de acuerdo a las condiciones del nivel freático por tramos.

Ejecutada la caja se procede a extender la manta geotextil, se coloca en el fondo de la excavación una cama de arena de espesor 0.10m para asentar la línea de tubería PVC-SAP de 8" de diámetro, perforado, sobre la cual va colocado el filtro drenante hasta los niveles previstos según planos, el mismo que se cerrará mediante traslape con costuras.

En el extremo más bajo de la línea de subdren longitudinal se instalará una tubería de descarga sin perforar, que cruza la plataforma y elimina los caudales colectados.

### **Caudal de diseño**

Se debe considerar en primer lugar la distancia de inicio y descarga de los subdrenes, dado que a mayor distancia de recorrido, su capacidad de transporte deberá incrementarse por el aporte de caudales a lo largo de su recorrido.

Los posibles caudales de aporte, que conforman el caudal total, los cuales pueden afectar la estructura del pavimento son:

El caudal generado por la infiltración de agua de lluvia, la cual cae directamente sobre la plataforma vial.

Una parte de éste se infiltra inevitablemente en la estructura del pavimento debido a que las carpetas de pavimento flexibles, no son impermeables y el caudal generado por el abatimiento del nivel de agua subterránea.

## Caudal por infiltración

Se tiene la siguiente ecuación:

$$q_i = IR \cdot B \cdot L \cdot F_i \cdot FR$$

Donde:

IR : Intensidad de precipitación máxima horaria de frecuencia anual.

B : Para sub drenes longitudinales, B es la mitad de la plataforma vial (cm).

L : Longitud del tramo de drenaje (cm).

F<sub>i</sub> : Factor de infiltración (Ver Cuadro N° 35).

FR : Factor de retención de la base (Ver Cuadro N° 36)

q<sub>i</sub> : Caudal de infiltración (cm/s)

**Cuadro N°35**  
**Valores recomendados para F<sub>i</sub>**

Tipo de Carpeta	F <sub>i</sub>
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0.3
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0.4
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0.5
Carpetas de concreto de cemento Portland	0.67

**Cuadro N°36**  
**Valores recomendados para F<sub>R</sub>**

Tipo de Base	F <sub>R</sub>
Bases bien gradadas, en servicio 5 años o más	1/4
Bases bien gradadas, en servicio menos de 5 años	1/3
Bases mal gradadas, en servicio 5 años o más	1/3
Bases mal gradadas, en servicio menos de 5 años	1/2

## Caudal por abatimiento del nivel freático

Se tiene las siguientes relaciones:

$$q_{NF} = K \cdot i \cdot A_e$$

$$i = (N_d - N_f) / B$$

$$A_e = (N_d - N_f) \cdot L$$

Donde:

**K** : Coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente.

**I** : Gradiente hidráulico.

**N<sub>d</sub>** : Cota inferior del sub dren.

**N<sub>f</sub>** : Cota superior del nivel freático.

**A<sub>e</sub>** : Área efectiva para el caso del abatimiento del nivel freático.

**B** : ancho de infiltración.

**L** : Longitud del tramo de drenaje.

**q<sub>NF</sub>** : Caudal por abatimiento del nivel freático.

## Caudal total

Está dado por la suma del caudal por infiltración y el caudal por abatimiento del nivel freático.

$$Q_f = Q_{\text{infiltración}} + Q_{N_f}$$

Los cálculos para el diseño del subdren y la verificación de la capacidad de conducción se muestran en el Anexo 05-4 (*Diseño del Sub dren y Capacidad de Conducción*).

En el cuadro N°37, se muestra la ubicación de los sub drenes, longitud de subdren y descarga

**Cuadro N° 37**  
**Ubicación de Sub Drenes**

Progresiva		Lado	Descarga	Longitud (m)			Observación
Inicio	Final			Sub dren	Altura	Descarga	
25+970	25+995	I	25+995	25.00	1.60	10.00	Filtración de pie de talud de corte
25+995	26+030	I	25+995	35.00	1.60	10.00	
29+588	29+730	I	29+588	142.00	1.60	10.00	
29+900	30+039	I	29+900	139.00	1.60	10.00	
30+039	30+100	I	30+039	61.00	1.60	10.00	
31+973	32+240	I	31+973	267.00	1.60	10.00	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.9.7 Estructura Tipo Caja Cuneta

Se ha considerado conveniente proyectar este tipo de estructura a fin de recolectar el agua proveniente de las pequeñas quebradas existentes para ser trasladados por medio de la cuneta hasta la próxima alcantarilla, con el fin de no incrementar el nivel freático en zonas de bofedales y en lugares donde se proyectan botaderos.

Dichas cajas tendrán una profundidad tal que permita descargar el agua recolectada hacia la cuneta mediante rebose, además tendrán una profundidad adicional para almacenar los sedimentos que arrastran las caídas de agua.

La estructura tipo caja cuneta serán proyectadas al costado de las cunetas con la finalidad de evitar desbordes de agua hacia la plataforma vial.

En el cuadro N°38 se muestra la ubicación de dichas estructuras.

**Cuadro N° 38**  
**Estructuras Tipo Caja Cuneta**

Km	Observaciones
25+534	Capta agua de pequeña Quebrada
35+079	Capta agua de pequeña Quebrada
35+184	Capta agua de pequeña Quebrada

Fuente: Elaboración Propia

**CAPÍTULO III: PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE DRENAJE****CARRETERA: CANTA – HUAYLLAY (KM 24 – KM 37)****3.1 PLANILLA DE METRADOS**

Se a elaborado tomando en cuenta las diferentes partidas de obra a ejecutarse, la unidad de medida, los diseños propuestos e indicados en los planos, secciones transversales, diseños y detalles constructivos específicos, en concordancia con especificaciones técnicas y normatividad aplicable.

El resumen de las planillas de metrados se adjuntan a continuación y el detalle de los mismos se encuentran en Anexo 06-1 (*Metrados*) del presente Informe.

**Cuadro N° 39**  
**Planilla de Metrados**

Item	Descripción	Und.	Metrado
600	<b>OBRAS DE ARTE</b>		
601.A	Excavación no clasificada para Estructuras	m3	3,692.51
603.A	Limpieza de Cauce y Encauzamientos para Badenes y Alcantarillas	m3	413.55
605.A	Rellenos para Estructuras	m3	1,417.24
606.A	Material de Cantera para Rellenos	m3	1,417.24
610.C	Concreto Clase C 27.4 MPa (280 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	216.00
610.D	Concreto Clase D 20.6 MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	215.58
610.E	Concreto Clase E 17.2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	316.63
610.H	Concreto Clase H1 17.2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> ) (Concreto Clase E y 30 % de Piedra Grande).	m3	238.07
610.I	Concreto Clase I 9.8 MPa (100 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	77.31
612.A	Encofrado y Desencofrado	m2	1,484.03
615.A	Acero de Refuerzo F'Y=4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	41,622.99
622.B	Tubería Corrugada de Acero Galvanizado Circular de 0.90 m. de Diámetro	m	370.43
622.C	Tubería Corrugada de Acero Galvanizado Circular de 1.20 m. de Diámetro	m	109.70
624.E	Tubo de PVC-SAP, D=8"	m	60.00
624.E1	Tubo DE PVC-SAP, D=8" (Perforada)	m	669.00
625.B	Subdren Profundo	m3	580.40
625.F	Tubería de Ventilación Fierro Galvanizado D=1.5"	m	21.60

635.A	Cunetas Triangular Tipo I Revestida en Concreto	m	15,920.00
635.G	Zanjas de Drenaje Revestida	m	1,166.00
640.B	Emboquillado de Piedra e=20cm	m2	871.70
640.C	Emboquillado de Piedra e=35cm	m2	750.00
641.A	Piedra Asentada	m3	69.00
650.H	Geotextil no Tejido Clase 2	m2	3,397.05
655.A1	Junta Longitudinal para Badenes	m	60.00
655.A2	Junta Transversal para Badenes	m	132.00
660.A	Gavión Tipo Caja	m3	330.30
660.B	Gavión Tipo Colchón e=0.30 m	m2	31.80
<b>1100</b>	<b>PONTÓN</b>		
1001.A	Trazo, Replanteo y Control Topográfico	m2	105.10
1100.B	Falso Puente para Pontones	m	9.80
1005.D	Pintura Bituminosa	m2	451.76
202.B	Demolición de Estructuras	m3	10.00
601.B	Excavación No Clasificada para Estructuras en Seco	m3	21.64
601.C	Excavación No Clasificada para Estructuras Bajo Agua	m3	864.26
603.B	Encauzamiento para Pontón	m3	270.00
605.A	Rellenos para Estructuras	m3	1,297.85
606.A	Material de Cantera para Rellenos	m3	1,297.85
610.C	Concreto Clase C 27.4 MPa (280 Kg/cm2)	m3	238.12
610.C1	Concreto Clase C1 27.4 MPa (280 Kg/cm2) Bajo Agua	m3	160.10
610.D1	Concreto Clase D1 20.6 MPa (210 Kg/cm2) Bajo Agua	m3	114.90
610.I	Concreto Clase I 9.8 MPa (100 Kg/cm2)	m3	11.95
612.B	Encofrado y Desencofrado Cara Vista	m2	114.16
612.B1	Encofrado y Desencofrado Cara Vista Bajo Agua	m2	170.31
612.C	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	m2	210.75
612.C1	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista Bajo Agua	m2	236.17
615	Acero de Refuerzo F'Y=4200 kg/cm2	kg	34,290.16
624.D	Tubo de PVC-SAP, D=4"	m	8.00
700.A	Transporte de Materiales Granulares entre Ciento Veinte Metros (120 m.) y Mil Metros (1000 m.)	m3k	1,297.85
700.B	Transporte de Materiales Granulares para Distancias Mayores de Mil Metros (1000 m.)	m3k	11,343.21
700.E	Transporte de Desechos y Excedentes a DME Entre Ciento Veinte Metros (120 m.) y Mil Metros (1000 m.)	m3k	885.91
700.F	Transporte de Desechos y Excedentes a DME para Distancias Mayores de Mil Metros (1000 m.)	m3k	6,750.63

### 3.2 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El Presupuesto se ha elaborado con el Sistema de Precios Unitarios (ver Anexo 06-2, *Análisis de Precios Unitarios*), en base a los metrados y precios afectando al costo directo por los porcentajes correspondientes a Gastos Generales y Utilidad, además del Impuesto General a las Ventas. En el siguiente cuadro se presenta el presupuesto del proyecto.

**Cuadro N° 40**  
**Presupuesto del Proyecto**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Sub total S/.
600	<b>OBRAS DE ARTE</b>					<b>3,430,955.6</b>
601.A	Excavación no clasificada para Estructuras	m3	3,692.5	13.14	48,519.52	
603.A	Limpieza de Cauce y Encauzamientos para Badenes y Alcantarillas	m3	413.6	9.24	3,821.20	
605.A	Rellenos para Estructuras	m3	1,417.2	27.28	38,662.25	
606.A	Material de Cantera para Rellenos	m3	1,417.2	15.12	21,428.64	
610.C	Concreto Clase C 27.4 MPa (280 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	216.0	380.89	82,272.24	
610.D	Concreto Clase D 20.6 MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	215.6	338.50	72,973.83	
610.E	Concreto Clase E 17.2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	316.6	306.66	97,096.25	
610.H	Concreto Clase H1 17.2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> ) (Concreto Clase E y 30 % de Piedra Grande).	m3	238.1	245.94	58,550.94	
610.I	Concreto Clase I 9.8 MPa (100 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3	77.3	242.39	18,739.17	
612.A	Encofrado y Desencofrado	m2	1,484.0	54.95	81,547.45	
615.A	Acero de Refuerzo F'Y=4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	41,623	4.72	196,460.5	
622.B	Tubería Corrugada de Acero Galvanizado Circular de 0.90 m. de Diámetro	m	370.4	421.90	156,284.4	
622.C	Tubería Corrugada de Acero Galvanizado Circular de 1.20 m. de Diámetro	m	109.7	638.03	69,991.89	
624.E	Tubo de PVC-SAP, D=8"	m	60.0	32.44	1,946.40	
624.E1	Tubo DE PVC-SAP, D=8" (Perforada)	m	669.0	32.67	21,856.23	
625.B	Subdren Profundo	m3	580.4	72.53	42,096.76	
625.F	Tubería de Ventilación Fierro Galvanizado D=1.5"	m	21.6	18.71	404.14	
635.A	Cunetas Triangular Tipo I Revestida en Concreto	m	15,920	126.09	2,007,353	
635.G	Zanjas de Drenaje Revestida	m	1,166.0	148.64	173,314.2	
640.B	Emboquillado de Piedra e=20cm	m2	871.7	75.59	65,891.80	
640.C	Emboquillado de Piedra e=35cm	m2	750.0	108.52	81,390.00	

641.A	Piedra Asentada	m3	69.0	301.75	20,820.75	
650.H	Geotextil no Tejido Clase 2	m2	3,397.1	4.49	15,252.75	
655.A1	Junta Longitudinal para Badenes	m	60.0	12.45	747.00	
655.A2	Junta Transversal para Badenes	m	132.0	43.17	5,698.44	
660.A	Gavión Tipo Caja	m3	330.3	138.33	45,690.40	
660.B	Gavión Tipo Colchón e=0.30 m	m2	31.8	67.47	2,145.55	
<b>1100</b>	<b>PONTÓN</b>					<b>562,356.54</b>
1001.A	Trazo,Replanteo y Control Topográfico	m2	105.10	2.31	242.78	
1100.B	Falso Puente para Pontones	m	9.80	1,155.8	11,326.55	
1005.D	Pintura Bituminosa	m2	451.76	21.37	9,654.15	
202.B	Demolición de Estructuras	m3	10.00	111.34	1,113.40	
601.B	Excavación No Clasificada para Estructuras en Seco	m3	21.64	6.07	131.38	
601.C	Excavación No Clasificada para Estructuras Bajo Agua	m3	864.26	9.70	8,383.36	
603.B	Encauzamiento para Pontón	m3	270.00	7.66	2,068.20	
605.A	Rellenos para Estructuras	m3	1,298	27.28	35,405.47	
606.A	Material de Cantera para Rellenos	m3	1,298	15.12	19,623.56	
610.C	Concreto Clase C 27.4 MPa (280 Kg/cm2)	m3	238.12	380.89	90,698.14	
610.C1	Concreto Clase C1 27.4 MPa (280 Kg/cm2) Bajo Agua	m3	160.10	425.04	68,048.90	
610.D1	Concreto Clase D1 20.6 MPa (210 Kg/cm2) Bajo Agua	m3	114.90	382.65	43,966.49	
610.I	Concreto Clase I 9.8 MPa (100 Kg/cm2)	m3	11.95	242.39	2,896.46	
612.B	Encofrado y Desencofrado Cara Vista	m2	114.16	76.36	8,717.41	
612.B1	Encofrado y Desencofrado Cara Vista Bajo Agua	m2	170.31	125.92	21,445.50	
612.C	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	m2	210.75	54.95	11,580.71	
612.C1	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista Bajo Agua	m2	236.17	97.43	23,010.09	
615	Acero de Refuerzo F'Y=4200 kg/cm2	kg	34,290	4.72	161,849.5	
624.D	Tubo de PVC-SAP, D=4"	m	8.00	13.61	108.88	
700.A	Transporte de Materiales Granulares entre Ciento Veinte Metros (120 m.) y Mil Metros (1000 m.)	m3k	1,298	7.08	9,188.78	
700.B	Transporte de Materiales Granulares para Distancias Mayores de Mil Metros (1000 m.)	m3k	11,343	1.38	15,653.63	
700.E	Transporte de Desechos y Excedentes a DME Entre Ciento Veinte Metros (120 m.) y Mil Metros (1000 m.)	m3k	885.91	8.11	7,184.73	
700.F	Transporte de Desechos y Excedentes a DME para Distancias Mayores de Mil Metros (1000 m.)	m3k	6,751	1.49	10,058.44	
<b>TOTAL A COSTO DIRECTO</b>						<b>3,993,312.1</b>
<b>GASTOS GENERALES (10.00%)</b>						<b>399,331.21</b>
<b>UTILIDAD (10.00%)</b>						<b>399,331.21</b>
<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (19.00%)</b>						<b>910,475.16</b>
<b>TOTAL</b>						<b>5,702,449.7</b>

## CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- El tramo vial motivo del presente Estudio, Canta – Huayllay (Km. 24+000 – Km. 37+000), se encuentra ubicado en la Carretera Lima – Canta – La Viuda – Unish, provincia de Canta, departamento de Lima, el cual se desarrolla sobre terrenos de configuración accidentada, generalmente a media ladera.
- El régimen de precipitaciones pluviales en la zona es relativamente alto; principalmente durante los meses de Diciembre a Marzo. Para fines del presente Estudio, se han utilizado los registros históricos referentes a precipitación máxima en 24 horas, registrados en las estaciones “Pariacancha” y “Yantac”, cercanas a la ubicación del Proyecto.
- A lo largo del tramo en estudio, se han observado subcuencas hidrográficas que interceptan el alineamiento de la carretera; las mismas que han sido identificadas en la información cartográfica y cuyas superficies de aportación varían entre 1.411 Km<sup>2</sup> y 10.345 Km<sup>2</sup>. Asimismo, existen pequeñas quebradas con superficies de aportación reducida, las cuales interceptan el tramo de carretera y que no han podido ser identificadas en la información cartográfica. Sin embargo, de acuerdo a la información de campo recopilada, se han evaluado integralmente dichas quebradas a fin de proponer las diversas obras de drenaje que requieran ser proyectadas.  
La ubicación y características de las subcuencas hidrográficas identificadas en la información cartográfica se presentan en el plano de Subcuencas Hidrológicas.
- El reconocimiento de campo permitió efectuar una evaluación integral del sistema de drenaje existente del tramo en estudio, el cual se encuentra constituido principalmente por obras de drenaje superficial tipo pontón, alcantarillas, y cunetas laterales de tierra, generalmente construidas de manera provisional que se encuentran en mal estado y cuyas capacidades hidráulicas son insuficientes.
- Los Caudales máximos de diseño de las obras de drenaje propuestas en el presente Estudio, fueron estimadas de acuerdo a las áreas de aportación de las subcuencas comprometidas, estableciéndose así que para áreas de subcuencas menores a 5 Km<sup>2</sup>, el caudal de diseño se ha estimado

mediante el Método Racional y para las subcuencas con áreas de aportación mayores a 5 Km<sup>2</sup>, el caudal de diseño se ha estimado mediante el uso del Modelo Hidrológico HEC-HMS.

- Según la evaluación de campo realizada en el tramo de la carretera, se han identificado sectores con presencia de nivel freático alto, los cuales pueden producir fenómenos de tipo erosión de ladera, deslizamientos y derrumbes que afectarían la estabilidad de la carretera.
- El sistema de drenaje propuesto de la carretera Canta – Huayllay (km 24 – km 37) está constituido por obras de drenaje transversal (Pontón, alcantarillas y baden), obras de drenaje longitudinal (Cunetas laterales y zanjas de drenaje) y obras de subdrenaje (Subdrén longitudinal y subdrén transversal), cuyo monto de Ejecución de Obra asciende a **S/ 5, 702,449.7**.
- La ubicación y características de las obras de drenaje proyectadas se detallan en el ítem 2.9, Obras de de Drenaje Proyectadas.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Por la importancia de la carretera a proyectarse, el presente Estudio recomienda el reemplazo de todas las obras de drenaje transversal y longitudinal existentes y la proyección de nuevas estructuras que garanticen el funcionamiento del sistema de drenaje propuesto de acuerdo a la demanda hidrológica y características geomorfológicas de la zona de estudio.
- Con la finalidad de mitigar los efectos producidos por nivel freático alto, el presente Estudio recomienda la proyección de obras de drenaje superficial y subsuperficial.
- Con la finalidad de complementar el sistema de drenaje propuesto en el tramo de la carretera, se recomienda la proyección de obras complementarias, como caja cuneta, las cuales permitirán la descarga de las pequeñas quebradas que no fueron identificadas en la información cartográfica. La ubicación y características de las obras complementarias se presentan en el ítem 2.9.7.
- Para proteger los taludes adyacentes al río Chillón, de los procesos erosivos y con la finalidad de conducir adecuadamente las aguas de dicho río, se recomienda la proyección de obras de protección y encauzamiento con Muros de Gaviones, cuya ubicación y características se presentan en el ítem 2.8.2 del presente Estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio F. J., "Fundamentos de Hidrología de Superficie", 4ta. Edición, México, 1996
- Arturo Rocha Felices, "Hidráulica de Tuberías y Canales", 1ra. Edición, Lima, 1998.
- Chow V. T., "Hidráulica de Canales Abiertos", 1ra. Edición, México, 1982.
- MTC (2006) Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

### Software:

- Hec-Hms. versión 3.0 (Hydrologic Modeling System).
- Hec-Ras. versión 4.0 (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System).
- Hyfran (Hydrologic Frequency Analysis).
- Hcanales.

## **ANEXOS**

### **ANEXOS 01**

**Anexo 01-1: Serie Histórica de Precipitaciones Máximas en 24 Horas.**

**Anexo 01-2: Análisis de Frecuencia.**

**Anexo 01-3: Prueba Kolmogorov-Smirnov.**

**Anexo 01-4: Salidas Hec-Hms: Caudales de Diseño de Quebradas**

### **ANEXOS 02**

**Anexo 02-1: Registro Histórico de Caudales Máximos Mensuales.**

**Anexo 02-2: Análisis de Frecuencia Empleado el Modelo Hyfran.**

### **ANEXOS 03**

**Anexo 03-1: Fichas de Evaluación-Cunetas.**

**Anexo 03-2: Fichas de Evaluación-Alcantarillas.**

**Anexo 03-3: Fichas de Evaluación-Pontón.**

**Anexo 03-4: Fichas de Evaluación-Quebradas.**

### **ANEXOS 04**

**Anexo 04-1: Ensayo Granulométrico-Pontón Cushpa.**

**Anexo 04-2: Modelamiento Hidráulico-Resultados de Hec-Ras.**

**Anexo 04-3: Socavación General.**

### **ANEXOS 05**

**Anexo 05-1: Verificación Hidráulica Alcantarillas de Paso.**

**Anexo 05-2: Cunetas Laterales Proyectadas.**

**Anexo 05-3: Zanjas de Drenaje Proyectadas.**

**Anexo 05-4: Diseño del Subdren y Capacidad de Conducción.**

### **ANEXOS 06**

**Anexo 06-1: Metrados.**

**Anexo 06-2: Análisis de Precios Unitarios.**

### **ANEXOS 07**

**07-1: Plano de Sub Cuenca.**

**07-2: Plano de Sistema de Drenaje.**

**07-3: Plano de Detalles de Defensas Ribereñas.**

**07-4: Plano de Perfiles de Alcantarillas.**

**07-5: Planos de Detalles de Alcantarillas de Cruce.**

**07-6: Planos de Detalles de Obras Menores.**

**07-7: Planos de Detalle de Subdren.**

**07-8: Plano de Badén.**

**07-9: Plano de Pontón.**

# **ANEXOS 01**

## **ANEXO 01-1**

# **Serie Histórica de Precipitaciones Máximas en 24 Horas**

**Cuadro N° 01****ESTACIÓN PARIACANCHA**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MAX.</b>
1989	13.6	21.0	15.6	9.0	8.0	2.7	4.0	3.3	4.7	12.5	3.2	5.7	21.0
1990	18.2	16.0	20.9	15.2	10.0	10.0	0.0	3.0	2.0	20.0	20.0	15.1	20.9
1991	8.7	9.2	16.3	9.6	10.0	0.0	4.0	0.0	19.5	16.2	7.5	7.9	19.5
1992	6.1	18.3	26.8	16.4	3.2	0.0	6.5	0.0	2.7	9.6	5.9	14.5	26.8
1993	15.8	15.7	24.8	14.4	5.1	0.0	1.4	2.5	9.8	9.5	16.0	21.4	24.8
1994	19.5	16.1	27.7	13.9	14.9	2.5	2.0	0.0	8.5	12.4	9.0	14.3	27.7
1995	14.4	13.4	18.2	13.6	7.4	4.2	1.0	7.1	9.3	8.9	7.5	29.2	29.2
1996	15.6	16.3	13.8	17.7	6.7	0.0	0.0	1.7	6.1	10.0	8.2	17.2	17.7
1997	20.8	24.2	5.4	4.5	3.2	2.2	2.1	3.9	13.0	8.6	15.4	11.0	24.2
1998	26.5	17.7	38.0	12.9	0.5	4.0	0.0	3.0	16.1	18.7	8.9	11.0	38.0
1999	11.7	20.9	14.1	9.2	8.5	6.1	1.4	4.3	10.0	10.2	14.2	13.5	20.9
2000	25.0	16.1	19.0	10.3	9.2	0.0	2.3	4.2	9.8	15.7	17.3	23.2	25.0
2001	22.6	14.1	21.8	12.0	3.5	0.0	3.1	0.0	9.7	12.0	12.0	7.5	22.6
2002	13.5	16.3	18.4	12.1	3.8	4.2	2.4	0.6	10.0	16.2	17.5	16.3	18.4
2003	9.7	23.3	17.5	18.0	2.7	1.0	0.0	1.4	5.0	8.5	10.7	13.5	23.3
2004	6.0	16.0	14.0	12.5	6.5	2.7	1.6	2.5	8.9	12.0	15.1	13.7	16.0
2005	12.0	13.6	18.1	17.5	0.7	0.0	0.0	4.0	1.1	6.4	14.0	10.0	18.1
2006	15.7	20.6	16.5	12.2	0.0	3.0	0.0	3.1	7.6	7.0	15.0	19.3	20.6
2007	15.7	17.0	20.0	18.2	12.0	0.0	0.0	1.5	3.9	12.2	21.2	14.4	21.2
2008	14.8	15.6	15.6	7.1	0.3	0.9	0.5	5.0	5.4	16.2	8.0	18.9	18.9

FUENTE: SENAMHI

**Cuadro N° 02****ESTACIÓN YANTAC**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MAX.</b>
1989	7.4	9.3	9.9	5.6	5.3	5.5	7.1	6.0	6.1	9.9	6.8	8.2	9.9
1990	8.8	5.1	12.7	5.1	9.9	27.2	2.1	6.4	8.1	10.0	8.9	7.2	27.2
1991	6.4	7.1	10.3	6.4	10.8	5.5	5.7	0.2	6.7	9.0	8.0	6.0	10.8
1992	6.8	9.6	10.1	8.6	5.5	3.4	5.4	4.8	2.9	8.1	7.7	2.4	10.1
1993	11.2	9.5	8.6	7.7	6.0	4.1	3.7	8.3	1.6	4.6	15.2	8.2	15.2
1994	10.4	13.1	18.0	9.9	8.0	3.2	7.8	6.0	6.0	15.6	12.0	8.3	18.0
1995	10.9	7.6	14.1	5.4	8.5	3.5	3.4	9.3	8.9	11.9	19.7	12.3	19.7
1996	17.7	16.4	17.2	8.9	5.1	0.5	1.1	5.5	7.6	9.1	11.5	15.4	17.7
1997	20.5	19.4	10.2	10.1	6.2	0.0	6.1	11.2	17.8	8.3	26.2	19.0	26.2
1998	28.6	18.3	11.8	7.4	5.3	10.0	0.0	12.7	10.3	13.9	9.3	10.4	28.6
1999	12.7	18.0	15.7	14.8	8.1	9.4	9.7	2.0	8.8	15.9	24.9	20.2	24.9
2000	35.6	23.3	24.1	6.9	10.0	0.7	4.4	8.6	18.3	15.7	20.3	17.9	35.6
2001	19.1	28.1	19.4	13.9	11.4	5.1	10.4	21.5	8.1	13.1	12.8	9.4	28.1
2002	16.8	10.8	18.8	10.8	5.4	5.2	7.8	7.1	11.3	19.5	17.7	12.3	19.5
2003	13.9	15.9	29.3	14.7	10.8	4.9	4.6	12.0	3.5	9.7	17.1	18.3	29.3
2004	7.9	13.0	14.9	4.2	8.0	S/D	2.8	7.3	12.4	16.5	15.5	12.1	16.5
2005	7.7	9.4	10.7	6.2	7.5	6.1	1.8	10.9	5.0	4.8	11.3	12.3	12.3
2006	18.8	13.4	31.6	15.9	1.1	5.1	4.2	11.2	8.8	16.5	14.5	15.5	31.6
2007	12.9	10.4	11.5	11.0	6.1	2.7	2.9	3.0	7.6	14.1	11.2	8.1	14.1
2008	17.5	16.6	17.2	12.1	3.7	10.2	8.0	3.6	5.3	14.7	9.8	S/D	17.5

FUENTE: SENAMHI

**ANEXO 01-2**  
**Análisis de Frecuencia**

Cuadro N° 01

## DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL - ESTACIÓN PARIACANCHA

AÑO	PRECIP. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS	(X) ORDEN ASCEND. MM / 24 HORAS	Y (LN X)	(Y - $\hat{Y}$ ) <sup>2</sup>	ORDEN (m)	PROB. NO EXCEDENCIA PM=100*m/(N+1)
1989	21.0	16.0	2.773	0.1095	1	4.76
1990	20.9	17.7	2.874	0.0529	2	9.52
1991	19.5	18.1	2.896	0.0431	3	14.29
1992	26.8	18.4	2.912	0.0366	4	19.05
1993	24.8	18.9	2.939	0.0270	5	23.81
1994	27.7	19.5	2.970	0.0177	6	28.57
1995	29.2	20.6	3.025	0.0061	7	33.33
1996	17.7	20.9	3.040	0.0041	8	38.10
1997	24.2	20.9	3.040	0.0041	9	42.86
1998	38.0	21.0	3.045	0.0035	10	47.62
1999	20.9	21.2	3.054	0.0025	11	52.38
2000	25.0	22.6	3.118	0.0002	12	57.14
2001	22.6	23.3	3.148	0.0020	13	61.90
2002	18.4	24.2	3.186	0.0069	14	66.67
2003	23.3	24.8	3.211	0.0115	15	71.43
2004	16.0	25.0	3.219	0.0133	16	76.19
2005	18.1	26.8	3.288	0.0342	17	80.95
2006	20.6	27.7	3.321	0.0475	18	85.71
2007	21.2	29.2	3.374	0.0732	19	90.48
2008	18.9	38.0	3.638	0.2852	20	95.24

$$\Sigma Y = \begin{matrix} 62.07 \\ 3.104 \end{matrix}$$

$$\Sigma (Y - \hat{Y})^2 = \begin{matrix} 0.7810 \\ 0.2027 \end{matrix}$$

Cuadro N° 02

## PRECIPITACIONES MAXIMAS

## DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL - ESTACIÓN PARIACANCHA

PERIODO DE RETORNO (Tr) EN AÑOS	PROBABILIDAD	FACTOR K	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (MM)
10	0.10	1.283	28.893
20	0.05	1.647	31.109
50	0.02	2.057	33.806
100	0.01	2.328	35.715

Cuadro N° 03

## DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL - ESTACIÓN YANTAC

AÑO	PRECIP. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS	(X) ORDEN ASCEND. MM / 24 HORAS	Y (LN X)	$(Y - \hat{Y})^2$	ORDEN (m)	PROB. NO EXCEDENCIA $PM=100*m/(N+1)$
1989	9.9	9.9	2.293	0.4401	1	4.76
1990	27.2	10.1	2.313	0.4139	2	9.52
1991	10.8	10.8	2.380	0.3322	3	14.29
1992	10.1	12.3	2.510	0.1992	4	19.05
1993	15.2	14.1	2.646	0.0959	5	23.81
1994	18.0	15.2	2.721	0.0550	6	28.57
1995	19.7	16.5	2.803	0.0233	7	33.33
1996	17.7	17.5	2.862	0.0088	8	38.10
1997	26.2	17.7	2.874	0.0068	9	42.86
1998	28.6	18.0	2.890	0.0043	10	47.62
1999	24.9	19.5	2.970	0.0002	11	52.38
2000	35.6	19.7	2.981	0.0006	12	57.14
2001	28.1	24.9	3.215	0.0671	13	61.90
2002	19.5	26.2	3.266	0.0960	14	66.67
2003	29.3	27.2	3.303	0.1206	15	71.43
2004	16.5	28.1	3.336	0.1443	16	76.19
2005	12.3	28.6	3.353	0.1580	17	80.95
2006	31.6	29.3	3.378	0.1778	18	85.71
2007	14.1	31.6	3.453	0.2472	19	90.48
2008	17.5	35.6	3.572	0.3800	20	95.24

$$\sum Y = 59.12$$

$$\hat{Y} = 2.956$$

$$\sum (Y - \hat{Y})^2 = 2.9714$$

$$S_Y = 0.3955$$

Cuadro N° 04

## PRECIPITACIONES MAXIMAS

## DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL - ESTACIÓN YANTAC

PERIODO DE RETORNO (Tr) EN AÑOS	PROBABILIDAD	FACTOR K	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (MM)
10	0.10	1.283	31.916
20	0.05	1.647	36.864
50	0.02	2.057	43.355
100	0.01	2.328	48.257

Cuadro N° 05

## DISTRIBUCIÓN GUMBEL - ESTACIÓN PARIACANCHA

AÑO	PRECIP. ANUAL MÁX. (X) MM / 24 HORAS	(X) ORDEN ASCEND. MM / 24 HORAS	(X - X') <sup>2</sup>	ORDEN (m)	PROB. NO EXCEDENCIA PM=100 <sup>m</sup> /(N+1)
1989	21.0	21.0	3.028	1	4.76
1990	20.9	20.9	3.386	2	9.52
1991	19.5	19.5	10.498	3	14.29
1992	26.8	26.8	16.484	4	19.05
1993	24.8	24.8	4.244	5	23.81
1994	27.7	27.7	24.602	6	28.57
1995	29.2	29.2	41.732	7	33.33
1996	17.7	17.7	25.402	8	38.10
1997	24.2	24.2	2.132	9	42.86
1998	38.0	38.0	232.868	10	47.62
1999	20.9	20.9	3.386	11	52.38
2000	25.0	25.0	5.108	12	57.14
2001	22.6	22.6	0.020	13	61.90
2002	18.4	18.4	18.836	14	66.67
2003	23.3	23.3	0.314	15	71.43
2004	16.0	16.0	45.428	16	76.19
2005	18.1	18.1	21.530	17	80.95
2006	20.6	20.6	4.580	18	85.71
2007	21.2	21.2	2.372	19	90.48
2008	18.9	18.9	14.746	20	95.24

$\sum X =$	454.80	$\sum (X - X')^2 =$	480.6880
$X' =$	22.740	$S_x =$	5.0298
$Y_N =$	0.5236	$S_N =$	1.0628

Cuadro N° 06

## PRECIPITACIONES MAXIMAS

## DISTRIBUCIÓN GUMBEL - ESTACIÓN PARIACANCHA

PERIODO DE RETORNO (Tr) EN AÑOS	Y <sub>T</sub>	FACTOR K	PRECIPITACION MÁXIMA EN 24 HORAS (MM)
10	2.250	1.625	30.912
20	2.970	2.302	34.319
50	3.902	3.179	38.728
100	4.600	3.836	42.033

Cuadro N° 07

## DISTRIBUCIÓN GUMBEL - ESTACIÓN YANTAC

AÑO	PRECIP. ANUAL MÁX. (X) MM / 24 HORAS	(X) ORDEN ASCEND. MM / 24 HORAS	(X - X') <sup>2</sup>	ORDEN (m)	PROB. NO EXCEDENCIA PM=100*m/(N+1)
1989	9.9	9.9	115.348	1	4.76
1990	27.2	10.1	111.092	2	9.52
1991	10.8	10.8	96.826	3	14.29
1992	10.1	12.3	69.556	4	19.05
1993	15.2	14.1	42.772	5	23.81
1994	18.0	15.2	29.594	6	28.57
1995	19.7	16.5	17.140	7	33.33
1996	17.7	17.5	9.860	8	38.10
1997	26.2	17.7	8.644	9	42.86
1998	28.6	18.0	6.970	10	47.62
1999	24.9	19.5	1.300	11	52.38
2000	35.6	19.7	0.884	12	57.14
2001	28.1	24.9	18.148	13	61.90
2002	19.5	26.2	30.914	14	66.67
2003	29.3	27.2	43.034	15	71.43
2004	16.5	28.1	55.652	16	76.19
2005	12.3	28.6	63.362	17	80.95
2006	31.6	29.3	74.996	18	85.71
2007	14.1	31.6	120.122	19	90.48
2008	17.5	35.6	223.802	20	95.24

$\Sigma X =$	412.80	$\Sigma (X - X')^2 =$	1140.0080
$X' =$	20.640	$S_x =$	7.7460
$Y_N =$	0.5236	$S_N =$	1.0628

Cuadro N° 08

## PRECIPITACIONES MÁXIMAS

## DISTRIBUCIÓN GUMBEL - ESTACIÓN YANTAC

PERIODO DE RETORNO (Tr) EN AÑOS	Y <sub>T</sub>	FACTOR K	PRECIPITACION MÁXIMA EN 24 HORAS (MM)
10	2.250	1.625	33.225
20	2.970	2.302	38.472
50	3.902	3.179	45.262
100	4.600	3.836	50.351

Cuadro N° 09

## DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON III - ESTACIÓN PARIACANCHA

AÑO	PRECIP. ANUAL MÁX. (X) MM / 24 HORAS	(X) ORDEN ASCEND. MM / 24 HORAS	Y (LOG X)	(Y - $\hat{Y}$ ) <sup>2</sup>	ORDEN (m)	PROB. NO EXCEDENCIA PM=100 <sup>m</sup> /(N+1)
1989	21.0	16.0	1.204	0.0207	1	4.76
1990	20.9	17.7	1.248	0.0100	2	9.52
1991	19.5	18.1	1.258	0.0081	3	14.29
1992	26.8	18.4	1.265	0.0069	4	19.05
1993	24.8	18.9	1.276	0.0051	5	23.81
1994	27.7	19.5	1.290	0.0033	6	28.57
1995	29.2	20.6	1.314	0.0012	7	33.33
1996	17.7	20.9	1.320	0.0008	8	38.10
1997	24.2	20.9	1.320	0.0008	9	42.86
1998	38.0	21.0	1.322	0.0007	10	47.62
1999	20.9	21.2	1.326	0.0005	11	52.38
2000	25.0	22.6	1.354	0.0000	12	57.14
2001	22.6	23.3	1.367	0.0004	13	61.90
2002	18.4	24.2	1.384	0.0013	14	66.67
2003	23.3	24.8	1.394	0.0022	15	71.43
2004	16.0	25.0	1.398	0.0025	16	76.19
2005	18.1	26.8	1.428	0.0064	17	80.95
2006	20.6	27.7	1.442	0.0090	18	85.71
2007	21.2	29.2	1.465	0.0138	19	90.48
2008	18.9	38.0	1.580	0.0538	20	95.24

$$\begin{aligned} \sum Y &= 26.96 \\ \hat{Y} &= 1.348 \\ \sum (Y - \hat{Y})^2 &= 0.010 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum (Y - \hat{Y})^2 &= 0.1473 \\ S_Y &= 0.0881 \\ C_S &= 0.8398 \end{aligned}$$

Cuadro N° 10

## PRECIPITACIONES MÁXIMAS

## DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON III - ESTACIÓN PARIACANCHA

PERIODO DE RETORNO (Tr) EN AÑOS	PROBABILIDAD	FACTOR K	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM)
10	0.10	1.337	29.214
20	0.05	1.781	31.966
50	0.02	2.471	36.765
100	0.01	2.917	40.245

Cuadro N° 11

## DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON III - ESTACIÓN YANTAC

AÑO	PRECIP. ANUAL MÁX. (X) MM / 24 HORAS	(X) ORDEN ASCEND. MM / 24 HORAS	Y (LOG X)	$(Y - \hat{Y})^2$	ORDEN (m)	PROB. NO EXCEDENCIA $PM=100^*m/(N+1)$
1989	9.9	9.9	0.996	0.0830	1	4.76
1990	27.2	10.1	1.004	0.0781	2	9.52
1991	10.8	10.8	1.033	0.0627	3	14.29
1992	10.1	12.3	1.090	0.0376	4	19.05
1993	15.2	14.1	1.149	0.0181	5	23.81
1994	18.0	15.2	1.182	0.0104	6	28.57
1995	19.7	16.5	1.217	0.0044	7	33.33
1996	17.7	17.5	1.243	0.0017	8	38.10
1997	26.2	17.7	1.248	0.0013	9	42.86
1998	28.6	18.0	1.255	0.0008	10	47.62
1999	24.9	19.5	1.290	0.0000	11	52.38
2000	35.6	19.7	1.294	0.0001	12	57.14
2001	28.1	24.9	1.396	0.0126	13	61.90
2002	19.5	26.2	1.418	0.0181	14	66.67
2003	29.3	27.2	1.435	0.0227	15	71.43
2004	16.5	28.1	1.449	0.0272	16	76.19
2005	12.3	28.6	1.456	0.0298	17	80.95
2006	31.6	29.3	1.467	0.0335	18	85.71
2007	14.1	31.6	1.500	0.0466	19	90.48
2008	17.5	35.6	1.551	0.0717	20	95.24

$\Sigma Y =$	25.67	$\Sigma(Y - \hat{Y})^2 =$	0.5604
$\hat{Y} =$	1.284	$S_Y =$	0.1717
$\Sigma(Y - \hat{Y})^3 =$	-0.020	$C_s =$	0.2342

Cuadro N° 12

## PRECIPITACIONES MÁXIMAS

## DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON III - ESTACIÓN YANTAC

PERIODO DE RETORNO ( $T_r$ ) EN AÑOS	PROBABILIDAD	FACTOR K	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM)
10	0.10	1.254	31.558
20	0.05	1.529	35.183
50	0.02	1.926	41.164
100	0.01	2.153	45.030

**ANEXO 01-3**  
**Prueba Kolmogorov - Smirnov**

Cuadro N° 01

## PRUEBA DE AJUSTE LOG NORMAL (KOLGOMOROV - SMIRNOV)

## ESTACIÓN PARIACANCHA

M	PRECIP. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS ORDENADA	PROBABILIDAD EMPÍRICA $PM=m/(N+1)$	Y (LN X)	K = $(Y - \bar{Y})/SY$	PROBABILIDAD TEÓRICA $P(X > X_0)$	DELTA
1	16.0	0.0476	2.773	-1.6325	0.0513	0.0037
2	17.7	0.0952	2.874	-1.1344	0.1283	0.0331
3	18.1	0.1429	2.896	-1.0242	0.1529	0.0100
4	18.4	0.1905	2.912	-0.9431	0.1728	0.0177
5	18.9	0.2381	2.939	-0.8109	0.2087	0.0294
6	19.5	0.2857	2.970	-0.6568	0.2557	0.0300
7	20.6	0.3333	3.025	-0.3861	0.3497	0.0164
8	20.9	0.3810	3.040	-0.3148	0.3765	0.0045
9	20.9	0.4286	3.040	-0.3148	0.3765	0.0521
10	21.0	0.4762	3.045	-0.2912	0.3854	0.0908
11	21.2	0.5238	3.054	-0.2445	0.4034	0.1204
12	22.6	0.5714	3.118	0.0709	0.5283	0.0432
13	23.3	0.6190	3.148	0.2214	0.5876	0.0314
14	24.2	0.6667	3.186	0.4083	0.6585	0.0082
15	24.8	0.7143	3.211	0.5291	0.7016	0.0127
16	25.0	0.7619	3.219	0.5687	0.7152	0.0467
17	26.8	0.8095	3.288	0.9116	0.8190	0.0095
18	27.7	0.8571	3.321	1.0746	0.8587	0.0016
19	29.2	0.9048	3.374	1.3347	0.9090	0.0042
20	38.0	0.9524	3.638	2.6339	0.9958	0.0434

MAX.	0.1204
------	--------

Cuadro N° 02

## PRUEBA DE AJUSTE GUMBEL (KOLGOMOROV - SMIRNOV) - ESTACIÓN PARIACANCHA

M	P. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS ORDENADA	PROBABILIDAD EMPÍRICA $PM=m/(N+1)$ $P(X > X_0)$	$K =$ $(X - X')/S_x$	VARIABLE REDUCIDA $Y=Y_N + K S_N$	PROBABILIDAD TEÓRICA $P(X > X_0)$	DELTA
1	38.0	0.0476	3.0339	3.7480	0.0233	0.0243
2	29.2	0.0952	1.2843	1.8886	0.1404	0.0452
3	27.7	0.1429	0.9861	1.5716	0.1876	0.0447
4	26.8	0.1905	0.8072	1.3814	0.2221	0.0317
5	25.0	0.2381	0.4493	1.0011	0.3075	0.0694
6	24.8	0.2857	0.4096	0.9588	0.3184	0.0327
7	24.2	0.3333	0.2903	0.8321	0.3528	0.0195
8	23.3	0.3810	0.1113	0.6419	0.4092	0.0283
9	22.6	0.4286	-0.0278	0.4940	0.4568	0.0282
10	21.2	0.4762	-0.3062	0.1981	0.5597	0.0835
11	21.0	0.5238	-0.3459	0.1559	0.5750	0.0512
12	20.9	0.5714	-0.3658	0.1348	0.5827	0.0113
13	20.9	0.6190	-0.3658	0.1348	0.5827	0.0364
14	20.6	0.6667	-0.4255	0.0714	0.6059	0.0608
15	19.5	0.7143	-0.6442	-0.1611	0.6911	0.0232
16	18.9	0.7619	-0.7634	-0.2879	0.7365	0.0254
17	18.4	0.8095	-0.8628	-0.3935	0.7729	0.0367
18	18.1	0.8571	-0.9225	-0.4569	0.7939	0.0633
19	17.7	0.9048	-1.0020	-0.5414	0.8207	0.0841
20	16.0	0.9524	-1.3400	-0.9006	0.9147	0.0377

MAX.	0.084 1
------	------------

Cuadro N° 03

**PRUEBA DE AJUSTE LOG PEARSON III (KOLGOMOROV - SMIRNOV)  
ESTACIÓN PARIACANCHA**

M	PRECIP. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS ORDENADA	PROBABILIDAD EMPÍRICA $PM=m/(N+1)$ $P(X > X_0)$	Y (LOG X)	K = $(Y - \hat{Y})/S_y$	PROBABILIDAD TEÓRICA $P(X > X_0)$	DELTA
1	16.0	0.0526	1.2041	-1.6325	0.0248	0.0278
2	17.7	0.1053	1.2480	-1.1344	0.1371	0.0318
3	18.1	0.1579	1.2577	-1.0242	0.1619	0.0040
4	18.4	0.2105	1.2648	-0.9431	0.1802	0.0303
5	18.9	0.2632	1.2765	-0.8109	0.2185	0.0446
6	19.5	0.3158	1.2900	-0.6568	0.2831	0.0327
7	20.6	0.3684	1.3139	-0.3861	0.3963	0.0279
8	20.9	0.4211	1.3201	-0.3148	0.4262	0.0051
9	20.9	0.4737	1.3201	-0.3148	0.4262	0.0475
10	21.0	0.5263	1.3222	-0.2912	0.4360	0.0903
11	21.2	0.5789	1.3263	-0.2445	0.4556	0.1234
12	22.6	0.6316	1.3541	0.0709	0.5687	0.0629
13	23.3	0.6842	1.3674	0.2214	0.6181	0.0661
14	24.2	0.7368	1.3838	0.4083	0.6794	0.0574
15	24.8	0.7895	1.3945	0.5291	0.7191	0.0704
16	25.0	0.8421	1.3979	0.5687	0.7321	0.1100
17	26.8	0.8947	1.4281	0.9116	0.8242	0.0705
18	27.7	0.9474	1.4425	1.0746	0.8533	0.0941
19	29.2	1.0000	1.4654	1.3347	0.8996	0.1004
20	38.0	1.0526	1.5798	2.6339	0.9837	0.0690

MAX	0.1234
-----	--------

Cuadro N° 04

**PRUEBA DE AJUSTE LOG NORMAL (KOLGOMOROV - SMIRNOV)  
ESTACIÓN YANTAC**

M	PRECIP. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS ORDENADA	PROBABILIDAD EMPÍRICA $PM=m/(N+1)$	Y (LN X)	K = $(Y - \hat{Y})/SY$	PROBABILIDAD TEÓRICA $P(X > X_0)$	DELTA
1	9.9	0.0476	2.293	-1.6775	0.0467	0.0009
2	10.1	0.0952	2.313	-1.6269	0.0519	0.0434
3	10.8	0.1429	2.380	-1.4575	0.0725	0.0704
4	12.3	0.1905	2.510	-1.1286	0.1295	0.0609
5	14.1	0.2381	2.646	-0.7832	0.2167	0.0214
6	15.2	0.2857	2.721	-0.5933	0.2765	0.0092
7	16.5	0.3333	2.803	-0.3858	0.3498	0.0165
8	17.5	0.3810	2.862	-0.2370	0.4063	0.0254
9	17.7	0.4286	2.874	-0.2082	0.4175	0.0111
10	18.0	0.4762	2.890	-0.1657	0.4342	0.0420
11	19.5	0.5238	2.970	0.0367	0.5146	0.0092
12	19.7	0.5714	2.981	0.0625	0.5249	0.0465
13	24.9	0.6190	3.215	0.6548	0.7437	0.1247
14	26.2	0.6667	3.266	0.7835	0.7833	0.1167
15	27.2	0.7143	3.303	0.8782	0.8101	0.0958
16	28.1	0.7619	3.336	0.9605	0.8316	0.0697
17	28.6	0.8095	3.353	1.0051	0.8426	0.0331
18	29.3	0.8571	3.378	1.0663	0.8569	0.0003
19	31.6	0.9048	3.453	1.2574	0.8957	0.0091
20	35.6	0.9524	3.572	1.5588	0.9405	0.0119

MAX	0.1247
-----	--------

Cuadro N° 05

## PRUEBA DE AJUSTE GUMBEL (KOLGOMOROV - SMIRNOV) - ESTACIÓN YANTAC

M	P. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS ORDENADA	PROBABILIDAD EMPÍRICA $PM=m/(N+1)$ $P(X > X_0)$	$K =$ $(X - X')/S_x$	VARIABLE REDUCIDA $Y=Y_N + K S_N$	PROBABILIDAD TEÓRICA $P(X > X_0)$	DELTA
1	35.6	0.0476	1.9313	2.5762	0.0732	0.0256
2	31.6	0.0952	1.4149	2.0274	0.1234	0.0281
3	29.3	0.1429	1.1180	1.7118	0.1652	0.0223
4	28.6	0.1905	1.0276	1.6157	0.1802	0.0102
5	28.1	0.2381	0.9631	1.5471	0.1917	0.0464
6	27.2	0.2857	0.8469	1.4236	0.2140	0.0717
7	26.2	0.3333	0.7178	1.2864	0.2414	0.0920
8	24.9	0.3810	0.5500	1.1081	0.2812	0.0997
9	19.7	0.4286	-0.1214	0.3946	0.4903	0.0617
10	19.5	0.4762	-0.1472	0.3671	0.4998	0.0236
11	18.0	0.5238	-0.3408	0.1613	0.5730	0.0492
12	17.7	0.5714	-0.3796	0.1202	0.5880	0.0166
13	17.5	0.6190	-0.4054	0.0927	0.5981	0.0210
14	16.5	0.6667	-0.5345	-0.0445	0.6485	0.0182
15	15.2	0.7143	-0.7023	-0.2229	0.7134	0.0009
16	14.1	0.7619	-0.8443	-0.3738	0.7662	0.0043
17	12.3	0.8095	-1.0767	-0.6208	0.8444	0.0349
18	10.8	0.8571	-1.2703	-0.8266	0.8983	0.0411
19	10.1	0.9048	-1.3607	-0.9226	0.9192	0.0144
20	9.9	0.9524	-1.3865	-0.9501	0.9247	0.0277

MAX.	0.099 7
------	------------

Cuadro N° 06

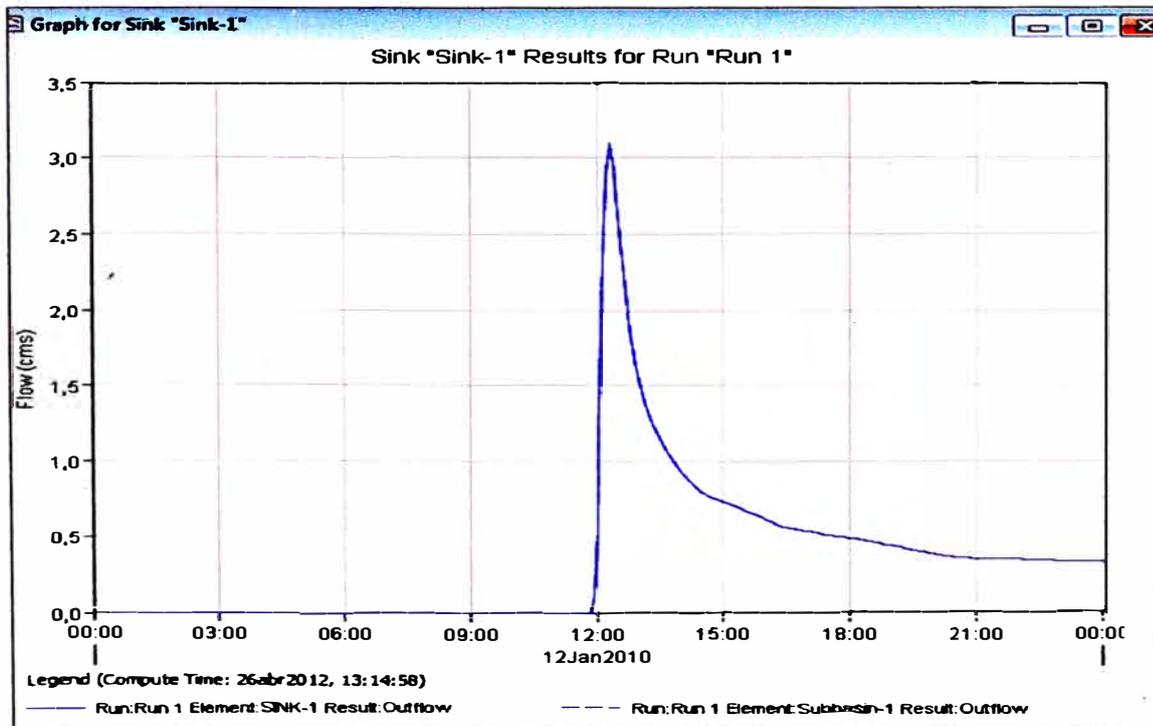
**PRUEBA DE AJUSTE LOG PEARSON III (KOLGOMOROV - SMIRNOV)  
ESTACIÓN YANTAC**

M	PRECIP. ANUAL MAX. (X) MM / 24 HORAS ORDENADA	PROBABILIDAD EMPIRICA $PM = m/(N+1)$ $P(X > X_0)$	Y (LOG X)	K = $(Y - \hat{Y})/S_y$	PROBABILIDAD TEÓRICA $P(X > X_0)$	DELTA
1	9.9	0.0526	0.9956	-1.6775	0.1032	0.0506
2	10.1	0.1053	1.0043	-1.6269	0.1090	0.0037
3	10.8	0.1579	1.0334	-1.4575	0.1283	0.0296
4	12.3	0.2105	1.0899	-1.1286	0.1657	0.0448
5	14.1	0.2632	1.1492	-0.7832	0.2154	0.0478
6	15.2	0.3158	1.1818	-0.5933	0.2811	0.0346
7	16.5	0.3684	1.2175	-0.3858	0.3530	0.0154
8	17.5	0.4211	1.2430	-0.2370	0.4045	0.0165
9	17.7	0.4737	1.2480	-0.2082	0.4145	0.0592
10	18.0	0.5263	1.2553	-0.1657	0.4292	0.0971
11	19.5	0.5789	1.2900	0.0367	0.4993	0.0796
12	19.7	0.6316	1.2945	0.0625	0.5088	0.1228
13	24.9	0.6842	1.3962	0.6548	0.7276	0.0434
14	26.2	0.7368	1.4183	0.7835	0.7751	0.0383
15	27.2	0.7895	1.4346	0.8782	0.8068	0.0173
16	28.1	0.8421	1.4487	0.9605	0.8272	0.0149
17	28.6	0.8947	1.4564	1.0051	0.8383	0.0564
18	29.3	0.9474	1.4669	1.0663	0.8535	0.0939
19	31.6	1.0000	1.4997	1.2574	0.9006	0.0994
20	35.6	1.0526	1.5514	1.5588	0.9443	0.1084

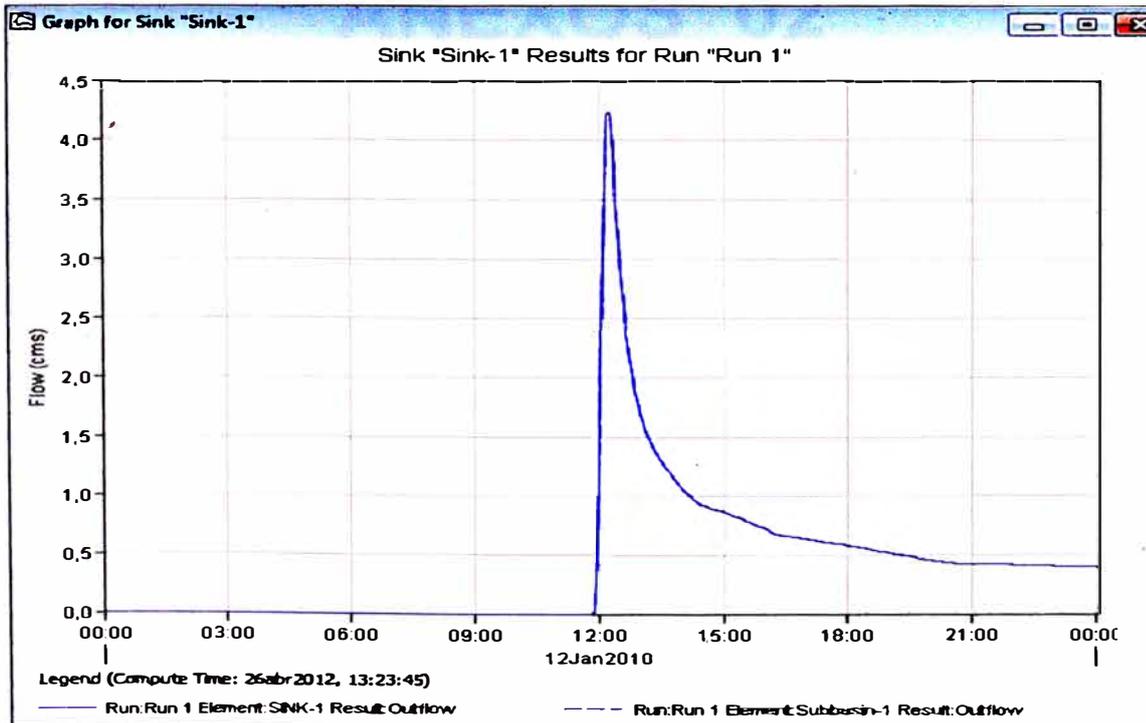
MAX.	0.1228
------	--------

**ANEXO 01-4**  
**Salidas Hec – Hms**  
**Caudales de Diseño de Quebradas**

# SC-HUANCHU



**SC-USUR**



# **ANEXOS 02**

## **ANEXO 02-1**

# **Registro Histórico de Caudales Máximos Mensuales**



**OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA**

ESTACION : 202802 / OBRAJILLO/DRE 04  
PARAMETRO : DESCARGA MAXIMA MEDIA MENSUAL (m<sup>3</sup>/s)

LONG : 76° 38'1 "W  
LAT : 11° 20'1 "S  
ALT : 2700 msnm

DPTO : LIMA  
PROV : CANTA  
DIST. : CANTA

Año	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
1979 - 1980	1 900	2 700	17 500	2 000	15 000	8 500	3 000	5 520	3 780	3 780	4 140	4 320
1980 - 1981	4 140	5 520	5 350	6 890	9 700	29 200	28 600	9 700	5 180	3 000	2 500	2 400
1981 - 1982	5 520	4 320	3 960	6 430	17 000	22 000	9 400	4 500	3 780	2 700	2 500	3 240
1982 - 1983	2 400	5 350	10 600	7 810	11 200	5 010	10 300	8 500	3 960	2 300	2 000	1 600
1983 - 1984	2 000	3 780	5 690	3 360	10 300	15 000	20 000	22 000	5 520	S/D	S/D	S/D
1996 - 1997	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	35 686	15 455	2 777	2 111	1 849	5 292	2 975
1997 - 1998	2 665	4 689	4 827	13 302	22 917	37 318	S/D	S/D	3 494	2 683	2 062	1 803
1998 - 1999	3 294	3 946	2 500	2 500	4 794	16 153	13 106	7 011	4 777	1 484	1 159	0 929
1999 - 2000	1 054	2 292	2 435	4 566	14 055	18 413	14 416	14 416	4 567	2 764	1 592	1 805
2000 - 2001	4 264	5 195	6 177	20 231	28 000	21 184	26 076	20 478	4 601	3 126	1 961	1 851
2001 - 2002	5 955	3 683	11 255	10 498	6 333	13 149	19 206	13 527	5 198	3 024	1 809	3 753
2002 - 2003	5 387	6 523	12 407	9 031	13 669	18 481	22 945	14 758	3 809	2 700	1 750	1 630
2003 - 2004	3 886	6 573	3 098	10 578	5 942	20 041	14 398	9 744	2 702	1 627	1 532	1 193
2004 - 2005	1 290	10 940	12 900	14 820	20 950	11 520	20 610	16 420	3 230	1 850	3 880	1 910
2005 - 2006	2 916	3 861	3 685	5 402	10 395	18 989	25 227	23 751	4 113	1 793	1 448	1 273
2006 - 2007	2 772	4 890	4 170	14 620	14 490	18 220	21 140	28 200	8 769	1 980	1 290	1 309

S/D = Sin Data

INFORMACION PREPARADA PARA WINNOC CONTRATISTAS S.A.C

LIMA 31 DE MARZO DE 2009

SENAMHI  
FACILITADO

**ANEXO 02-2**

**Análisis de Frecuencia Empleando el**

**Modelo Hyfran**

Este procedimiento consiste en adoptar un modelo probabilístico, que represente en forma satisfactoria el comportamiento de la variable.

Para emplear un modelo probabilístico, se deben calcular sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste, tal como el método gráfico. Si el ajuste es bueno, se puede seleccionar la mejor distribución que rige a las variables aleatorias. Se tienen muchas diferentes distribuciones teóricas que son utilizadas en hidrología, en este informe se ha seleccionado la distribución Log Pearson tipo III por su buen ajuste probabilístico.

En la zona de estudio se cuenta con información histórica de caudales máximos medio mensuales a partir del año 1979, hasta el año 2007. Los registros disponibles de la estación Obrajillo son los que se muestra a continuación.

**Cuadro 01**  
**Registros históricos de la Estación Obrajillo**

<b>Año</b>	<b>Qmax (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Año</b>	<b>Qmax (m<sup>3</sup>/s)</b>
1979 – 1980	17.500	1999 – 2000	18.413
1980 – 1981	29.200	2000 – 2001	28.000
1981 – 1982	22.000	2001 – 2002	19.206
1982 – 1983	11.200	2002 – 2003	22.945
1983 – 1984	22.000	2003 – 2004	20.041
1996 – 1997	35.686	2004 – 2005	20.950
1997 – 1998	37.318	2005 – 2006	25.227
1998 – 1999	16.153	2006 – 2007	28.200

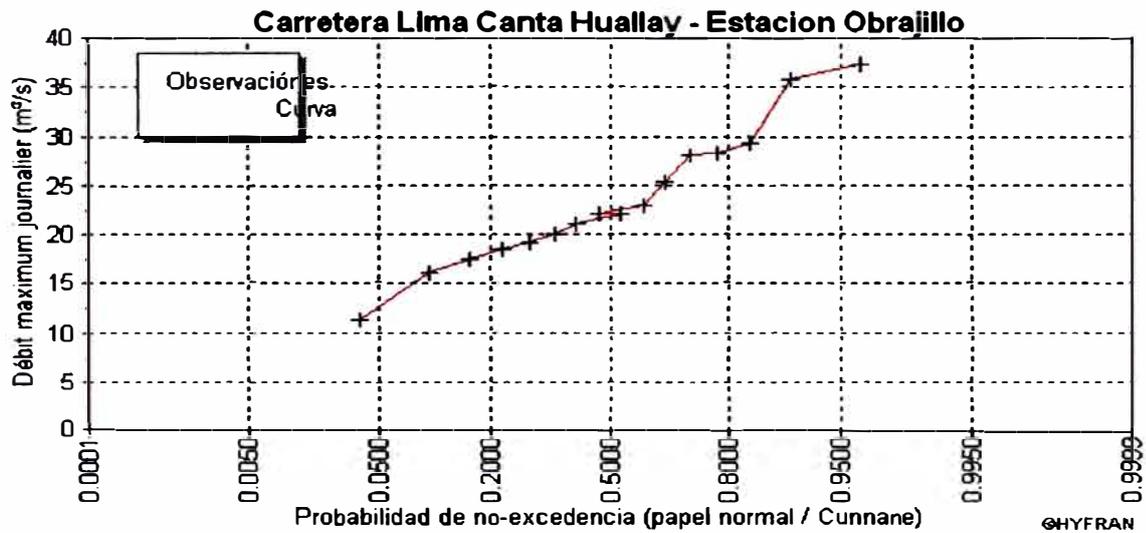
Fuente: Senamhi

Los parámetros estadísticos de la muestra son los siguientes:

**Cuadro 02**  
**Parámetros estadísticos de la muestra**

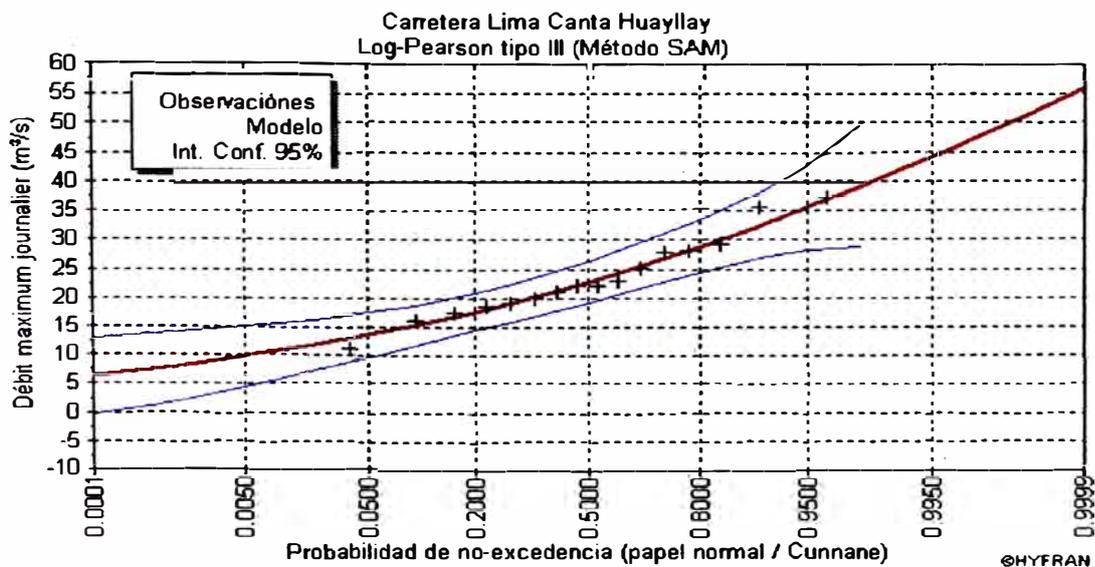
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Número de datos	16
Mínimo	11.2
Máximo	37.3
Promedio	23.4
Desviación estándar	6.96
Mediana	22.0
Coefficiente de variación (Cv)	0.298
Coefficiente de asimetría (Cs)	0.532
Coefficiente de kurtosis (Ck)	2.40

A continuación se muestra la Distribución de probabilidad de no-excedencia.



De los resultados del programa HYFRAN, los parámetros de la función Log Pearson tipo III son:  $m = 2.22845$ ,  $\lambda = 46.9642$  y  $\sigma = -53.4886$ .

A continuación se muestra los datos analizados y la función de probabilidad para un intervalo de confianza de 95% de probabilidad. Se puede concluir que existe un ajuste gráfico, debido a que los puntos caen dentro de los límites de confianza.



- Para la prueba Chi cuadrado, el software HYFRAN fue utilizado determinando los siguientes resultados:

**Cuadro 03**  
**Resultados de la prueba de Chi-cuadrado**

Descripción	valor
Resultado de la estadística	$\chi^2 = 1.25$
Valor-p	$p = 0.5353$
Grados de Libertad	2
Número de clases	6

Por lo tanto, se acepta a un nivel de significancia de 5%.

- La prueba de Smirnov Kolmogorov se muestra a continuación en el siguiente cuadro:

**Cuadro 04**  
**Prueba de Smirnov Kolmogorov – Distribución Log Pearson tipo III**

Orden (m)	Qmax (Ascendente)	Probabilidad Empírica $P(X)=m/N+1$	$Y = \ln(X)$	Variable Estandarizada (Z)	Probabilidad Teórica F(Z)	$ F(Z)-P(X) $
1	11.20	0.0588	2.416	0.187	0.0571	0.00172
2	16.15	0.1176	2.782	0.554	0.1194	0.00180
3	17.50	0.1765	2.862	0.634	0.1682	0.00831
4	18.41	0.2353	2.913	0.685	0.1779	0.05740
5	19.21	0.2941	2.955	0.727	0.2688	0.02532
6	20.04	0.3529	2.998	0.769	0.3582	0.00529
7	20.95	0.4118	3.042	0.814	0.3636	0.04813
8	22.00	0.4706	3.091	0.863	0.3744	0.09619
9	22.00	0.5294	3.091	0.863	0.3904	0.13902
10	22.95	0.5882	3.133	0.905	0.4373	0.15090
11	25.23	0.6471	3.228	0.999	0.4577	0.18934
12	28.00	0.7059	3.332	1.104	0.4976	0.20824
13	28.20	0.7647	3.339	1.111	0.5486	0.21610
14	29.20	0.8235	3.374	1.146	0.6660	0.15749
15	35.69	0.8824	3.575	1.346	0.7781	0.10422
16	37.32	0.9412	3.619	1.391	0.8099	0.13128
					<b>Máximo</b>	<b>0.21610</b>

Para los valores críticos del nivel de significancia 0.05,  $n=16$ .  $\Delta_{\text{Tabular}} = 0.34$ ,

$$\Delta_{\text{máx.}} < \Delta_{\text{Tab.}}$$

$$0.21610 < 0.34$$

Por lo tanto afirmamos que la distribución Log Pearson tipo III se ajusta bien a la muestra de caudales de la Estación Obrajillo.

# **ANEXO 03**

**ANEXO 03-1**  
**Fichas de Evaluación-Cunetas**

## 1) Km. Proyectoado: 24+000 – 26+000

**Lado:** Derecho

**Material:** Terreno Natural

### **Dimensiones de Estructura (m)**

**Sección:** Triangular

**Longitud:** 2000

**Ancho Superior:** 0.90

**Profundidad:** 0.10

### **Evaluación y Tratamiento**

-Sección colmatada por material suelto proveniente de la calzada, con presencia de vegetación.

-Se proyectará cunetas de concreto.



## 2) Km. Proyectoado: 26+000 – 28+000

**Lado:** Izquierdo

**Material:** Terreno Natural

### **Dimensiones de Estructura (m)**

**Sección:** Triangular

**Longitud:** 2000

**Ancho Superior:** 1.10

**Profundidad:** 0.30

### **Evaluación y Tratamiento**

-Tramo de abundante vegetación en los taludes y sobre la cuneta. Se proyectará cunetas de concreto y se realizará el desbroce en el área de drenaje longitudinal.



### 3) Km. Projectado: 28+000 – 30+000

**Lado:** Izquierdo

**Material:** Terreno Natural

#### **Dimensiones de Estructura (m)**

**Sección:** Triangular

**Longitud:** 2000

**Ancho Superior:** 1.10

**Profundidad:** 0.20

#### **Evaluación y Tratamiento**

-Presencia de rocas pequeñas con vegetación en todo el tramo. Se proyectará cunetas de concreto.



### 4) Km. Projectado: 30+000 – 32+000

**Lado:** Izquierdo

**Material:** Terreno Natural

#### **Dimensiones de Estructura (m)**

**Sección:** Triangular

**Longitud:** 2000

**Ancho Superior:** 1.30

**Profundidad:** 0.30

#### **Evaluación y Tratamiento**

-Colmatación alta por vegetación, esto hace que el agua fluya lentamente y retenga material granular. Se proyectará cunetas de concreto.



## 5) Km. Projectado: 32+000 – 35+000

Lado: Izquierdo

Material: Terreno Natural

### Dimensiones de Estructura (m)

Sección: Triangular

Longitud: 3000

Ancho Superior: 1.00

Profundidad: 0.30

### Evaluación y Tratamiento

-Colmatación alta por vegetación, esto hace que el agua fluya lentamente y retenga material granular. Existen desbordes por tramos haciendo que el agua discorra sobre la calzada. Se proyectará cunetas de concreto.



## 6) Km. Projectado: 35+000 – 37+000

Lado: Izquierdo

Material: Terreno Natural

### Dimensiones de Estructura (m)

Sección:

Longitud: 2000

Ancho Superior:

Profundidad:

### Evaluación y Tratamiento

- No existe cunetas en el tramo, el agua discurre por la calzada. Se proyectará cunetas de concreto.

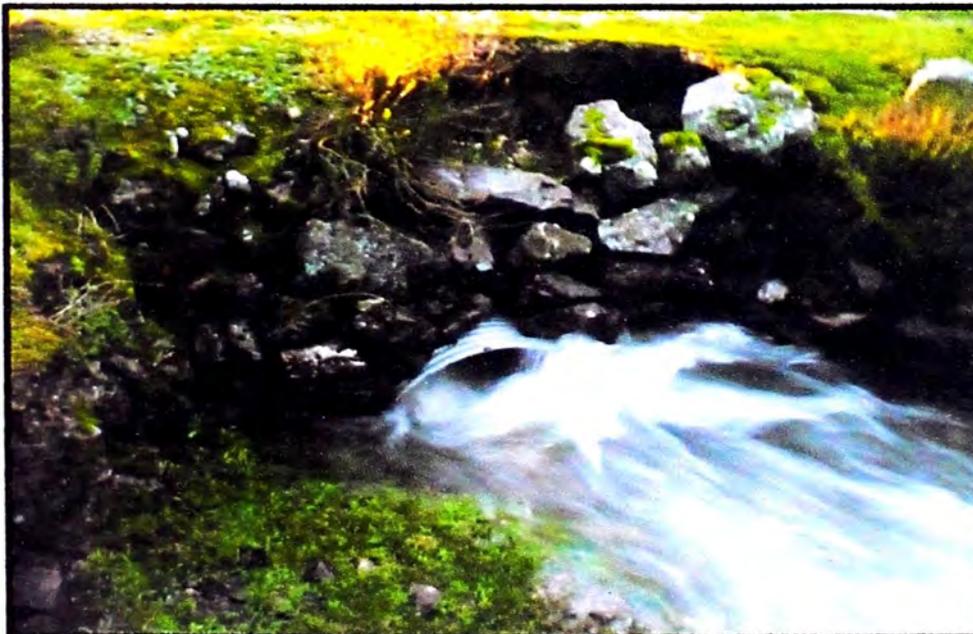


## **ANEXO 03-2**

### **Fichas de Evaluación - Alcantarillas**

**1) Km. Proyectado: 26+395**

DIMENSIONES DE ESTRUCTURA (m.)						
Elemento	Material	Diámetro	Longitud	Ancho	Alto	Espesor
Canal de Entrega						
Estructura de Entrada	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Ducto		Rústica	1.00	4.50		
Estructura de Salida	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Canal de Descarga						



**Evaluación y Tratamiento**

- Flujo de agua: izquierda a derecha.

Alcantarilla de tmc, con muros de roca inestables.

No cumple una óptima función hidráulica.

La estructura será reemplazada de acuerdo a los diseños hidráulicos.

## 2) Km. Projectado: 31+290

DIMENSIONES DE ESTRUCTURA (m.)						
Elemento	Material	Diámetro	Longitud	Ancho	Alto	Espesor
Canal de Entrega						
Estructura de Entrada	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Ducto		Rústica	4.50	0.60	0.30	
Estructura de Salida	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Canal de Descarga						



### Evaluación y Tratamiento

- Flujo de agua: Izquierda a derecha

Instalación rústica para el cruce de aguas, conformado con bloques de roca y ubicado a 0.50 m por debajo de la superficie de rodadura.

La estructura será reemplazada de acuerdo a los diseños hidráulicos.

### 3) Km. Projectado: 31+973

DIMENSIONES DE ESTRUCTURA (m.)						
Elemento	Material	Diámetro	Longitud	Ancho	Alto	Espesor
Canal de Entrega						
Estructura de Entrada	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Ducto		Rustica	1.00	4.00		
Estructura de Salida	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Canal de Descarga						



### Evaluación y Tratamiento

- Flujo de agua: Izquierda a derecha.

Diámetro de ducto insuficiente, colmatación parcial de vegetación y rocas.

Muro de cabezal rustico presenta inestabilidad debido a los desprendimiento de sus rocas.

La estructura será reemplazada de acuerdo a los diseños hidráulicos.

**4) Km. Proyectado: 35+187**

DIMENSIONES DE ESTRUCTURA (m.)						
Elemento	Material	Diámetro	Longitud	Ancho	Alto	Espesor
Canal de Entrega						
Estructura de Entrada	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Ducto		Rustica			0.60	0.60
Estructura de Salida	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Canal de Descarga						



**Evaluación y Tratamiento**

- Flujo de agua: Izquierda a derecha.

Estructura rústica en mal estado con muro en la entrada y salida de rocas colocadas, los muros se encuentran inestables.

La estructura será reemplazada de acuerdo a los diseños hidráulicos.

## 5) Km. Proyectado: 36+193

DIMENSIONES DE ESTRUCTURA (m.)						
Elemento	Material	Diámetro	Longitud	Ancho	Alto	Espesor
Canal de Entrega						
Estructura de Entrada	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Ducto		Rustica	1.00	4.00		
Estructura de Salida	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Canal de Descarga						



### Evaluación y Tratamiento

- Flujo de agua: Izquierda a derecha.

Alcantarilla rustica con losa de troncos en mal estado, cumple la función de drenar las aguas de desborde de la laguna chuchón. La estructura se encuentra en mal estado.

La estructura será reemplazada de acuerdo a los diseños hidráulicos.

## 6) Km. Projectado: 36+786

DIMENSIONES DE ESTRUCTURA (m.)						
Elemento	Material	Diámetro	Longitud	Ancho	Alto	Espesor
Canal de Entrega						
Estructura de Entrada	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Ducto		Rustica		0.60	0.60	
Estructura de Salida	Muro Cabezal	NO PRESENTA				
	Aleros					
	Buzón					
Canal de Descarga						



### Evaluación y Tratamiento

- Flujo de agua: Derecha a Izquierda.

Colmatación de alcantarilla en gran porcentaje por caída de rocas y vegetación.

La estructura será reemplazada de acuerdo a los diseños hidráulicos

**ANEXO 03-3**  
**Fichas de Evaluación - Pontón**

## **PONTÓN CUSHPA**

### **DATOS GENERALES:**

Ubicación Projectada: km 24+430  
Provincia : Canta  
Distrito : Huaros  
Río : Chillón  
Número de Vías : 1  
Ancho de Vereda : No tiene  
Ancho de Calzada : 4.00 m  
Altura libre inferior : 2.10 m  
Longitud : 7.00 m  
Luz Hidráulica : 6.20 m

### **TABLERO DE RODADURA**

#### **LOSA**

Material : Madera  
Espesor : 0.15 m  
Sup.de Rodadura: Tablones

#### **VIGAS**

Número de Vigas: 5  
Material : Madera  
Peralte : 0.40

### **SUB ESTRUCTURA**

#### **Estribo Izquierdo**

Elevación / Tipo: Muro de Gravedad  
Elevación/ Material: Muro Seco  
Cimentación/ Tipo: Zapata  
Cimentación/ Material: Piedra  
Colocada

#### **Estribo Derecho**

Elevación / Tipo: Muro de Gravedad  
Elevación/ Material: Muro Seco  
Cimentación/ Tipo: Zapata  
Cimentación/ Material: Piedra  
Colocada



### **Evaluación y Tratamiento**

La madera del tablero de rodadura y vigas presentan grietas e indicios de pudrimiento.

La cimentación está erosionada por las aguas del río. Los estribos presentan desprendimiento de bloques. Para el tráfico actual el pontón se puede considerar en condiciones regulares, sin embargo para el volumen y tipo de tráfico proyectado se deberá reemplazar la estructura por un pontón de acuerdo a los cálculos estructurales.

**ANEXO 03-4**  
**Fichas de Evaluación - Quebradas**

## 1) QUEBRADA CONYAÑAC

### Datos Generales:

Tramo: Canta-Huayllay

Ubicación: km 25+196

### Evaluación:

Registro Histórico: No se tiene

Cv<20%: No hay presencia de Sedimentos

### Condiciones Naturales:

Cobertura: Pastizales

Pendiente: 29.9%

### Condiciones Antropicas:

Agricultura: No

Ganadería: No



### Características:

Presenta un ancho aproximado de 2 m, con un nivel de agua que alcanza los 0.30 m.

## 2) QUEBRADA HUANCHU

### Datos Generales:

Tramo: Canta-Huayllay

Ubicación: km 26+395

### Evaluación:

Registro Histórico: No se tiene

Cv<20%: No hay presencia de Sedimentos

### Condiciones Naturales:

Cobertura: Pastizales

Pendiente: 16.5%

### Condiciones Antropicas:

Agricultura: No

Ganadería: No



### Características:

Presenta un ancho aproximado de 2 m, con un nivel de agua que alcanza los 1.00 m.

### **3) QUEBRADA SC-12**

#### **Datos Generales:**

Tramo: Canta-Huayllay

Ubicación: km 27+910

#### **Evaluación:**

Registro Histórico: No se tiene

Cv<20%: No hay presencia de Sedimentos

#### **Condiciones Naturales:**

Cobertura: Pastizales

Pendiente: 24.7%

#### **Condiciones Antropicas:**

Agricultura: No

Ganadería: No



#### **Características:**

Presenta un ancho aproximado de 1.5 m, con un nivel de agua que alcanza los 0.30 m.

### **4) QUEBRADA USUR**

#### **Datos Generales:**

Tramo: Canta-Huayllay

Ubicación: km 31+973

#### **Evaluación:**

Registro Histórico: No se tiene

Cv<20%: No hay presencia de Sedimentos

#### **Condiciones Naturales:**

Cobertura: Pastizales

Pendiente: 17.9%

#### **Condiciones Antropicas:**

Agricultura: No

Ganadería: No



#### **Características:**

Presenta un ancho aproximado de 3 m, con un nivel de agua que alcanza los 1.20 m.

# **ANEXO 04**

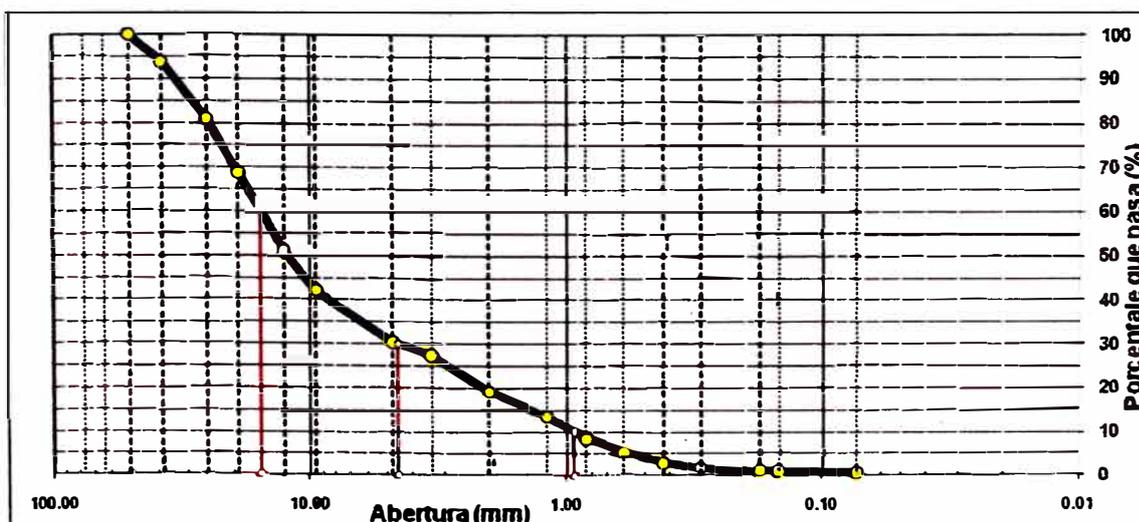
**ANEXO 04-1**  
**Ensayo Granulométrico**  
**Pontón Cushpa**

## ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

AASHTO T-11, T-27 y T 88 ASTM D-1843

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. ACUM.	% Q' PASA		
3"	76.200					<b>PESO TOTAL</b> 7,455 gr  ( )	
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	38.100	449	6.0	6.0	94.0		
1"	25.400	970	13.0	19.0	81.0		
3/4"	19.100	910	12.2	31.2	68.8		
1/2"	12.700	1,330	17.8	49.1	50.9		
3/8"	9.520	660	8.9	57.9	42.1		
1/4"	6.350						
# 4	4.760	870	11.7	69.6	30.4		<b>Ensayo Malla #200</b>  P.S.Seco. P.S.Lavado % 200 7455.0 7423.0 0.4
# 6	3.360	228	3.1	72.7	27.3		
# 8	2.360						
# 10	2.000	610	8.2	80.8	19.2		
# 16	1.190	424	5.7	86.5	13.5		
# 20	0.840	372	5.0	91.5	8.5		
# 30	0.600	228	3.1	94.6	5.4		
# 40	0.420	186	2.5	97.1	2.9		
# 50	0.300	93	1.3	98.3	1.7		
# 80	0.177	62	0.8	99.2	0.8		
# 100	0.149	10	0.1	99.3	0.7	<b>HUMEDAD NATURAL</b>  P.S.H. P.S.S % Humd. 412.6 384.5 7.3%	
# 200	0.074	21	0.3	99.6	0.4		
< # 200	FONDO	32	0.4	100.0			
FRACCIÓN:		2,006					
TOTAL :		7,455					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



**ANEXO 04-2**  
**Modelamiento Hidráulico**  
**Resultados de Hec-Ras**

**TRAMO DE PONTÓN CUSHPA**

(Tr = 100 años)

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Depth	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	#Froude Chl
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
650	43.7	3791.46	3792.27	0.81	3793.59	0.03201	5.11	8.73	15.18	2.06
640	43.7	3791.14	3792.9	1.76	3793.2	0.02237	2.44	18.43	15.6	0.67
620	43.7	3790.86	3792.07	1.21	3792.5	0.05933	2.89	15.1	17.97	1.01
600	43.7	3788.79	3790.06	1.27	3790.96	0.09638	4.32	10.88	12.76	1.34
580	43.7	3787.24	3788.66	1.42	3789.27	0.06721	3.53	12.97	14.34	1.11
560	43.7	3785.35	3786.44	1.09	3787.41	0.13181	4.37	10.14	12.59	1.51
540	43.7	3783.99	3785.63	1.64	3786.03	0.02859	2.93	16.31	13.61	0.77
520	43.7	3783.12	3784.72	1.6	3785.3	0.04608	3.45	13.6	12.5	0.96
500	43.7	3781.9	3783.95	2.05	3784.08	0.00614	1.62	28.94	18.38	0.37
480	43.7	3781.51	3783.17	1.66	3783.77	0.0431	3.57	13.48	11.78	0.94
470	43.7	3781.19	3782.88	1.69	3783.26	0.02542	2.86	16.97	14.23	0.73
460	43.7	3781.22	3782.4	1.18	3782.9	0.04925	3.24	14.48	15.07	0.98
450	43.7	3779.97	3780.92	0.95	3782.05	0.14498	4.81	9.6	12.08	1.62
440	43.7	3779.5	3781.19	1.69	3781.49	0.01762	2.45	18.84	13.55	0.61
430	43.7	3779.14	3781.19	2.05	3781.33	0.00705	1.73	27.54	21.36	0.39
420	43.7	3779.01	3780.66	1.65	3781.16	0.03793	3.37	15.18	15.18	0.89
410	43.7	3777.05	3778.43	1.38	3780.3	0.18977	6.42	7.77	9.28	1.89
400	43.7	3776.63	3778.12	1.49	3778.9	0.0693	4.11	12.01	13.33	1.16
390	43.7	3776.24	3778.1	1.86	3778.52	0.02503	3	16.58	14.19	0.74
380	43.7	3775.73	3777.34	1.61	3778.01	0.04331	3.79	12.73	9.92	0.97
370	43.7	3774.73	3776.31	1.58	3777.37	0.08956	4.62	9.91	8.78	1.3
360	43.7	3773.45	3776.19	2.74	3776.68	0.0214	3.16	14.82	7.64	0.68
350	43.7	3773.42	3775.85	2.43	3776.43	0.02815	3.71	15.8	14.59	0.79
340	43.7	3772.99	3774.36	1.37	3775.8	0.14685	5.39	8.59	9.91	1.65
330	43.7	3772.47	3773.82	1.35	3774.62	0.07039	3.97	11.24	10.28	1.16
320	43.7	3770.8	3772.05	1.25	3773.54	0.1558	5.89	8.67	10.21	1.74
315	43.7	3770.25	3772.5	2.25	3772.77	0.01416	2.54	21	15.75	0.57
310	43.7	3770.08	3772.46	2.38	3772.7	0.0118	2.43	21.18	16.89	0.52
305	43.7	3769.91	3772.15	2.24	3772.6	0.02153	3.17	15.3	16.91	0.7
295	43.7	3769.54	3771.27	1.73	3772.08	0.05449	4.13	11.35	12.8	1.06
290	43.7	3769.49	3771.07	1.58	3771.78	0.0546	3.95	12.36	14.22	1.06
280	43.7	3769.44	3771.09	1.65	3771.57	0.03515	3.32	15.46	18.91	0.86
270	43.7	3769.4	3770.89	1.49	3771.37	0.04173	3.41	15.57	19.53	0.93
260	43.7	3769.35	3770.68	1.33	3771.15	0.04768	3.4	15.78	19.73	0.97
250	43.7	3768.66	3769.61	0.95	3770.4	0.11853	4.07	11.76	20.27	1.43
240	43.7	3768.68	3769.6	0.92	3769.97	0.05896	2.73	16.37	23.25	1
230	43.7	3767.63	3768.86	1.23	3769.06	0.02079	2.01	22.82	24.68	0.63
220	43.7	3767.45	3768.64	1.19	3768.85	0.02085	2.03	22.44	23.75	0.63
210	43.7	3766.85	3768.14	1.29	3768.55	0.03986	3.07	16.77	20.46	0.89
200	43.7	3765.71	3766.58	0.87	3767.74	0.1771	4.97	9.47	13.59	1.75
190	43.7	3765.52	3766.82	1.3	3767.21	0.04225	2.97	16.97	20.82	0.88
180	43.7	3764.88	3766.7	1.82	3766.81	0.00685	1.56	30.45	21.22	0.38
170	43.7	3764.97	3766.12	1.15	3766.62	0.05693	3.18	14.15	15.19	1
160	43.7	3762.96	3765.04	2.08	3765.24	0.01132	2.1	24.76	20.82	0.48
140	43.7	3762.96	3764.42	1.46	3764.99	0.04673	3.4	13.38	12.08	0.96
120	43.7	3762.15	3763.61	1.46	3764.08	0.04184	3.14	15.75	20.64	0.91
100	43.7	3761.29	3762.85	1.56	3763.18	0.02887	2.96	19.48	23.28	0.78
80	43.7	3760.4	3762.94	2.54	3762.99	0.00213	1.14	49.16	29.56	0.23
60	43.7	3760.92	3762.33	1.41	3762.83	0.04575	3.32	14.59	14.67	0.95
40	43.7	3759.65	3760.83	1.18	3761.57	0.08876	3.93	12.49	20.27	1.25
20	43.7	3757.79	3759.08	1.29	3759.84	0.08332	3.95	11.61	11.78	1.22
0	43.7	3756.45	3757.69	1.24	3758.32	0.06624	3.6	12.84	12.99	1.09

**ANEXO 04-3**  
**Socavación General**

**TRAMO DE PONTÓN CUSHPA (Tr = 500 años)**

$Q(m^3/s) = 47.20$ $d_{50} (mm) = 20$ $\beta = 1.06$ $X = 0.33$												
Prog.	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s )	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Tirante  y (m)	Tirante Medio dm (m)	Coef  $\mu$	Coef  $\alpha$	Tirante Erosión  ds (m)	Socav.  ds-d (m)	Cota  msnm
650	3791.5	3793	1.95	26.20	19.65	1.80	1.3	1.00	1.49	1.93	0.13	3791.33
640	3791.1	3793	2.54	19.20	15.78	1.81	1.2	1.00	2.16	2.57	0.76	3790.38
620	3790.9	3792	2.95	15.99	18.22	1.26	0.9	1.00	3.22	2.20	0.94	3789.92
600	3788.8	3790	4.43	11.52	13.01	1.32	0.9	1.00	4.44	2.98	1.66	3787.13
580	3787.2	3789	3.66	13.54	14.48	1.46	0.9	1.00	3.65	2.91	1.45	3785.79
560	3785.4	3786	4.46	10.75	12.69	1.14	0.8	1.00	4.90	2.67	1.53	3783.82
540	3784	3786	3.02	17.17	13.69	1.70	1.3	1.00	2.36	2.54	0.84	3783.15
520	3783.1	3785	3.53	14.43	12.89	1.67	1.1	1.00	3.03	3.00	1.33	3781.79
500	3781.9	3784	1.67	30.56	18.56	2.14	1.6	1.00	1.11	1.92	0.00	3781.90
480	3781.5	3783	3.66	14.28	12.03	1.73	1.2	1.00	2.95	3.07	1.34	3780.17
470	3781.2	3783	2.97	17.73	14.50	1.74	1.2	1.00	2.33	2.59	0.85	3780.34
460	3781.2	3782	3.32	15.33	15.28	1.24	1.0	1.00	3.07	2.08	0.84	3780.38
450	3780	3781	4.91	10.19	12.26	1.00	0.8	1.00	5.24	2.38	1.38	3778.59
440	3779.5	3781	2.53	19.85	13.76	1.76	1.4	1.00	1.86	2.22	0.46	3779.04
430	3779.1	3781	1.79	29.25	22.37	2.13	1.3	1.00	1.35	2.21	0.08	3779.06
420	3779	3781	3.53	15.74	15.56	1.69	1.0	1.00	2.98	3.01	1.32	3777.69
410	3777.1	3778	6.45	8.39	9.43	1.44	0.9	1.00	6.08	4.21	2.77	3774.28
400	3776.6	3778	4.25	12.59	13.45	1.53	0.9	1.00	3.92	3.26	1.73	3774.90
390	3776.2	3778	3.06	17.77	14.91	1.94	1.2	1.00	2.36	3.00	1.06	3775.18
380	3775.7	3777	3.87	13.53	10.12	1.69	1.3	1.00	2.87	2.92	1.23	3774.50
370	3774.7	3776	4.73	10.48	8.92	1.65	1.2	1.00	4.04	3.67	2.02	3772.71
360	3773.5	3776	3.37	15.04	7.67	2.77	2.0	1.00	2.00	4.14	1.37	3772.08
350	3773.4	3776	3.78	16.94	15.15	2.51	1.1	1.00	2.59	4.45	1.94	3771.48
340	3773	3774	5.46	9.21	10.19	1.43	0.9	1.00	5.48	3.86	2.43	3770.56
330	3772.5	3774	4.12	11.73	10.48	1.40	1.1	1.00	3.73	2.81	1.41	3771.06
320	3770.8	3772	6.01	9.23	10.47	1.31	0.9	1.00	5.56	3.49	2.18	3768.62
315	3770.3	3773	2.39	24.35	16.68	2.46	1.5	1.00	1.51	2.89	0.43	3769.82
310	3770	3772	3.87	14.64	12.59	2.14	1.2	1.00	2.92	3.98	1.84	3768.16
305	3769.9	3772	3.23	16.28	16.74	2.23	1.0	0.89	3.33	4.63	2.40	3767.51
295	3769.5	3772	3.51	14.47	16.11	1.98	0.9	0.87	4.01	4.59	2.61	3766.93
290	3769.5	3771	3.31	17.28	16.37	1.97	1.1	1.00	2.63	3.32	1.35	3768.11
280	3769.9	3771	3.19	17.56	20.39	1.35	0.9	1.00	2.97	2.26	0.91	3769.03
270	3769.4	3771	3.61	16.06	19.82	1.34	0.8	1.00	3.38	2.47	1.13	3768.22
260	3768.7	3770	4.09	12.87	22.79	1.00	0.6	1.00	5.37	2.42	1.42	3767.24
250	3768.7	3770	2.78	17.37	23.72	0.96	0.7	1.00	3.34	1.61	0.65	3768.03
240	3767.6	3769	2.07	24.09	24.96	1.28	1.0	1.00	2.01	1.58	0.30	3767.33
230	3767.5	3769	2.07	23.80	24.12	1.25	1.0	1.00	2.00	1.52	0.27	3767.18
220	3766.9	3768	3.18	17.54	20.73	1.32	0.8	1.00	3.01	2.22	0.90	3765.95
210	3765.7	3767	5.00	10.18	13.76	0.92	0.7	1.00	5.67	2.27	1.35	3764.36
200	3765.5	3767	3.04	17.95	20.97	1.34	0.9	1.00	2.92	2.21	0.87	3764.65
190	3764.9	3767	1.61	31.89	21.46	1.89	1.5	1.00	1.14	1.68	0.00	3764.88
180	3765	3766	3.17	15.49	17.34	1.23	0.9	1.00	3.29	2.17	0.94	3764.03
170	3763	3765	2.12	26.57	20.96	2.17	1.3	1.00	1.52	2.48	0.31	3762.65
160	3763	3764	3.49	14.14	13.09	1.52	1.1	1.00	3.17	2.76	1.24	3761.72
140	3762.2	3764	3.28	16.34	20.71	1.49	0.8	1.00	3.38	2.82	1.33	3760.82
120	3761.3	3763	2.87	21.69	23.87	1.66	0.9	1.00	2.32	2.43	0.77	3760.52
100	3760.4	3763	1.17	51.45	29.69	2.62	1.7	1.00	0.64	1.64	0.00	3760.40
80	3760.9	3762	3.36	15.58	14.83	1.47	1.1	1.00	2.93	2.49	1.02	3759.90
60	3759.7	3761	4.08	13.17	20.51	1.22	0.6	1.00	4.82	2.87	1.65	3758.00
40	3757.8	3759	4.03	12.33	11.90	1.35	1.0	1.00	3.74	2.69	1.34	3756.45
20	3756.5	3758	3.76	13.30	13.05	1.28	1.0	1.00	3.50	2.39	1.11	3755.34
0	3754.8	3756	4.16	12.16	11.39	1.40	1.1	0.85	4.37	3.17	1.77	3753.00

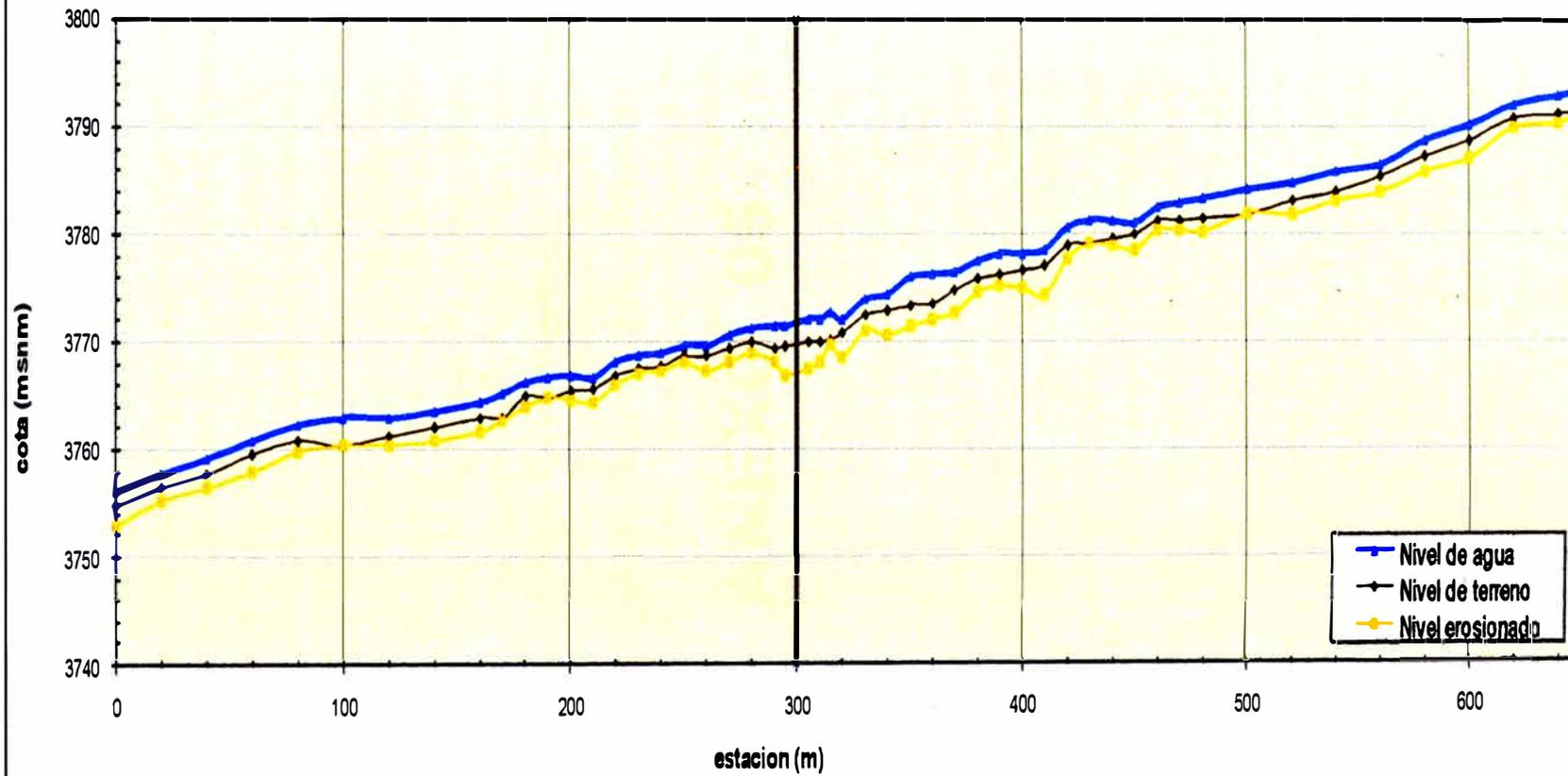
$h_{max} =$ 

2.77
------

  
 $H_{pro} =$ 

1.17
------

CANTA-HUAYLLAY, PERFIL HIDRAULICO 650 m CUSHPA



# **ANEXO 05**

**ANEXO 05-1**  
**Verificación Hidráulica**  
**Alcantarillas de Paso**

NOMBRE: **Oda COYAÑAC**  
 PROGRESIVA: **25+197**  
 TIPO: **ALCANTARILLA DE CRUCE**

**DATOS DE CAUDALES:**

Progresiva	Q quebrada (m³/s)	Q aporte cunetas MD (m³/s)	Q aporte cunetas MI (m³/s)	Q aporte zanjas (m³/s)	Q diseño (m³/s)
25+197	1.11	0.20	0.20		1.51

**DATOS DE LA ESTRUCTURA:**

Tipo de Estructura	Dimensiones				Rugosidad de Manning
	b (m)	H (m)	Ym (m)	D (pulg.)	
TMC			0.8	48	0.024

**PARÁMETROS HIDRÁULICOS:**

So	hc (m)	Vc (m/seg)	T(m)	$\alpha$	Pc (m)	Ac (m2)	R (m)	Sc
0.040	0.67	2.56	1.21	216.40	2.30	0.81	0.35	0.0050

ym (m)	theta	A (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q diseño (m³/s)
0.49	157.75	0.44	1.68	0.26	3.42	1.51

**PARÁMETROS A LA ENTRADA DE LA QUEBRADA:**

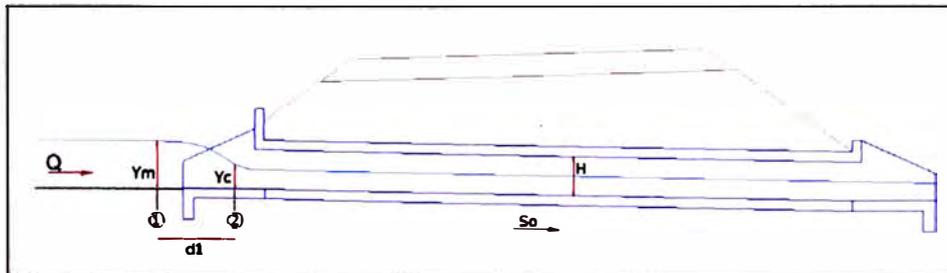
d1	h1-2 (m)	V1 (m/seg)	He (m)	H1=1.2*He (m)
3.00	0.16	1.86	0.98	1.18

**VERIFICACIÓN HIDRÁULICA:**

Verif. H1 <= D	OK
Verif. So > Sc	OK
V < V máx permis.	OK

V máx permis TMC > 4.6 m/s.

V máx permis MC > 7.0 m/s.



**DATOS DE DISEÑO:**

Pendiente S (%) =	4
Longitud de Alcantarilla L (m) =	17.1
Cota de Sub rasante CR (msnm) =	3839.68
Cota de terreno CT (msnm) =	3836.5
Tipo de entrada =	Alero Inclinado
Cota de entrada Ce (msnm) =	3838.25
Tipo de salida =	Alero Inclinado
Cota de salida Cs (msnm) =	3837.57
Tipo de protección =	Emboquillado
Longitud de protección a la entrada LPE (m) =	3.7
Longitud de protección a la salida LPS (m) =	11.07

**Donde:**

So= Pendiente de Alcantarilla  
 hc = Yc= Tirante Crítico  
 Vc = Velocidad Crítica  
 T = Espejo de Agua  
 P = Perímetro mojado  
 Ac = Area Crítica  
 R = Radio Hidráulico  
 Sc = Pendiente Crítica  
 h1-2 = Perdida de Carga  
 V1 = Velocidad de entrada  
 He = Carga de Agua  
 Ym = Tirante de entrada

NOMBRE: Cda. HUANCHU  
 PROGRESIVA: 26+395  
 TIPO: ALCANTARILLA DE CRUCE

**DATOS DE CAUDALES:**

Progresiva	Q quebrada (m <sup>3</sup> /s)	Q aporte cunetas MD (m <sup>3</sup> /s)	Q aporte cunetas MI (m <sup>3</sup> /s)	Q aporte zanjas (m <sup>3</sup> /s)	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)
26+395	3.10	0.20	0.20		3.50

**DATOS DE LA ESTRUCTURA:**

Tipo de Estructura	Dimensiones				Rugosidad de Manning
	b (m)	H (m)	Ym (m)	D (pulg.)	
MC	1.50	1.50	0.8		0.014

**PARÁMETROS HIDRÁULICOS:**

So	hc (m)	Vc (m/seg)	T(m)	$\alpha$	Pc (m)	Ac (m <sup>2</sup> )	R (m)	Sc
0.040	0.82	2.84			3.14	1.23	0.39	0.0012

yn (m)	theta	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)
0.40		0.60	2.30	0.26	5.63	3.50

**PARÁMETROS A LA ENTRADA DE LA QUEBRADA:**

d1	h1-2 (m)	V1 (m/seg)	He (m)	H1=1.2*He (m)
3.00	0.17	2.92	0.97	1.16

**VERIFICACIÓN HÍDRÁULICA:**

Verif. H1 <= H	OK
Verif. So > Sc	OK
V < V <sub>max permís.</sub>	OK

V<sub>max permís</sub> TMC=4.5m/s.

V<sub>max permís</sub> MC=7.Dm/s.



**DATOS DE DISEÑO:**

Pendiente S (%) =	4
Longitud de Alcantarilla L (m) =	33.0
Cota de Sub rasante CR (msnm) =	3917.81
Cota de terreno CT (msnm) =	3911.62
Tipo de entrada =	Alero Inclinado
Cota de entrada Ce (msnm) =	3910.14
Tipo de salida =	Alero Inclinado
Cota de salida Cs (msnm) =	3908.83
Tipo de protección =	Emboquillado
Longitud de protección a la entrada LPE (m) =	7.1
Longitud de protección a la salida LPS (m) =	11.0

Donde:

So= Pendiente de Alcantarilla  
 hc = Yc= Tirante Crítico  
 Vc = Velocidad Crítica  
 T = Espejo de Agua  
 P = Perímetro mojado  
 Ac = Área Crítica  
 R = Radio Hidráulico  
 Sc = Pendiente Crítica  
 h1-2 = Pérdida de Carga  
 V1 = Velocidad de entrada  
 He = Carga de Agua  
 Ym = Tirante de entrada

NOMBRE: Oda. S/N  
 PROGRESIVA: 27+810  
 TIPO: ALCANTARILLA DE CRUCE

**DATOS DE CAUDALES:**

Progresiva	Q quebrada (m³/s)	Q aporte cunetas MD (m³/s)	Q aporte cunetas MI (m³/s)	Q aporte zanjas (m³/s)	Q diseño (m³/s)
27+810	1.45	0.20	0.20		1.85

**DATOS DE LA ESTRUCTURA:**

Tipo de Estructura	Dimensiones				Rugosidad de Manning
	b (m)	H (m)	Ym (m)	D (pulg.)	
TMC			0.8	48	0.024

**PARÁMETROS HIDRÁULICOS:**

So	hc (m)	Vc (m/seg)	T(m)	a	Pc (m)	Ac (m2)	R (m)	Sc
0.020	0.74	2.70	1.19	216.40	2.30	0.81	0.35	0.0055

yn (m)	theta	A (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q diseño (m³/s)
0.68	192.51	0.66	2.05	0.32	2.78	1.85

**PARÁMETROS A LA ENTRADA DE LA QUEBRADA:**

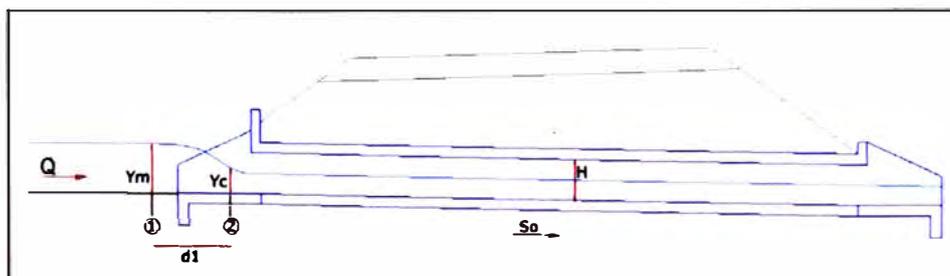
d1	h1-2 (m)	V1 (m/seg)	He (m)	H1=1.2*He (m)
3.00	0.08	2.28	0.93	1.11

**VERIFICACIÓN HIDRÁULICA:**

Verif. H1 <= D	OK
Verif. So > Sc	OK
V < V max permís.	OK

V max permís TMC=4.5m/s.

V max permís MD=7.0m/s.



**DATOS DE DISEÑO:**

Pendiente S (%)	=	2
Longitud de Alcantarilla L (m)	=	21.92
Cota de Sub rasante CR (msnm)	=	4114.85
Cota de terreno CT (msnm)	=	4015.1
Tipo de entrada	=	Alero Inclinado
Cota de entrada Ce (msnm)	=	4013
Tipo de salida	=	Alero Inclinado
Cota de salida Cs (msnm)	=	4012.59
Tipo de protección	=	Emboquillado
Longitud de protección a la entrada LPE (m)	=	7.1
Longitud de protección a la salida LPS (m)	=	5.1

**Donde:**

So= Pendiente de Alcantarilla  
 hc = Yc= Tirante Crítico  
 Vc = Velocidad Crítica  
 T = Espejo de Agua  
 P = Perímetro mojado  
 Ac = Area Crítica  
 R = Radio Hidráulico  
 Sc = Pendiente Crítica  
 h1-2 = Perdida de Carga  
 V1 = Velocidad de entrada  
 He = Carga de Agua  
 Ym = Tirante de entrada

NOMBRE: Oda USUR  
 PROGRESIVA: 31+973  
 TIPO: ALCANTARILLA DE CRUCE

DATOS DE CAUDALES:

Progresiva	Q quebrada (m³/s)	Q aporte cunetas MD (m³/s)	Q aporte cunetas MI (m³/s)	Q aporte zanjas (m³/s)	Q diseño (m³/s)
31+973	4.20	0.20	0.20		4.60

DATOS DE LA ESTRUCTURA:

Tipo de Estructura	Dimensiones				Rugosidad de Manning
	b (m)	H (m)	Ym (m)	D (pulg.)	
MC	2.00	2.00	0.8		0.014

PARÁMETROS HIDRÁULICOS:

So	hc (m)	Vc (m/seg)	T(m)	$\alpha$	Pc (m)	Ac (m2)	R (m)	Sc
0.040	0.81	2.83			3.63	1.63	0.45	0.0009

yn (m)	theta	A (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q diseño (m³/s)
0.38		0.76	2.76	0.28	6.05	4.60

PARÁMETROS A LA ENTRADA DE LA QUEBRADA:

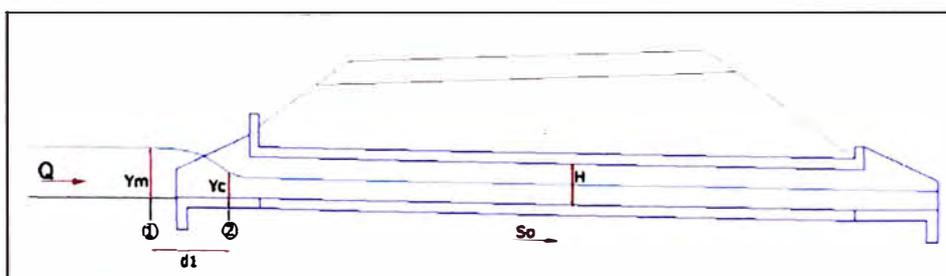
d1	h1-2 (m)	V1 (m/seg)	He (m)	H1=1.2*He (m)
3.00	0.17	2.88	0.97	1.16

VERIFICACIÓN HIDRÁULICA:

Verif. H1 <= H	OK
Verif. So > Sc	OK
V < V <sub>max permisa</sub>	OK

V<sub>max permisa</sub> TMC=4.5m/s.

V<sub>max permisa</sub> MC=7.0m/s.



DATOS DE DISEÑO:

Pendiente S (%)	4
Longitud de Alcantarilla L (m)	16.0
Cota de Sub rasante CR (msnm)	4191.19
Cota de terreno CT (msnm)	4189.03
Tipo de entrada	Alero Inclinado
Cota de entrada Ce (msnm)	4188.61
Tipo de salida	Alero Inclinado
Cota de salida Cs (msnm)	4188.04
Tipo de protección	Emboquillado
Longitud de protección a la entrada LPE (m)	5.1
Longitud de protección a la salida LPS (m)	5.0

Donde:

So= Pendiente de Alcantarilla  
 hc = Yc= Tirante Crítico  
 Vc = Velocidad Crítica  
 T = Espejo de Agua  
 P = Perímetro mojado  
 Ac = Área Crítica  
 R = Radio Hidráulico  
 Sc = Pendiente Crítica  
 h1-2 = Pérdida de Carga  
 V1 = Velocidad de entrada  
 He = Carga de Agua  
 Ym = Tirante de entrada

NOMBRE: **Lag. CHUCHÓN**  
 PROGRESIVA: **36+193**  
 TIPO: **ALCANTARILLA DE CRUCE**

**DATOS DE CAUDALES:**

Progresiva	Q quebrada (m³/s)	Q aporte curvas MD (m³/s)	Q aporte curvas MI (m³/s)	Q aporte zanjas (m³/s)	Q diseño (m³/s)
36+193	2.00	0.20	0.20		2.40

**DATOS DE LA ESTRUCTURA:**

Tipo de Estructura	Dimensiones				Rugosidad de Manning
	b (m)	H (m)	Ym (m)	D (pulg.)	
MC	1.50	1.50	0.8		0.014

**PARÁMETROS HIDRÁULICOS:**

So	hc (m)	Vc (m/seg)	T (m)	α	Pc (m)	Ac (m²)	R (m)	Sc
0.050	0.64	2.50			2.78	0.96	0.35	0.0013

yn (m)	theta	A (m²)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q diseño (m³/s)
0.29		0.43	2.07	0.21	5.59	2.40

**PARÁMETROS A LA ENTRADA DE LA QUEBRADA:**

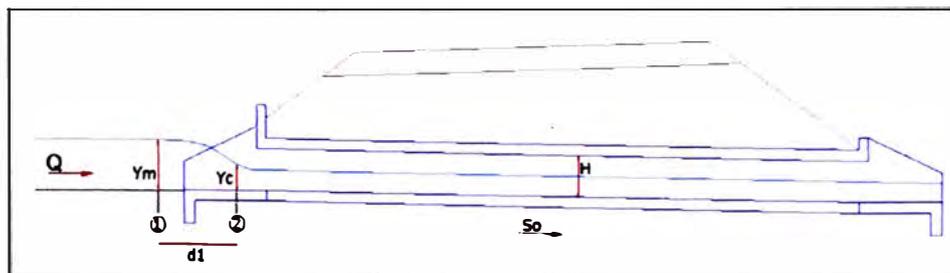
d1	h1-2 (m)	V1 (m/seg)	He (m)	H1=1.2*He (m)
3.00	0.19	2.00	0.95	1.14

**VERIFICACIÓN HIDRÁULICA:**

Verif. H1 <= H	OK
Verif. So > Sc	OK
V < V max permit.	OK

V max permit TMC < 4.5 m/s.

V max permit MC < 7.0 m/s.



**DATOS DE DISEÑO:**

Pendiente S (%)	=	5
Longitud de Alcantarilla L (m)	=	23.82
Cota de Sub rasante CSR (msnm)	=	4406.79
Cota de terreno CT (msnm)	=	4400.77
Tipo de entrada	=	Alero Inclinado
Cota de entrada Ce (msnm)	=	4401.72
Tipo de salida	=	Alero Inclinado
Cota de salida Cs (msnm)	=	4400.53
Tipo de protección	=	Emboquillado
Longitud de protección a la entrada LPE (m)	=	6.5
Longitud de protección a la salida LPS (m)	=	7.0

**Donde:**

So= Pendiente de Alcantarilla  
 hc = Yc= Tirante Crítico  
 Vc = Velocidad Crítica  
 T = Espejo de Agua  
 P = Perímetro mojado  
 Ac = Area Crítica  
 R = Radio Hidráulico  
 Sc = Pendiente Crítica  
 h1-2 = Perdida de Carga  
 V1 = Velocidad de entrada  
 He = Carga de Agua  
 Ym = Tirante de entrada

**ANEXO 05-2**  
**Cunetas Laterales Proyectadas**

**CUNETAS - LADO IZQUIERDO**

TIPO	PROGRESIVA PROYECTADA		SENTIDO DE FLUJO	LONGITUD (m)	DESCARGA		S
	DE	A			EN	LD	
I	24+010	24+050	En Contra	40.0	TN	5	0.044
I	24+225	24+235	En Contra	10.0	TN	5	0.044
I	24+405	24+460	En Contra	55.0	ZANJA		0.078
I	24+480	24+565	En Contra	85.0	ZANJA		0.078
I	24+565	24+740	En Contra	175.0	ALC		0.078
I	24+780	24+820	En Contra	40.0	ZANJA		0.078
I	24+820	25+000	En Contra	180.0	ALC		0.078
I	25+000	25+197	En Contra	197.0	C		0.080
I	25+205	25+480	En Contra	275.0	ZANJA		0.028
I	25+480	25+660	En Contra	180.0	ALC		0.028
I	25+660	25+720	En Contra	60.0	C		0.080
I	25+720	25+820	En Contra	100.0	ALC		0.080
I	25+860	25+988	En Contra	128.0	ZANJA		0.080
I	26+010	26+230	En Contra	220.0	ZANJA		0.080
I	26+230	26+390	En Contra	160.0	ALC		0.080
I	26+470	26+780	En Contra	310.0	ZANJA		0.080
I	26+780	26+800	En Contra	20.0	ALC		0.080
I	26+800	27+040	En Contra	240.0	C		0.053
I	27+040	27+120	En Contra	80.0	C		0.027
I	27+120	27+360	En Contra	240.0	ALC		0.027
I	27+360	27+436	En Contra	76.0	C		0.080
I	27+436	27+797	En Contra	361.0	ALC		0.080
I	27+797	27+830	En Contra	33.0	ALC		0.080
I	27+890	27+910	En Contra	20.0	BADEN		0.080
I	27+910	27+940	En Contra	30.0	ALC		0.080
I	27+940	28+120	En Contra	180.0	C		0.026
I	28+120	28+160	En Contra	40.0	C		0.062
I	28+160	28+260	En Contra	100.0	ALC		0.062
I	28+260	28+440	En Contra	180.0	C		0.011
I	28+440	28+442	En Contra	2.0	ALC		0.030
I	28+442	28+620	En Contra	178.0	C		0.030
I	28+620	28+730	En Contra	110.0	C		0.040
I	28+730	28+980	En Contra	250.0	ALC		0.040
I	28+980	29+030	En Contra	50.0	C		0.010
I	29+030	29+260	En Contra	230.0	ALC		0.010
I	29+260	29+326	En Contra	66.0	C		0.028
I	29+326	29+440	En Contra	114.0	ALC		0.028
I	29+440	29+585	En Contra	145.0	C		0.054
I	29+602	29+840	En Contra	238.0	ZANJA		0.054
I	29+840	29+890	En Contra	50.0	C		0.080
I	29+910	30+030	En Contra	120.0	ZANJA		0.080
I	30+050	30+320	En Contra	270.0	ZANJA		0.080
I	30+320	30+550	En Contra	230.0	ALC		0.080
I	30+570	30+575	En Contra	5.0	ZANJA		0.064
I	30+605	30+695	En Contra	90.0	ZANJA		0.064
I	30+745	30+920	En Contra	175.0	ZANJA		0.074
I	30+920	31+034	En Contra	114.0	C		0.027
I	31+034	31+090	En Contra	56.0	ALC		0.027
I	31+135	31+290	En Contra	155.0	ZANJA		0.027
I	31+290	31+600	En Contra	310.0	ALC		0.027
I	31+600	31+780	En Contra	180.0	ALC		0.027
I	31+780	31+965	En Contra	185.0	C		0.017
I	32+050	32+140	En Contra	90.0	ZANJA		0.071
I	32+140	32+265	En Contra	125.0	C		0.005
I	32+265	32+280	En Contra	15.0	ALC		0.005
I	32+280	32+540	En Contra	260.0	C		0.051
I	32+540	32+550	En Contra	10.0	C		0.032

	32+550	32+670	En Contra	120.0	ALC		0.032
	32+690	32+740	En Contra	50.0	ZANJA		0.032
	32+740	32+835	En Contra	95.0	C		0.070
	32+850	33+040	En Contra	190.0	ZANJA		0.070
	33+040	33+260	En Contra	220.0	C		0.080
	33+260	33+540	En Contra	280.0	ALC		0.080
	33+540	33+590	En Contra	50.0	C		0.059
	33+730	33+760	En Contra	30.0	TN	5	0.059
	33+985	34+040	En Contra	55.0	TN	5	0.075
	34+040	34+148	En Contra	108.0	C		0.021
	34+148	34+320	En Contra	172.0	ALC		0.021
	34+320	34+440	En Contra	120.0	C		0.056
	34+440	34+700	En Contra	260.0	ALC		0.056
	34+700	34+703	En Contra	3.0	C		0.043
	34+703	34+950	En Contra	247.0	ALC		0.043
	94+950	35+440	En Contra	59510.0	ALC		0.043
	35+440	35+470	En Contra	30.0	C		0.075
	35+580	35+680	En Contra	100.0	TN	5	0.075
	35+680	35+866	En Contra	186.0	C		0.042
	35+866	36+000	En Contra	134.0	ALC		0.042
	36+000	36+170	En Contra	170.0	C		0.005
	36+220	36+430	En Contra	210.0	ZANJA		0.068
	36+530	36+545	En Contra	15.0	TN	10	0.068
	36+630	36+700	En Contra	70.0	TN	10	0.068
	36+700	36+745	En Contra	45.0	C		0.018
	36+840	36+915	En Contra	75.0	TN	5	0.018
	36+995	37+030	En Contra	35.0	TN	5	0.027
	37+080	37+110	En Contra	30.0	TN	5	0.027
	37+125	37+145	En Contra	20.0	TN	5	0.027
	37+275	37+320	En Contra	45.0	TN	5	0.027
	37+320	37+350	En Contra	30.0	C		1.018
	37+640	37+670	En Contra	30.0	TN	5	1.018
	37+770	37+810	En Contra	40.0	TN	5	0.046

CUNETAS - LADO DERECHO							
TIPO	PROGRESIVA PROYECTADA		SENTIDO DE FLUJO	LONGITUD (m)	DESCARGA		S
	DE	A			EN	LD	
	24+058	24+270	En Contra	212.0	ALC		0.044
	24+285	24+300	En Contra	15.0	ZANJA		0.044
	24+300	24+330	En Contra	30.0	C		0.078
	24+575	24+690	En Contra	115.0	TN	5	0.078
	24+910	24+960	En Contra	50.0	TN	5	0.078
	25+005	25+190	En Contra	185.0	TN	5	0.080
	25+295	25+320	En Contra	25.0	TN	5	0.080
	25+360	25+480	En Contra	120.0	TN	5	0.080
	25+640	25+650	En Contra	10.0	TN	5	0.080
	25+910	25+980	En Contra	70.0	TN	5	0.080
	26+080	26+110	En Contra	30.0	TN	5	0.080
	26+165	26+200	En Contra	35.0	TN	5	0.080
	26+240	26+360	En Contra	120.0	TN	5	0.080
	26+505	26+555	En Contra	50.0	TN	5	0.080
	26+725	26+750	En Contra	25.0	TN	5	0.080
	27+080	27+120	En Contra	40.0	TN	5	0.027
	27+570	27+605	En Contra	35.0	TN	10	0.080
	27+660	27+797	En Contra	137.0	TN	5	0.080
	27+797	27+830	En Contra	33.0	ALC		0.080
	27+910	27+940	En Contra	30.0	ALC		0.080
	27+940	28+015	En Contra	75.0	C		0.026
	28+080	28+120	En Contra	40.0	TN	5	0.255

I	28+120	28+130	En Contra	10.0	C		0.062
I	28+190	28+260	En Contra	70.0	TN	5	0.062
I	28+260	28+275	En Contra	15.0	C		0.011
I	28+330	28+415	En Contra	85.0	TN	5	0.011
I	28+495	28+595	En Contra	100.0	TN	5	0.030
I	28+690	28+715	En Contra	25.0	TN	5	0.030
I	28+880	28+910	En Contra	30.0	TN	5	0.030
I	29+105	29+140	En Contra	35.0	TN	5	0.010
I	29+160	29+200	En Contra	40.0	TN	5	0.010
I	29+415	29+450	En Contra	35.0	TN	5	0.010
I	29+530	29+560	En Contra	30.0	TN	5	0.054
I	29+620	29+720	En Contra	100.0	TN	10	0.054
I	29+920	30+000	En Contra	80.0	TN	5	0.080
I	30+055	30+075	En Contra	20.0	TN	5	0.080
I	30+335	30+430	En Contra	95.0	TN	10	0.080
I	30+745	30+800	En Contra	55.0	TN	10	0.074
I	30+830	30+850	En Contra	20.0	TN	10	0.074
I	30+890	30+920	En Contra	30.0	TN	10	0.074
I	30+920	30+965	En Contra	45.0	C		0.027
I	31+160	31+290	En Contra	130.0	TN	5	0.027
I	31+500	31+580	En Contra	80.0	TN	5	0.027
I	31+610	31+720	En Contra	110.0	TN	5	0.027
I	31+790	31+820	En Contra	30.0	TN	5	0.027
I	31+860	31+950	En Contra	90.0	TN	5	0.027
I	32+240	32+265	En Contra	25.0	TN	5	0.050
I	32+510	32+540	En Contra	30.0	TN	5	0.050
I	32+600	32+630	En Contra	30.0	TN	10	0.032
I	32+730	32+785	En Contra	55.0	TN	5	0.070
I	32+870	32+950	En Contra	80.0	TN	5	0.070
I	33+275	33+425	En Contra	150.0	TN	5	0.080
I	33+460	33+540	En Contra	80.0	TN	20	0.080
I	33+540	33+610	En Contra	70.0	C		0.059
I	33+630	33+792	En Contra	162.0	ZANJA		0.059
I	33+792	33+880	En Contra	88.0	ALC		0.059
I	33+880	33+960	En Contra	80.0	C		0.075
I	33+975	34+040	En Contra	65.0	ZANJA		0.075
I	34+040	34+130	En Contra	90.0	C		0.021
I	34+295	34+330	En Contra	35.0	TN	5	0.021
I	34+360	34+435	En Contra	75.0	TN	5	0.056
I	34+495	34+535	En Contra	40.0	TN	5	0.056
I	34+560	34+590	En Contra	30.0	TN	5	0.056
I	34+710	34+765	En Contra	55.0	TN	5	0.043
I	34+885	34+925	En Contra	40.0	TN	5	0.043
I	34+960	35+015	En Contra	55.0	TN	10	0.043
I	35+120	35+170	En Contra	50.0	TN	5	0.043
I	35+245	35+275	En Contra	30.0	TN	5	0.043
I	35+300	35+375	En Contra	75.0	TN	5	0.043
I	35+555	35+640	En Contra	85.0	TN	5	0.075
I	35+680	35+710	En Contra	30.0	TN	5	0.075
I	35+790	35+815	En Contra	25.0	TN	5	0.075
I	35+930	35+960	En Contra	30.0	TN	5	0.042
I	36+000	36+050	En Contra	50.0	TN	5	0.050
I	36+090	36+170	En Contra	80.0	TN	5	0.050
I	36+250	36+360	En Contra	110.0	TN	5	0.068
I	36+380	36+430	En Contra	50.0	TN	5	0.068
I	36+450	36+700	En Contra	250.0	ZANJA		0.068
I	36+700	36+765	En Contra	65.0	C		0.018
I	36+800	36+940	En Contra	140.0	ZANJA		0.018
I	36+940	37+320	En Contra	380.0	C		0.027
I	37+320	37+408	En Contra	88.0	C		0.046
I	37+408	37+695	En Contra	287.0	ALC		0.046
I	37+695	37+710	En Contra	15.0	ALC		0.046
I	37+730	37+969	En Contra	239.0	ZANJA		0.046

**ANEXO 05-3**  
**Zanjas de Drenaje Proyectadas**

ZANJA DE DRENAJE - LADO IZQUIERDO							
TIPO	PROGRESIVA PROYECTADA		SENTIDO DE FLUJO	LONGITUD (m)	DESCARGA		S
	DE	A			EN	LD	
I	24+370	24+405	En Contra	35.00	TN	10	0.078
I	24+462	24+480	En Contra	18.00	C		0.078
I	24+740	24+780	En Contra	40.00	C		0.078
I	25+820	25+860	En Contra	40.00	C		0.080
I	25+990	25+995	En Contra	5.00	ALC		0.080
I	25+995	26+010	En Contra	15.00	ALC		0.080
I	26+390	26+395	En Contra	5.00	ALC		0.080
I	26+395	26+470	En Contra	75.00	ALC		0.080
I	29+590	29+602	En Contra	12.00	C		0.080
I	29+890	29+910	En Contra	20.00	C		0.080
I	30+030	30+039	En Contra	9.00	C		0.054
I	30+039	30+050	En Contra	11.00	ALC		0.080
I	30+550	30+570	En Contra	20.00	C		0.080
I	30+575	30+580	En Contra	5.00	C		0.080
I	30+580	30+605	En Contra	25.00	ALC		0.064
I	30+695	30+720	En Contra	25.00	C		0.064
I	30+720	30+743	En Contra	23.00	ALC		0.064
I	31+090	31+135	En Contra	45.00	C		0.074
I	31+973	32+050	En Contra	77.00	ALC		0.027
I	32+670	32+690	En Contra	20.00	C		0.017
I	32+835	32+840	En Contra	5.00	C		0.071
I	32+840	32+846	En Contra	6.00	ALC		0.032
I	36+170	36+193	En Contra	23.00	C		0.070
I	36+193	36+220	En Contra	27.00	ALC	10	0.005

ZANJA DE DRENAJE - LADO DERECHO							
TIPO	PROGRESIVA PROYECTADA		SENTIDO DE FLUJO	LONGITUD (m)	DESCARGA		S
	DE	A			EN	LD	
I	24+270	24+290	En Contra	20.0	C		0.078
I	24+330	24+370	En Contra	40.0	C		0.078
I	33+610	33+630	En Contra	20.0	C		0.059
I	33+965	33+975	En Contra	10.0	C		0.075
I	36+430	36+450	En Contra	20.0	C		0.068
I	36+765	36+786	En Contra	21.0	ALC		0.018
I	36+786	36+800	En Contra	14.0	ALC		0.018
I	37+715	37+730	En Contra	15.0	C		0.046

**ANEXO 05-4**

**Diseño del Subdren y Capacidad de  
Conducción**

## DISEÑO DE SUBDREN

### CAUDAL DE DISEÑO

$$Q_d = Q_i + Q_s + Q_e$$

Donde:

$Q_d$ : Caudal de diseño.

$Q_i$ : Caudal generado por la infiltración de la lluvia.

$Q_s$ : Caudal generado por el abatimiento del nivel de aguas subterráneas.

$Q_e$ : Caudal de escorrentía proveniente de taludes aledaños.

### Caudal de Infiltración Directa ( $Q_i$ )

$$Q_i = I_R \times B \times L \times F_I \times F_R$$

Donde:

$I_R$	0.0016	cm/s	
$B$	100	cm	ancho de infiltración, (perpendicular al flujo).
$L$	30000	cm	longitud del subdren.
$F_I$	0.3		factor de infiltración. (Tabla 1)
$F_R$	0.25		factor de retención de la base. (Tabla 2)

$$Q_i = 360.00 \text{ cm}^3/\text{s}$$

### Caudal por Abatimiento de la Napa Freática ( $Q_s$ )

$$Q_s = K \times i \times A$$

$$i = (Nd - Nf)/B \quad A = (Nf - Nd) \times L$$

Donde:

$K$	0.0005	cm/s	Coefficiente de permeabilidad del suelo adyacente (grava limo arcillosa)
$B$	100	cm	ancho de infiltración, (perpendicular al flujo)
$L$	30000	cm	Longitud del subdren
$h$	160	cm	Altura del subdren
$A$	5E+06	cm <sup>2</sup>	Área efectiva para el caso del abatimiento del nivel freático
$\alpha$	76	°	Angulo del talud
$i$	0.970		gradiente hidráulico

$$Q_s = 2328.69 \text{ cm}^3/\text{s}$$

El nivel freático se presenta a ambos lados de la sección?

Respuesta:

No

=>  $Q =$

$$2328.69 \text{ cm}^3/\text{s}$$

### Caudal por escorrentía ( $Q_e$ )

Existen sistemas de drenaje superficial como cunetas y alcantarillas, por lo tanto  $Q_e = 0$

**FINALMENTE**

$$Q_d = 2688.69 \text{ cm}^3/\text{s}$$

## CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DEL SUBDREN

Pendiente S (%)	Velocidad (cm/s)			
	Dm 12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50 mm
0	0	0	0	0
2	0.26	0.62	1.12	1.5
4	0.5	1.25	2.25	3

Ancho                    0.60 m *0,5 mínimo*  
 Alto                     1.60 m  
 Área                    0.96 m<sup>2</sup>  
 Pendiente             0.50 %

Para subdren con agregado de tamaño uniforme

$$Q_d = \boxed{2688.69} \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$\boxed{Q_f = V \times A}$$

Para el area diseñada de la sección, y la pendiente tenemos:

	Dm12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50 mm
v (cm/s)	0.063	0.156	0.281	0.375
Qf (cm <sup>3</sup> /s)	604.8	1497.6	2697.6	3600
	<b>No pasa!</b>	<b>No pasa!</b>	<b>Ok!</b>	<b>Ok!</b>

### Capacidad de Conducción de la tubería perforada del subdren

Qd= 0.003 m<sup>3</sup>/s  
 do= 8 pulg  
     0.203 m  
 S= 0.01 m/m  
 n= 0.013 Tubería perforada

Aplicando Manning:

y(m)	A <sub>moj</sub> (m <sup>2</sup> )	P <sub>moj</sub> (m)	R <sub>hidr</sub> (m)	V(m/s)	Q(m <sup>3</sup> /s)
0.068	0.0053	0.1878	0.0284	0.7168	0.0038
0.102	0.0091	0.2388	0.038	0.8695	0.0079
0.152	0.0146	0.3183	0.0459	0.9855	0.0144
0.203	0.0181	0.4775	0.038	0.8695	0.0158

**Ok!**

# **ANEXO 06**

## **ANEXO 06-1**

### **Metrados**

**RESUMEN DE METRADOS - OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

ITEM	PARTIDAS	UND	SUBDRENAJE	CUNETAS, ZANJAS	BADENES	MUROS	ALCANTARILLAS	TOTAL
<b>600</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>							
601.A	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	874.80	-	370.92	320.13	2,126.66	3,692.51
603.A	LIMPIEZA DE CAUCE Y ENCAUZAMIENTOS	m3	-	-	21.60	-	391.95	413.55
605.A	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	267.15	-	12.00	112.04	1,026.04	1,417.24
606.A	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3	267.15	-	12.00	112.04	1,026.04	1,417.24
610.C	CONCRETO CLASE C (fc = 280Kg/cm2)	m3	-	-	216.00	-	-	216.00
610.D	CONCRETO CLASE D (fc = 210Kg/cm2)	m3	-	-	86.40	-	129.18	215.58
610.E	CONCRETO CLASE E (fc = 175Kg/cm2)	m3	1.31	-	-	-	315.32	316.63
610.H	CONCRETO CLASE H (fc = 175Kg/cm2 + 30%PG)	m3	-	-	-	-	238.07	238.07
610.I	CONCRETO CLASE I (fc = 100Kg/cm2)	m3	-	-	68.52	-	8.79	77.31
612.A	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	11.04	-	211.20	-	1,261.79	1,484.03
615	ACERO DE REFUERZO Fy = 4,200 Kg/cm2	kg	-	-	27,808.80	-	13,814.19	41,622.99
622.B	TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA CIRCULAR DE 0.90m DE DIÁMETRO	m	-	-	-	-	370.43	370.43
622.C	TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA CIRCULAR DE 1.20m DE DIÁMETRO	m	-	-	-	-	109.70	109.70
624.E	TUBO DE PVC-SAP, D=8"	m	60.00	-	-	-	-	60.00
624.E1	TUBO DE PVC-SAP, D=8" (PERFORADA)	m	669.00	-	-	-	-	669.00
625.B	SUBDREN PROFUNDO	m3	580.40	-	-	-	-	580.40
625.F	TUBERÍA DE VENTILACIÓN FIERRO GALVANIZADO D=1.5"	m	21.60	-	-	-	-	21.60
635.A	CUNETA TRIANGULAR TIPO I REVESTIDA EN CONCRETO	m	-	15,920.00	-	-	-	15,920.00
635.G	ZANJA DE DRENAJE REVESTIDA	m	-	1,166.00	-	-	-	1,166.00
640.B	EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.20m	m2	-	-	-	-	871.70	871.70
640.C	EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.35m	m2	-	-	750.00	-	-	750.00
641.A	PIEDRA ASENTADA	m3	-	-	-	-	69.00	69.00
650.H	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2	m2	3,144.30	-	-	252.75	-	3,397.05
655.A1	JUNTA LONGITUDINAL PARA BADENES	m	-	-	60.00	-	-	60.00
655.A2	JUNTA TRANSVERSAL PARA BADENES	m	-	-	132.00	-	-	132.00
660.A	GAVION TIPO CAJA	m3	-	-	-	330.30	-	330.30
660.B	GAVION TIPO COLCHÓN e=0.30m	m3	-	-	-	31.80	-	31.80

**METRADO DE MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS**

<b>Partidas</b>	<b>605.A</b>	<b>606.A</b>
	<b>Relleno para Estructuras (m3)</b>	<b>Material de Cantera para Rellenos (m3)</b>
Subdrenaje	267.15	267.15
Badenes	12.00	12.00
Muros	112.04	112.04
Alcantarillas	1,026.04	1,026.04
<b>Total (m3)</b>	<b>1,417.24</b>	<b>1,417.24</b>

**RESUMEN DE METRADOS - CUNETAS y ZANJAS**

<b>Item</b>	<b>Partidas</b>	<b>Und</b>	<b>Cunetas</b>	<b>Zanjas</b>	<b>Total</b>
<b>635.A</b>	Cuneta Triangular Tipo I Revestida en Concreto	m	15,920.00	-	<b>15,920.00</b>
<b>635.G</b>	Zanja de Drenaje Revestida	m	415.00	751.00	<b>1,166.00</b>

**METRADO DE CUNETAS**

Tipo	Ubicación		Lado	Longitud (m)	Longitud de Descarga (m)	635.A	635.G	Descarga
	Inicio (Km)	Final (Km)				Cuneta Triangular Tipo I Revestida en Concreto (m)	Zanja de Drenaje Revestida (m)	
I	24+010	24+050	I	40.00	5.00	40.00	5.00	TN
I	24+058	24+270	D	212.00	-	212.00	-	ALC
I	24+225	24+235	I	10.00	5.00	10.00	5.00	TN
I	24+285	24+300	D	15.00	-	15.00	-	ZANJA
I	24+300	24+330	D	30.00	-	30.00	-	C
I	24+405	24+460	I	55.00	-	55.00	-	ZANJA
I	24+480	24+565	I	85.00	-	85.00	-	ZANJA
I	24+565	24+740	I	175.00	-	175.00	-	ALC
I	24+575	24+690	D	115.00	5.00	115.00	5.00	TN
I	24+780	24+820	I	40.00	-	40.00	-	ZANJA
I	24+820	25+000	I	180.00	-	180.00	-	ALC
I	24+910	24+960	D	50.00	5.00	50.00	5.00	TN
I	25+000	25+197	I	197.00	-	197.00	-	C
I	25+005	25+190	D	185.00	5.00	185.00	5.00	TN
I	25+205	25+480	I	275.00	-	275.00	-	ZANJA
I	25+295	25+320	D	25.00	5.00	25.00	5.00	TN
I	25+360	25+480	D	120.00	5.00	120.00	5.00	TN
I	25+480	25+660	I	180.00	-	180.00	-	ALC
I	25+640	25+650	D	10.00	5.00	10.00	5.00	TN
I	25+660	25+720	I	60.00	-	60.00	-	C
I	25+720	25+820	I	100.00	-	100.00	-	ALC
I	25+860	25+988	I	128.00	-	128.00	-	ZANJA
I	25+910	25+980	D	70.00	5.00	70.00	5.00	TN
I	26+010	26+230	I	220.00	-	220.00	-	ZANJA
I	26+080	26+110	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	26+165	26+200	D	35.00	5.00	35.00	5.00	TN
I	26+230	26+390	I	160.00	-	160.00	-	ALC
I	26+240	26+360	D	120.00	5.00	120.00	5.00	TN
I	26+470	26+780	I	310.00	-	310.00	-	ZANJA
I	26+505	26+555	D	50.00	5.00	50.00	5.00	TN
I	26+725	26+750	D	25.00	5.00	25.00	5.00	TN
I	26+780	26+800	I	20.00	-	20.00	-	ALC
I	26+800	27+040	I	240.00	-	240.00	-	C
I	27+040	27+120	I	80.00	-	80.00	-	C
I	27+080	27+120	D	40.00	5.00	40.00	5.00	TN
I	27+120	27+360	I	240.00	-	240.00	-	ALC
I	27+360	27+436	I	76.00	-	76.00	-	C
I	27+436	27+797	I	361.00	-	361.00	-	ALC
I	27+570	27+605	D	35.00	10.00	35.00	10.00	TN
I	27+660	27+797	D	137.00	5.00	137.00	5.00	TN
I	27+797	27+830	I	33.00	-	33.00	-	ALC
I	27+797	27+830	D	33.00	-	33.00	-	ALC
I	27+890	27+910	I	20.00	-	20.00	-	BADEN
I	27+910	27+940	I	30.00	-	30.00	-	ALC
I	27+910	27+940	D	30.00	-	30.00	-	ALC
I	27+940	28+120	I	180.00	-	180.00	-	C
I	27+940	28+015	D	75.00	-	75.00	-	C
I	28+080	28+120	D	40.00	5.00	40.00	5.00	TN
I	28+120	28+160	I	40.00	-	40.00	-	C

**METRADO DE CUNETAS**

Tipo	Ubicación		Lado	Longitud (m)	Longitud de Descarga (m)	635.A	635.G	Descarga
	Inicio (Km)	Final (Km)				Cuneta Triangular Tipo I Revestida en Concreto (m)	Zanja de Drenaje Revestida (m)	
I	28+120	28+130	D	10.00	-	10.00	-	C
I	28+160	28+260	I	100.00	-	100.00	-	ALC
I	28+190	28+260	D	70.00	5.00	70.00	5.00	TN
I	28+260	28+440	I	180.00	-	180.00	-	C
I	28+260	28+275	D	15.00	-	15.00	-	C
I	28+330	28+415	D	85.00	5.00	85.00	5.00	TN
I	28+440	28+442	I	2.00	-	2.00	-	ALC
I	28+442	28+620	I	178.00	-	178.00	-	C
I	28+495	28+595	D	100.00	5.00	100.00	5.00	TN
I	28+620	28+730	I	110.00	-	110.00	-	C
I	28+690	28+715	D	25.00	5.00	25.00	5.00	TN
I	28+730	28+980	I	250.00	-	250.00	-	ALC
I	28+880	28+910	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	28+980	29+030	I	50.00	-	50.00	-	C
I	29+030	29+260	I	230.00	-	230.00	-	ALC
I	29+105	29+140	D	35.00	5.00	35.00	5.00	TN
I	29+160	29+200	D	40.00	5.00	40.00	5.00	TN
I	29+260	29+326	I	66.00	-	66.00	-	C
I	29+326	29+440	I	114.00	-	114.00	-	ALC
I	29+415	29+450	D	35.00	5.00	35.00	5.00	TN
I	29+440	29+585	I	145.00	-	145.00	-	C
I	29+530	29+560	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	29+602	29+840	I	238.00	-	238.00	-	ZANJA
I	29+620	29+720	D	100.00	10.00	100.00	10.00	TN
I	29+840	29+890	I	50.00	-	50.00	-	C
I	29+910	30+030	I	120.00	-	120.00	-	ZANJA
I	29+920	30+000	D	80.00	5.00	80.00	5.00	TN
I	30+050	30+320	I	270.00	-	270.00	-	ZANJA
I	30+055	30+075	D	20.00	5.00	20.00	5.00	TN
I	30+320	30+550	I	230.00	-	230.00	-	ALC
I	30+335	30+430	D	95.00	10.00	95.00	10.00	TN
I	30+570	30+575	I	5.00	-	5.00	-	ZANJA
I	30+605	30+695	I	90.00	-	90.00	-	ZANJA
I	30+745	30+920	I	175.00	-	175.00	-	ZANJA
I	30+745	30+800	D	55.00	10.00	55.00	10.00	TN
I	30+830	30+850	D	20.00	10.00	20.00	10.00	TN
I	30+890	30+920	D	30.00	10.00	30.00	10.00	TN
I	30+920	31+034	I	114.00	-	114.00	-	C
I	30+920	30+965	D	45.00	-	45.00	-	C
I	31+034	31+090	I	56.00	-	56.00	-	ALC
I	31+135	31+290	I	155.00	-	155.00	-	ZANJA
I	31+160	31+290	D	130.00	5.00	130.00	5.00	TN
I	31+290	31+600	I	310.00	-	310.00	-	ALC
I	31+500	31+580	D	80.00	5.00	80.00	5.00	TN
I	31+600	31+780	I	180.00	-	180.00	-	ALC
I	31+610	31+720	D	110.00	5.00	110.00	5.00	TN
I	31+780	31+965	I	185.00	-	185.00	-	C
I	31+790	31+820	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	31+860	31+950	D	90.00	5.00	90.00	5.00	TN

**METRADO DE CUNETAS**

Tipo	Ubicación		Lado	Longitud (m)	Longitud de Descarga (m)	635.A	635.G	Descarga
	Inicio (Km)	Final (Km)				Cuneta Triangular Tipo I Revestida en Concreto (m)	Zanja de Drenaje Revestida (m)	
I	32+050	32+140	I	90.00	-	90.00	-	ZANJA
I	32+140	32+265	I	125.00	-	125.00	-	C
I	32+240	32+265	D	25.00	5.00	25.00	5.00	TN
I	32+265	32+280	I	15.00	-	15.00	-	ALC
I	32+280	32+540	I	260.00	-	260.00	-	C
I	32+510	32+540	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	32+540	32+550	I	10.00	-	10.00	-	C
I	32+550	32+670	I	120.00	-	120.00	-	ALC
I	32+600	32+630	D	30.00	10.00	30.00	10.00	TN
I	32+690	32+740	I	50.00	-	50.00	-	ZANJA
I	32+730	32+785	D	55.00	5.00	55.00	5.00	TN
I	32+740	32+835	I	95.00	-	95.00	-	C
I	32+850	33+040	I	190.00	-	190.00	-	ZANJA
I	32+870	32+950	D	80.00	5.00	80.00	5.00	TN
I	33+040	33+260	I	220.00	-	220.00	-	C
I	33+260	33+540	I	280.00	-	280.00	-	ALC
I	33+275	33+425	D	150.00	5.00	150.00	5.00	TN
I	33+460	33+540	D	80.00	20.00	80.00	20.00	TN
I	33+540	33+590	I	50.00	-	50.00	-	C
I	33+540	33+610	D	70.00	-	70.00	-	C
I	33+630	33+792	D	162.00	-	162.00	-	ZANJA
I	33+730	33+760	I	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	33+792	33+880	D	88.00	-	88.00	-	ALC
I	33+880	33+960	D	80.00	-	80.00	-	C
I	33+975	34+040	D	65.00	-	65.00	-	ZANJA
I	33+985	34+040	I	55.00	5.00	55.00	5.00	TN
I	34+040	34+148	I	108.00	-	108.00	-	C
I	34+040	34+130	D	90.00	-	90.00	-	C
I	34+148	34+320	I	172.00	-	172.00	-	ALC
I	34+295	34+330	D	35.00	5.00	35.00	5.00	TN
I	34+320	34+440	I	120.00	-	120.00	-	C
I	34+360	34+435	D	75.00	5.00	75.00	5.00	TN
I	34+440	34+700	I	260.00	-	260.00	-	ALC
I	34+495	34+535	D	40.00	5.00	40.00	5.00	TN
I	34+560	34+590	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	34+700	34+703	I	3.00	-	3.00	-	C
I	34+703	34+950	I	247.00	-	247.00	-	ALC
I	34+710	34+765	D	55.00	5.00	55.00	5.00	TN
I	34+885	34+925	D	40.00	5.00	40.00	5.00	TN
I	34+960	35+015	D	55.00	10.00	55.00	10.00	TN
I	35+120	35+170	D	50.00	5.00	50.00	5.00	TN
I	35+245	35+275	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	35+300	35+375	D	75.00	5.00	75.00	5.00	TN
I	35+440	35+470	I	30.00	-	30.00	-	C
I	35+555	35+640	D	85.00	5.00	85.00	5.00	TN
I	35+580	35+680	I	100.00	5.00	100.00	5.00	TN
I	35+680	35+866	I	186.00	-	186.00	-	C
I	35+680	35+710	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	35+790	35+815	D	25.00	5.00	25.00	5.00	TN

### METRADO DE CUNETAS

Tipo	Ubicación		Lado	Longitud (m)	Longitud de Descarga (m)	635.A	635.G	Descarga
	Inicio (Km)	Final (Km)				Cuneta Triangular Tipo I Revestida en Concreto (m)	Zanja de Drenaje Revestida (m)	

I	35+866	36+000	I	134.00	-	134.00	-	ALC
I	35+930	35+960	D	30.00	5.00	30.00	5.00	TN
I	36+000	36+170	I	170.00	-	170.00	-	C
I	36+000	36+050	D	50.00	5.00	50.00	5.00	TN
I	36+090	36+170	D	80.00	5.00	80.00	5.00	TN
I	36+220	36+430	I	210.00	-	210.00	-	ZANJA
I	36+250	36+360	D	110.00	5.00	110.00	5.00	TN
I	36+380	36+430	D	50.00	5.00	50.00	5.00	TN
I	36+450	36+700	D	250.00	-	250.00	-	ZANJA
I	36+530	36+545	I	15.00	10.00	15.00	10.00	TN
I	36+630	36+700	I	70.00	10.00	70.00	10.00	TN
I	36+700	36+745	I	45.00	-	45.00	-	C
I	36+700	36+765	D	65.00	-	65.00	-	C
I	36+800	36+940	D	140.00	-	140.00	-	ZANJA
I	36+840	36+915	I	75.00	5.00	75.00	5.00	TN

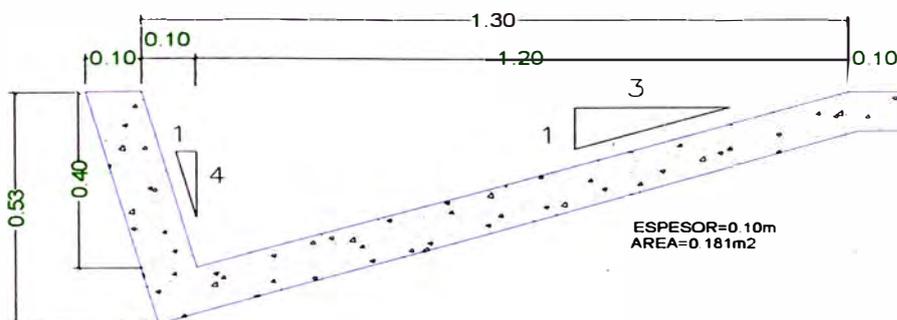
<b>METRADO TOTAL</b>						<b>15,920.00</b>	<b>415.00</b>
----------------------	--	--	--	--	--	------------------	---------------

#### LEYENDA:

- TN : Descarga en terreno natural.
- ALC : Descarga en Alcantarilla.
- C : La cuneta continua en el tramo contiguo de cuneta.
- ZANJA : Descarga en Zanja de drenaje.
- BADEN : Descarga en Badén.

### CUNETA TRIANGULAR TIPO I

CONCRETO  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$



Excavación Manual	m3	0.41
Concreto $f_c=175\text{Kg/cm}^2$	m3	0.18
Encofrado y Desencofrado	m2	0.47

**METRADO DE ZANJAS DE DRENAJE**

Tipo	Ubicación		Lado	Longitud (m)	Longitud de Descarga (m)	635.G	Descarga
	Inicio (Km)	Final (Km)				Zanja de Drenaje Revestida (m)	
I	24+270	24+290	D	20.00	-	20.00	C
I	24+330	24+370	D	40.00	-	40.00	C
I	24+370	24+405	I	35.00	10.00	45.00	TN
I	24+462	24+480	I	18.00	-	18.00	C
I	24+740	24+780	I	40.00	-	40.00	C
I	25+820	25+860	I	40.00	-	40.00	C
I	25+990	25+995	I	5.00	-	5.00	ALC
I	25+995	26+010	I	15.00	-	15.00	ALC
I	26+390	26+395	I	5.00	-	5.00	ALC
I	26+395	26+470	I	75.00	-	75.00	ALC
I	29+590	29+602	I	12.00	-	12.00	C
I	29+890	29+910	I	20.00	-	20.00	C
I	30+030	30+039	I	9.00	-	9.00	C
I	30+039	30+050	I	11.00	-	11.00	ALC
I	30+550	30+570	I	20.00	-	20.00	C
I	30+575	30+580	I	5.00	-	5.00	C
I	30+580	30+605	I	25.00	-	25.00	ALC
I	30+695	30+720	I	25.00	-	25.00	C
I	30+720	30+743	I	23.00	-	23.00	ALC
I	31+090	31+135	I	45.00	-	45.00	C
I	31+973	32+050	I	77.00	-	77.00	ALC
I	32+670	32+690	I	20.00	-	20.00	C
I	32+835	32+840	I	5.00	-	5.00	C
I	32+840	32+846	I	6.00	-	6.00	ALC
I	33+610	33+630	D	20.00	-	20.00	C
I	33+965	33+975	D	10.00	-	10.00	C
I	36+170	36+193	I	23.00	-	23.00	C
I	36+193	36+220	I	27.00	10.00	37.00	ALC
I	36+430	36+450	D	20.00	-	20.00	C
I	36+765	36+786	D	21.00	-	21.00	ALC
I	36+786	36+800	D	14.00	-	14.00	ALC
<b>METRADO TOTAL</b>						<b>751.00</b>	

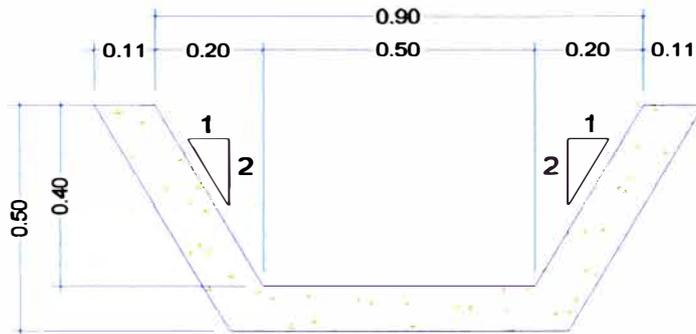
### METRADO DE ZANJAS DE DRENAJE

Tipo	Ubicación		Lado	Longitud (m)	Longitud de Descarga (m)	635.G	Descarga
	Inicio (Km)	Final (Km)				Zanja de Drenaje Revestida (m)	

### ZANJA DE DRENAJE TIPO I

CONCRETO  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$

JUNTAS TRANSVERSALES CADA 3.00m



Excavación Manual	m3	0.44
Concreto $f_c=175\text{Kg/cm}^2$	m3	0.16
Encofrado y Desencofrado	m2	0.95
Junta	m	0.52
Perfilado y Compact. Manual	m2	1.74

**LEYENDA:**

- TN : Descarga en terreno natural.
- ALC : Descarga en Alcantarilla.
- C : La cuneta continua en el tramo contiguo de cuneta.
- ZANJA : Descarga en Zanja de drenaje.
- C.E. : Descarga en Canal Existente
- P.V. : Pase Vehicular

**RESUMEN DE METRADOS - ALCANTARILLAS**

<b>Item</b>	<b>Partidas</b>	<b>Und</b>	<b>Alc. Tipo TMC</b>	<b>Alc. Tipo Marco</b>	<b>Total</b>
<b>601.A</b>	Excavación no Clasificada para Estructuras	m3	1,785.64	341.02	<b>2,126.66</b>
<b>603.A</b>	Limpieza de Cauce y Encauzamiento	m3	317.25	74.70	<b>391.95</b>
<b>605.A</b>	Rellenod para Estructuras	m3	920.53	105.51	<b>1,026.04</b>
<b>610.D</b>	Concreto Clase D (f'c = 210Kg/cm2)	m3	-	129.18	<b>129.18</b>
<b>610.E</b>	Concreto Clase E (f'c = 175Kg/cm2)	m3	315.32	-	<b>315.32</b>
<b>610.H</b>	Concreto Clase H (f'c = 175Kg/cm2 + 30%PG)	m3	238.07	-	<b>238.07</b>
<b>610.I</b>	Concreto Clase I (f'c = 100Kg/cm2)	m3	-	8.79	<b>8.79</b>
<b>612.A</b>	Encaofrado y Desencaofrado	m2	1,191.76	70.03	<b>1,261.79</b>
<b>615</b>	Acero de Refuerzo FY = 4200 Kg/cm2	kg	-	13,814.19	<b>13,814.19</b>
<b>622.B</b>	Tubería Metálica Corrugada Circular de 0.90m de Diámetro	m	370.43	-	<b>370.43</b>
<b>622.C</b>	Tubería Metálica Corrugada Circular de 1.20m de Diámetro	m	109.70	-	<b>109.70</b>
<b>640.A</b>	Emboquillado de Piedra e=0.20m	m2	795.20	76.50	<b>871.70</b>
<b>641.A</b>	Piedra Asentada	m3	-	69.00	<b>69.00</b>

METRADO DE ALCANTARILLAS TIPO TMC

N°	Ubicación (km)	Estructura Proyectada			Cabezales		801.A	803.A	805.A	810.D	810.E	810.H	812.A	815	822.B	822.C	840.A	841.A
		Und.	Sección (pulg)	Longitud (m)	Entrada	Salida	Excavación no Clasificada para Estructuras (m3)	Limpieza de Cauce y Encauzamiento (m3)	Relleño para Estructuras (m3)	Concreto Clase D f'c= 210Kg/cm2 (m3)	Concreto Clase E f'c= 175Kg/cm2 (m3)	Concreto Clase H f'c= 175Kg/cm2 +30%PG (m3)	Encofrado y Desencofrado (m2)	Acero de Refuerzo Fy = 4200Kg/cm2 (Kg)	TMC φ 0.90 m (m)	TMC φ 1.20 m (m)	Emboquillado de Piedra φ=0.20m (m2)	Piedra Asentada (m3)
1	24+058	1	36"	11.39	B	A.I	39.40	4.95	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	16.65	-
2	24+565	1	36"	11.39	B	A.I	37.73	14.94	20.43	-	8.74	2.68	32.32	-	11.39	-	11.10	-
3	24+820	1	36"	11.39	B	A.I	38.19	-	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	11.84	-
4	25+197	1	48"	17.08	A.I	A.I	90.23	11.52	39.82	-	9.48	20.47	35.12	-	-	17.08	68.08	-
5	25+480	1	36"	11.39	B	A.I	36.81	12.24	20.43	-	8.74	2.68	32.32	-	11.39	-	7.40	-
8	25+720	1	36"	12.20	B	A.I	40.16	-	21.88	-	8.74	4.53	32.32	-	12.20	-	11.84	-
7	25+995	1	48"	13.01	A.I	A.I	72.29	22.80	30.37	-	9.48	13.57	35.12	-	-	13.01	56.58	-
8	26+230	1	36"	11.39	B	A.I	38.24	7.74	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	12.03	-
9	26+780	1	36"	12.20	B	A.I	40.21	7.20	21.88	-	8.74	4.53	32.32	-	12.20	-	12.03	-
10	27+120	1	36"	12.20	B	A.I	42.81	4.77	21.88	-	8.74	8.38	32.32	-	12.20	-	20.54	-
11	27+438	1	36"	13.39	B	A.I	44.13	10.08	24.02	-	8.74	5.48	32.32	-	13.39	-	14.57	-
12	27+797	1	48"	13.82	B	A.R	62.17	18.72	32.28	-	11.27	4.85	41.89	-	-	13.82	20.32	-
13	27+910	1	48"	21.11	A.I	A.I	99.90	32.18	49.27	-	9.48	11.27	35.12	-	-	21.11	56.12	-
14	28+160	1	36"	11.39	B	A.I	37.92	8.86	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	10.73	-
15	28+440	1	36"	11.39	B	A.I	40.14	5.85	20.43	-	8.74	6.38	32.32	-	11.39	-	18.50	-
18	28+730	1	36"	11.39	B	A.I	37.73	5.78	20.43	-	8.74	2.68	32.32	-	11.39	-	11.10	-
17	29+030	1	36"	12.20	B	A.R	37.38	5.67	21.88	-	7.77	1.87	31.78	-	12.20	-	8.90	-
18	29+328	1	36"	11.39	B	A.I	39.12	5.94	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	15.54	-
19	29+590	1	36"	13.01	A.R	A.I	41.34	2.88	23.34	-	5.71	4.35	25.74	-	13.01	-	12.23	-
20	30+039	1	48"	15.44	A.R	A.I	78.07	3.48	38.04	-	8.91	14.42	31.34	-	-	15.44	48.08	-
21	30+320	1	36"	12.20	B	A.I	40.35	-	21.88	-	8.74	4.53	32.32	-	12.20	-	12.58	-
22	30+580	1	36"	17.08	A.R	A.I	56.81	2.79	30.80	-	5.71	9.90	25.74	-	17.08	-	31.43	-
23	30+720	1	36"	17.87	A.R	A.I	83.53	10.80	32.08	-	5.71	13.80	25.74	-	17.87	-	48.20	-
24	31+034	1	36"	11.39	B	A.I	38.88	5.87	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	13.89	-
25	31+290	1	48"	11.39	B	A.R	52.27	11.18	28.58	-	11.27	4.35	41.89	-	-	11.39	14.58	-
28	31+800	1	36"	11.39	B	A.I	38.88	8.75	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	13.89	-
27	32+285	1	36"	11.39	B	A.I	38.88	11.18	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	13.89	-
28	32+550	1	36"	11.39	B	A.I	38.88	9.90	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	13.89	-
29	32+840	1	36"	14.83	A.R	A.I	46.86	2.34	28.24	-	5.71	8.20	25.74	-	14.83	-	16.87	-
30	33+260	1	36"	11.39	B	A.I	38.88	8.73	20.43	-	8.74	4.53	32.32	-	11.39	-	13.89	-
31	33+792	1	36"	11.39	B	A.I	39.70	14.94	20.43	-	8.74	3.83	32.32	-	11.39	-	17.40	-
32	34+148	1	36"	12.20	A.R	A.I	43.44	1.98	21.88	-	5.71	8.05	25.74	-	12.20	-	26.29	-
33	34+440	1	36"	12.20	B	A.I	38.78	3.15	21.88	-	8.74	2.68	32.32	-	12.20	-	7.40	-
34	34+703	1	36"	12.20	B	A.I	40.16	29.25	21.88	-	8.74	4.53	32.32	-	12.20	-	11.84	-
35	34+950	1	36"	13.01	B	A.I	42.13	-	23.34	-	8.74	4.53	32.32	-	13.01	-	11.64	-
36	35+868	1	36"	13.01	B	A.I	42.13	4.95	23.34	-	8.74	4.53	32.32	-	13.01	-	11.84	-
37	36+788	1	48"	17.87	A.I	A.I	94.85	10.32	41.71	-	9.48	20.47	35.12	-	-	17.87	74.52	-
<b>TOTAL</b>				<b>480.13</b>			<b>1,785.84</b>	<b>317.25</b>	<b>820.53</b>	<b>-</b>	<b>315.32</b>	<b>238.07</b>	<b>1,191.78</b>	<b>-</b>	<b>370.43</b>	<b>108.70</b>	<b>785.20</b>	<b>-</b>

METRADO DE ALCANTARILLAS TIPO MC

N°	Ubicación (km)						Cabezales		Espesor de Solado (m)	601.A	603.A	605.A	610.D	610.D	612.A	615	640.A	641.A
		Sección B x H	B (m)	H (m)	Long. (m)	N° Ojos	Entrada	Salida		Excavación no Clasificada para Estructuras (m3)	Limpieza de Cauce y Encauzamiento (m3)	Relleno para Estructuras (m3)	Concreto Clase D f'c= 210Kg/cm2 (m3)	Concreto Clase I f'c= 100Kg/cm2 (m3)	Encofrado y Desencofrado (m2)	Acero de Refuerzo Fy=4200Kg/cm2 (Kg)	Emboquillado de Piedra e= 0.20m (m2)	Piedra Asentada (m3)
7	26+395	1.5x1.5	1.50	1.50	33.00	1.00	A.I	MC	0.075	129.16	17.40	44.55	52.94	3.71	12.81	4,829.15	26.63	30.00
8	31+973	2.0x2.0	2.00	2.00	16.00	1.00	A.I	A.I	0.075	114.01	21.60	28.80	34.48	2.40	31.61	5,202.42	25.50	12.00
9	36+193	1.5x1.5	1.50	1.50	23.82	1.00	A.I	A.I	0.075	97.85	35.70	32.16	41.76	2.68	25.61	3,782.62	24.38	27.00
<b>TOTAL</b>										<b>341.02</b>	<b>74.70</b>	<b>105.51</b>	<b>129.18</b>	<b>6.78</b>	<b>70.03</b>	<b>13,614.18</b>	<b>76.50</b>	<b>69.00</b>

**RESUMEN DE METRADOS - MUROS DE GAVIONES**

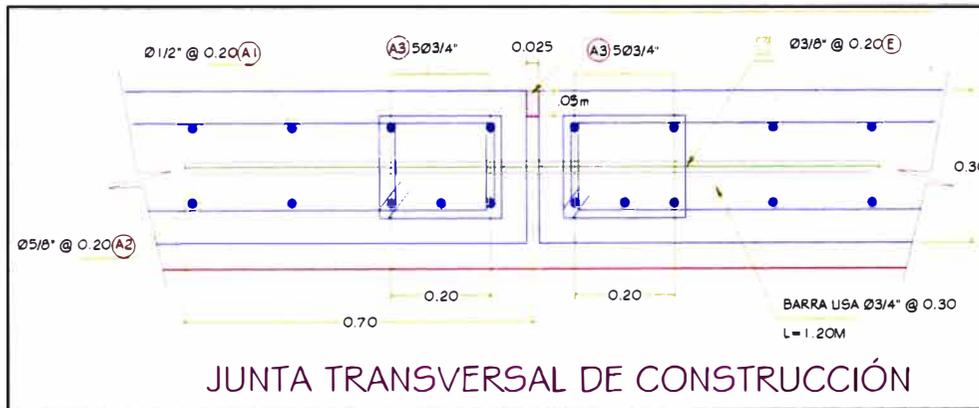
Item	Partidas	Und	Gaviones	Total
<b>601.A</b>	Excavación no Clasificada para Estructuras	m3	320.13	<b>320.13</b>
<b>605.A</b>	Relleno Para Estructuras	m3	112.04	<b>112.04</b>
<b>650.H</b>	Geotextil no Tejido Clase 2	m2	252.75	<b>252.75</b>
<b>660.A</b>	Gavión Tipo Caja	m3	330.30	<b>330.30</b>
<b>660.B</b>	Gavión Tipo Colchón e=0.30m	m3	31.80	<b>31.80</b>

**METRADO DE MUROS DE GAVIONES**

N°	Progresiva (Km)		Lado	H efect (m)	Longitud de Muro (m)	Gavión Tipo A 1.00x1.00 (m3)	Gavión Tipo B 1.50x1.00 (m3)	Gavión Tipo C 1.00x0.50 (m3)	Gavión Tipo E 1.50x0.50 (m2)	Gavión Tipo D 2.00x0.30 (m3)	Longitud Vertical de Geotextil (m)	601.A	605.A	630.A	660.A	660.B		
	Inicio	Final										Excavación no Clasificada para Estructuras (m3)	Relleno para Estructuras (m3)	Geotextil no Tejido Clase 2 (m2)	Gavión Tipo Caja (m3)	Gavión Tipo Colchón e=0.30m (m3)		
	24+255	24+295	Izq.															
				3.00	4.50	3.00	1.50	-	-	0.60	4.00	20.25	7.09	18.00	22.95	2.70		
				3.50	19.00	3.00	1.50	0.50	0.75	0.60	5.00	116.38	40.73	95.00	120.65	11.40		
				4.00	14.50	4.00	3.00	-	-	0.60	5.50	116.00	40.60	79.75	110.20	8.70		
	24+380	24+395	Der.															
				3.00	15.00	3.00	1.50	-	-	0.60	4.00	67.50	23.63	60.00	76.50	9.00		
<b>METRADOS TOTALES</b>												<b>320.13</b>	<b>112.04</b>	<b>252.75</b>	<b>330.30</b>	<b>31.80</b>		

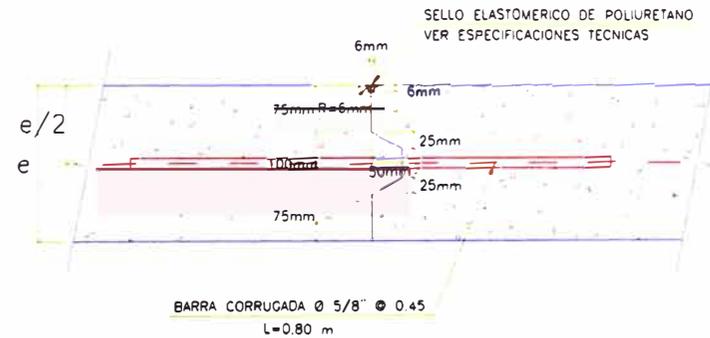
METRADO DE BADENES

Progresiva		Ancho Promedio (m)	Longitud (m)	Losa		Area de Pantalla (m <sup>2</sup> )	Area de Solado (m <sup>2</sup> )	801.A	803.A	805.A	810.C	810.D	810.I	812.A	815	840.B	855.A1	855.A2
Inicio (Km)	Final (Km)			Area (m <sup>2</sup> )	Espesor (m <sup>2</sup> )			Excavación no Clasificada para Estructuras (m <sup>3</sup> )	Limpieza de Cauce y Encauzamiento (m <sup>3</sup> )	Relleno para Estructuras (m <sup>3</sup> )	Concreto Clase C f'c=280kg/cm <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )	Concreto Clase D f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )	Concreto Clase I f'c=100kg/cm <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )	Encofrado y Desencofrado (m <sup>2</sup> )	Acero de Refuerzo Fys=4200 kg/cm <sup>2</sup> (kg)	Emboquillado de Piedra ea=0.35m (m <sup>2</sup> )	Junta Longitudinal para Badenes (m)	Junta Transversal para Badenes (m)
27+830	27+890	12.00	80.00	720.00	0.30	0.72	1.14	370.92	21.80	12.00	218.00	88.40	88.52	211.20	27.808.80	750.00	80.00	132.00
<b>TOTAL</b>								<b>370.92</b>	<b>21.80</b>	<b>12.00</b>	<b>218.00</b>	<b>88.40</b>	<b>88.52</b>	<b>211.20</b>	<b>27.808.80</b>	<b>750.00</b>	<b>80.00</b>	<b>132.00</b>



INSUMOS X ML DE JUNTA TRANSVERSAL

Barra Lisa $\varnothing 3/4" @ 0.30$	Kg	8.98
Mastic Asfáltico	Kg	1.87

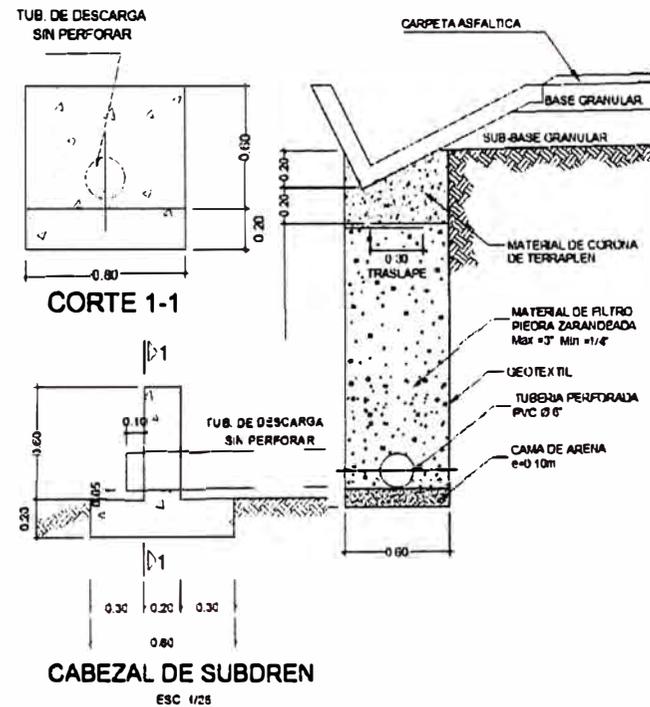
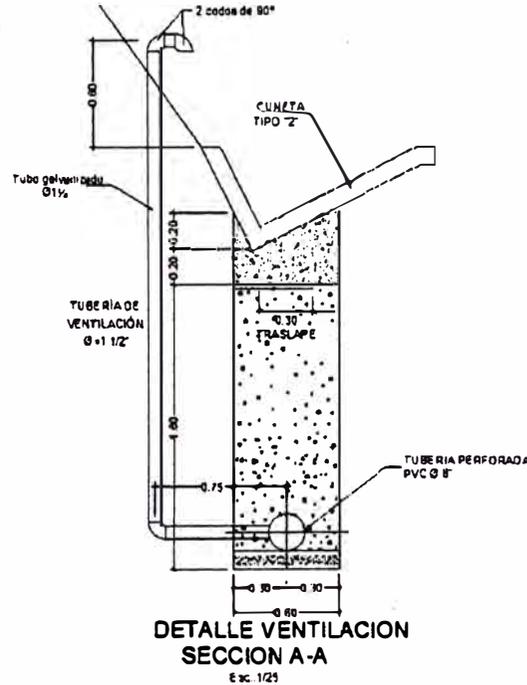
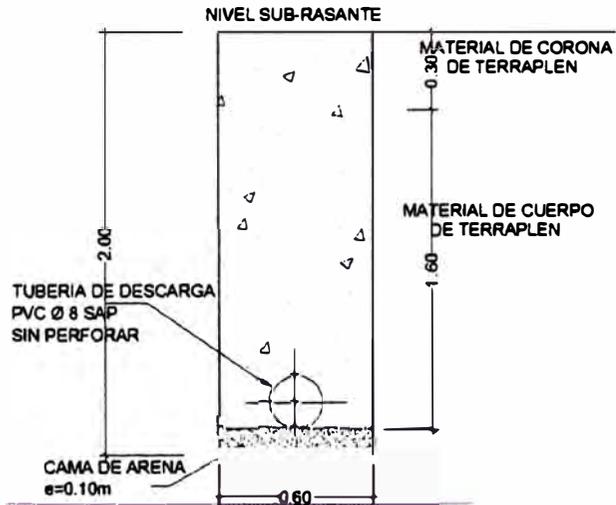


INSUMOS X ML DE JUNTA LONGITUDINAL

Barra Corrugada $\varnothing 5/8" @ 0.45$	Kg	2.78
Sello Elastomérico de Poliuretano	Kg	0.05

METRADO DE OBRAS DE SUBDRENAJE

Progresiva		Lado	Long. (m)	801.A		805.A		825.A		824.E1	825.F	850.H		Long. Descarga (m)	DESCARGA			CABEZALES				
Inicio (Km)	Final (Km)			Excav. no Clasificada para Estructuras		Relleno para Estructuras		Subdren Profundo		Tubería PVC-SAP D = 8" (Perforada)	Tubería de Ventilación de Hierro Galvanizado D=1.5" (m)	Geotextil No Tejido Clase 2			Excav. No Clasificada para Estructuras	Relleno para Estructuras	Tubería PVC - SAP D = 8" (m)	N° Cab	Concreto Clase E f'c=175kg/cm2 (m3)	Encofrado y Desencofrado (m2)		
				Area (m2)	Volumen (m3)	Area (m2)	Volumen (m3)	Area (m2)	Volumen (m3)	(m)	Perimetro (m)	Area (m2)	Area (m2)								Volumen (m3)	Area (m2)
25+970	25+995	I	25.00	1.20	30.00	0.30	7.50	0.87	21.89	25.00	3.80	4.70	117.50	10.00	1.20	12.00	1.11	11.08	10.00	1.00	0.22	1.84
25+995	28+030	I	35.00	1.20	42.00	0.30	10.50	0.87	30.38	35.00	3.80	4.70	184.50	10.00	1.20	12.00	1.11	11.08	10.00	1.00	0.22	1.84
28+588	28+730	I	142.00	1.20	170.40	0.30	42.80	0.87	123.20	142.00	3.80	4.70	887.40	10.00	1.20	12.00	1.11	11.08	10.00	1.00	0.22	1.84
28+900	30+039	I	139.00	1.20	168.80	0.30	41.70	0.87	120.59	139.00	3.80	4.70	853.30	10.00	1.20	12.00	1.11	11.08	10.00	1.00	0.22	1.84
30+039	30+100	I	81.00	1.20	73.20	0.30	18.30	0.87	52.92	81.00	3.80	4.70	288.70	10.00	1.20	12.00	1.11	11.08	10.00	1.00	0.22	1.84
31+973	32+240	I	287.00	1.20	320.40	0.30	80.10	0.87	231.84	287.00	3.80	4.70	1,254.90	10.00	1.20	12.00	1.11	11.08	10.00	1.00	0.22	1.84
<b>TOTAL</b>			<b>888.00</b>		<b>802.80</b>		<b>200.70</b>		<b>580.40</b>	<b>888.00</b>		<b>21.80</b>		<b>3,144.30</b>		<b>72.00</b>		<b>88.45</b>	<b>80.00</b>		<b>1.31</b>	<b>11.04</b>

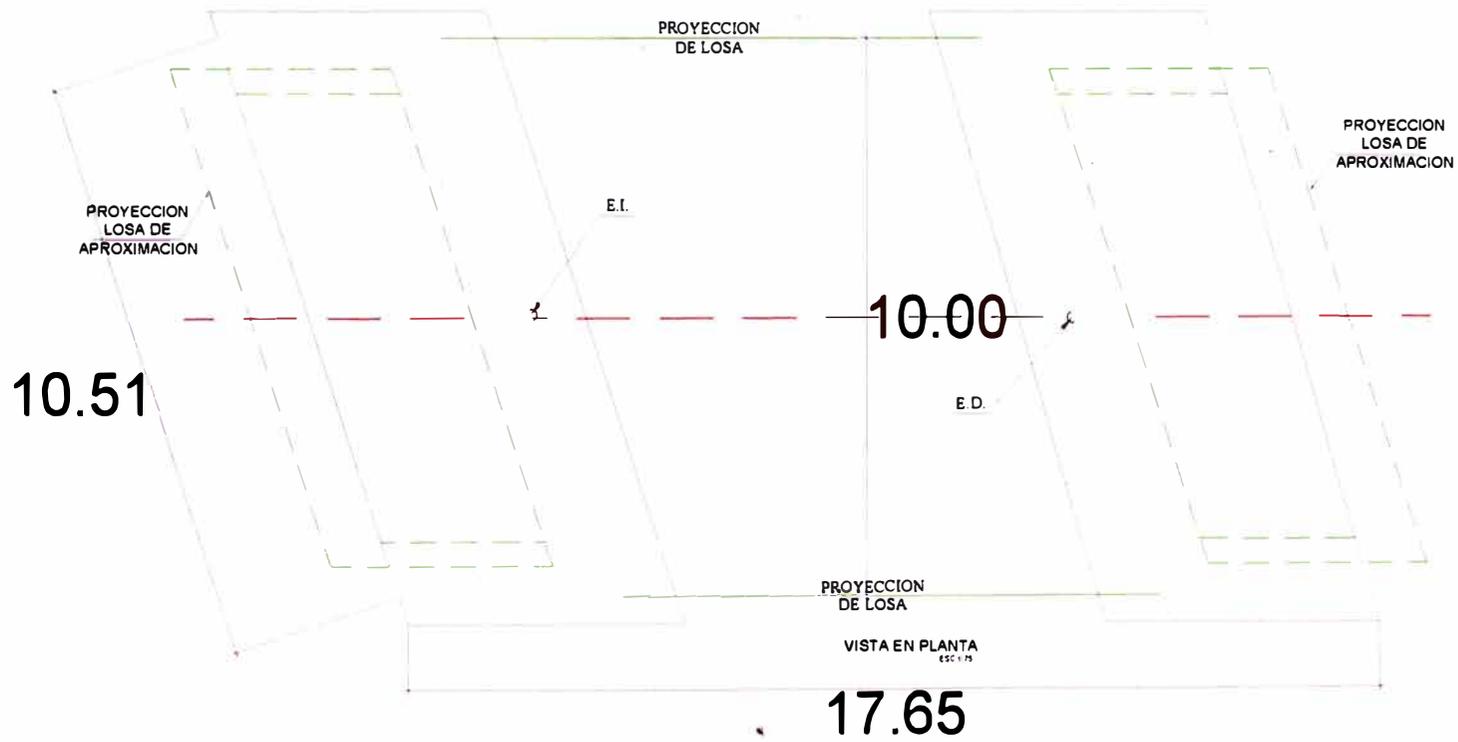


**RESUMEN DE METRADOS - PONTÓN CUSHPA**

ITEM	PARTIDAS	UND	PONTON
			24+364.00
<b>1100</b>	<b>PONTÓN CUSHPA</b>		
1001.A	TRAZO REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO	m2	105.10
1100.B	FALSO PUENTE PARA PONTONES	m	9.80
1005.D	PINTURA BITUMINOSA	m2	451.76
202.B	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS	m3	10.00
601.B	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS EN SECO	m3	21.64
601.C	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA	m3	864.26
603.B	ENCAUZAMIENTO PARA PUENTES Y PONTONES	m3	270.00
605.A	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	1,297.85
606.A	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3	1,297.85
610.C	CONCRETO CLASE C 27.4 MPa (280kg/cm2)	m3	238.12
610.C1	CONCRETO CLASE C1 27.4 MPa (280kg/cm2) BAJO AGUA	m3	160.10
610.D1	CONCRETO CLASE D1 20.6 MPa (210kg/cm2) BAJO AGUA	m3	114.90
610.I	CONCRETO CLASE I 9.8MPa (100kg/cm2)	m3	11.95
612.B	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	m2	114.16
612.B1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA BAJO AGUA	m2	170.31
612.C	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	m2	210.75
612.C1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	m2	236.17
615	ACERO DE REFUERZO (Fy = 4200kg/cm2)	kg	34,290.16
624.D	TUBO DE PVC-SAP, D=4"	m	8.00
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<= 1Km	m3-km	1,297.85
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D> 1Km	m3-km	11,343.21
700.E	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D<= 1Km	m3-km	885.91
700.F	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D> 1Km	m3-km	6,750.63

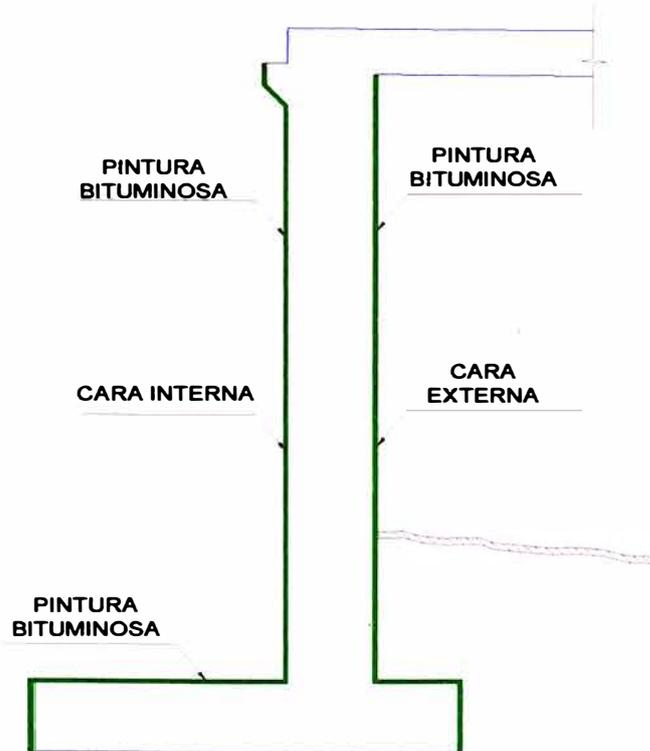
METRADO DE TRAZO, REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO - PONTÓN CUSHPA

Longitud (m)	Altura del Paralelepípedo (m)	Area (m <sup>2</sup> )	1001.A
			Trazo, Repalnteo y Control Topográfico (m <sup>2</sup> )
10.51	10.00	105.10	105.10
<b>METRADO TOTAL</b>			<b>105.10</b>



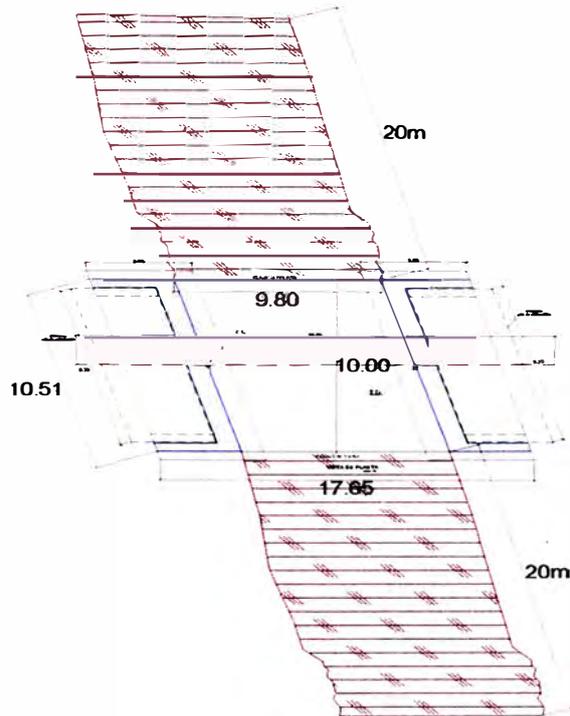
**METRADO DE PINTURA BITUMINOSA - PONTÓN CUSHPA**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m)	1005.D
			Pintura Bituminosa (m2)
<b>Estribo izquierdo</b>			
Pantalla Cara Interna	10.51	11.42	120.02
Pantalla Cara Externa	10.51	9.08	95.43
<b>Estribo derecho</b>			
Pantalla Cara Interna	10.41	12.36	128.67
Pantalla Cara Externa	10.41	10.34	107.64
<b>METRADO TOTAL</b>			<b>451.76</b>



**603.B ENCAUZAMIENTO PARA PONTÓN**

Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	603.B
				Encauzamiento para Pontón (m <sup>3</sup> )
Aguas Arriba	20.00	9.80	0.30	135.00
Aguas Abajo	20.00	9.80	0.30	135.00
<b>METRADOS TOTALES</b>				<b>270.00</b>



**METRADO DE EXCAVACIÓN, RELLENO Y ENCAUZAMIENTO - PONTÓN CUSHPA**

**601.B EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS EN SECO**

Elemento	Longitud promedio (m)	N° Veces	Area (m2)	<b>601.B</b>
				<b>Excavación no clasificada para estructuras en seco (m3)</b>
Estribo Izquierdo	10.51	1.00	1.99	20.91
Estribo Derecho	10.41	1.00	0.07	0.73
<b>METRADOS TOTALES</b>				<b>21.64</b>

**601.C EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA**

Elemento	Longitud promedio (m)	N° Veces	Area (m2)	<b>601.C</b>
				<b>Excavación no clasificada para estructuras bajo agua (m3)</b>
Estribo Izquierdo	10.51	1.00	40.86	429.44
Estribo Derecho	10.41	1.00	41.77	434.83
<b>METRADOS TOTALES</b>				<b>864.26</b>

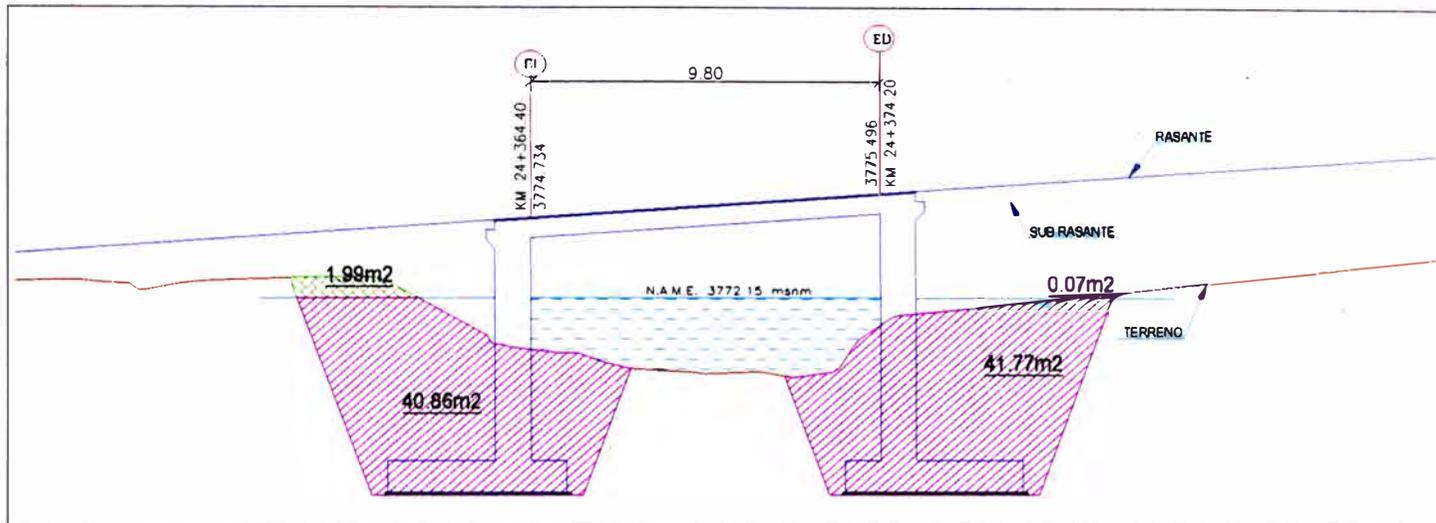
**605.A RELLENO PARA ESTRUCTURAS**

Elemento	Longitud promedio (m)	N° Veces	Area (m2)	<b>605.A</b>
				<b>Relleno para estructuras (m3)</b>
Estribo Izquierdo	10.51	1.00	45.63	479.57
	10.51	1.00	9.94	104.47
Estribo Derecho	10.41	1.00	18.82	195.92
	10.41	1.00	49.75	517.90
<b>METRADOS TOTALES</b>				<b>1,297.85</b>

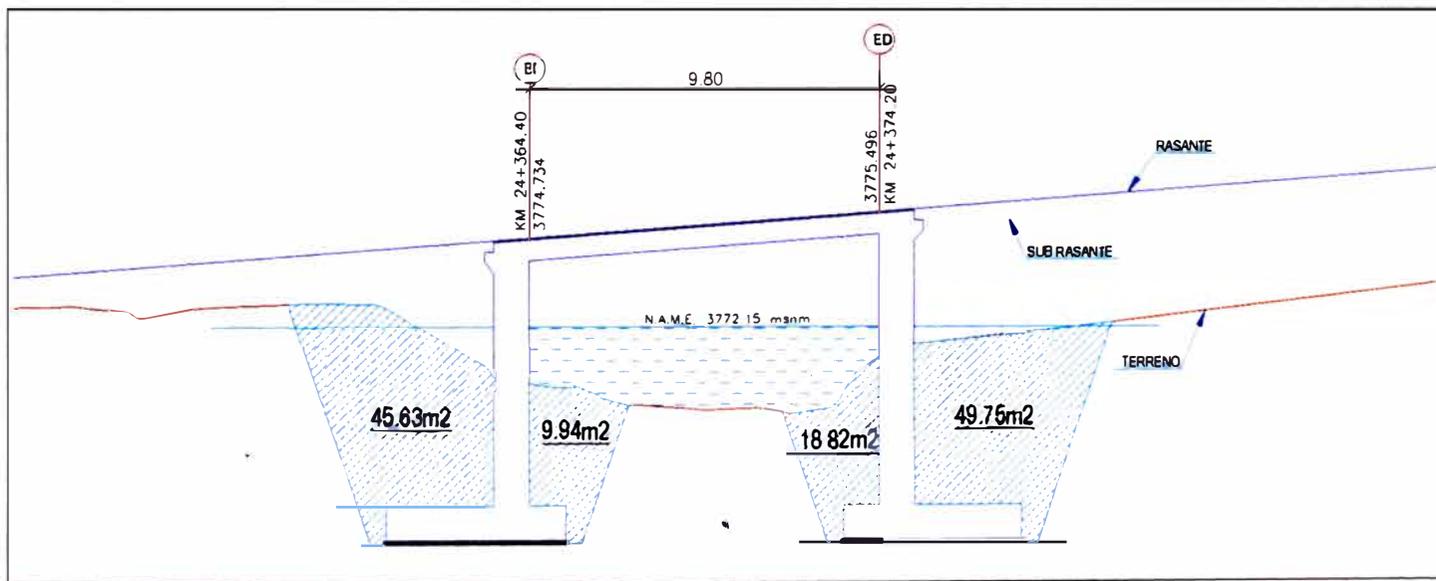
**METRADO DE MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS**

Partidas	<b>605.A</b>	<b>606.A</b>
	<b>Relleno para Estructuras (m3)</b>	<b>Material de Cantera para Rellenos (m3)</b>
	1,297.85	<b>1,297.85</b>

SUSTENTO DE EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS - PONTÓN CUSHPA



SUSTENTO DE RELLENO - PONTÓN CUSHPA



**METRADO DE CONCRETO - PONTÓN CUSHPA**

**610.C CONCRETO CLASE C 27.4 MPa (280kg/cm<sup>2</sup>)**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	N° Veces	610.C
					Concreto Clase C 27.4 MPa (280kg/cm <sup>2</sup> ) (m <sup>3</sup> )
<b>Estribo izquierdo</b>					
Pantalla	10.51	1.00	6.58	1.00	69.16
Ménsula	10.51	0.11		1.00	1.16
Alero lateral izq.	3.00	1.33		1.00	3.99
Alero lateral der.	3.00	1.36		1.00	4.08
<b>Estribo derecho</b>					
Pantalla	10.51	1.00	6.22	1.00	65.37
Ménsula	10.51	0.12		1.00	1.26
Alero lateral izq.	2.90	1.78		1.00	5.16
Alero lateral der.	3.15	1.77		1.00	5.58
<b>Losa Principal</b>	10.51	9.80	0.60	1.00	61.80
<b>Losa de aproximación</b>					
Losa de aprox. Izq	9.35	1.10		1.00	10.29
Losa de aprox. Der	9.35	1.10		1.00	10.29
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>238.12</b>

**610.D1 CONCRETO CLASE D1 20.6 MPa (210kg/cm<sup>2</sup>) BAJO AGUA**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	N° Veces	610.D1
					Concreto Clase D1 20.6 MPa (210kg/cm <sup>2</sup> ) Bajo Agua (m <sup>3</sup> )
<b>Estribo izquierdo</b>					
Cimentación	11.51	5.00	1.00	1.00	57.55
<b>Estribo derecho</b>					
Cimentación	11.47	5.00	1.00	1.00	57.35
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>114.90</b>

**METRADO DE CONCRETO - PONTÓN CUSHPA**

**610.I CONCRETO CLASE I 9.8MPa (100kg/cm2)**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m2)	Altura (m)	N° Veces	610.I
					Concreto Clase I 9.8 MPa (100kg/cm2) (m3)
Solado - Estribo izq	11.51	5.20	0.10	1.00	5.99
Solado - Estribo der	11.47	5.20	0.10	1.00	5.96
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>11.95</b>

**610.C1 CONCRETO CLASE C1 27.4 MPa (280kg/cm2) BAJO AGUA**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m2)	Altura (m)	N° Veces	610.C1
					Concreto Clase C1 27.4 MPa (280kg/cm2) Bajo Agua (m3)
<b>Estribo izquierdo</b>					
Pantalla	10.51	1.00	5.15	1.00	54.13
Alero lateral izq	3.00	4.26		1.00	12.78
Alero lateral der	3.00	4.27		1.00	12.81
<b>Estribo derecho</b>					
Pantalla	10.51	1.00	5.15	1.00	54.13
Alero lateral izq	2.90	4.34		1.00	12.59
Alero lateral der	3.15	4.34		1.00	13.67
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>160.10</b>

**612.B ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA EN SECO**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m2)	Altura (m)	N° Veces	612.B
					Encofrado y Desencofrado Cara Vista en Seco (m2)
<b>Estribo Izquierdo</b>					
Pantalla Cara externa	10.51		2.60	1.00	27.33
Alero izq. Cara externa	3.00		2.60	1.00	7.80
Alero der. Cara externa	3.00		2.60	1.00	7.80
<b>Estribo Derecho</b>					
Pantalla Cara externa	10.51		3.35	1.00	35.21
Alero izq. Cara externa	2.90		3.35	1.00	9.72
Alero der. Cara externa	3.15		3.35	1.00	10.55
<b>Losa principal caras laterales</b>	9.80		0.60	2.00	11.76
<b>Losa de aproximación izq.</b>					
Caras Laterales	4.00		0.25	2.00	2.00
<b>Losa de aproximación der.</b>					
Caras Laterales	4.00		0.25	2.00	2.00
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>114.16</b>

**612.B1 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA BAJO AGUA**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m2)	Altura (m)	N° Veces	612.B1
					Encofrado y Desencofrado Cara Vista Bajo Agua (m2)
<b>Estribo Izquierdo</b>					
Pantalla Cara externa	10.51		5.15	1.00	54.13
Alero izq. Cara externa	3.00		5.15	1.00	15.45
Alero der. Cara externa	3.00		5.15	1.00	15.45
<b>Estribo Derecho</b>					
Pantalla Cara externa	10.51		5.15	1.00	54.13
Alero izq. Cara externa	2.90		5.15	1.00	14.94
Alero der. Cara externa	3.15		5.15	1.00	16.22
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>170.31</b>

**METRADO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - PONTÓN CUSHPA**

**612.C ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m2)	Altura (m)	N° Veces	612.C
					Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco (m2)
<b>Estribo Izquierdo</b>					
Pantalla cara interna	10.51		2.60	1.00	27.33
Alero izq. Cara interna	3.00		2.60	1.00	7.80
Alero der. Cara interna	3.00		2.60	1.00	7.80
<b>Estribo Derecho</b>					
Pantalla cara interna	10.51		3.35	1.00	35.21
Alero izq. Cara interna	2.90		3.35	1.00	9.72
Alero der. Cara interna	3.15		3.35	1.00	10.55
<b>Fondo de losa</b>	10.51	9.80		1.00	103.00
<b>Losa de aproximación izq.</b>					
Caras Frontales	9.35		0.25	2.00	4.68
<b>Losa de aproximación der.</b>					
Caras Frontales	9.35		0.25	2.00	4.68
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>210.75</b>

**612.C1 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA**

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m) / Area (m2)	Altura (m)	N° Veces	612.C1
					Encofrado y Desencofrado Cara No Vista Bajo Agua (m2)
<b>Estribo Izquierdo</b>					
Cimentación Caras Frontales	5.00		1.00	2.00	10.00
Cimentación Caras Laterales	11.51		1.00	2.00	23.02
Pantalla Cara interna	10.51		5.15	1.00	54.13
Alero izq. Cara interna	3.00		5.15	1.00	15.45
Alero der. Cara interna	3.00		5.15	1.00	15.45
<b>Estribo Derecho</b>					
Cimentación Caras Frontales	5.00		1.00	2.00	10.00
Cimentación Caras Laterales	11.42		1.00	2.00	22.84
Pantalla Cara interna	10.51		5.15	1.00	54.13
Alero izq. Cara interna	2.90		5.15	1.00	14.94
Alero der. Cara interna	3.15		5.15	1.00	16.22
<b>METRADOS TOTALES</b>					<b>236.17</b>

**METRADO DE ACERO - PONTÓN CUSHPA**

Elemento	Diámetro (pulg)	Peso (kg/m)	Longitud (m)	Cantidad	N° de veces	Total barras	Ø15
							ACERO DE REFUERZO Fy=4,200 kg/cm2 (kg)
<b>Armadura en Tablero de Concreto</b>							
<b>Tablero</b>							
L1	3/4"	2.24	9.00	70.00	1.00	630.00	1,411.20
L2	3/4"	2.24	5.00	105.00	2.00	1,050.00	2,352.00
L3	1/2"	1.00	12.10	50.00	1.00	605.00	605.00
L4	1/2"	1.00	12.10	59.00	1.00	713.90	713.90
L1'	3/4"	2.24	3.00	70.00	2.00	420.00	940.80
L2'	5/8"	1.55	5.15	105.00	1.00	540.75	838.16
L8	1/2"	1.00	1.60	10.00	2.00	32.00	32.00
L9	1/2"	1.00	3.15	10.00	2.00	63.00	63.00
<b>Armadura de Borde Aguas Arriba y Aguas Abajo</b>							
L6	1/2"	1.00	1.85	59.00	2.00	218.30	218.30
L7	3/4"	2.24	14.50	4.00	4.00	232.00	519.68
<b>METRADO TOTAL TABLERO</b>							<b>7,694.04</b>
<b>Armadura en losa de aproximación</b>							
<b>Losa de entrada</b>							
LT1	5/8"	1.55	4.30	56.00	1.00	240.80	373.24
LT2	1/2"	1.00	4.30	56.00	1.00	240.80	240.80
LT3	1/2"	1.00	10.95	18.00	1.00	197.10	197.10
LT4	1/2"	1.00	10.95	18.00	1.00	197.10	197.10
LT5	3/8"	0.56	1.80	47.00	1.00	84.60	47.38
LT6	1/2"	1.00	10.95	4.00	1.00	43.80	43.80
<b>Losa de salida</b>							
LT1	5/8"	1.55	4.30	56.00	1.00	240.80	373.24
LT2	1/2"	1.00	4.30	56.00	1.00	240.80	240.80
LT3	1/2"	1.00	10.95	18.00	1.00	197.10	197.10
LT4	1/2"	1.00	10.95	18.00	1.00	197.10	197.10
LT5	3/8"	0.56	1.80	47.00	1.00	84.60	47.38
LT6	1/2"	1.00	10.95	4.00	1.00	43.80	43.80
<b>METRADO TOTAL LOSA DE APROXIMACIÓN</b>							<b>2,198.83</b>
<b>METRADO TOTAL</b>							<b>34,290.16</b>

METRADO DE ACERO - PONTÓN CUSHPA

Elemento	Diámetro (pulg)	Peso (kg/m)	Longitud (m)	Cantidad	N° de veces	Total barras	615
							ACERO DE REFUERZO Fy=4,200 kg/cm2 (kg)
<b>Estribo derecho</b>							
<b>Partala</b>							
P1	3/4"	2.24	4.50	70.00	1.00	315.00	705.60
P2	3/4"	2.24	4.50	105.00	1.00	472.50	1,058.40
P3	5/8"	1.55	12.60	40.00	1.00	504.00	781.20
P4	5/8"	1.55	12.60	40.00	1.00	504.00	781.20
P1'	3/4"	2.24	7.50	70.00	1.00	525.00	1,176.00
P2'	3/4"	2.24	7.30	105.00	1.00	766.50	1,716.96
<b>Ménsula</b>							
M1	1/2"	1.00	1.60	53.00	1.00	84.80	84.80
M2	1/2"	1.00	12.10	6.00	1.00	72.60	72.60
<b>Alero lateral izquierdo</b>							
P5	3/4"	2.24	4.50	20.00	1.00	90.00	201.60
P6	5/8"	1.55	4.50	15.00	1.00	67.50	104.63
P7	1/2"	1.00	4.50	57.00	1.00	256.50	256.50
P8	1/2"	1.00	4.50	57.00	1.00	256.50	256.50
P9	3/4"	2.24	4.50	3.00	1.00	13.50	30.24
P5'	5/8"	1.55	7.00	20.00	1.00	140.00	217.00
P6'	1/2"	1.00	7.00	15.00	1.00	105.00	105.00
P9'	5/8"	1.55	9.00	3.00	1.00	27.00	41.85
<b>Alero lateral derecho</b>							
P5	3/4"	2.24	4.50	20.00	1.00	90.00	201.60
P6	5/8"	1.55	4.50	15.00	1.00	67.50	104.63
P7	1/2"	1.00	4.50	57.00	1.00	256.50	256.50
P8	1/2"	1.00	4.50	57.00	1.00	256.50	256.50
P9	3/4"	2.24	4.50	3.00	1.00	13.50	30.24
P5'	5/8"	1.55	7.00	20.00	1.00	140.00	217.00
P6'	1/2"	1.00	7.00	15.00	1.00	105.00	105.00
P9'	5/8"	1.55	9.00	3.00	1.00	27.00	41.85
<b>Zapata o cimentación</b>							
Z1	3/4"	2.24	6.55	114.00	1.00	746.70	1,672.61
Z2	5/8"	1.55	6.55	57.00	1.00	373.35	578.69
Z3	3/4"	2.24	14.20	25.00	1.00	355.00	795.20
Z4	5/8"	1.55	13.60	25.00	1.00	340.00	527.00
Z5	5/8"	1.55	13.60	3.00	2.00	81.60	126.48
Z5'	5/8"	1.55	5.90	3.00	2.00	35.40	54.87
<b>METRADO TOTAL ESTRIBO DERECHO</b>							<b>12,558.24</b>

**METRADO DE ACERO - PONTÓN CUSHPA**

Elemento	Diámetro (pulg)	Peso (kg/m)	Longitud (m)	Cantidad	N° de veces	Total de varillas	615
							ACERO DE REFUERZO Fy=4,200 kg/cm2 (kg)
<b>Estribo izquierdo</b>							
<b>Pantalla</b>							
P1	3/4"	2.24	4.50	70.00	1.00	315.00	705.60
P2	3/4"	2.24	4.50	105.00	1.00	472.50	1,058.40
P3	5/8"	1.55	12.60	36.00	1.00	453.60	703.08
P4	5/8"	1.55	12.60	36.00	1.00	453.60	703.08
P1'	3/4"	2.24	6.50	70.00	1.00	455.00	1,019.20
P2'	3/4"	2.24	6.50	105.00	1.00	682.50	1,528.80
<b>Ménsula</b>							
M1	1/2"	1.00	1.60	53.00	1.00	84.80	84.80
M2	1/2"	1.00	12.10	6.00	1.00	72.60	72.60
<b>Alero lateral izquierdo</b>							
P5	3/4"	2.24	4.50	20.00	1.00	90.00	201.60
P6	5/8"	1.55	4.50	15.00	1.00	67.50	104.63
P7	1/2"	1.00	4.50	50.00	1.00	225.00	225.00
P8	1/2"	1.00	4.50	50.00	1.00	225.00	225.00
P9	3/4"	2.24	4.50	3.00	1.00	13.50	30.24
P5'	5/8"	1.55	6.00	20.00	1.00	120.00	186.00
P6'	1/2"	1.00	6.00	15.00	1.00	90.00	90.00
P9'	5/8"	1.55	9.00	3.00	1.00	27.00	41.85
<b>Alero lateral derecho</b>							
P5	3/4"	2.24	4.50	20.00	1.00	90.00	201.60
P6	5/8"	1.55	4.50	15.00	1.00	67.50	104.63
P7	1/2"	1.00	4.50	50.00	1.00	225.00	225.00
P8	1/2"	1.00	4.50	50.00	1.00	225.00	225.00
P9	3/4"	2.24	4.50	3.00	1.00	13.50	30.24
P5'	5/8"	1.55	6.00	20.00	1.00	120.00	186.00
P6'	1/2"	1.00	6.00	15.00	1.00	90.00	90.00
P9'	5/8"	1.55	9.00	3.00	1.00	27.00	41.85
<b>Zapata o cimentación</b>							
Z1	3/4"	2.24	6.55	114.00	1.00	746.70	1,672.61
Z2	5/8"	1.55	6.55	57.00	1.00	373.35	578.69
Z3	3/4"	2.24	14.20	25.00	1.00	355.00	795.20
Z4	5/8"	1.55	13.60	25.00	1.00	340.00	527.00
Z5	5/8"	1.55	13.60	3.00	2.00	81.60	126.48
Z5'	5/8"	1.55	5.90	3.00	2.00	35.40	54.87
<b>METRADO TOTAL ESTRIBO IZQUIERDO</b>							<b>11,839.04</b>

**METRADO DE DRENAJE Y FALSO PUENTE - PONTON CUSHPA**

**METRADO TUBERÍA DE DRENAJE**

Longitud (m)	N° Veces	624.D
		TUBO PVC - SAP 4" (m)
1.00	2.00	2.00
1.00	2.00	2.00
1.00	2.00	2.00
1.00	2.00	2.00
<b>METRADO TOTAL</b>		<b>8.00</b>

**1100.B FALSO PUENTE PARA PONTONES**

Elemento	Longitud (m)	Cantidad	N° veces.	1100.B
				FALSO PUENTE PARA PONTONES (m)
Plataforma	9.80	1.00	1.00	9.80
<b>METRADO TOTAL</b>				<b>9.80</b>

**202.B DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS**

Elemento	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	N° veces.	202.B
					DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS (m3)
Estribos	5.00	0.50	4.00	2.00	10.00
<b>METRADO TOTAL</b>					<b>10.00</b>

**METRADO DE TRANSPORTE - PONTÓN CUSHPA**

INICIO (Km)	C.G	VOLUMEN DE EXCEDENTES (m3)	DME 33 + 100				700.E	700.F
			Ubicación (Km) 33 + 100				Eliminacion de Excedentes (m3/Km)	
			Acceso (Km) -					
			Distancia de Transporte (Km)	%	Material (m3)	Momento de Transporte (m3/Km)	D<= 1Km	D> 1Km
24+364.00	24+364	885.91	8.74	100%	885.91	7,636.54	885.91	6,750.63

INICIO (Km)	C.G	VOLUMEN DE MATERIAL DE CANTERA (m3)	CANTERA 14 + 500				700.A	700.B
			Ubicación (Km) 14 + 500				Transporte de Material Granular (m3/Km)	
			Acceso (Km) -					
			Distancia de Transporte (Km)	%	Material (m3)	Momento de Transporte (m3/Km)	D<= 1Km	D> 1Km
24+364.00	24+364	1,297.85	9.86	100%	1,297.85	12,641.06	1,297.85	11,343.21

## **ANEXO 06-2**

### **Análisis de Precios Unitarios**

Partida	601.A (909601060120) EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m3	13.14
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.3200	11.58	3.71
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0080	19.18	0.15
	Materiales					
0230080010	BARRENO 5' X 1/8"	u		0.0016	386.04	0.62
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.86	0.19
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	0.2500	0.0200	77.01	1.54
0349040066	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3.	hm	1.0000	0.0800	84.65	6.77
0349060055	MARTILLO NEUMATICO DE 25 A 29 Kg.	hm	0.5000	0.0400	3.89	0.16
	8.66					

Partida	601.C (909601060121) EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA					
Rendimiento	m3/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : m3	8.70
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1280	11.58	1.48
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0032	19.18	0.06
0147010100	BONIFICACION POR TRABAJOS BAJO AGUA	%MO		20.0000	1.54	0.31
	Materiales					
0230080010	BARRENO 5' X 1/8"	u		0.0002	386.04	0.08
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.54	0.08
0348080002	MOTOBOMBA 12 HP 4"	hm	1.0000	0.0320	21.75	0.70
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	0.0500	0.0016	77.01	0.12
0349040100	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP - 0.75-1.4 yd3	hm	1.0000	0.0320	214.42	6.86
0349060055	MARTILLO NEUMATICO DE 25 A 29 Kg.	hm	0.1000	0.0032	3.89	0.01
	7.77					

Partida	601.B (909601060122) EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS EN SECO					
Rendimiento	m3/DIA	350.0000	EQ.	350.0000	Costo unitario directo por : m3	6.07
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0914	11.58	1.06
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0023	19.18	0.04
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.10	0.06
0349040100	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP - 0.75-1.4 yd3	hm	1.0000	0.0229	214.42	4.91
	4.97					

Partida	603.A (909601060123) LIMPIEZA DE CAUCE Y ENCAUZAMIENTOS PARA BADENES Y ALCANTARILLAS					
Rendimiento	m3/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m3	8.24
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Subpartidas					
909601060122	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS EN SECO	m3		0.9000	6.07	5.46
909601100602	EXCAVACIÓN MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3		0.1000	37.80	3.78
	8.24					

Partida	603.B (909601060124) ENCAUZAMIENTO PARA PONTÓN					
Rendimiento	m3/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m3	7.66
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Subpartidas					
909601060122	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS EN SECO	m3		0.9500	6.07	5.77
909601100602	EXCAVACIÓN MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3		0.0500	37.80	1.89
	7.66					

Partida	605.A (909601060515) RELLENOS PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m3	27.28
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	12.83	2.05
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.6400	11.58	7.41
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0160	19.18	0.31
	9.77					
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	9.77	0.49
0349030004	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.3200	24.50	7.84

0349030017	RODILLO LISO VIBR MANUAL 10.8HP 0.8-1.1T	hm	1.0000	0.1600	30.87	4.94
	<b>Subpartidas</b>					<b>13.27</b>
909601102801	AGUA PARA OBRA	m3		0.2000	21.21	4.24
						<b>4.24</b>

Partida	812.A (909601061009) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA 14.0000	EQ	14.0000	Costo unitario directo por m2		54.95
				Jornada		8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	14.75	8.43
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.83	7.33
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.1429	11.58	13.23
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0571	19.18	1.10
						<b>30.09</b>
	<b>Materiales</b>					
0202040010	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	3.22	0.64
0202830002	CLAVOS PROMEDIO	kg		0.2000	3.37	0.67
0230010100	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.0500	18.92	0.95
0243000031	MADERA TORNILLO	p2		1.5400	6.49	9.99
0245010008	TRIPLAY DE 19 MM. PARA ENCOFRADO	pln		0.1200	92.56	11.11
						<b>23.36</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	30.09	1.50
						<b>1.50</b>

Partida	812.B (909601061011) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA					
Rendimiento	m2/DIA 12.0000	EQ	12.0000	Costo unitario directo por m2		76.36
				Jornada		8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	14.75	9.83
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.83	8.55
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	11.58	15.44
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0667	19.18	1.28
						<b>36.10</b>
	<b>Materiales</b>					
0202040010	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	3.22	0.64
0202830002	CLAVOS PROMEDIO	kg		0.2000	3.37	0.67
0230010100	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.2000	18.92	3.78
0243000031	MADERA TORNILLO	p2		3.5900	6.49	23.30
0245010008	TRIPLAY DE 19 MM. PARA ENCOFRADO	pln		0.1200	92.56	11.11
						<b>39.50</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	35.10	1.76
						<b>1.76</b>

Partida	812.C (909601061013) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO					
Rendimiento	m2/DIA 14.0000	EQ	14.0000	Costo unitario directo por m2		54.95
				Jornada		8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	14.75	8.43
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.83	7.33
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.1429	11.58	13.23
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0571	19.18	1.10
						<b>30.09</b>
	<b>Materiales</b>					
0202040010	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	3.22	0.64
0202830002	CLAVOS PROMEDIO	kg		0.2000	3.37	0.67
0230010100	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.0500	18.92	0.95
0243000031	MADERA TORNILLO	p2		1.5400	6.49	9.99
0245010008	TRIPLAY DE 19 MM. PARA ENCOFRADO	pln		0.1200	92.56	11.11
						<b>23.36</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	30.09	1.50
						<b>1.50</b>

Partida	612.C1 (909601061014) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA					
Rendimiento	m2/DIA 14.0000	EQ	14.0000	Costo unitario directo por m2		87.43
				Jornada		8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	14.75	8.43
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	12.83	7.33
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.1429	11.58	13.23
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0571	19.18	1.10
0147010100	BONIFICACION POR TRABAJOS BAJO AGUA	%MO		20.0000	30.09	6.02

						36.11
<b>Materiales</b>						
0202040010	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	3.22	0.64
0202830002	CLAVOS PROMEDIO	kg		0.2000	3.37	0.67
0230010100	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.0500	18.92	0.95
0243000031	MADERA TORNILLO	p2		1.5400	6.49	9.99
0245010008	TRIPLAY DE 19 MM. PARA ENCOFRADO	pin		0.1200	92.56	11.11
						<b>23.36</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	30.09	1.50
0348080007	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	1.0000	0.5714	63.80	36.46
						<b>37.96</b>

Partida	<b>612.B1 (909601061017) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA BAJO AGUA</b>					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ	12.0000	Costo unitario directo por : m2 Jornada	125.92 8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	14.75	9.83
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.83	8.55
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	11.58	15.44
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0667	19.18	1.28
0147010100	BONIFICACION POR TRABAJOS BAJO AGUA	%MO		20.0000	35.10	7.02
						<b>42.12</b>
<b>Materiales</b>						
0202040010	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	3.22	0.64
0202830002	CLAVOS PROMEDIO	kg		0.2000	3.37	0.67
0230010100	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.2000	18.92	3.78
0243000031	MADERA TORNILLO	p2		3.5900	6.49	23.30
0245010008	TRIPLAY DE 19 MM. PARA ENCOFRADO	pin		0.1200	92.56	11.11
						<b>39.50</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	35.10	1.76
0348080007	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	1.0000	0.6667	63.80	42.54
						<b>44.30</b>

Partida	<b>610.C (909601061030) CONCRETO CLASE C 27.4 MPa (280 Kg/cm2)</b>					
Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ	18.0000	Costo unitario directo por : m3 Jornada	380.89 8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	14.75	19.67
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	12.83	17.11
0147010004	PEON	hh	6.0000	2.6667	11.58	30.88
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.5000	0.2222	19.18	4.26
						<b>71.92</b>
<b>Materiales</b>						
0201800002	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5.0000	6.55	0.33
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		11.0000	21.00	231.00
0230180011	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.2500	4.09	1.02
0230190000	ADITIVO CURADOR	gal		0.2100	13.34	2.80
0234000002	COMBUSTIBLE	gal		0.2800	10.48	2.93
						<b>238.08</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	71.92	3.60
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3 - 18 HP	hm	1.0000	0.4444	9.57	4.25
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	5.18	2.30
						<b>10.15</b>
<b>Subpartidas</b>						
909601102801	AGUA PARA OBRA	m3		0.1700	21.21	3.61
909601102932	AGREGADO FINO PARA CONCRETO Y MORTEROS	m3		0.5000	51.41	25.71
909601102933	AGREGADO GRUESO CHANCADO PARA CONCRETOS	m3		0.7500	41.89	31.42
						<b>60.74</b>

Partida	<b>610.D (909601061031) CONCRETO CLASE D 20.6 MPa (210 Kg/cm2)</b>					
Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ	18.0000	Costo unitario directo por : m3 Jornada	338.50 8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	14.75	19.67
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	12.83	17.11
0147010004	PEON	hh	6.0000	2.6667	11.58	30.88
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.5000	0.2222	19.18	4.26
						<b>71.92</b>
<b>Materiales</b>						
0201800002	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5.0000	6.55	0.33
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.0000	21.00	189.00
0230180011	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.2200	4.09	0.90





Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Jornada 8.00						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	14.75	0.47
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	12.83	0.41
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0320	11.58	0.37
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0032	19.18	0.06
<b>1.31</b>						
<b>Materiales</b>						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	3.22	0.16
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0500	3.03	3.18
<b>3.34</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.31	0.07
<b>0.07</b>						

Partida	622.C (909601062250) TUBERIA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULAR DE 1.20 m. DE DIAMETRO	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Rendimiento	m/DIA 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m	638.03
Jornada 8.00						

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.83	8.55
0147010004	PEON	hh	6.0000	4.0000	11.58	46.32
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.6667	19.18	12.79
<b>67.66</b>						
<b>Materiales</b>						
0209010021	ALCANTARILLA TMC Ø = 1.22 m. (48")	m		1.0000	540.40	540.40
<b>540.40</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	67.66	3.38
0349040066	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3.	hm	0.2000	0.1333	84.65	11.28
<b>14.66</b>						
<b>Subpartidas</b>						
909601102860	PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ARENA	m3		0.1800	85.08	15.31
<b>15.31</b>						

Partida	622.B (909601062251) TUBERIA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULAR DE 0.90 m. DE DIAMETRO	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Rendimiento	m/DIA 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m	421.90
Jornada 8.00						

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	12.83	8.55
0147010004	PEON	hh	6.0000	4.0000	11.58	46.32
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.6667	19.18	12.79
<b>67.66</b>						
<b>Materiales</b>						
0209010020	ALCANTARILLA TMC Ø = 0.91 m. (36")	m		1.0000	333.60	333.60
<b>333.60</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	67.66	3.38
0349040066	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3.	hm	0.1000	0.0667	84.65	5.65
<b>9.03</b>						
<b>Subpartidas</b>						
909601102860	PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ARENA	m3		0.1365	85.08	11.61
<b>11.61</b>						

Partida	624.D (909601062305) TUBO DE PVC-SAP, D=4"	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Rendimiento	m/DIA 90.0000	EQ. 90.0000			Costo unitario directo por : m	13.61
Jornada 8.00						

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0889	12.83	1.14
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0889	11.58	1.03
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0089	19.18	0.17
<b>2.34</b>						
<b>Materiales</b>						
0230970014	ACCESORIOS Y PEGAMENTOS	%MT		10.0000	10.14	1.01
0272020101	TUBO PVC SAP DE 4"	m		1.0500	9.66	10.14
<b>11.15</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.34	0.12
<b>0.12</b>						

Partida	624.E	(909601062321) TUBO DE PVC-SAP, D=8"					
Rendimiento	m/DIA	80.0000	EQ	80.0000	Costo unitario directo por : m	32.44	
						Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	12.83	1.28	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2000	11.58	2.32	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0100	19.18	0.19	
<b>Materiales</b>							
0230970014	ACCESORIOS Y PEGAMENTOS	%MT		10.0000	25.87	2.59	
0272020102	TUBO PVC SAP DE 8"	m		1.0500	24.64	25.87	
<b>28.46</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.79	0.19	
<b>0.19</b>							
Partida	624.E1	(909601062322) TUBO DE PVC-SAP, D=8" (PERFORADA)					
Rendimiento	m/DIA	80.0000	EQ	80.0000	Costo unitario directo por : m	32.67	
						Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	12.83	1.28	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2000	11.58	2.32	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0100	19.18	0.19	
<b>3.79</b>							
<b>Materiales</b>							
0230970014	ACCESORIOS Y PEGAMENTOS	%MT		10.0000	26.08	2.61	
0272020105	TUBO PVC SAP DE 8" (PERFORADA)	m		1.0500	24.84	26.08	
<b>29.69</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.79	0.19	
<b>0.19</b>							
Partida	625.B	(909601062520) SUBREN PROFUNDO					
Rendimiento	m3/DIA	60.0000	EQ	60.0000	Costo unitario directo por : m3	72.53	
						Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	12.83	1.71	
0147010004	PEON	hh	8.0000	1.0667	11.58	12.35	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0133	19.18	0.26	
<b>14.32</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	14.32	0.72	
<b>0.72</b>							
<b>Subpartidas</b>							
909601102945	MATERIAL PARA FILTROS	m3		1.2000	47.91	57.49	
<b>57.49</b>							
Partida	625.F	(909601062521) TUBERIA DE VENTILACION FIERRO GALVANIZADO D=1.5"					
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ	100.0000	Costo unitario directo por : m	18.71	
						Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	12.83	1.03	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0800	11.58	0.93	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0080	19.18	0.15	
<b>2.11</b>							
<b>Materiales</b>							
0229130010	CINTA TEFLON	u		0.1000	1.29	0.13	
0230970014	ACCESORIOS Y PEGAMENTOS	%MT		10.0000	14.99	1.50	
0265010032	TUBO FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2"	m		1.0000	14.86	14.86	
<b>16.49</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.11	0.11	
<b>0.11</b>							
Partida	635.A	(909601063520) CUNETAS TRIANGULAR TIPO I REVESTIDA EN CONCRETO					
Rendimiento	m/DIA		EQ		Costo unitario directo por : m	126.09	
						Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Subpartidas</b>							
909601061032	CONCRETO CLASE E 17.2 MPa (175 Kg/cm2)	m3		0.1800	306.66	55.20	
909601100512	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.4700	64.33	30.24	
909601100602	EXCAVACIÓN MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3		0.4100	37.80	15.50	
909601100603	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m2		1.9900	10.93	21.75	
909601100630	JUNTA DE DILATACIÓN Y CONSTRUCCIÓN EN CUNETA	m		0.6300	5.40	3.40	
<b>126.09</b>							
Partida	635.G	(909601064020) ZANJAS DE DRENAJE REVESTIDA					

Rendimiento	m/DIA	EQ.	Costo unitario directo por : m	148.64		
			Jornada	8.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subpartidas</b>						
909601061032	CONCRETO CLASE E 17.2 MPa (175 Kg/cm2)	m3		0.1600	306.66	49.07
909601100512	ENCOFRADO Y DESENCOFADO	m2		0.9500	64.33	61.11
909601100602	EXCAVACIÓN MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3		0.4400	37.80	16.63
909601100603	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m2		1.7400	10.93	19.02
909601100630	JUNTA DE DILATACIÓN Y CONSTRUCCIÓN EN CUNETA	m		0.5200	5.40	2.81
<b>148.64</b>						
<b>Partida</b>	<b>650.H</b>	<b>(909601065008)</b>	<b>GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2</b>			
Rendimiento	m2/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : m2	4.49
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	12.83	0.41
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0640	11.58	0.74
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0032	19.18	0.06
<b>1.21</b>						
<b>Materiales</b>						
0230770058	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2	m2		1.0500	3.07	3.22
<b>3.22</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.21	0.06
<b>0.06</b>						
<b>Partida</b>	<b>660.A</b>	<b>(909601065506)</b>	<b>GAVION TIPO CAJA</b>			
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m3	138.33
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	12.83	5.13
0147010004	PEON	hh	6.0000	2.4000	11.58	27.79
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0400	19.18	0.77
<b>33.89</b>						
<b>Materiales</b>						
0246900019	GAVION TIPO CAJA 10 x 12 cm, 3.5mm (Caja: 2.0m.x1.0m)	m3		1.0000	70.76	70.76
<b>70.76</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	33.69	1.68
<b>1.68</b>						
<b>Subpartidas</b>						
909601102946	PIEDRA GRANDE	m3		1.0000	32.20	32.20
<b>32.20</b>						
<b>Partida</b>	<b>660.B</b>	<b>(909601065507)</b>	<b>GAVION TIPO COLCHON e=0.30 m</b>			
Rendimiento	m2/DIA	35.0000	EQ.	35.0000	Costo unitario directo por : m2	67.47
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2286	12.83	2.93
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.3714	11.58	15.88
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0229	19.18	0.44
<b>19.25</b>						
<b>Materiales</b>						
0246900024	GAVION TIPO COLCHON 10 x 12 cm, 3.5mm (Caja: 2.0m.x0.3m)	m2		1.0000	37.60	37.60
<b>37.60</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	19.25	0.96
<b>0.96</b>						
<b>Subpartidas</b>						
909601102946	PIEDRA GRANDE	m3		0.3000	32.20	9.66
<b>9.66</b>						
<b>Partida</b>	<b>1005.D</b>	<b>(909601066662)</b>	<b>PINTURA BITUMINOSA</b>			
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	21.37
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	14.75	5.90
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	11.58	4.63
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0400	19.18	0.77
<b>11.30</b>						
<b>Materiales</b>						
0254220021	PINTURA EPOXICA BITUMINOSA	gal		0.2500	38.00	9.50
<b>9.50</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	11.30	0.57
<b>0.57</b>						
<b>Partida</b>	<b>640.B</b>	<b>(909601066665)</b>	<b>EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=20cm</b>			
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	75.59
					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.

<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	12.83	10.26
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.8000	11.58	9.26
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.2000	0.0800	19.18	1.53
						<b>21.05</b>

<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	21.05	1.05
						<b>1.05</b>

<b>Subpartidas</b>						
909601061032	CONCRETO CLASE E 17.2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3		0.1250	306.66	38.33
909601100603	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m2		1.0000	10.93	10.93
909601102947	PIEDRA MEDIANA	m3		0.1250	33.87	4.23
						<b>53.48</b>

Partida	<b>640.C (909601066666) EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=35cm</b>					
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ	15.0000	Costo unitario directo por : m2	108.52
					Jornada	8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	12.83	13.69
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.0667	11.58	12.35
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.2000	0.1067	19.18	2.05
						<b>28.09</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	28.09	1.40
						<b>1.40</b>
<b>Subpartidas</b>						
909601061032	CONCRETO CLASE E 17.2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3		0.2000	306.66	61.33
909601100603	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m2		1.0000	10.93	10.93
909601102947	PIEDRA MEDIANA	m3		0.2000	33.87	6.77
						<b>78.03</b>

Partida	<b>641.A (909601066667) PIEDRA ASENTADA</b>					
Rendimiento	m3/DIA	10.0000	EQ	10.0000	Costo unitario directo por : m3	301.75
					Jornada	8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	12.83	20.53
0147010004	PEON	hh	4.0000	3.2000	11.58	37.06
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.2000	0.1600	19.18	3.07
						<b>60.66</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	60.66	3.03
						<b>3.03</b>
<b>Subpartidas</b>						
909601061032	CONCRETO CLASE E 17.2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )	m3		0.6000	306.66	184.00
909601100603	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m2		2.0000	10.93	21.86
909601102946	PIEDRA GRANDE	m3		1.0000	32.20	32.20
						<b>238.06</b>

Partida	<b>700.A (909601070001) TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES ENTRE CIENTO VEINTE METROS (120 m.) Y MIL METROS (1000 m.)</b>					
Rendimiento	m3k/DIA	383.0000	EQ	383.0000	Costo unitario directo por : m3k	7.08
					Jornada	8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	0.3800	0.0084	12.83	0.11
						<b>0.11</b>
<b>Equipos</b>						
0348040053	CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm	1.0000	0.0220	226.24	4.98
0349040012	CARGADOR S/L LANTAS 200-250 HP 4-4.1 YD3.	hm	0.3800	0.0084	236.39	1.99
						<b>6.97</b>

Partida	<b>700.B (909601070002) TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1000 m.)</b>					
Rendimiento	m3k/DIA	1,313.0000	EQ	1,313.0000	Costo unitario directo por : m3k	1.38
					Jornada	8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Equipos</b>						
0348040053	CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm	1.0000	0.0061	226.24	1.38
						<b>1.38</b>

Partida	<b>700.E (909601070006) TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME ENTRE CIENTO VEINTE METROS (120 m.) Y MIL METROS (1000 m.)</b>					
Rendimiento	m3k/DIA	300.0000	EQ	300.0000	Costo unitario directo por : m3k	8.11
					Jornada	8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	0.3100	0.0083	12.83	0.11
						<b>0.11</b>
<b>Equipos</b>						
0348040053	CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm	1.0000	0.0267	226.24	6.04

0349040012 CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 YD3. hm 0.3100 0.0083 236.39 1.96  
8.00

**Partida 700.F (909601070007) TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1000 m)**

Rendimiento m3k/DIA 1,212.0000 EQ 1,212.0000 Costo unitario directo por : m3k 1.49  
Jornada 8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Equipos</b>						
0348040053	CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm	1.0000	0.0066	226.24	1.49
						1.49

**Partida 655.A1 (909601100650) JUNTA LONGITUDINAL PARA BADENES**

Rendimiento m/DIA 120.0000 EQ 120.0000 Costo unitario directo por : m 12.45  
Jornada 8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	12.83	0.86
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	11.58	1.54
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0067	19.18	0.13
						2.53
<b>Materiales</b>						
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		2.7600	3.03	8.36
0230150043	MASILLA PLASTICA BITUMINOSA	kg		0.0500	6.89	0.34
0239300005	MATERIAL DE RESPALDO (BACKER ROAD)	m		1.0500	1.04	1.09
						9.79
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.53	0.13

**Partida 655.A2 (909601100651) JUNTA TRANSVERSAL PARA BADENES**

Rendimiento m/DIA 120.0000 EQ 120.0000 Costo unitario directo por : m 43.17  
Jornada 8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	12.83	0.86
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	11.58	1.54
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0067	19.18	0.13
						2.53
<b>Materiales</b>						
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		8.9600	3.03	27.15
0229120031	MASTIC ASFALTO	kg		1.6700	6.89	11.51
0229120063	TECKNOPORT e = 1"	m2		0.3000	2.52	0.76
0239300005	MATERIAL DE RESPALDO (BACKER ROAD)	m		1.0500	1.04	1.09
						40.51
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.53	0.13
						0.13

**Partida 606.A (909601102942) MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS**

Rendimiento m3/DIA EQ Costo unitario directo por : m3 15.12  
Jornada 8.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subpartidas</b>						
909601102901	EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE CANTERA	m3		1.2000	3.71	4.45
909601102902	ZARANDEO ESTATICO (RELLENOS)	m3		1.2000	3.20	3.84
909601102961	TRANSPORTE DE INTERNO d=150m	m3		1.2000	5.69	6.83
						15.12

**Partida 1001.A (909601110101) TRAZO, REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO**

Rendimiento m2/DIA 500.0000 EQ 500.0000 Costo unitario directo por : m2 2.31  
Jornada 8.00

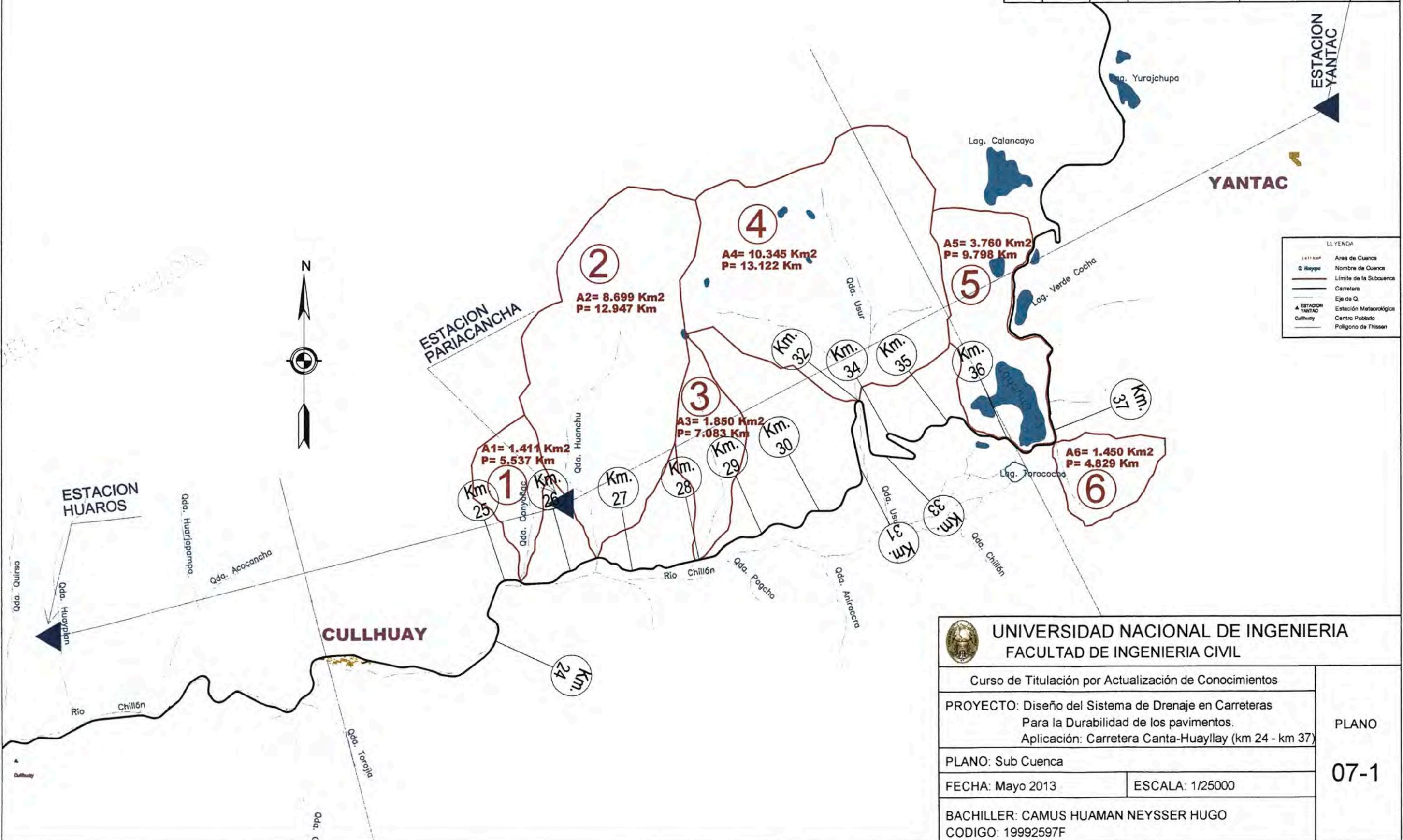
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	19.18	0.31
0147000045	NIVELADOR	hh	1.0000	0.0160	12.83	0.21
0147040011	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	4.0000	0.0640	11.58	0.74
						1.26
<b>Materiales</b>						
0202830002	CLAVOS PROMEDIO	kg		0.0200	3.37	0.07
0243000031	MADERA TORNILLO	p2		0.0500	6.49	0.32
0254110090	PINTURA ESMALTE	gal		0.0100	25.58	0.26
						0.65
<b>Equipos</b>						
0330550015	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0160	12.50	0.20
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.26	0.06
0349890001	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0160	8.50	0.14
						0.40

**Partida 1100.B (909601110503) FALSO PUENTE PARA PONTONES**

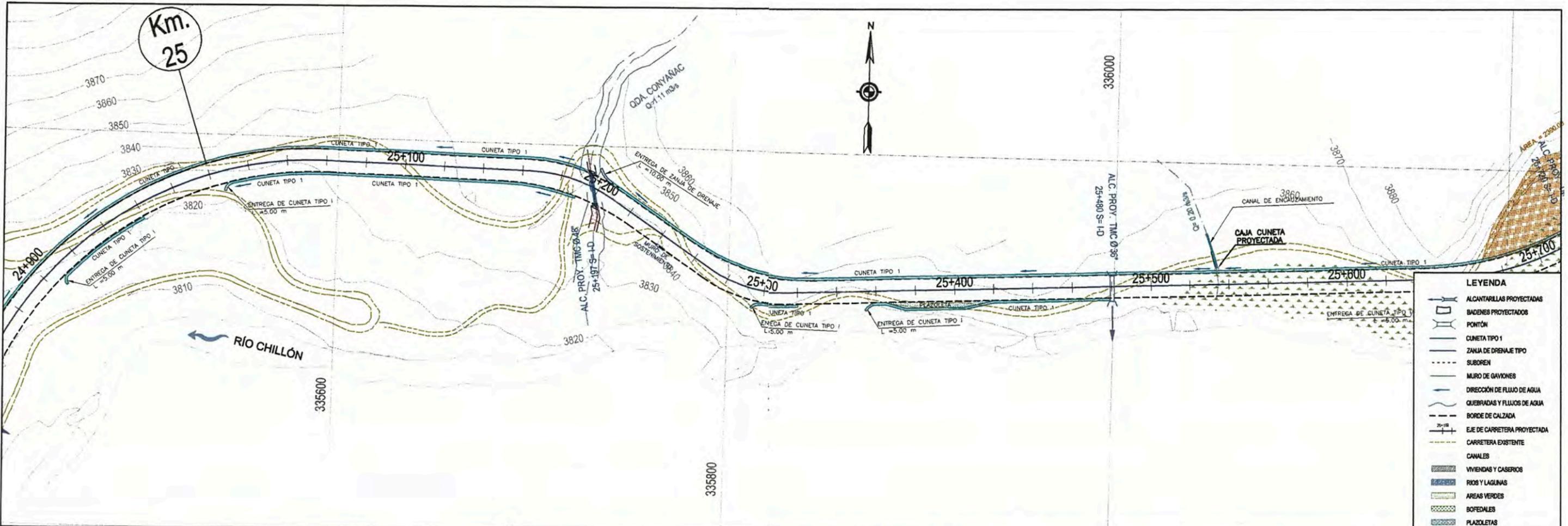
Rendimiento m/DIA 2.0000 EQ 2.0000 Costo unitario directo por : m 1,155.77



Nº	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Pendiente (%)	Longitud de cauce (km)	Perímetro (km)
1	Quebrada Conyañac	1.411	29.888	2.514	5.537
2	Quebrada Huanchu	8.699	16.477	6.028	12.947
3	—	1.850	24.704	2.835	7.083
4	Quebrada Usur	10.345	17.890	4.543	13.122
5	Laguna Chuchón	3.760	13.459	3.749	9.798
6	—	1.450	25.065	1.357	4.829

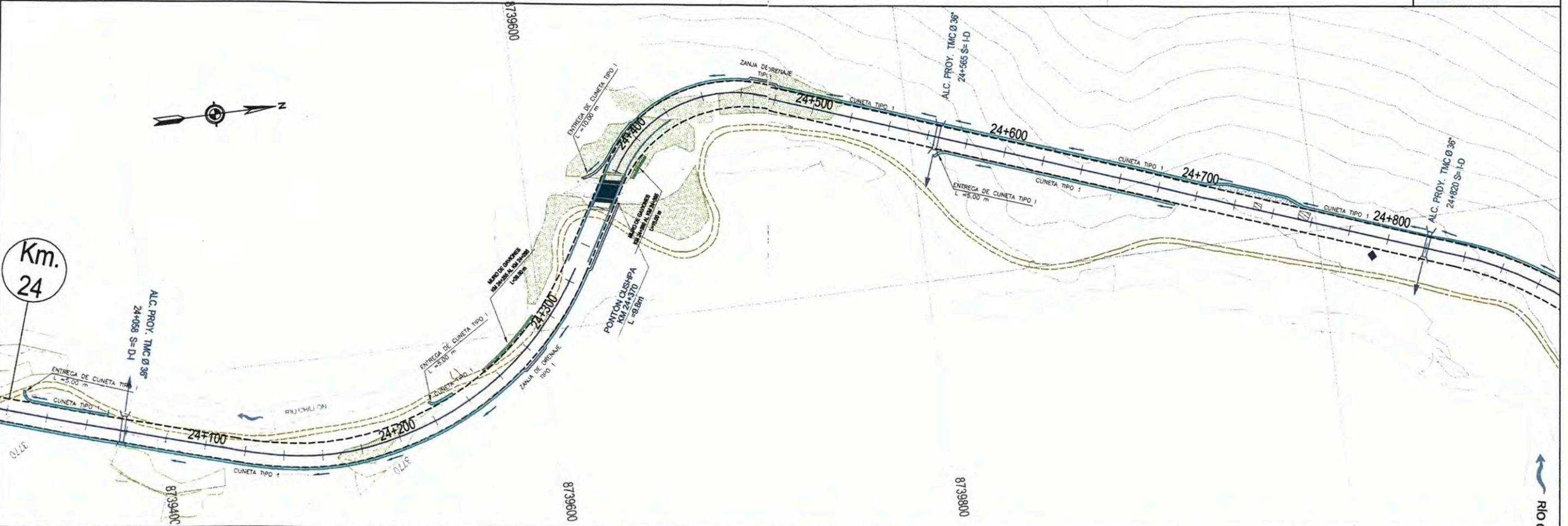


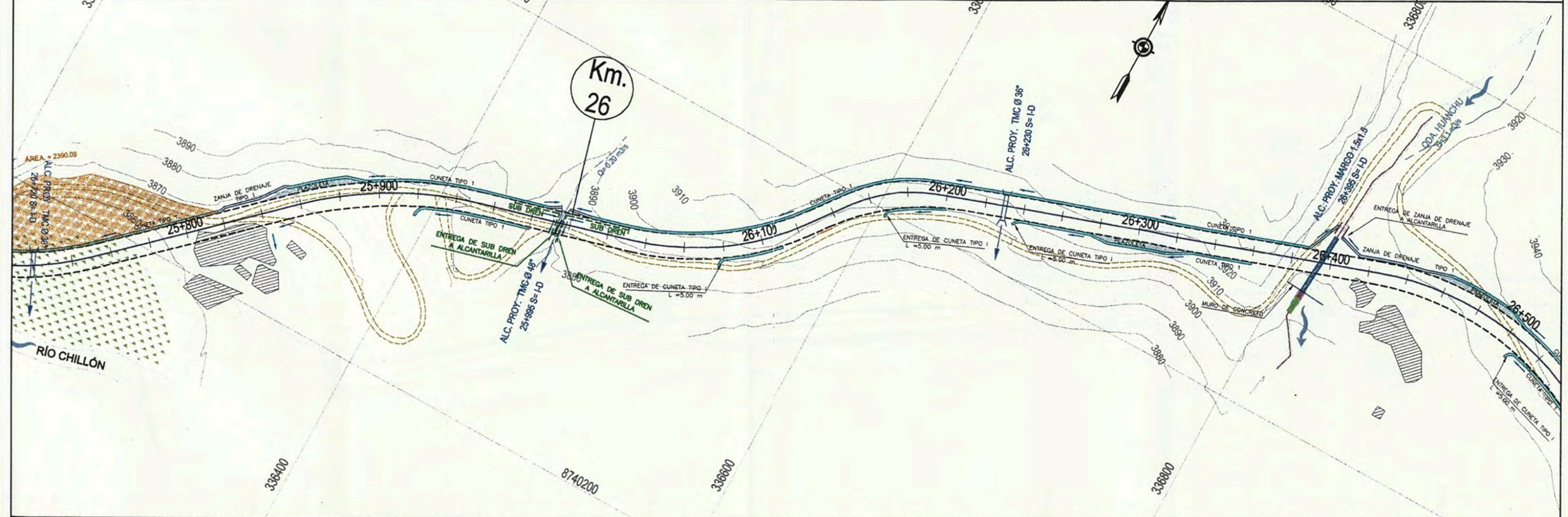
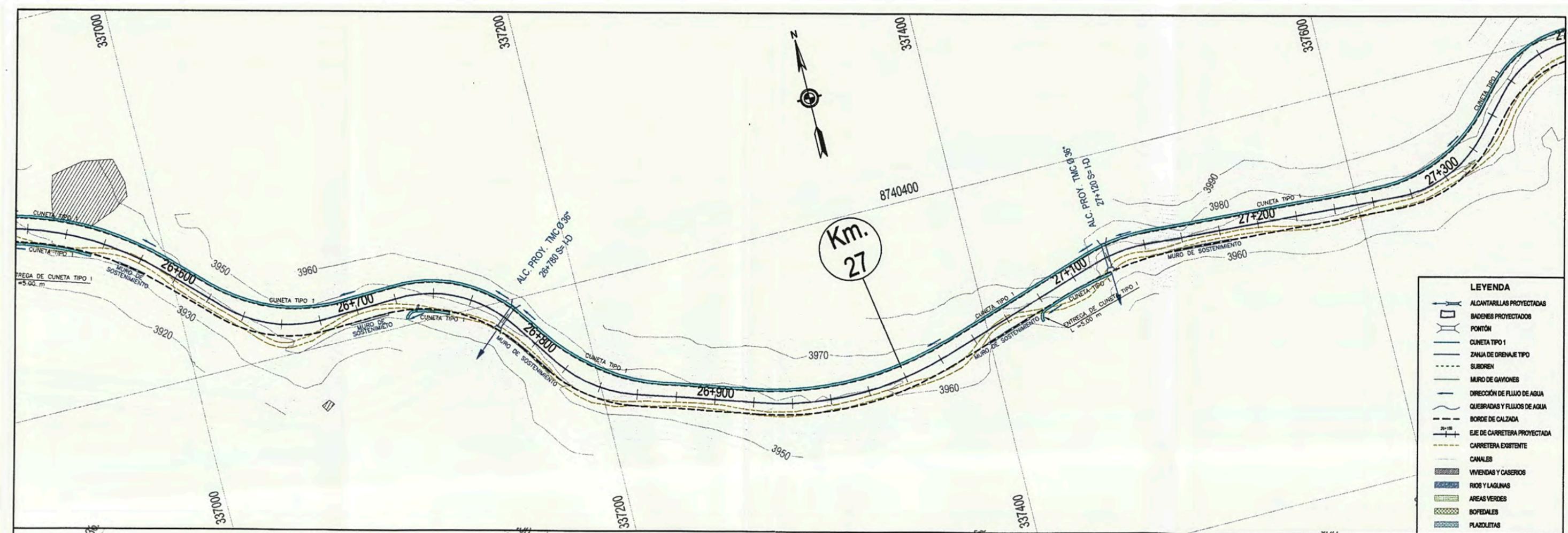
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>		<b>PLANO</b>  <b>07-1</b>
Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos		
PROYECTO: Diseño del Sistema de Drenaje en Carreteras Para la Durabilidad de los pavimentos. Aplicación: Carretera Canta-Huayllay (km 24 - km 37)		
PLANO: Sub Cuenca		
FECHA: Mayo 2013	ESCALA: 1/25000	
BACHILLER: CAMUS HUAMAN NEYSSER HUGO CODIGO: 19992597F		



**LEYENDA**

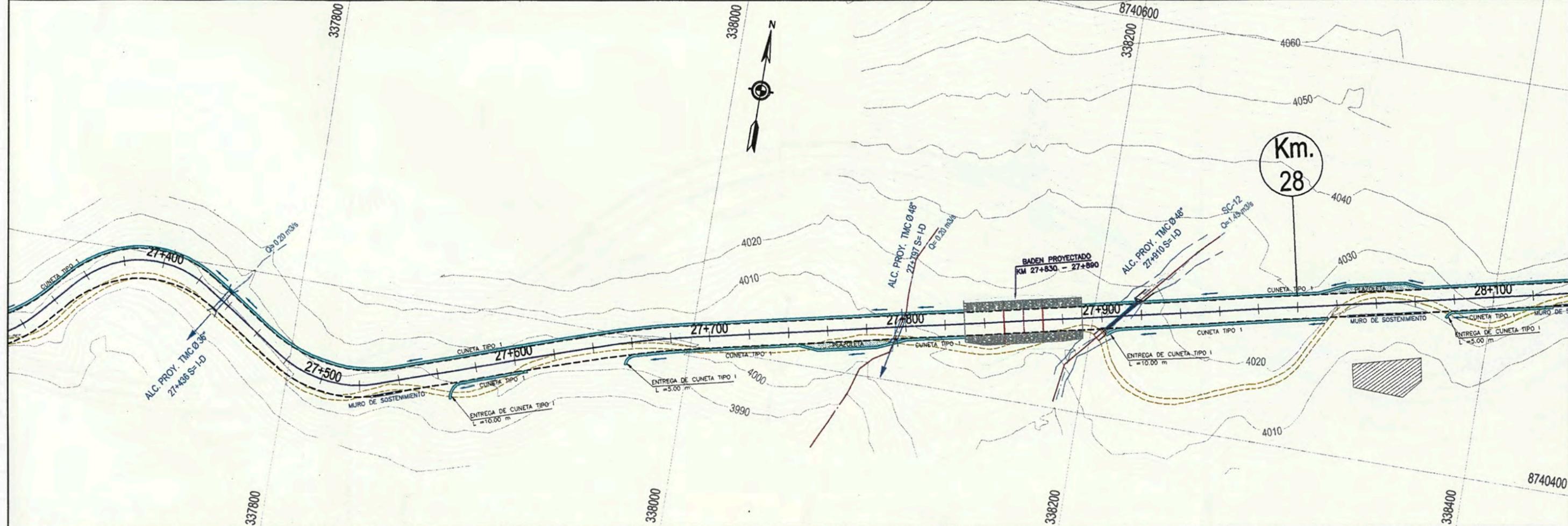
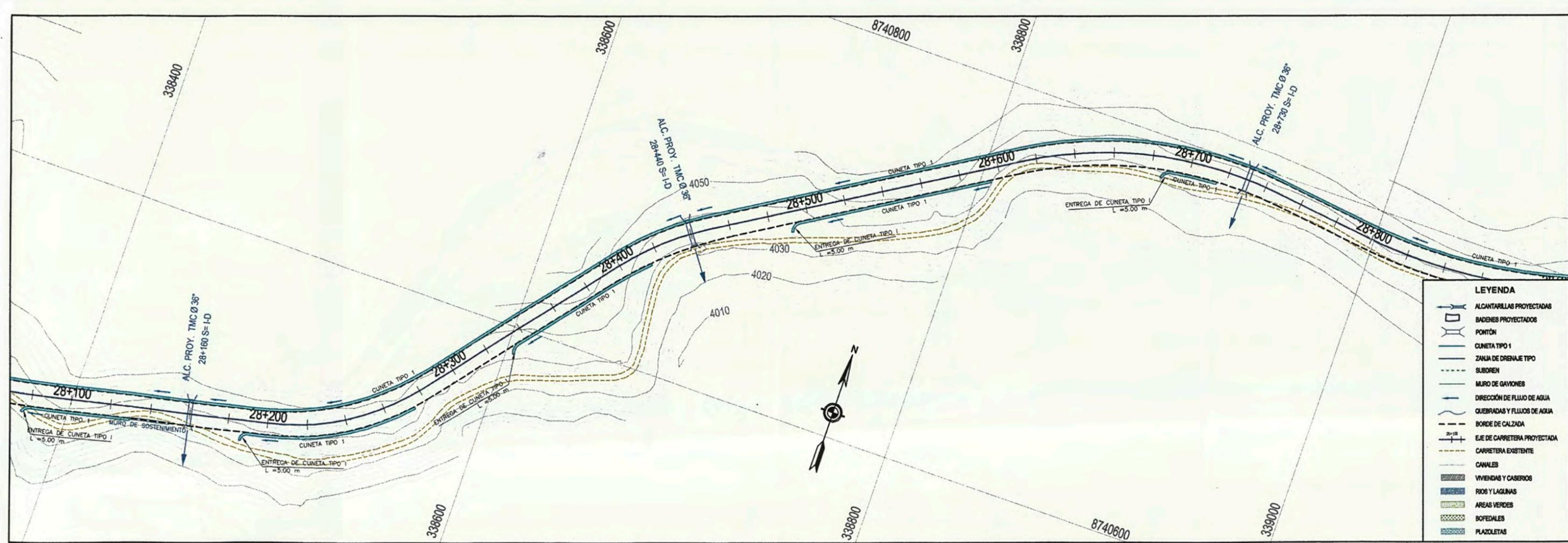
- ALCANTARILLAS PROYECTADAS
- BADENES PROYECTADOS
- PONTÓN
- CUNETA TIPO 1
- ZANJA DE DRENAJE TIPO
- SUBDRENE
- MURO DE GAVIONES
- DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
- QUEBRADAS Y FLUJOS DE AGUA
- BORDE DE CALZADA
- EJE DE CARRETERA PROYECTADA
- CARRETERA EXISTENTE
- CANALES
- VIVIENDAS Y CASERIOS
- RÍOS Y LAGUNAS
- AREAS VERDES
- BOFEDALES
- PLAZOLETAS

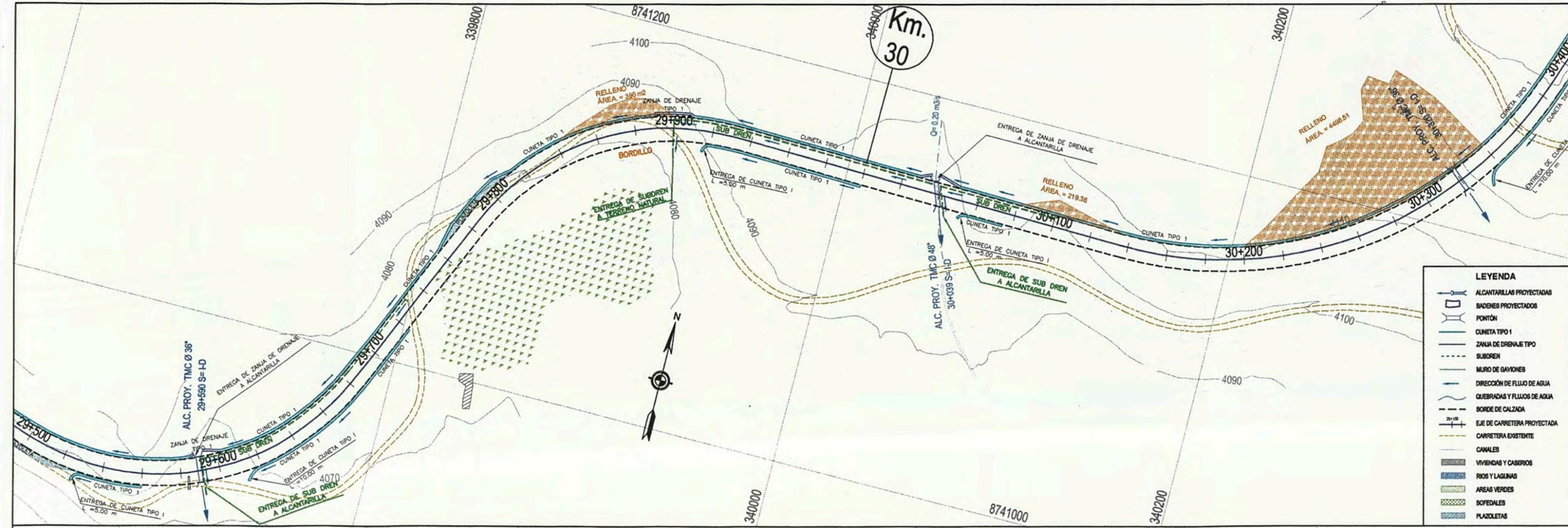




**LEYENDA**

- ALCANTARILLAS PROYECTADAS
- BADENES PROYECTADOS
- PONTÓN
- CUNETA TIPO 1
- ZANJA DE DRENAJE TIPO
- SUBDREN
- MURO DE GAVIONES
- DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
- QUEBRADAS Y FLUJOS DE AGUA
- BORDE DE CALZADA
- EJE DE CARRETERA PROYECTADA
- CARRETERA EXISTENTE
- CANALES
- VIVIENDAS Y CASERIOS
- RIOS Y LAGUNAS
- AREAS VERDES
- BOFEDALES
- PLAZOLETAS

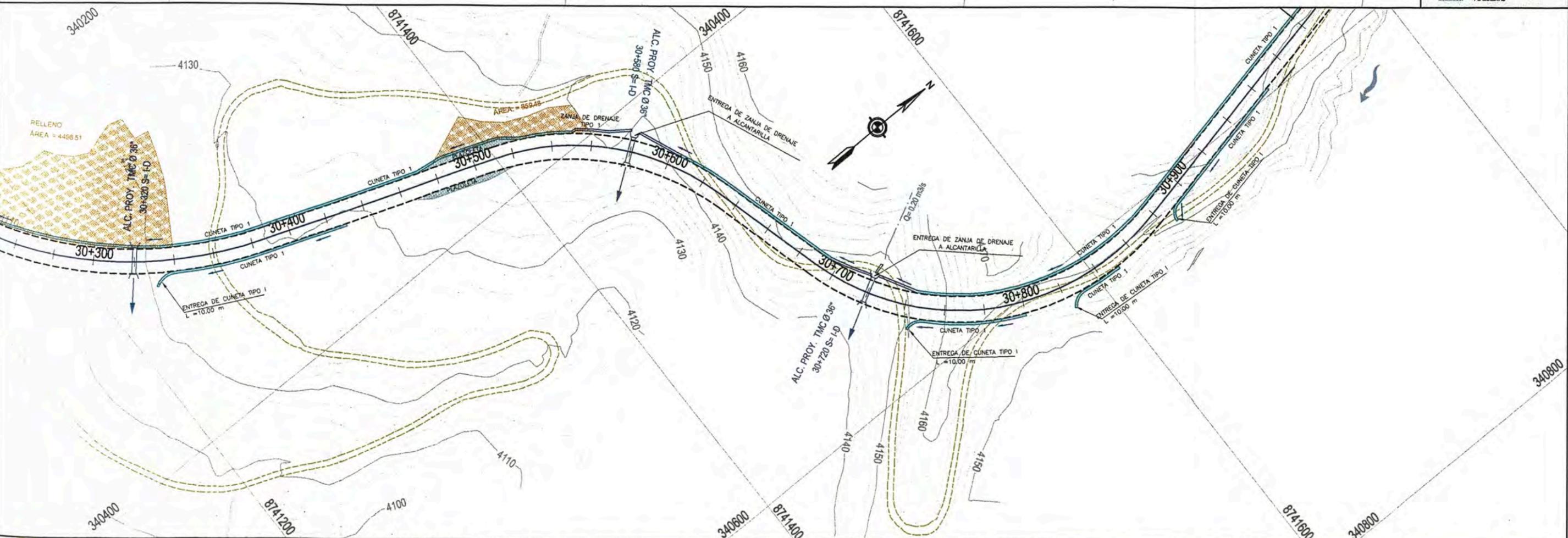




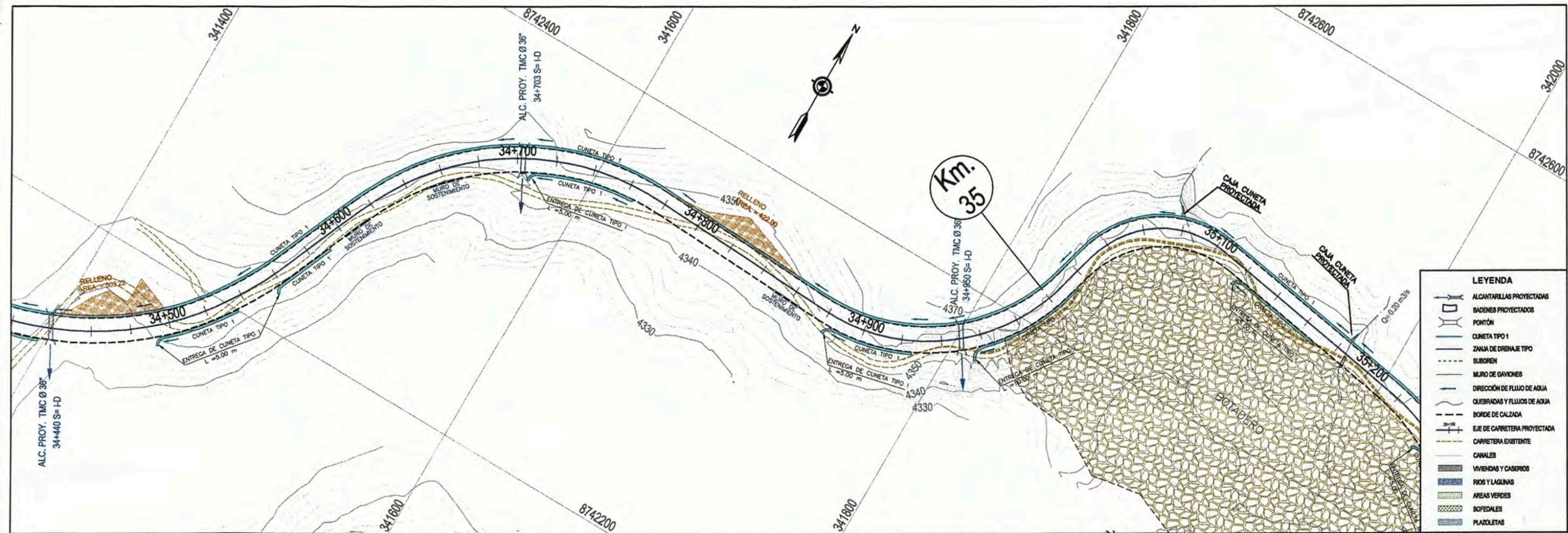
**LEYENDA**

- ALCANTARILLAS PROYECTADAS
- BADENES PROYECTADOS
- PONTÓN
- CUNETA TIPO 1
- ZANJA DE DRENAJE TIPO
- SUBDREN
- MURO DE GAVIONES
- DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
- QUEBRADAS Y FLUJOS DE AGUA
- BORDE DE CALZADA
- EJE DE CARRETERA PROYECTADA
- CARRETERA EXISTENTE
- CANALES
- VIVIENDAS Y CASERIOS
- RIOS Y LAGUNAS
- AREAS VERDES
- BOFEDALES
- PLAZOLETAS



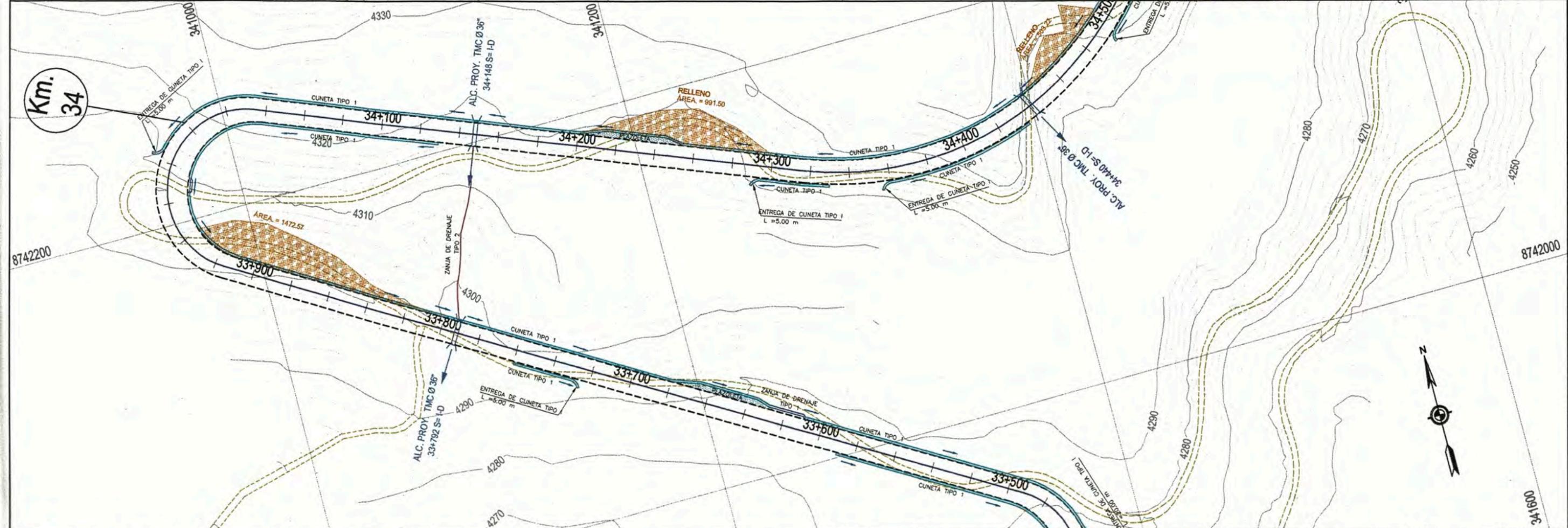


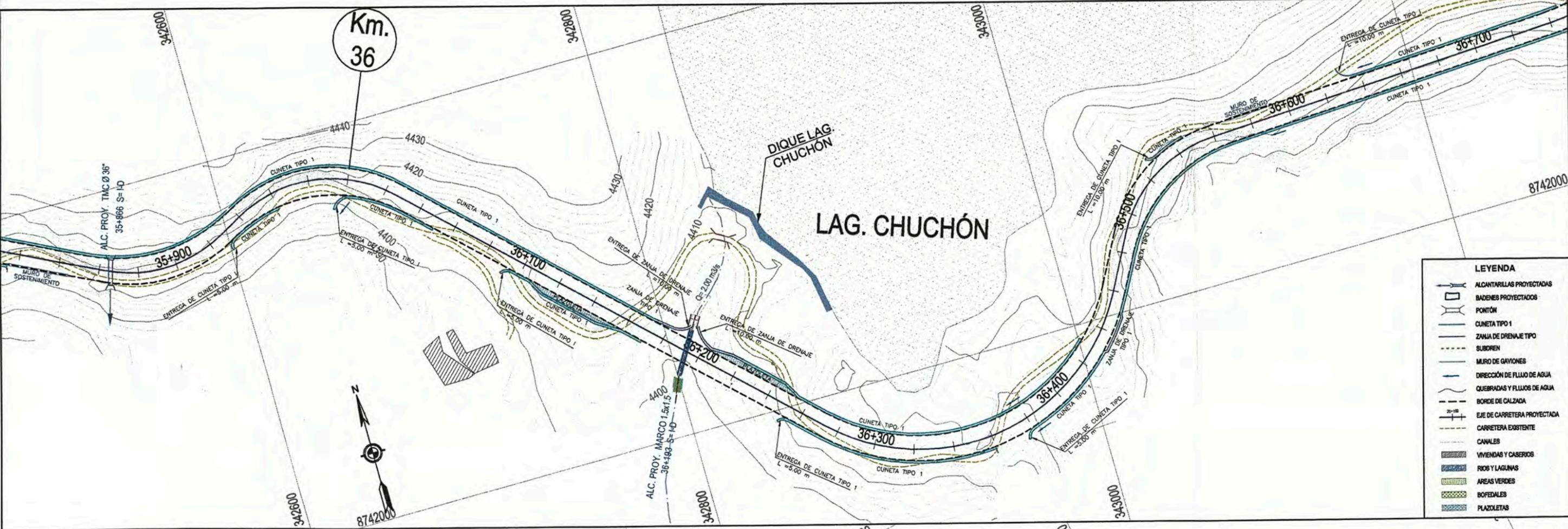




**LEYENDA**

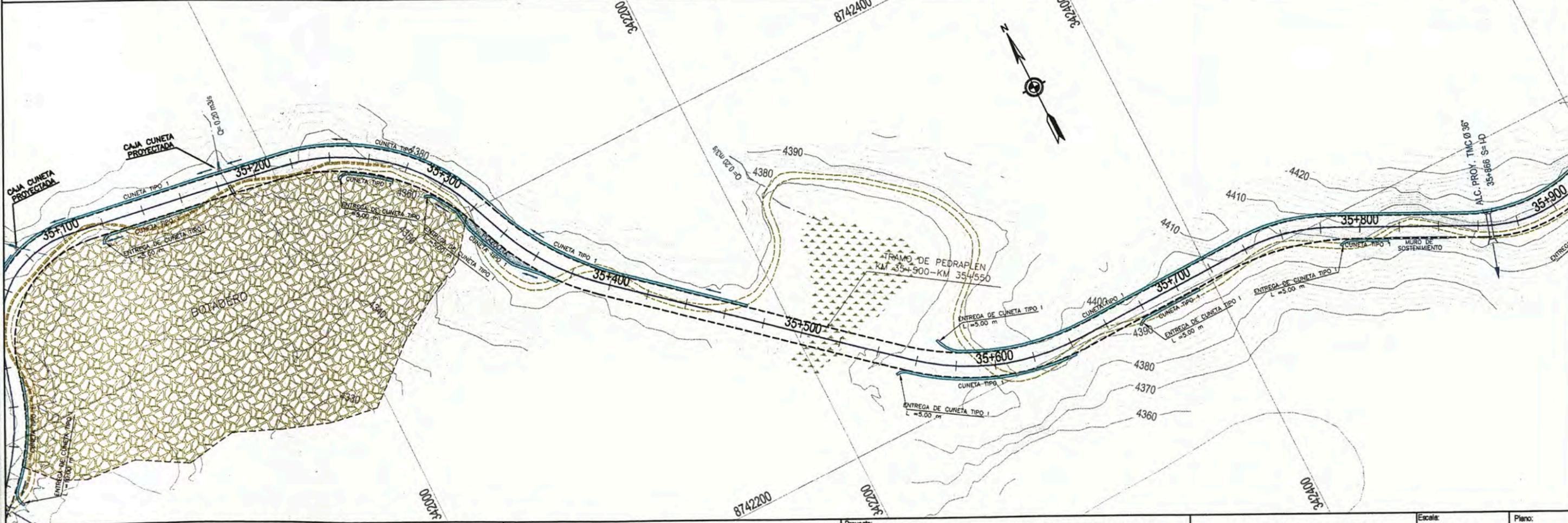
- ALCANTARILLAS PROYECTADAS
- BADENES PROYECTADOS
- PONTÓN
- CUNETAS TIPO 1
- ZANJA DE DRENAJE TIPO 2
- SUBDRENE
- MURO DE GAVIONES
- DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
- QUEBRADAS Y FLUJOS DE AGUA
- BORDE DE CALZADA
- EJE DE CARRETERA PROYECTADA
- CARRETERA EXISTENTE
- CANALES
- VIVIENDAS Y CASERIOS
- RÍOS Y LAGUNAS
- AREAS VERDES
- BOFEDALES
- PASTIZALES





**LEYENDA**

- ALCANTARILLAS PROYECTADAS
- BADENES PROYECTADOS
- PONTÓN
- CUNETA TIPO 1
- ZANJA DE DRENAJE TIPO
- SUBDREN
- MURO DE GAVIONES
- DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
- QUEBRADAS Y FLUJOS DE AGUA
- BORDE DE CALZADA
- EJE DE CARRETERA PROYECTADA
- CARRETERA EXISTENTE
- CANALES
- VIVIENDAS Y CASERIOS
- RIOS Y LAGUNAS
- AREAS VERDES
- BOFEDALES
- PLAZOLETAS



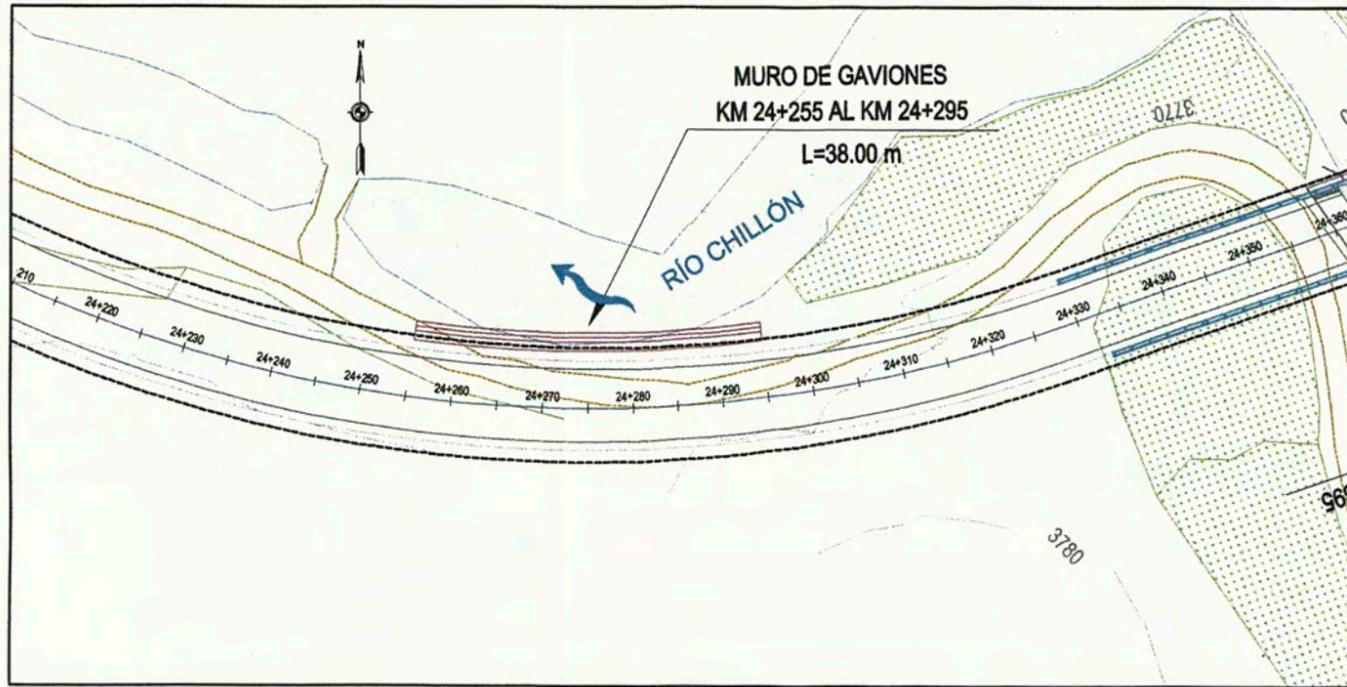


**LEYENDA**

	ALCANTARILLAS PROYECTADAS
	BADENES PROYECTADOS
	PONTÓN
	CUNETA TIPO 1
	ZANJA DE DRENAJE TIPO
	SUBOREN
	MURO DE GAVIONES
	DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
	QUEBRADAS Y FLUJOS DE AGUA
	BORDE DE CALZADA
	EJE DE CARRETERA PROYECTADA
	CARRETERA EXISTENTE
	CANALES
	VIVIENDAS Y CASERIOS
	RIOS Y LAGUNAS
	AREAS VERDES
	BOFEDALES
	PLAZOLETAS

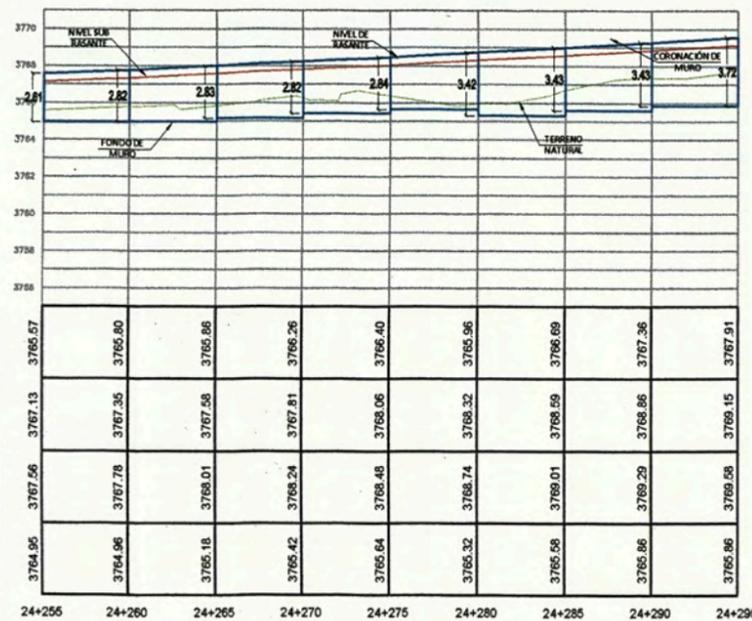


Km. 37



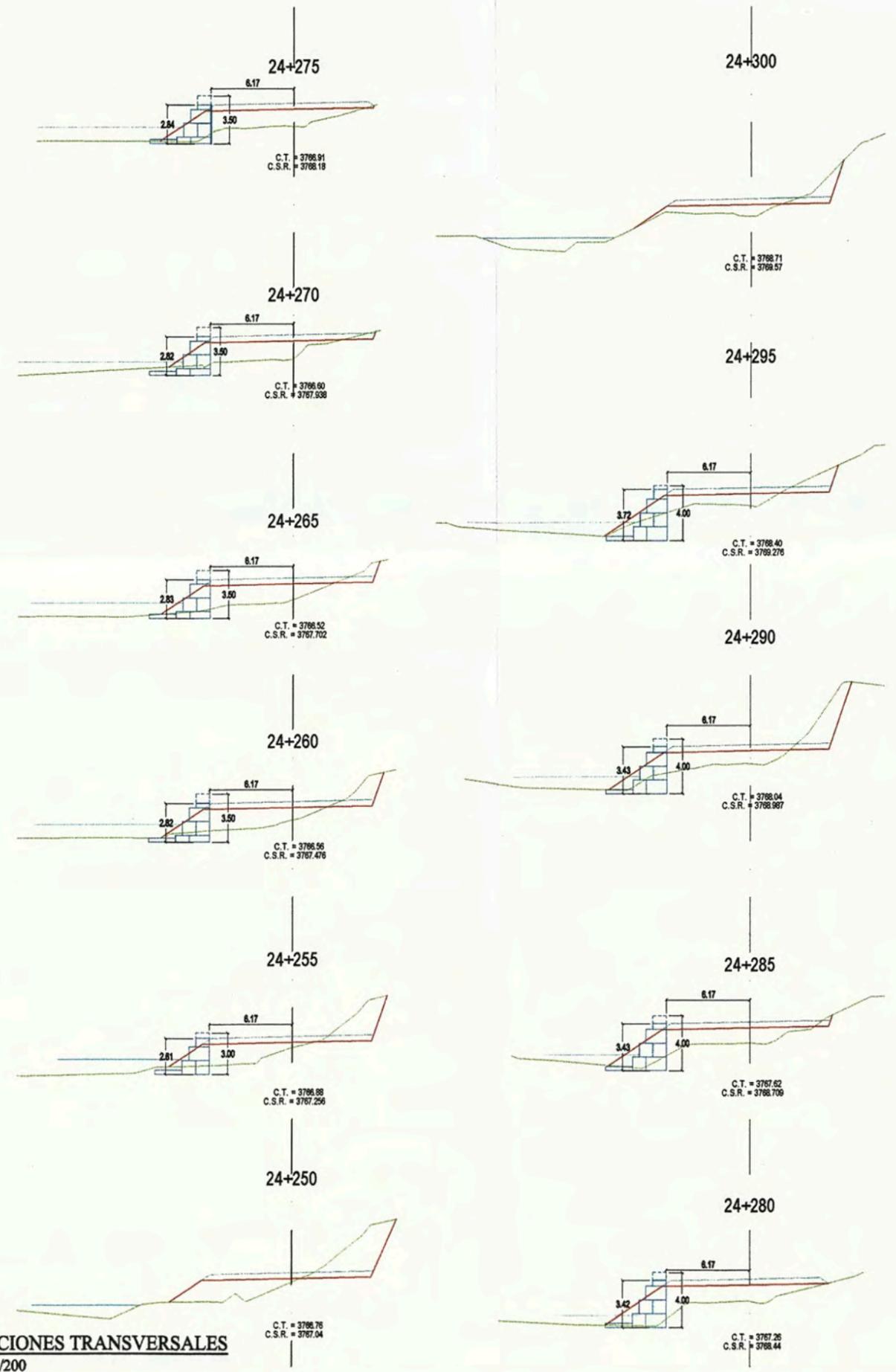
PLANTA

Muro Gavión 24+255 - 24+295



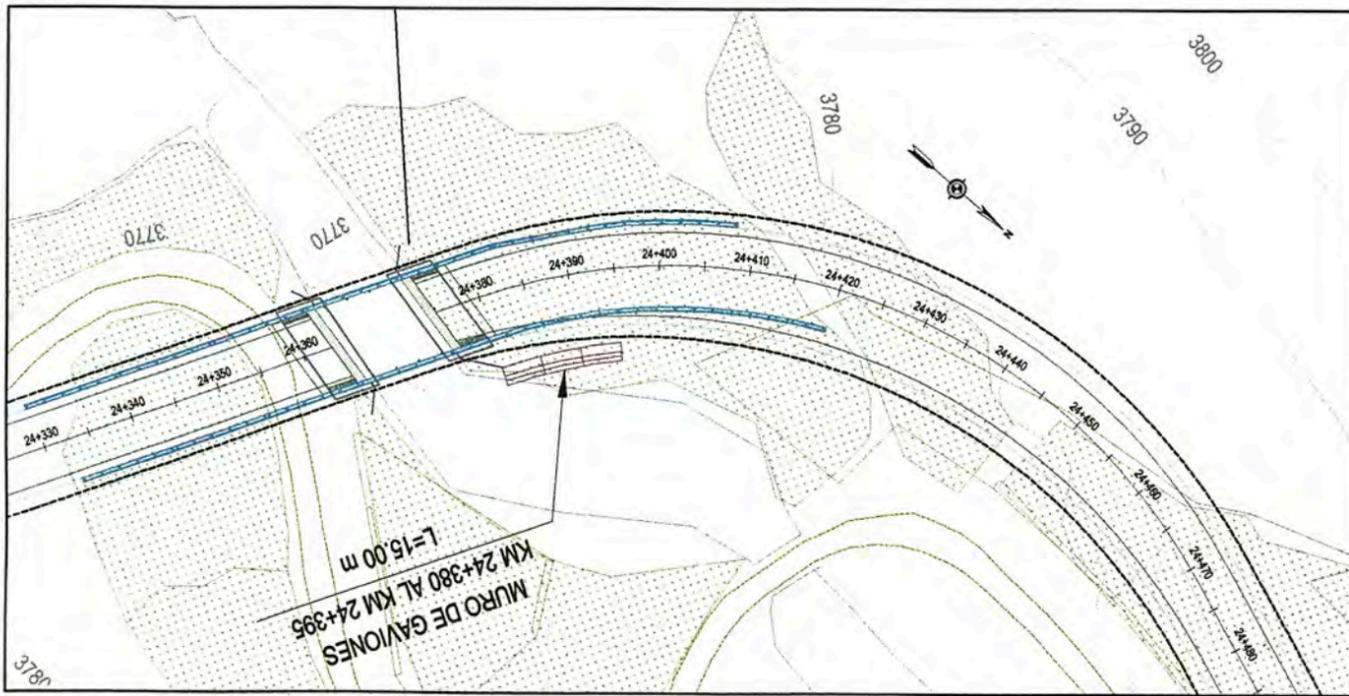
PERFIL LONGITUDINAL

Esc. 1/200



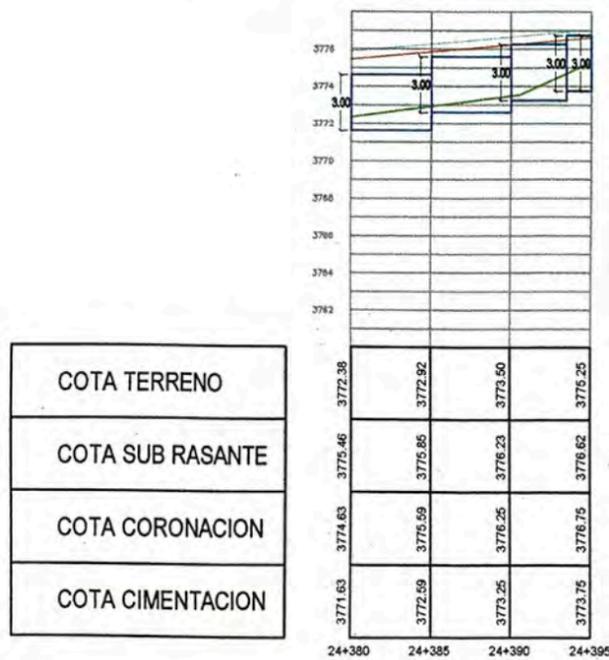
SECCIONES TRANSVERSALES

Esc. 1/200



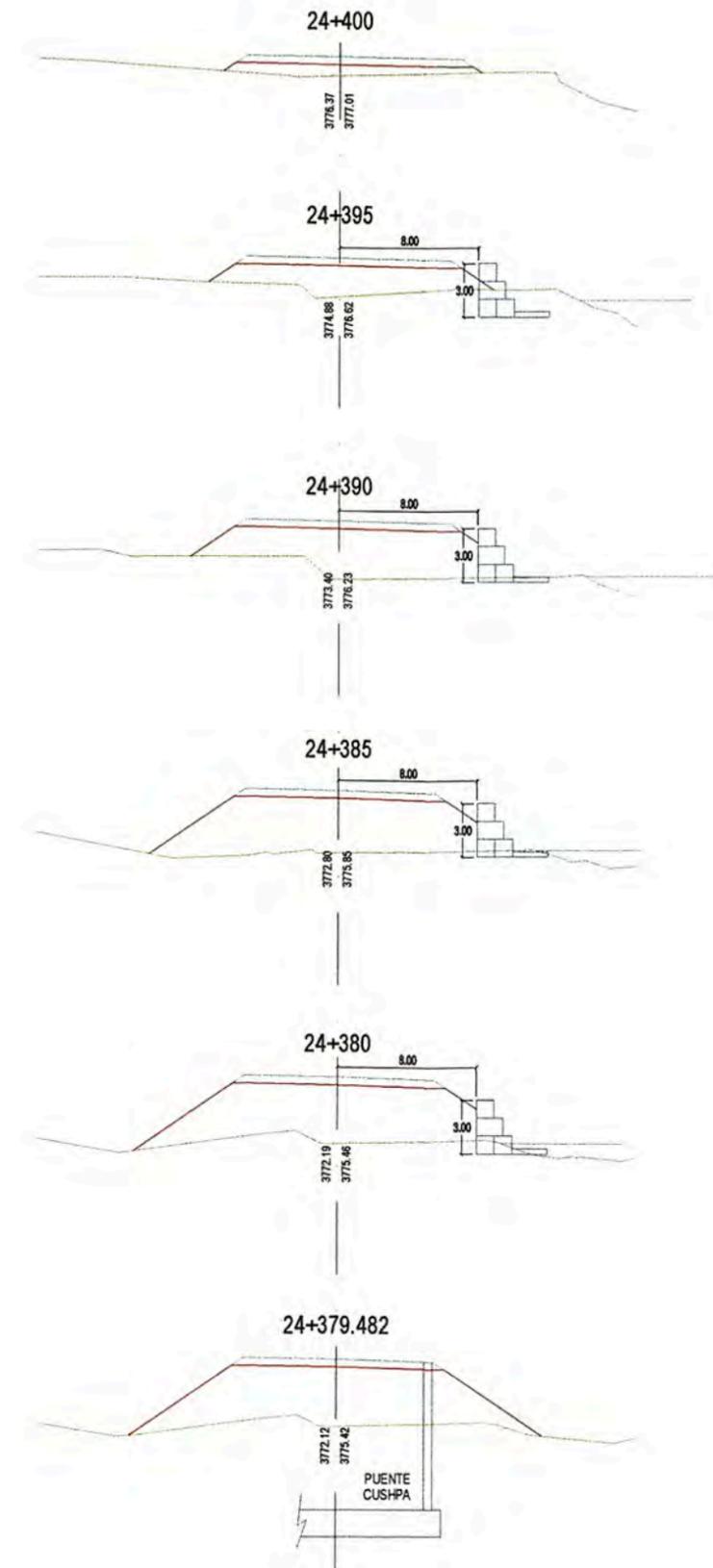
PLANTA

Muro Gavión 24+380 - 24+395



PERFIL LONGITUDINAL

Esc. 1/200



SECCIONES TRANSVERSALES

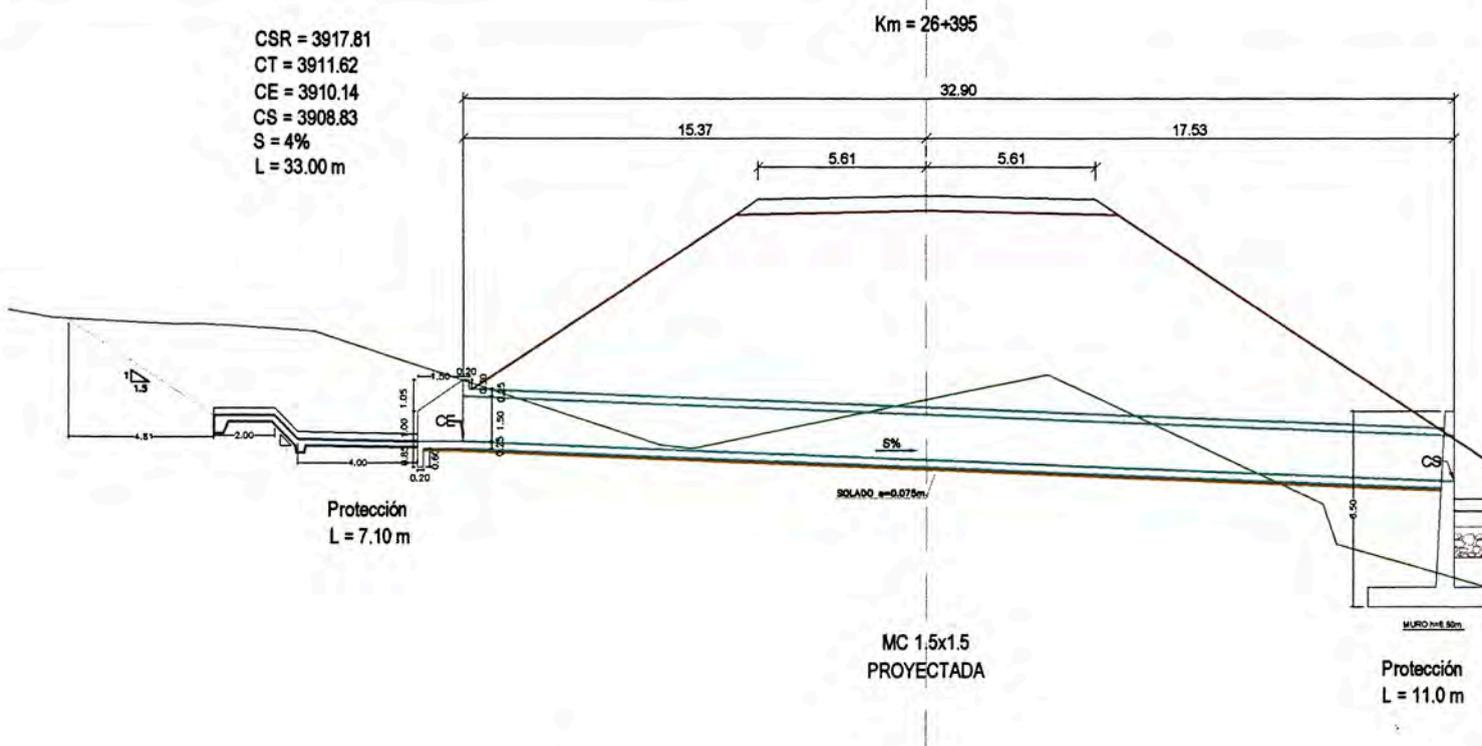
Esc. 1/200



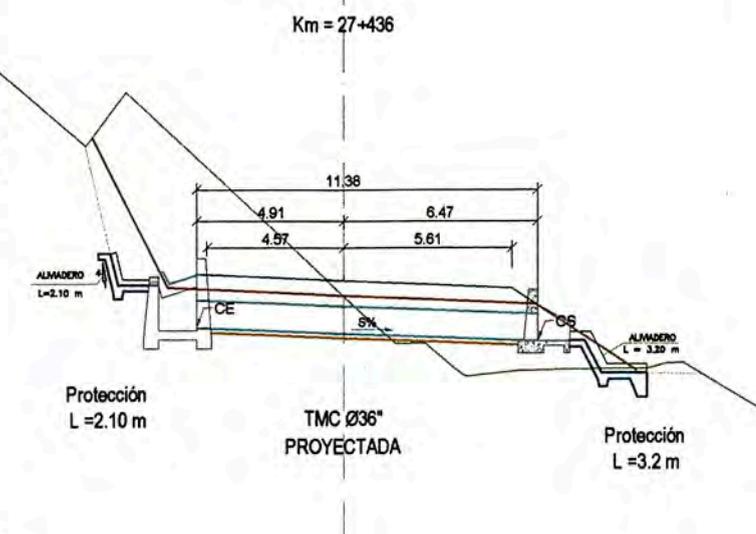
**LEYENDA**

- DUCTO: TMC, MC
- BUZÓN
- CABEZAL
- PROTECCIÓN, ALMADERO
- TERRENO NATURAL
- NIVEL DE CORTE Y RELLENO
- CANA DE ARENA
- ENCAUZAMIENTO
- DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGÜ
- RASANTE DE LA CARRETERA

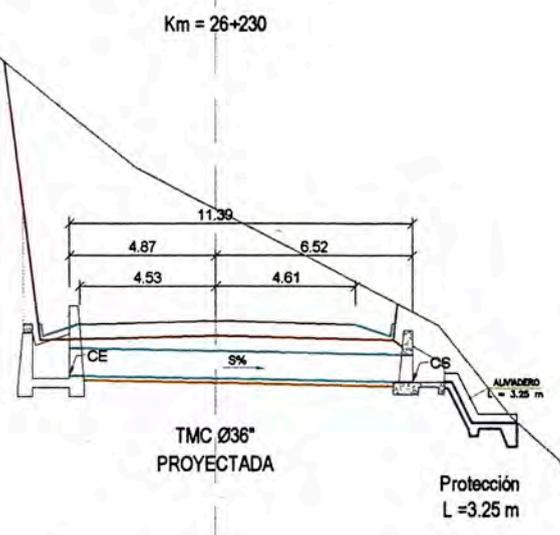
CSR = 3917.81  
 CT = 3911.62  
 CE = 3910.14  
 CS = 3908.83  
 S = 4%  
 L = 33.00 m



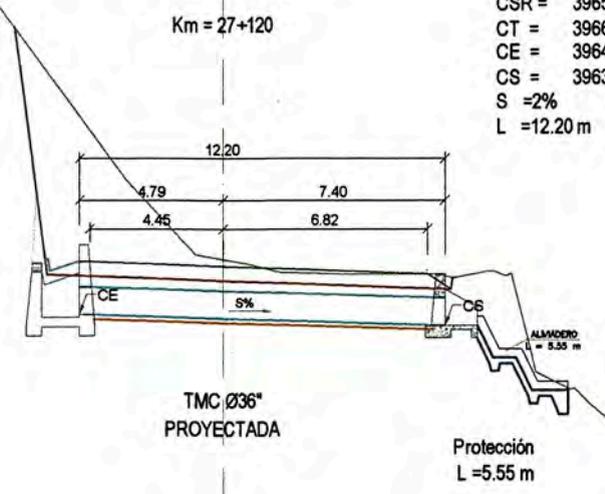
CSR = 3977.60  
 CT = 3977.58  
 CE = 3976.53  
 CS = 3976.07  
 S = 4%  
 L = 13.39 m



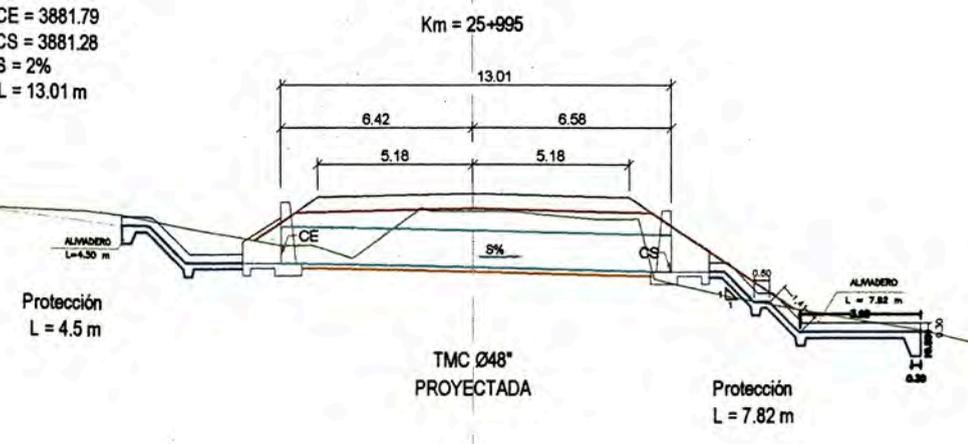
CSR = 3884.40  
 CT = 3908.60  
 CE = 3903.08  
 CS = 3902.86  
 S = 2%  
 L = 11.39 m



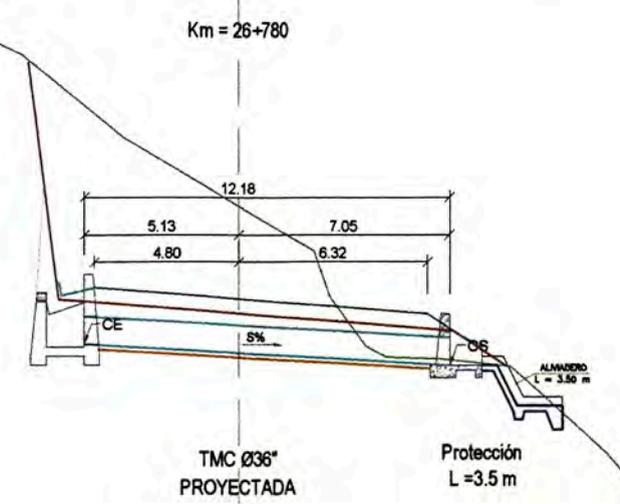
CSR = 3965.40  
 CT = 3966.10  
 CE = 3964.14  
 CS = 3963.89  
 S = 2%  
 L = 12.20 m



CSR = 3883.36  
 CT = 3883.26  
 CE = 3881.79  
 CS = 3881.28  
 S = 2%  
 L = 13.01 m

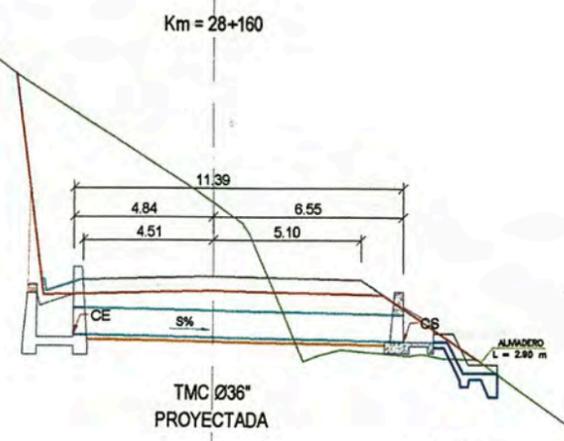


CSR = 3948.54  
 CT = 3952.10  
 CE = 3951.23  
 CS = 3950.75  
 S = 6%  
 L = 12.20 m



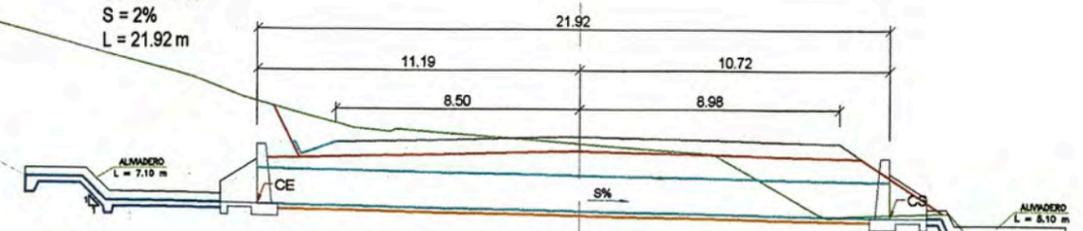
- LEYENDA**
- DUCTO: TMC, MC
  - BUZÓN
  - CABEZAL
  - PROTECCIÓN, ALMADERO
  - TERRENO NATURAL
  - NIVEL DE CORTE Y RELLENO
  - CAMA DE ARENA
  - ENCALZAMIENTO
  - DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
  - RASANTE DE LA CARRETERA PROY.

CSR = 4025.00  
 CT = 4028.01  
 CE = 4023.21  
 CS = 4023.00  
 S = 2%  
 L = 11.39 m



Protección  
L = 2.90 m

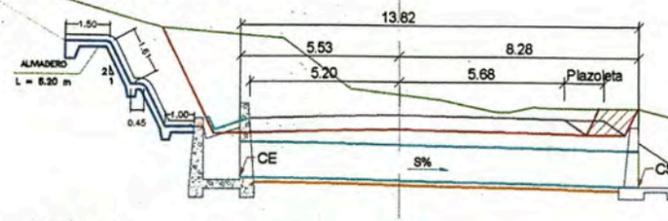
CSR = 4014.85  
 CT = 4015.10  
 CE = 4013.00  
 CS = 4012.59  
 S = 2%  
 L = 21.92 m



Protección  
L = 7.1 m

Protección  
L = 5.1 m

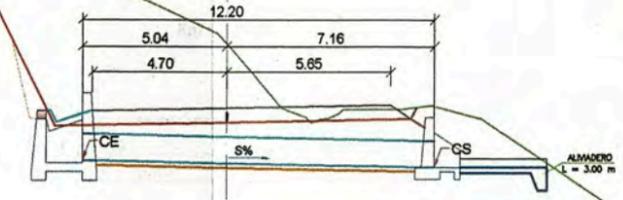
CSR = 4006.48  
 CT = 4008.37  
 CE = 4006.06  
 CS = 4005.80  
 S = 2%  
 L = 13.82 m



Protección  
L = 6.20 m

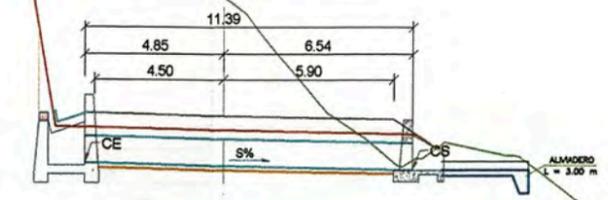
Protección  
L = 4.0 m

CSR = 4053.22  
 CT = 4055.93  
 CE = 4051.92  
 CS = 4051.69  
 S = 2%  
 L = 12.20 m



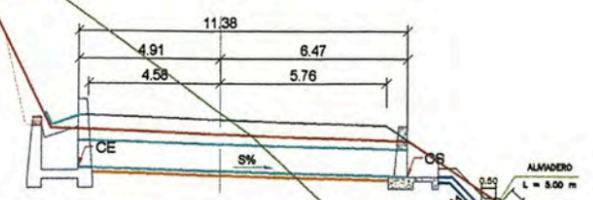
Protección  
L = 3.00 m

CSR = 4042.81  
 CT = 4047.36  
 CE = 4041.69  
 CS = 4041.47  
 S = 2%  
 L = 11.39 m



Protección  
L = 3.00 m

CSR = 4033.34  
 CT = 4034.05  
 CE = 4032.28  
 CS = 4031.94  
 S = 3%  
 L = 11.39 m

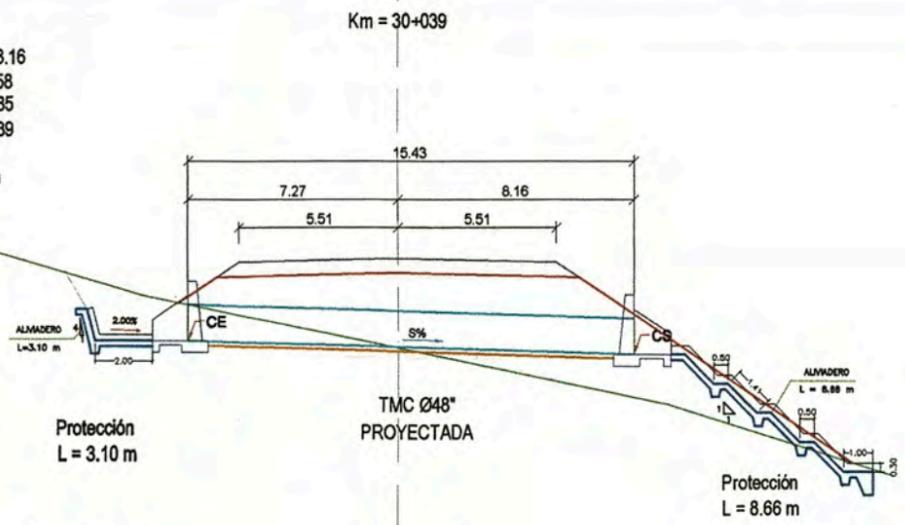


Protección  
L = 5.00 m

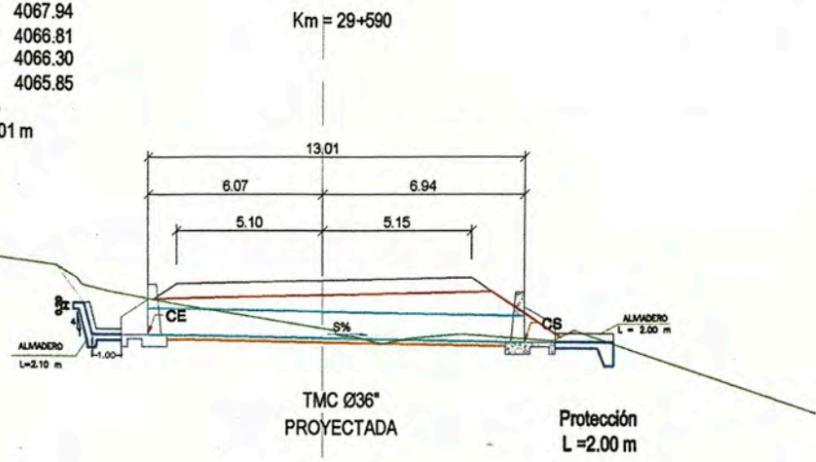


- LEYENDA**
- DUCTO: TMC, MC
  - BUZÓN
  - CABEZAL
  - PROTECCIÓN, ALMADERO
  - TERRENO NATURAL
  - NIVEL DE CORTE Y RELLENO
  - CAMA DE ARENA
  - ENCALZAMIENTO
  - DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
  - RASANTE DE LA CARRETERA PROY.

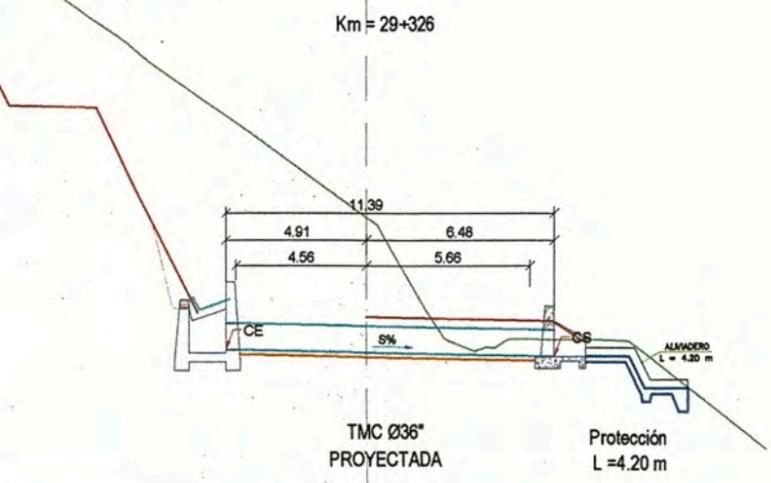
CSR = 4098.16  
 CT = 4095.58  
 CE = 4095.85  
 CS = 4095.39  
 S = 3%  
 L = 15.44 m



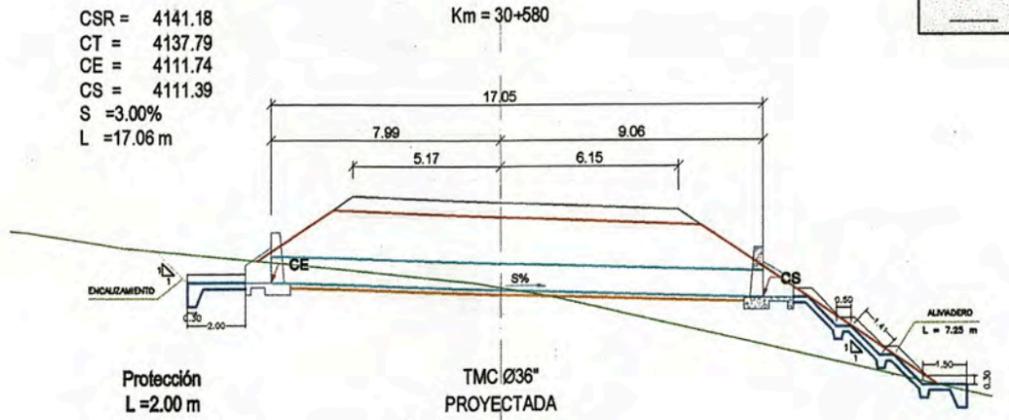
CSR = 4067.94  
 CT = 4066.81  
 CE = 4066.30  
 CS = 4065.85  
 S = 2%  
 L = 13.01 m



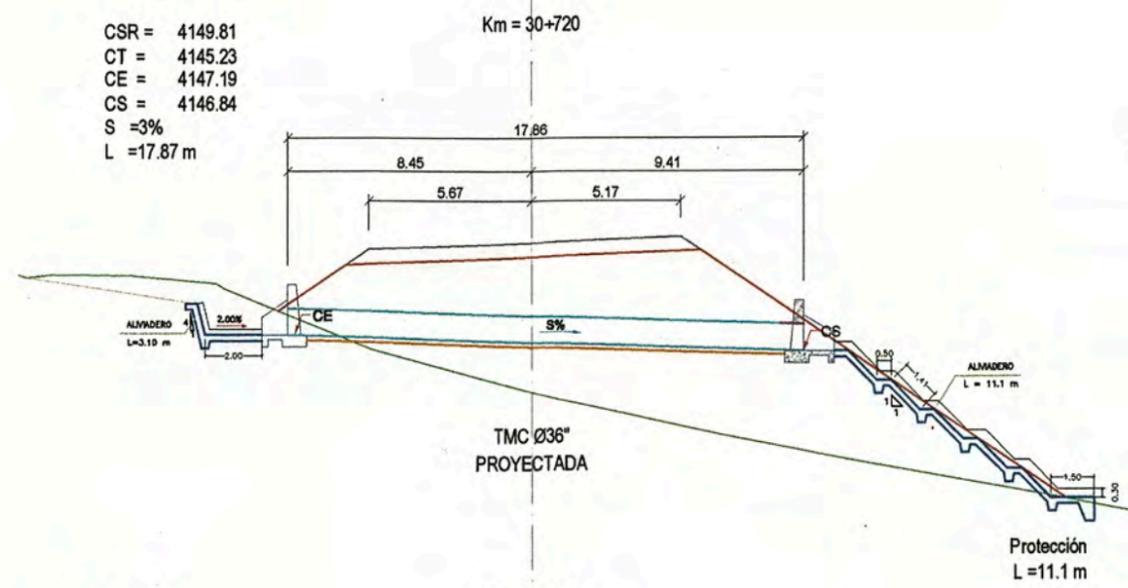
CSR = 4057.44  
 CT = 4060.80  
 CE = 4056.32  
 CS = 4056.10  
 S = 2%  
 L = 11.39 m



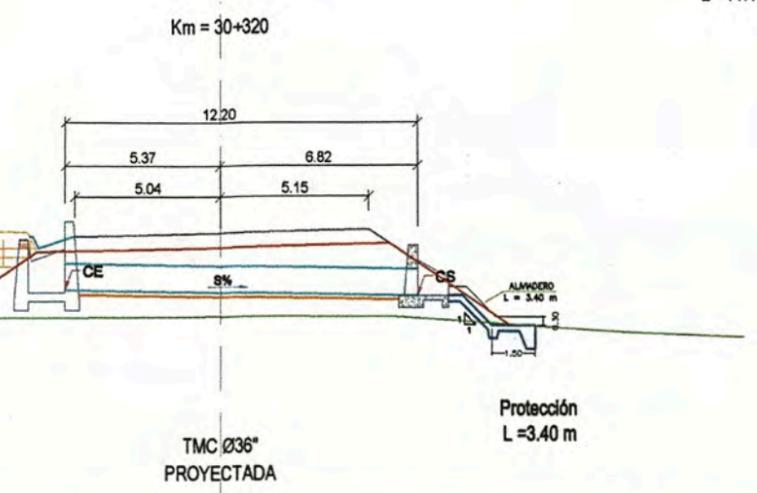
CSR = 4141.18  
 CT = 4137.79  
 CE = 4111.74  
 CS = 4111.39  
 S = 3.00%  
 L = 17.06 m



CSR = 4149.81  
 CT = 4145.23  
 CE = 4147.19  
 CS = 4146.84  
 S = 3%  
 L = 17.87 m

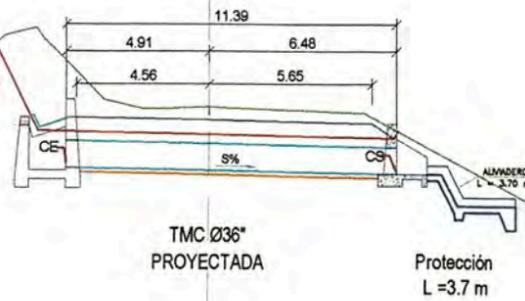


CSR = 4120.64  
 CT = 4118.31  
 CE = 4118.43  
 CS = 4118.18  
 S = 2.00%  
 L = 12.20 m



CSR = 4181.74  
 CT = 4182.67  
 CE = 4180.62  
 CS = 4180.41  
 S = 2%  
 L = 11.39 m

Km = 31+600

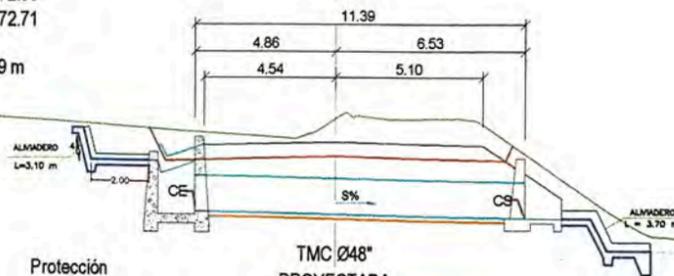


TMC Ø36\"/>
 PROYECTADA

Protección  
 L = 3.7 m

Km = 31+290

CSR = 4173.89  
 CT = 4175.18  
 CE = 4172.96  
 CS = 4172.71  
 S = 2%  
 L = 11.39 m



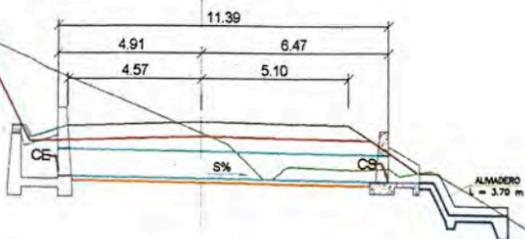
TMC Ø48\"/>
 PROYECTADA

Protección  
 L = 3.10 m

Protección  
 L = 3.7 m

Km = 31+034

CSR = 4167.41  
 CT = 4167.53  
 CE = 4166.09  
 CS = 4165.87  
 S = 2%  
 L = 11.39 m

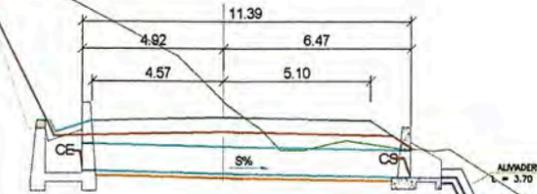


TMC Ø36\"/>
 PROYECTADA

Protección  
 L = 3.7 m

Km = 32+550

CSR = 4215.64  
 CT = 4216.67  
 CE = 4214.32  
 CS = 4214.09  
 S = 2%  
 L = 11.39 m

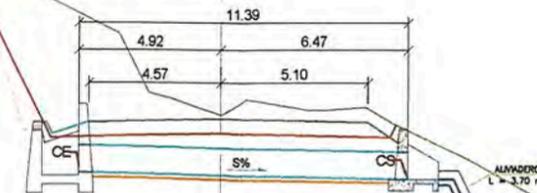


TMC Ø36\"/>
 PROYECTADA

Protección  
 L = 3.7 m

Km = 32+265

CSR = 4202.40  
 CT = 4203.03  
 CE = 4201.08  
 CS = 4200.85  
 S = 2%  
 L = 11.39 m

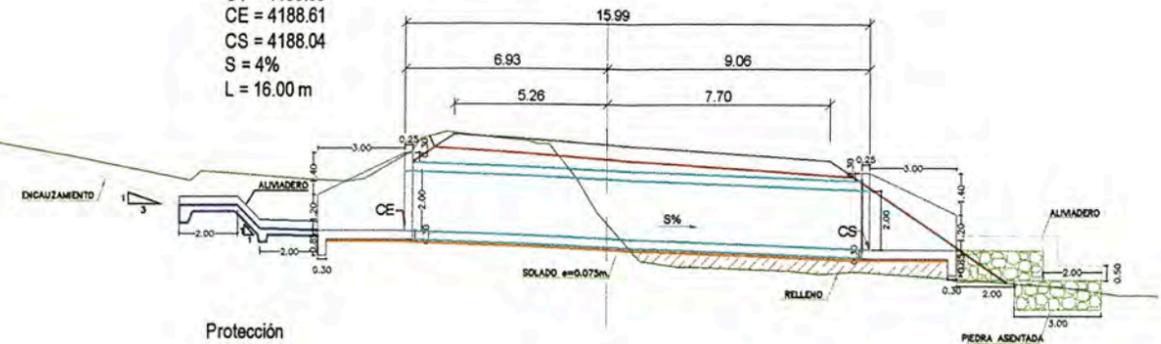


TMC Ø36\"/>
 PROYECTADA

Protección  
 L = 3.7 m

Km = 31+973

CSR = 4191.19  
 CT = 4189.03  
 CE = 4188.61  
 CS = 4188.04  
 S = 4%  
 L = 16.00 m



Protección  
 L = 5.10 m

MC 2.00x2.00 m  
 PROYECTADA

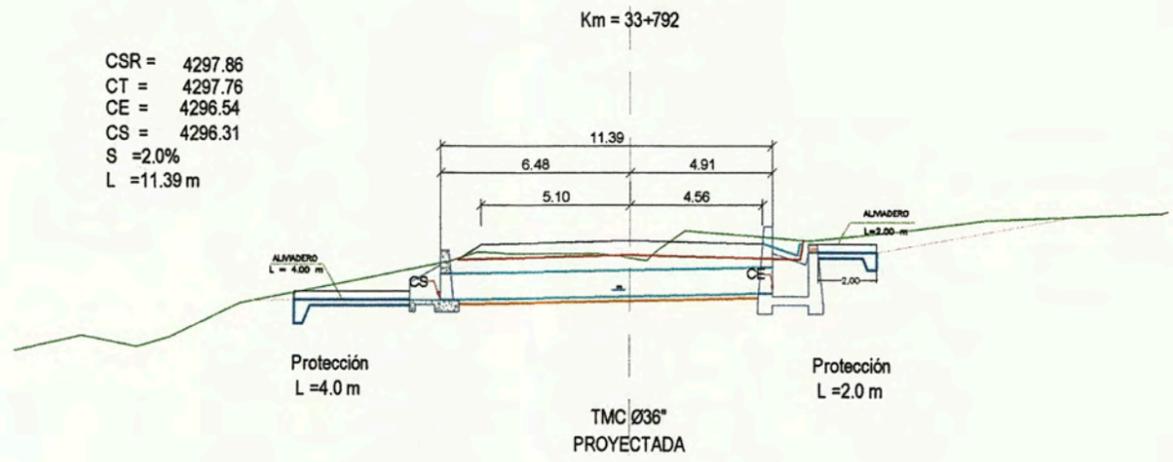
Protección  
 L = 5.0 m

- LEYENDA**
- DUCTO: TMC, MC
  - BLIZÓN
  - CABEZAL
  - PROTECCIÓN, ALMADERO
  - TERRENO NATURAL
  - NIVEL DE CORTE Y RELLENO
  - CAMA DE ARENA
  - ENCAUZAMIENTO
  - DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
  - RASANTE DE LA CARRETERA PROJ.

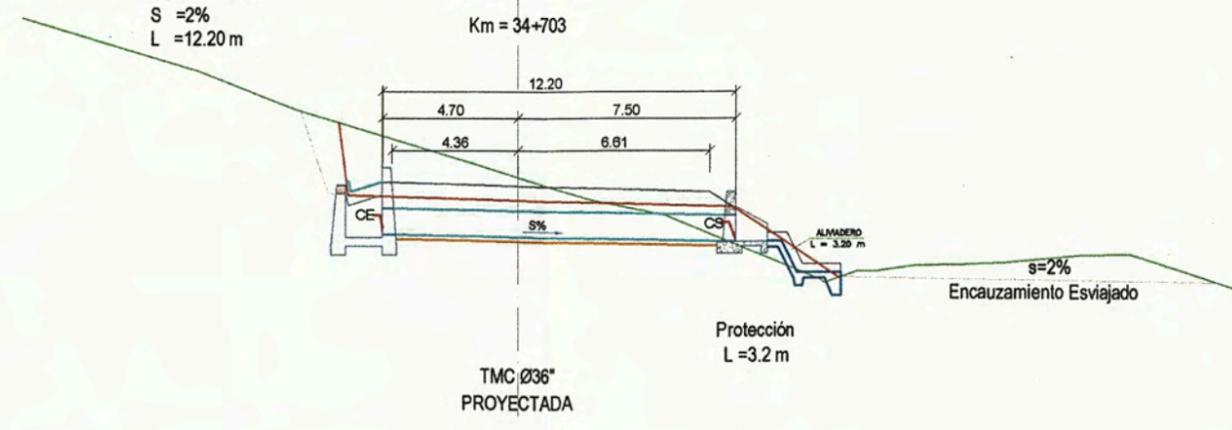


- LEYENDA**
- DUCTO: TMC, MC
  - BUZÓN
  - CABEZAL
  - PROTECCIÓN, ALMADERO
  - TERRENO NATURAL
  - NIVEL DE CORTE Y RELLENO
  - CAMA DE ARENA
  - ENCALZAMIENTO
  - DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
  - RASANTE DE LA CARRETERA PROY.

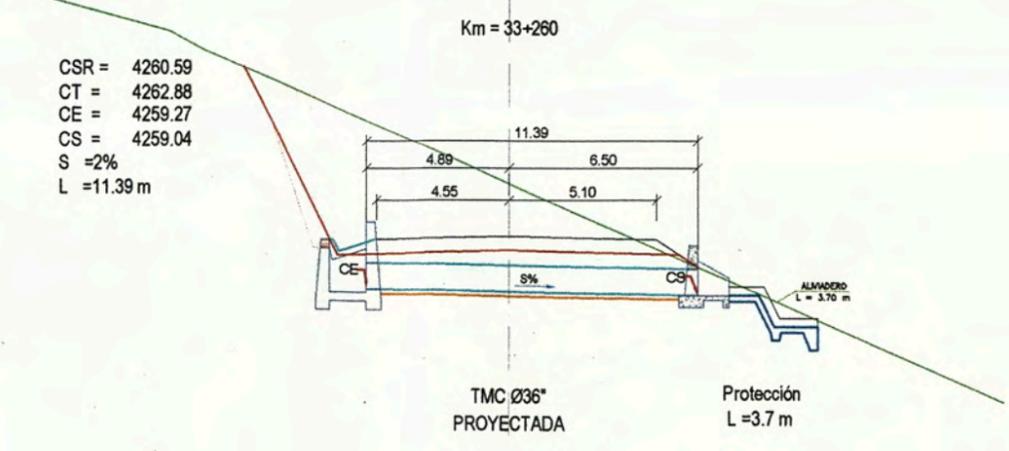
CSR = 4297.86  
 CT = 4297.76  
 CE = 4296.54  
 CS = 4296.31  
 S = 2.0%  
 L = 11.39 m



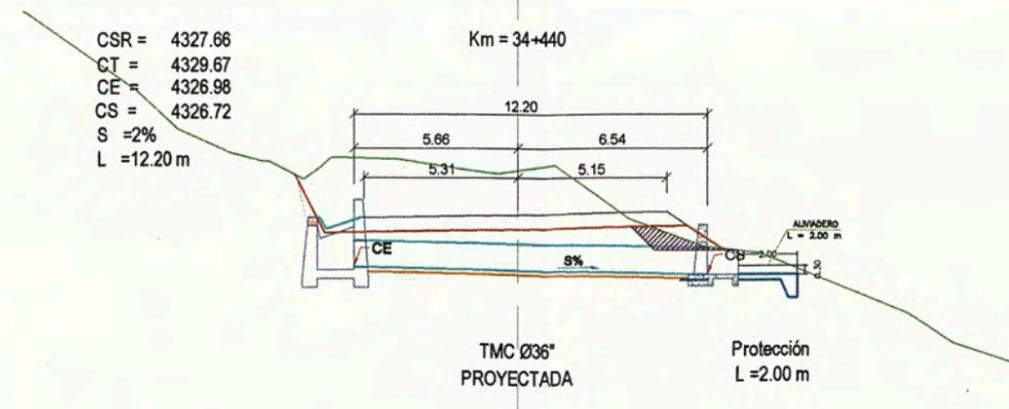
CSR = 4342.29  
 CT = 4343.07  
 CE = 4341.12  
 CS = 4340.87  
 S = 2%  
 L = 12.20 m



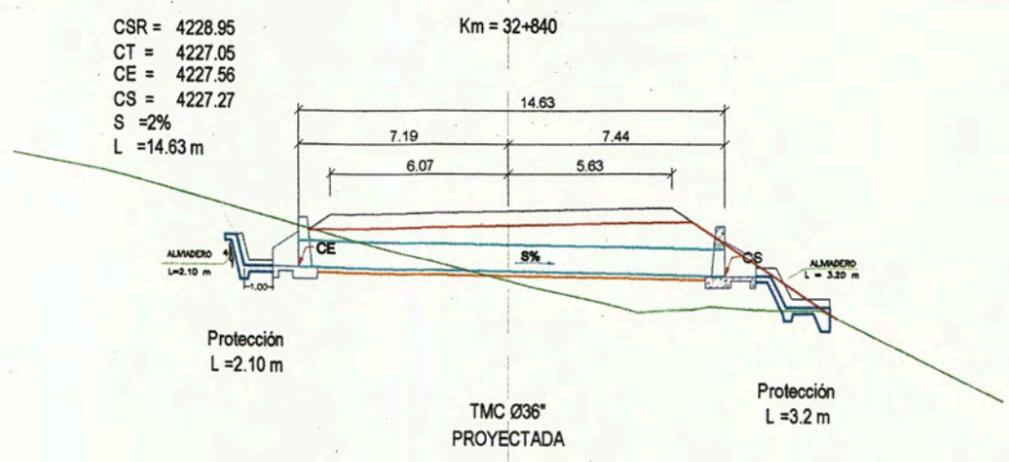
CSR = 4260.59  
 CT = 4262.88  
 CE = 4259.27  
 CS = 4259.04  
 S = 2%  
 L = 11.39 m



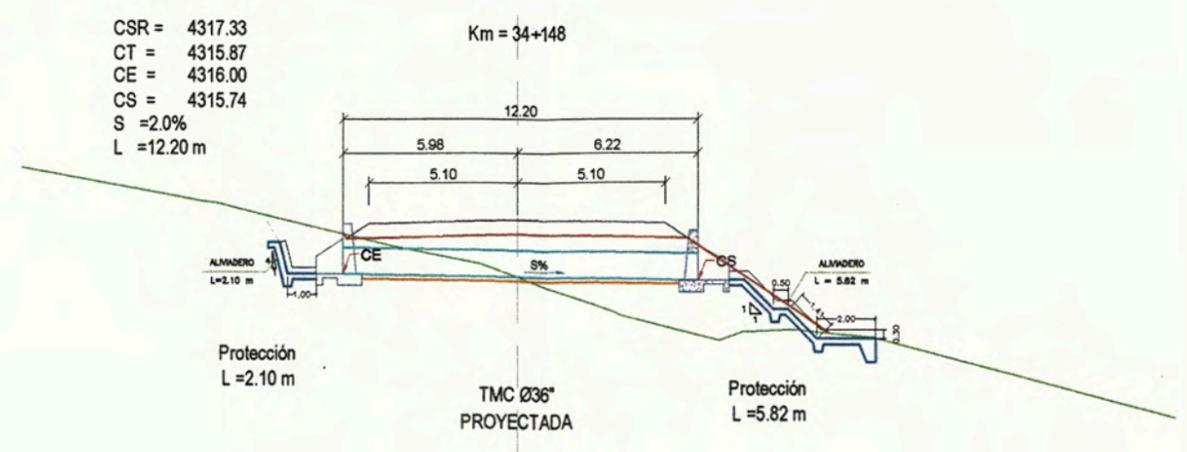
CSR = 4327.66  
 CT = 4329.67  
 CE = 4326.98  
 CS = 4326.72  
 S = 2%  
 L = 12.20 m



CSR = 4228.95  
 CT = 4227.05  
 CE = 4227.56  
 CS = 4227.27  
 S = 2%  
 L = 14.63 m

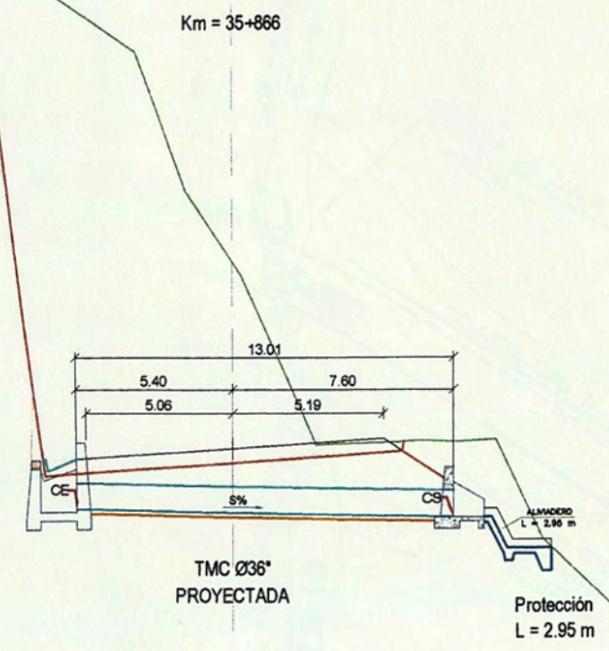


CSR = 4317.33  
 CT = 4315.87  
 CE = 4316.00  
 CS = 4315.74  
 S = 2.0%  
 L = 12.20 m

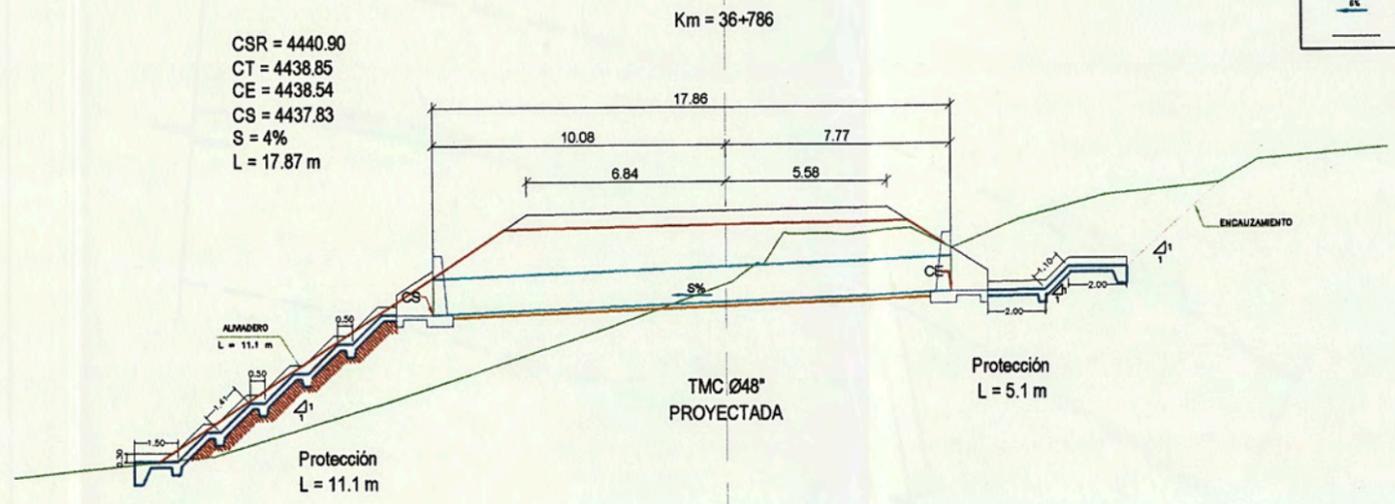


- LEYENDA**
- DUCTO: TMC, MC
  - BUZÓN
  - CABEZAL
  - PROTECCIÓN, ALMADERO
  - TERRENO NATURAL
  - NIVEL DE CORTE Y RELLENO
  - CAMA DE ARENA
  - ENCAUZAMIENTO
  - DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
  - RASANTE DE LA CARRETERA PROY.

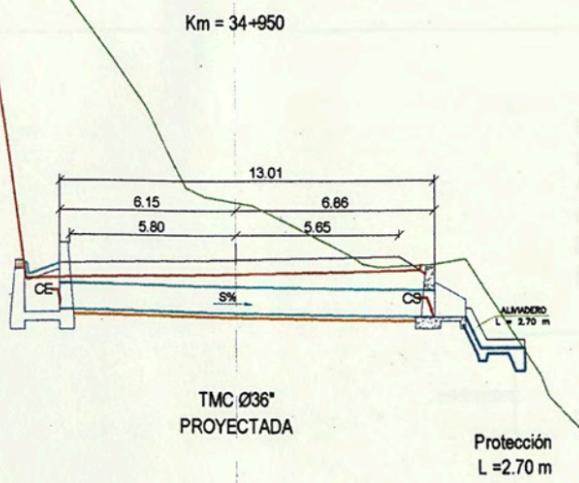
CSR = 4399.87  
 CT = 4406.82  
 CE = 4398.26  
 CS = 4397.99  
 S = 2%  
 L = 13.01 m



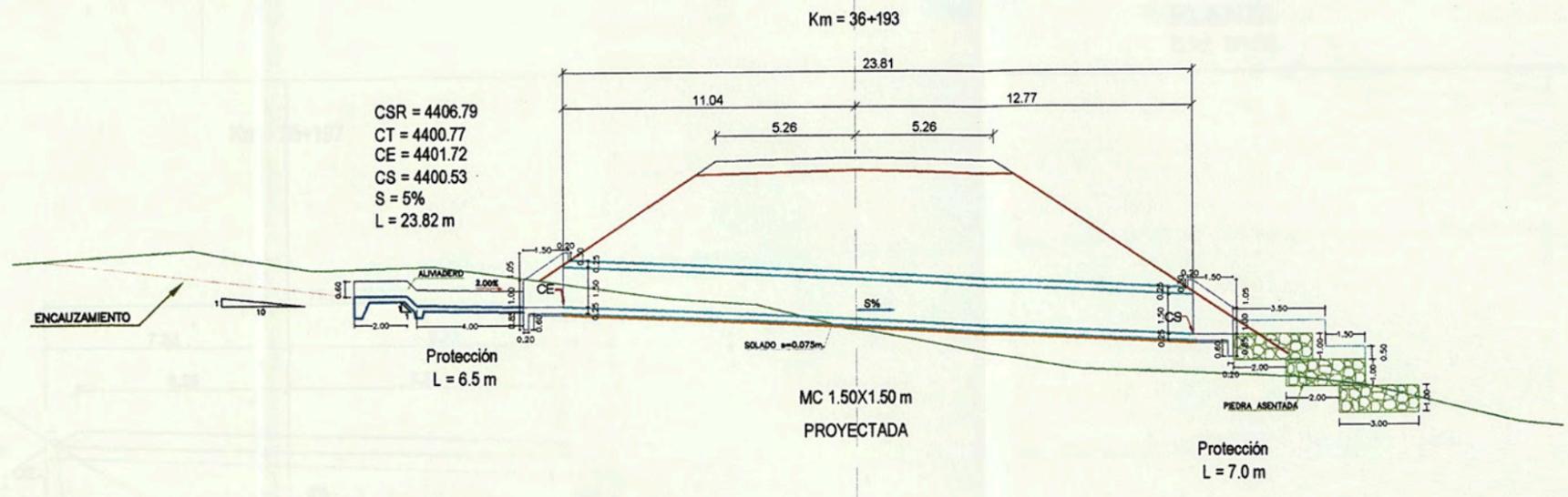
CSR = 4440.90  
 CT = 4438.85  
 CE = 4438.54  
 CS = 4437.83  
 S = 4%  
 L = 17.87 m

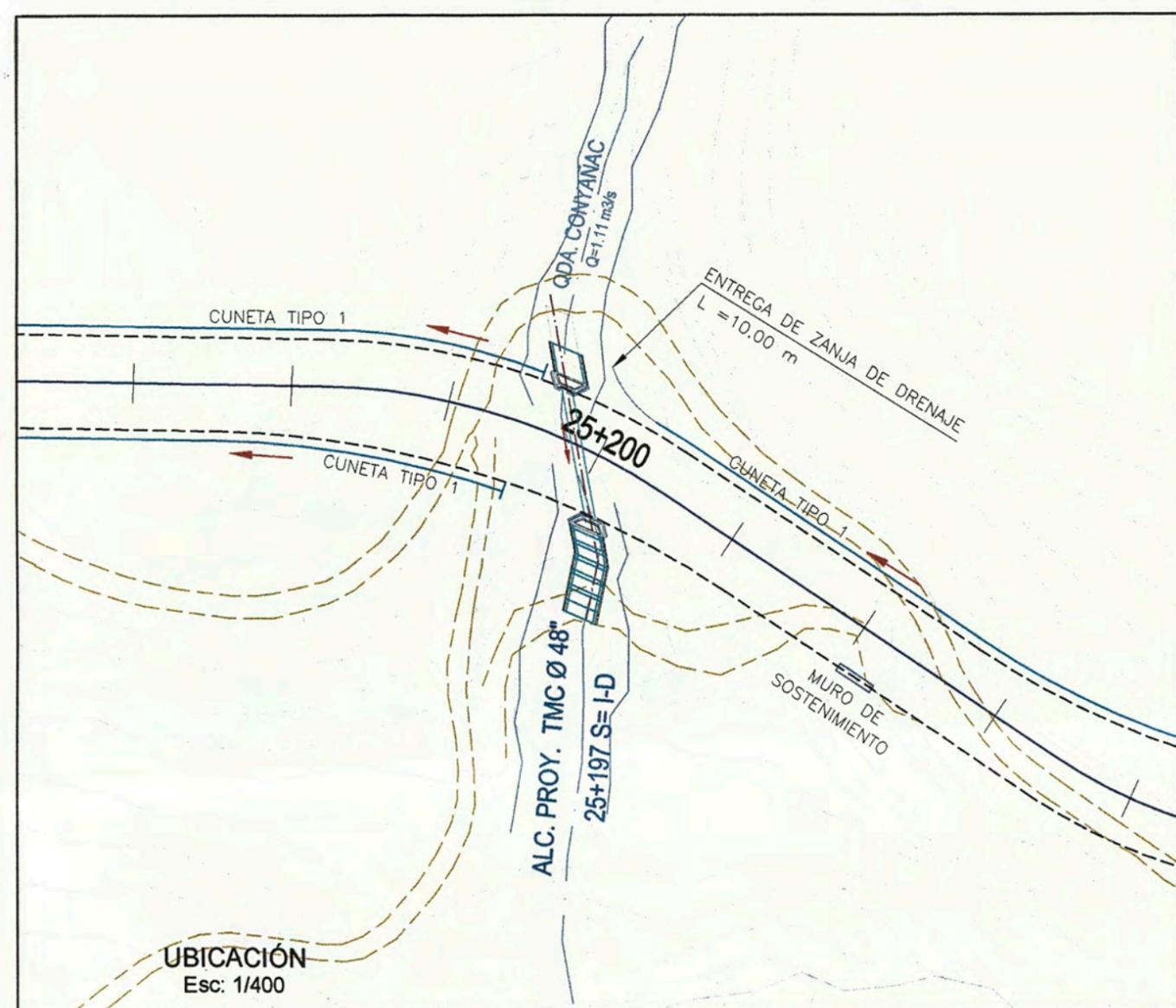


CSR = 4352.94  
 CT = 4355.40  
 CE = 4351.19  
 CS = 4350.93  
 S = 2%  
 L = 13.01 m

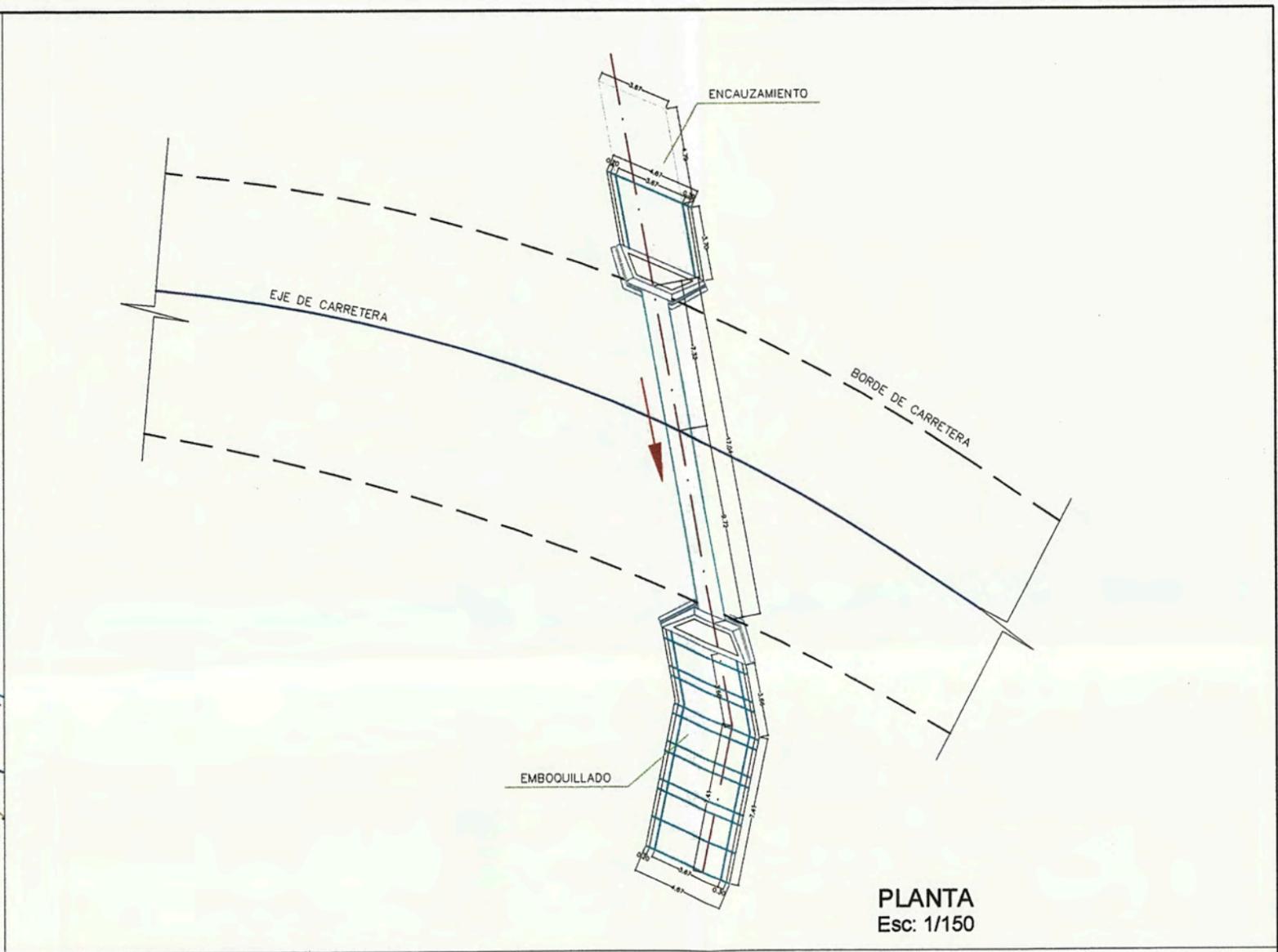


CSR = 4406.79  
 CT = 4400.77  
 CE = 4401.72  
 CS = 4400.53  
 S = 5%  
 L = 23.82 m

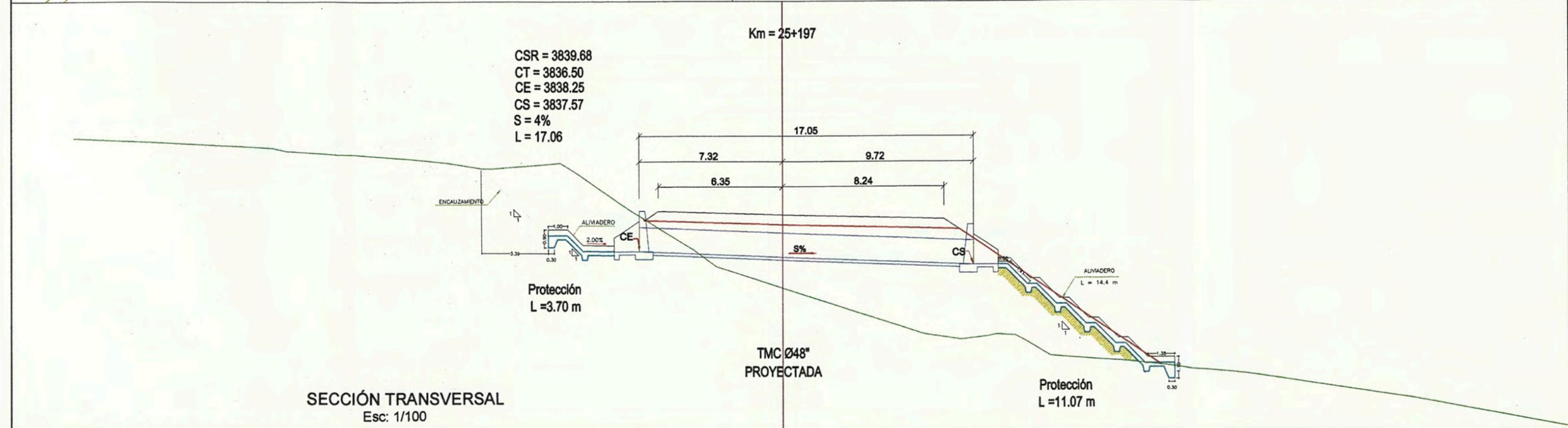




UBICACIÓN  
Esc: 1/400



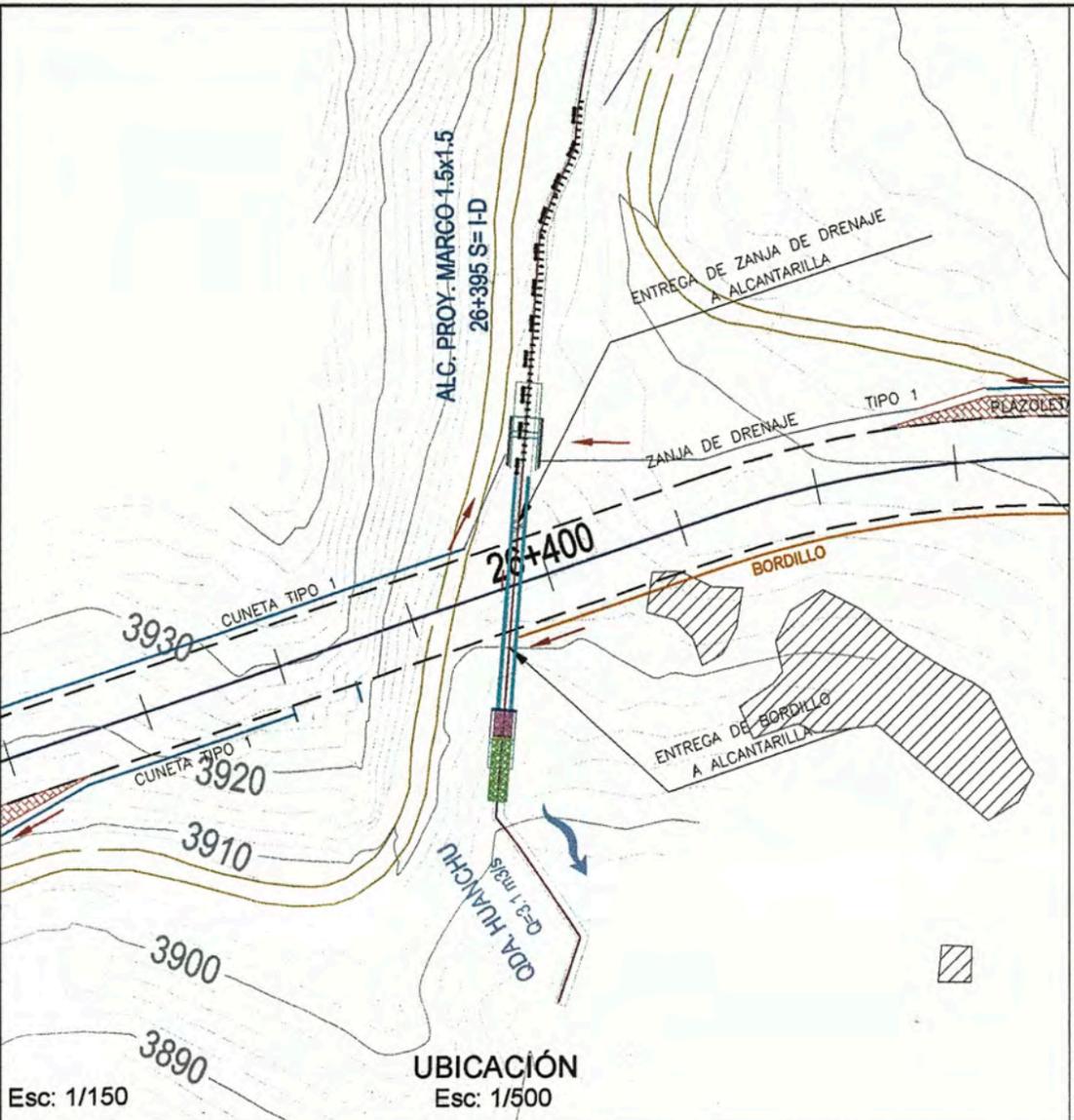
PLANTA  
Esc: 1/150



SECCIÓN TRANSVERSAL  
Esc: 1/100

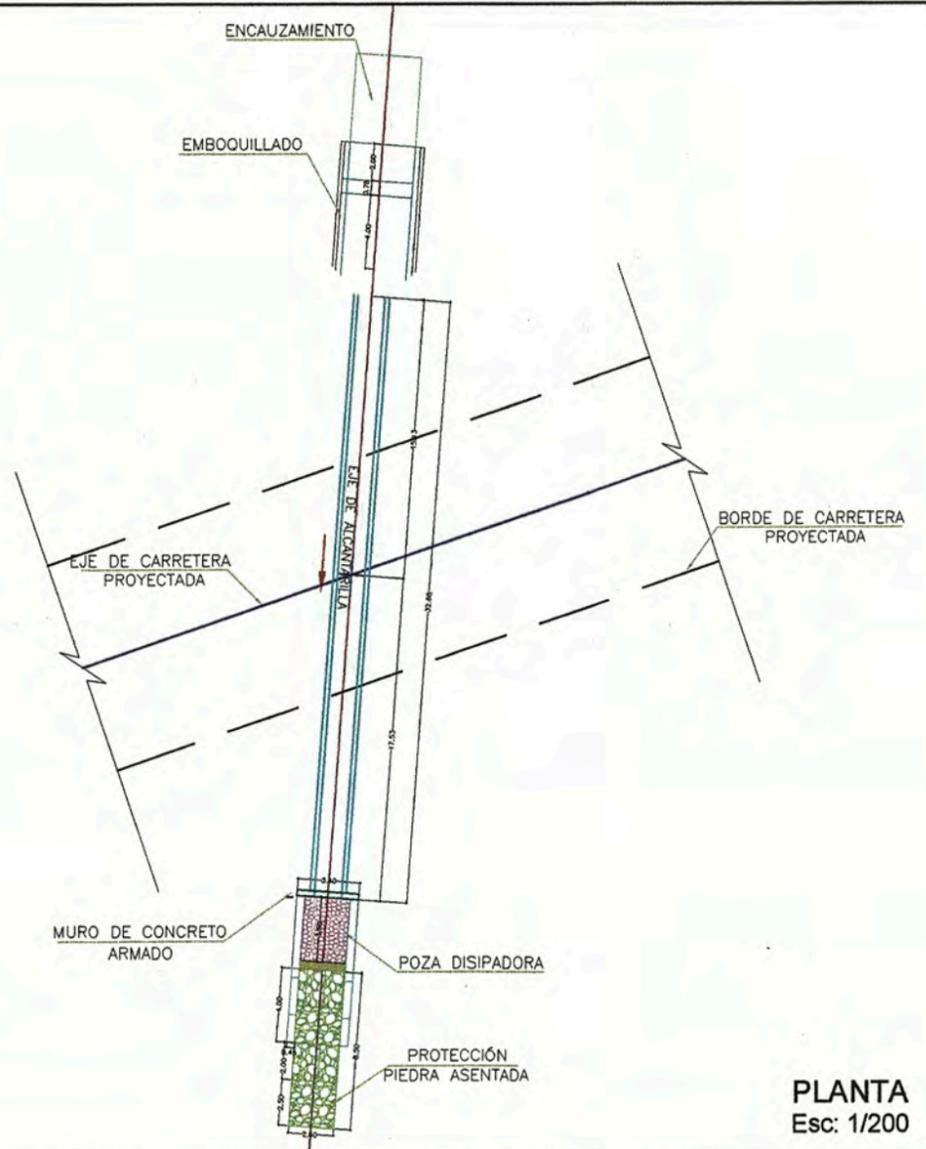
TMC Ø 48\"/>

Protección  
L = 11.07 m

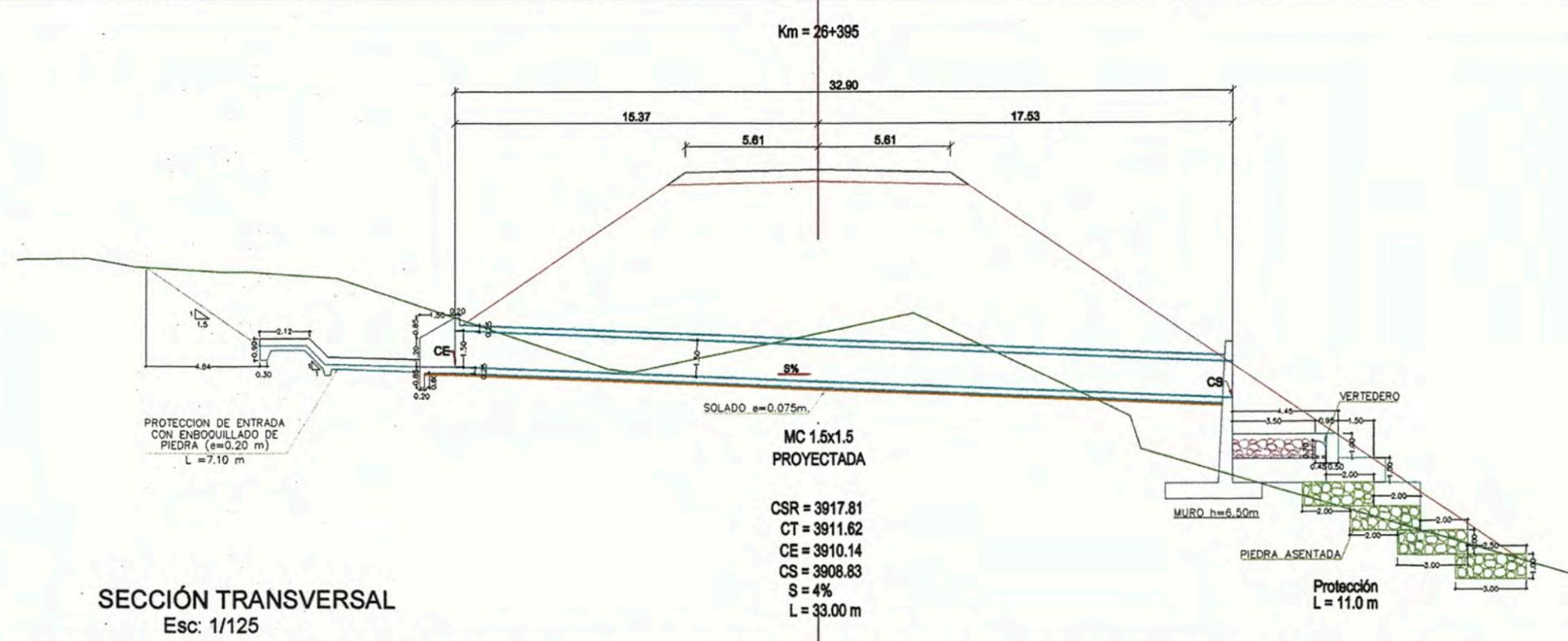


Esc: 1/150

UBICACIÓN  
Esc: 1/500



PLANTA  
Esc: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL  
Esc: 1/125

Km = 26+395  
32.90  
15.37 5.61 5.61 17.53  
S=4%  
SOLADO e=0.075m.  
MC 1.5x1.5  
PROYECTADA  
CSR = 3917.81  
CT = 3911.62  
CE = 3910.14  
CS = 3908.83  
S = 4%  
L = 33.00 m

VERTEDERO  
MURO h=6.50m  
PIEDRA ASENTADA  
Protección  
L = 11.0 m



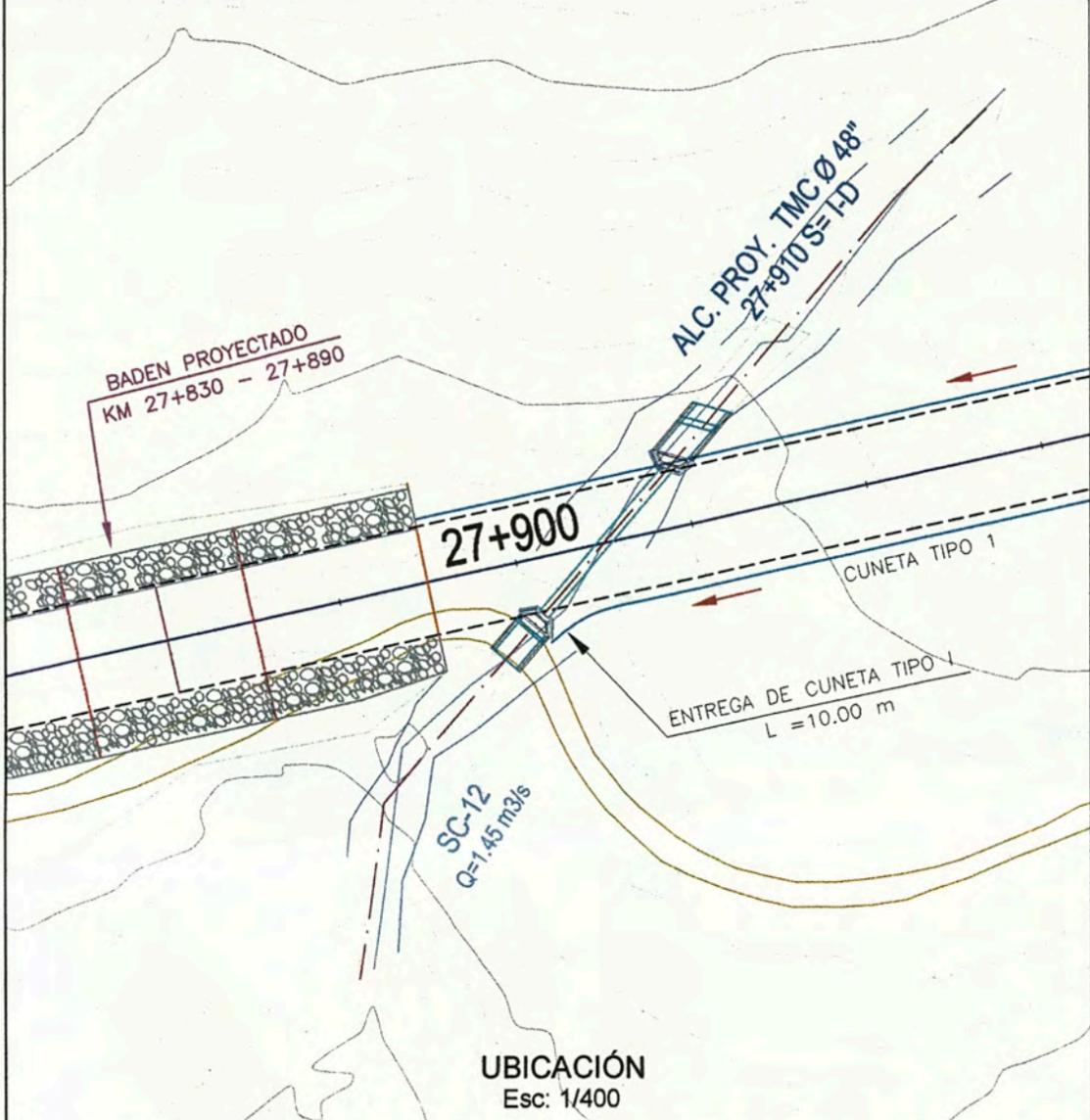
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos

BACHILLER: CAMUS HUAMAN NEYSSER HUGO  
CODIGO: 19992597F

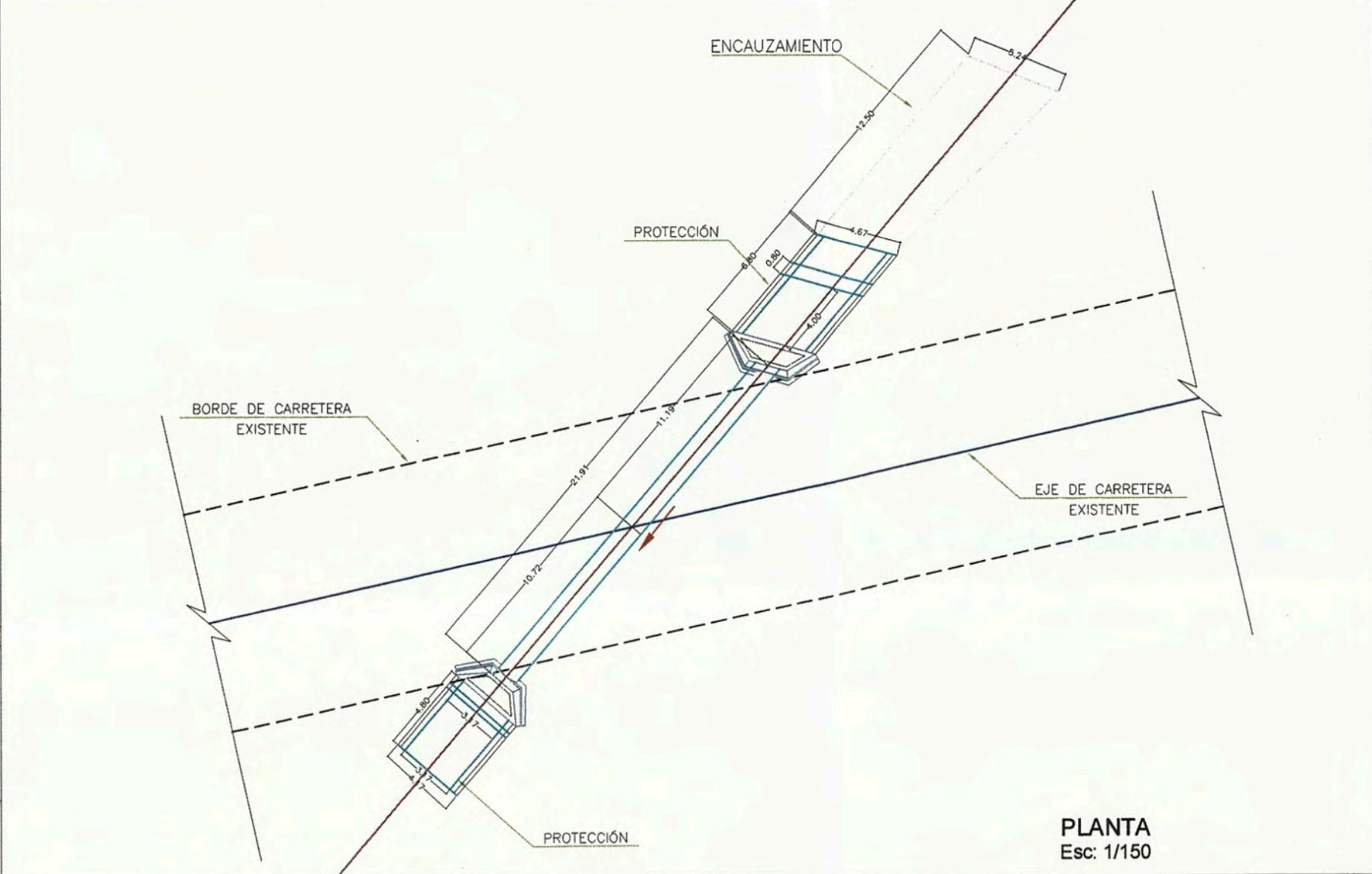
Proyecto: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PARA LA DURABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS."  
APLICACIÓN: CARRETERA CANTA - HUAYLLAY  
KM 24 - KM 37

DETALLES ALCANTARILLAS DE CRUCE  
07-5  
Escala: INDICADA  
Fecha: Mayo 2013

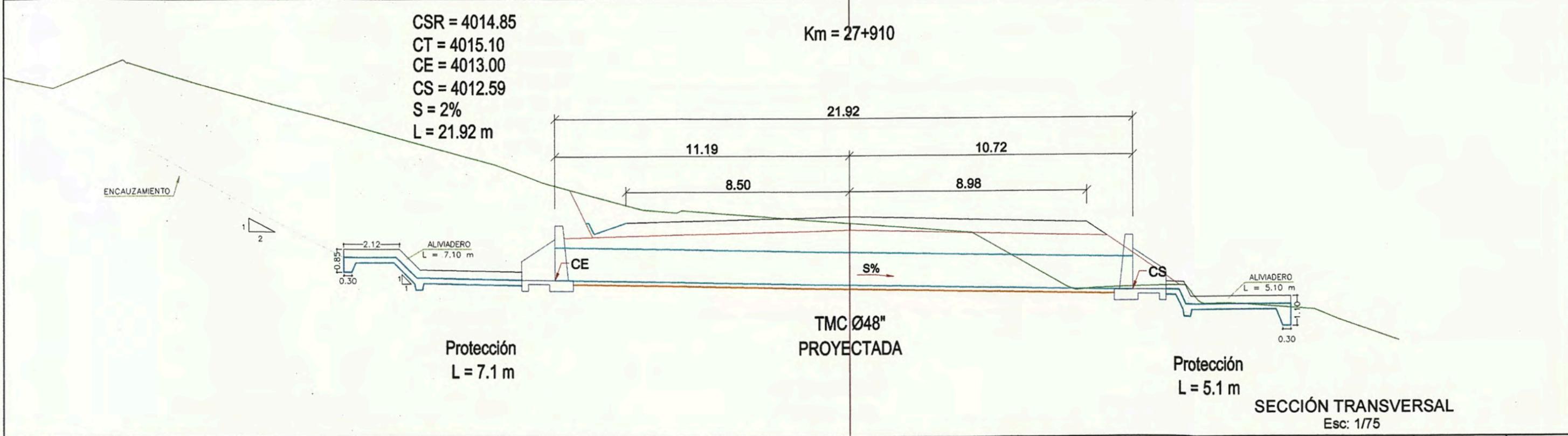
Plano: AC-2



**UBICACIÓN**  
Esc: 1/400



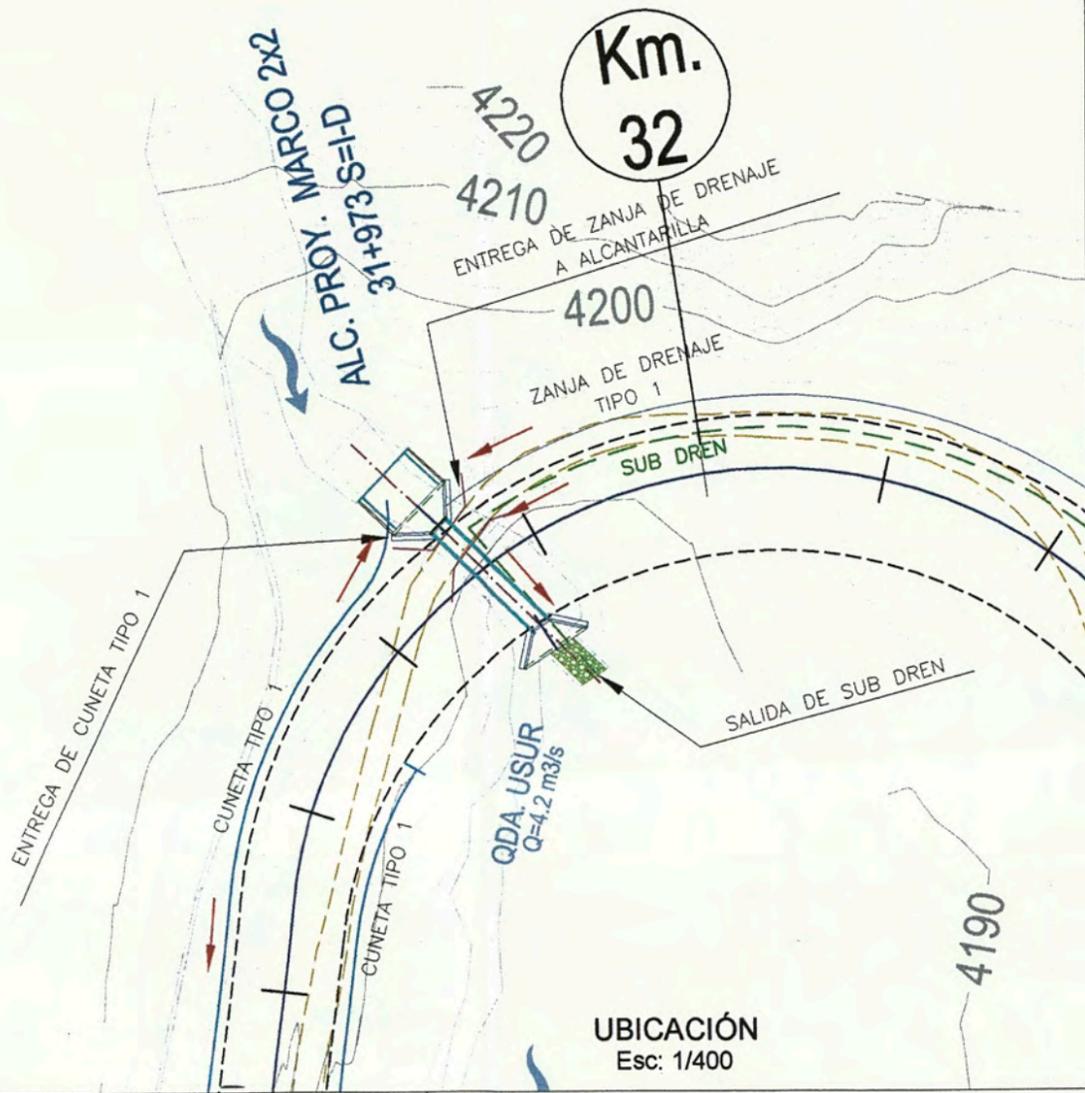
**PLANTA**  
Esc: 1/150



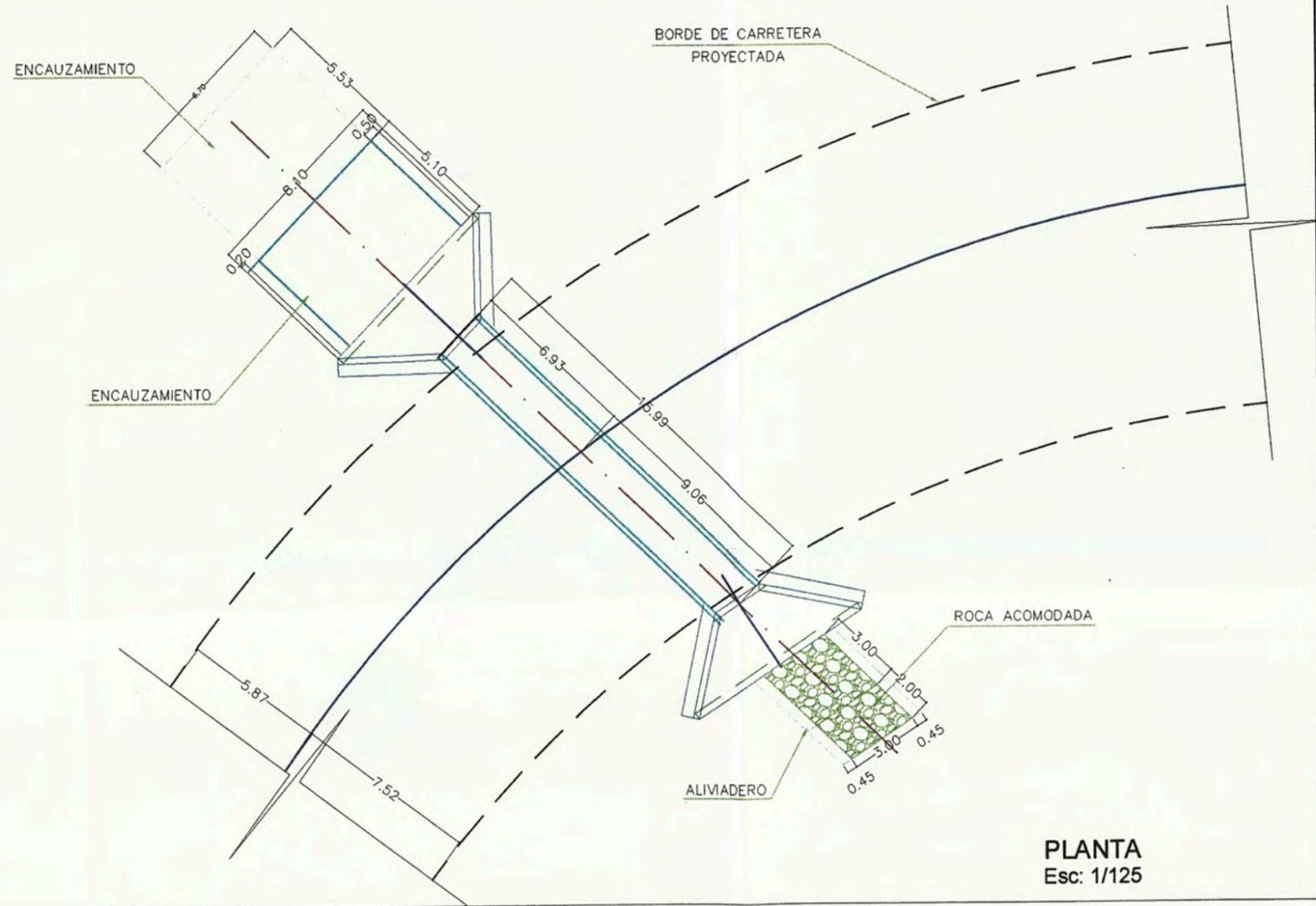
**SECCIÓN TRANSVERSAL**  
Esc: 1/75

CSR = 4014.85  
CT = 4015.10  
CE = 4013.00  
CS = 4012.59  
S = 2%  
L = 21.92 m

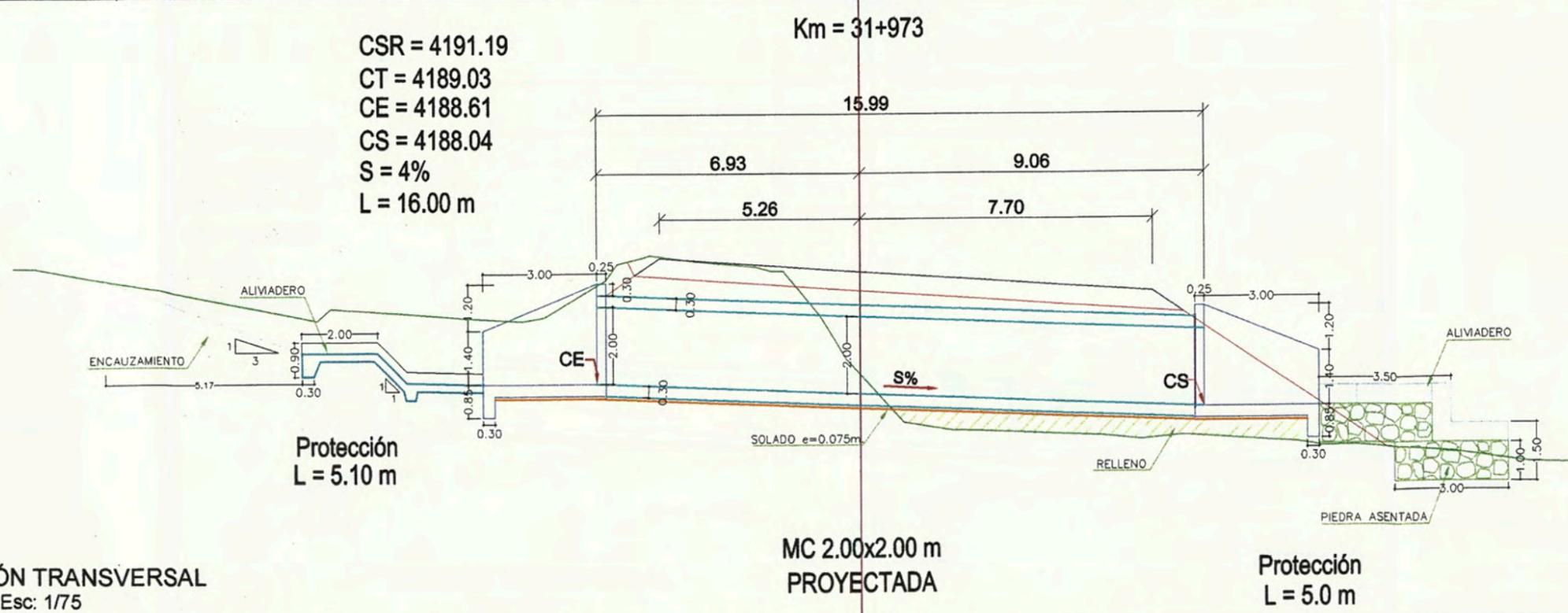
Km = 27+910



UBICACIÓN  
Esc: 1/400



PLANTA  
Esc: 1/125

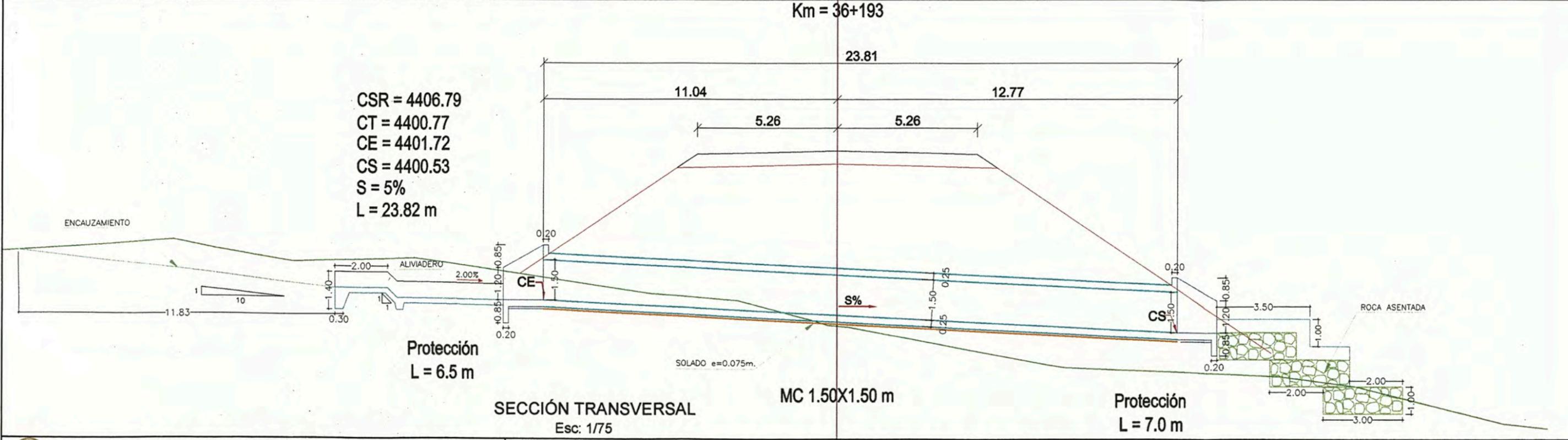
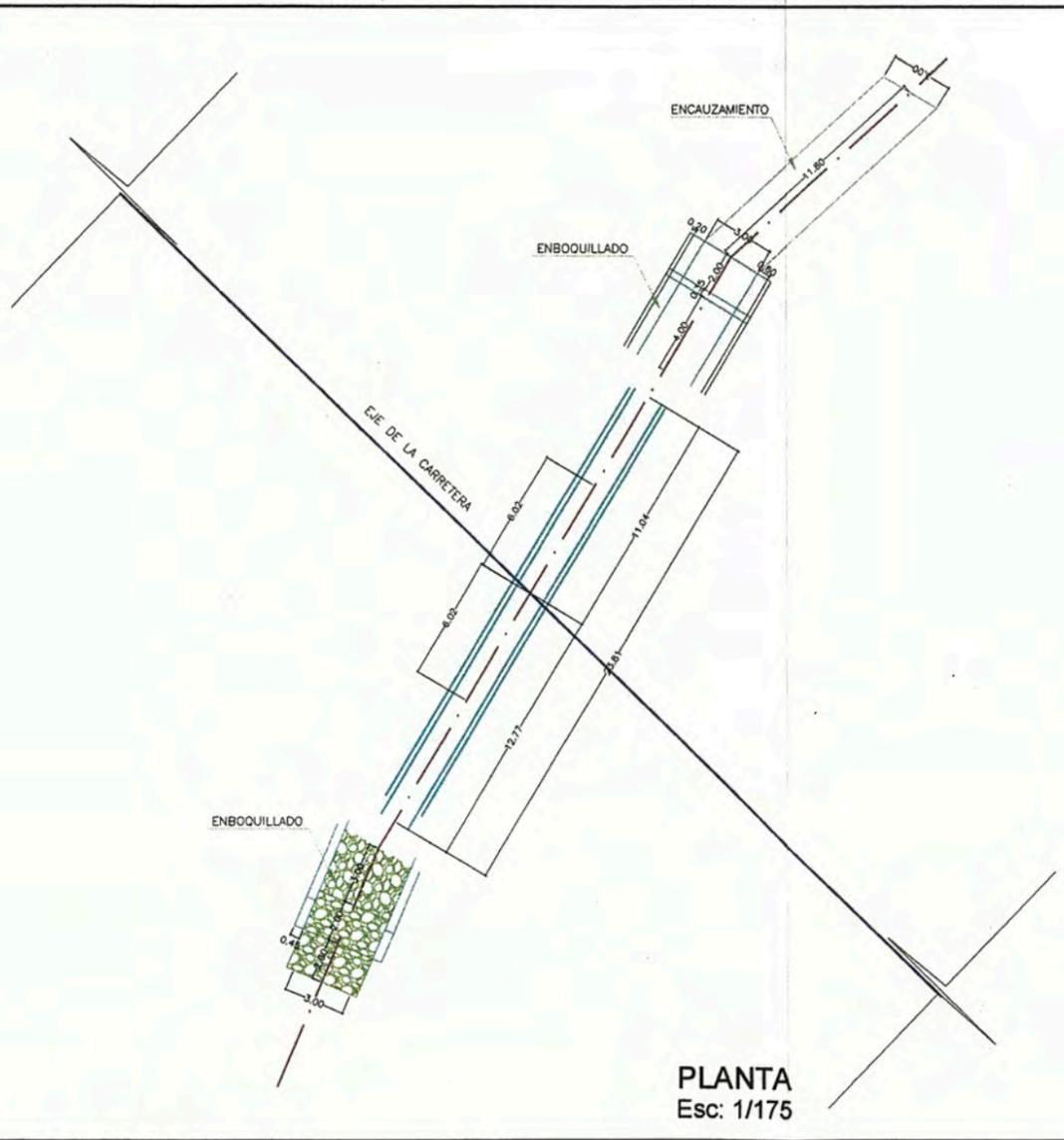
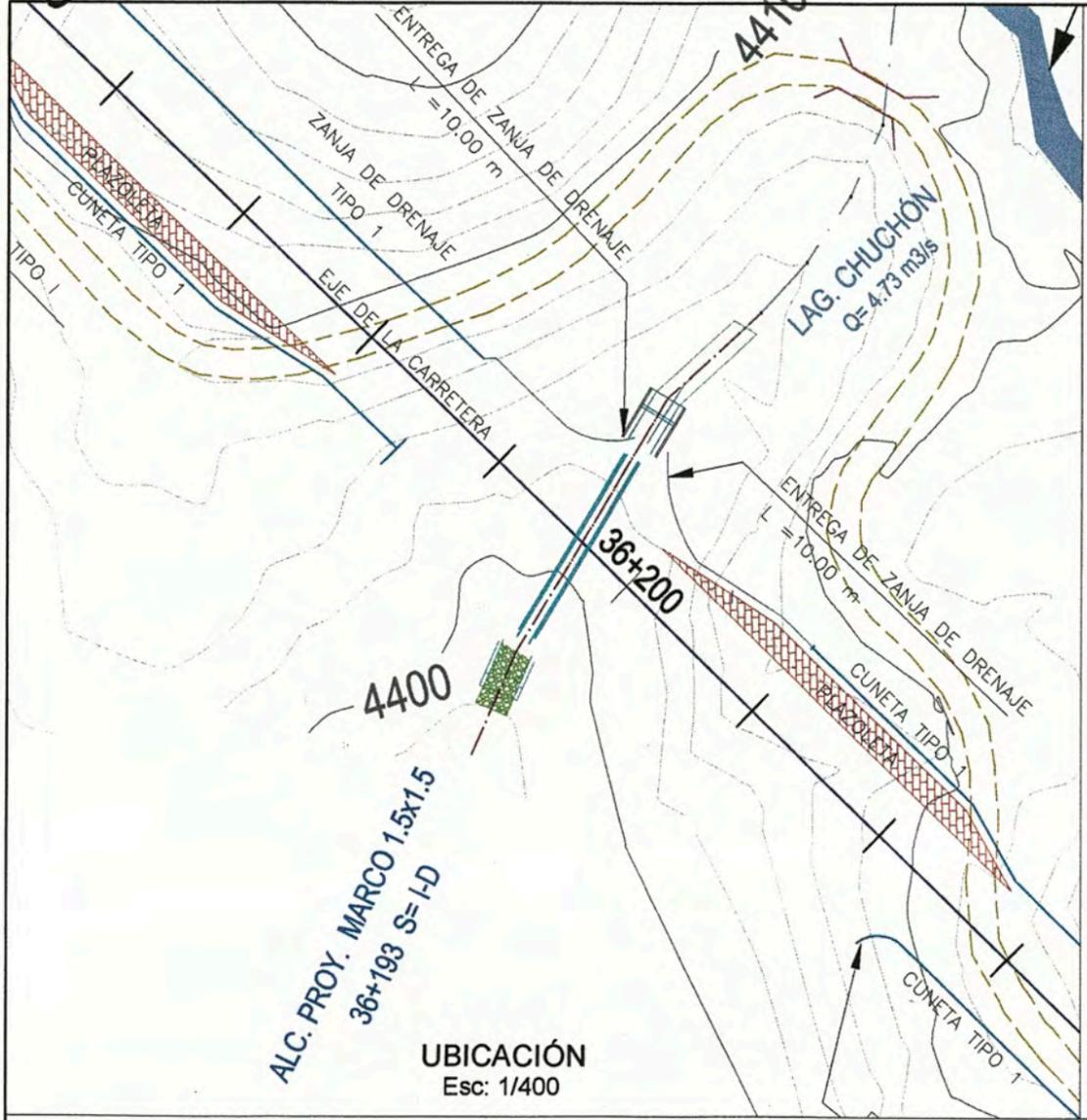


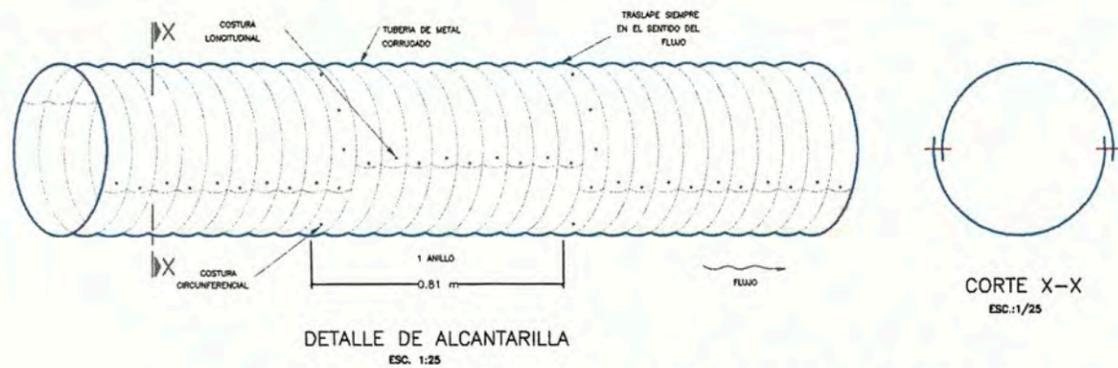
SECCIÓN TRANSVERSAL  
Esc: 1/75

MC 2.00x2.00 m  
PROYECTADA

Protección  
L = 5.0 m







PESOS Y ALTURAS DE COBERTURAS MINIMAS Y MAXIMAS  
ESPESORES SIN RECUBRIMIENTO

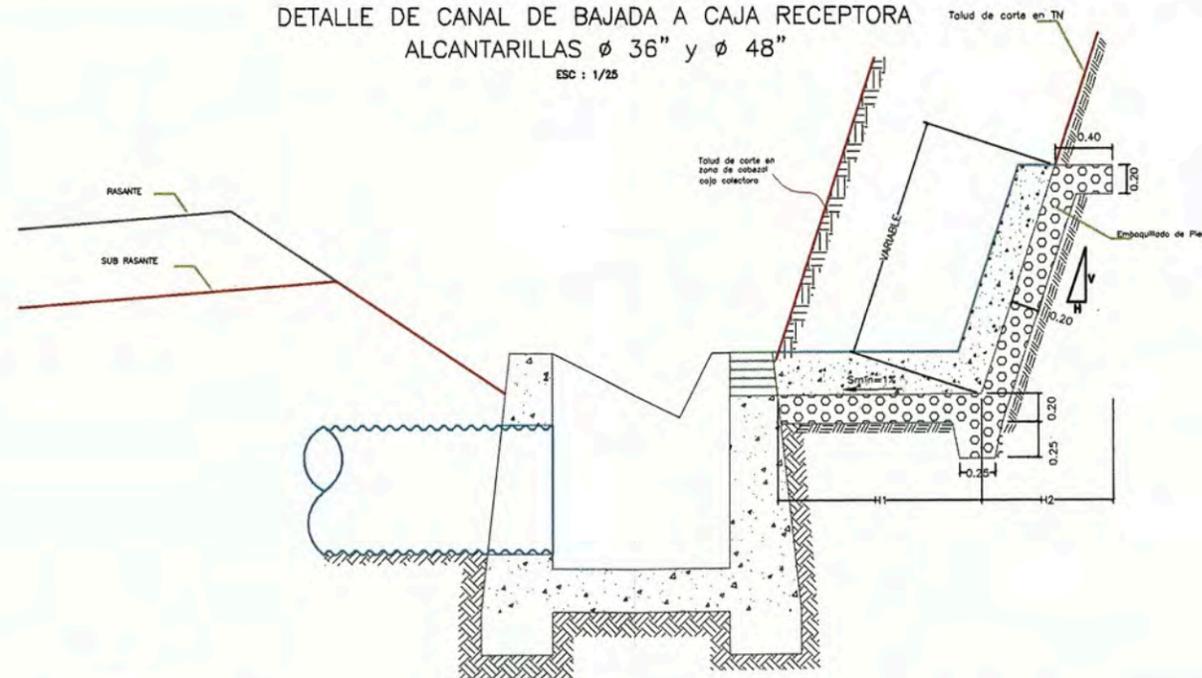
Diámetro (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Altura Mínima de Cobertura (m)	Altura Máxima de Cobertura (m)	Pendiente Longitudinal (%)
0.90	0.64	2.0	59.30	0.30	16.40	2.00
1.20	1.13	2.5	92.96	0.30	15.90	2.00
1.50	1.77	3.0	143.06	0.30	15.80	2.00
1.80	2.54	3.3	179.78	0.30	14.80	2.00

\* La Altura es medido a nivel de la Sub Rasante

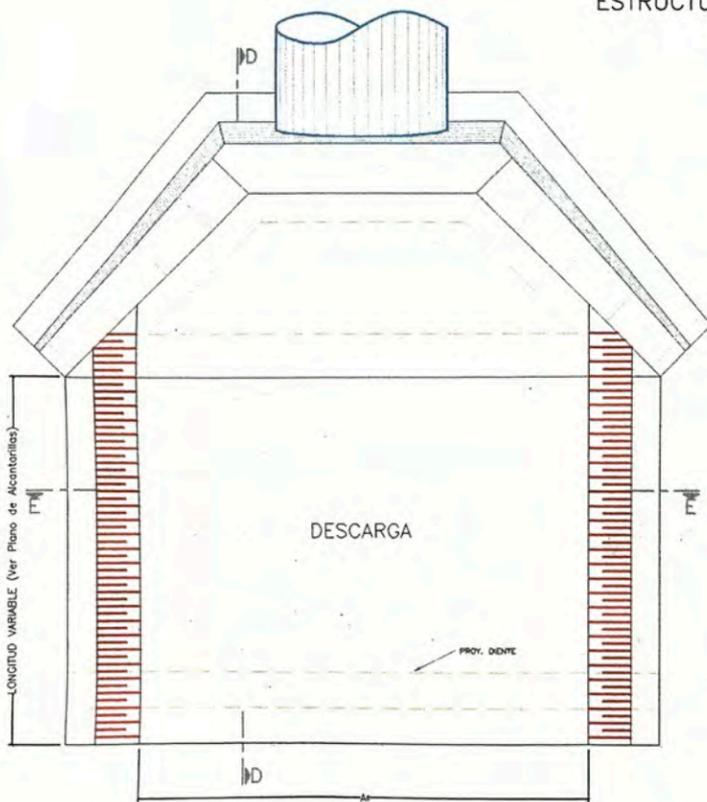


**CORTE X-X**  
ESC: 1/25

**DETALLE DE CANAL DE BAJADA A CAJA RECEPTORA**  
ALCANTARILLAS  $\phi$  36" y  $\phi$  48"  
ESC: 1/25

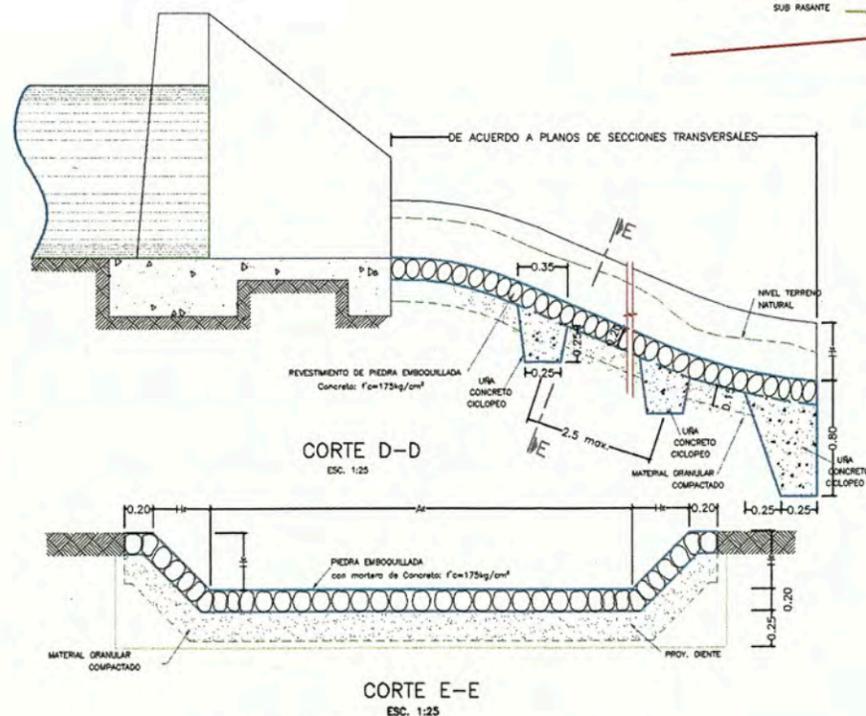


**ESTRUCTURA DE DESCARGA**  
ESC: 1/25



**PLANTA**  
ESC: 1:25

- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- CABEZAL, ALAS Y CAJA RECEPTORA CONCRETO SIMPLE  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$
  - CANAL DE ENTRADA Y CANAL DE DESCARGA PIEDRA EMBOQUILLADA: P.M. (5" tam. max.) + mortero de  $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .
  - MATERIAL GRANULAR TIPO A1, A2 & A3 CLASIF. AASHTO



**DIMENSIONES ESTRUCTURAS DE DESCARGA**

CON ALERO A 45°

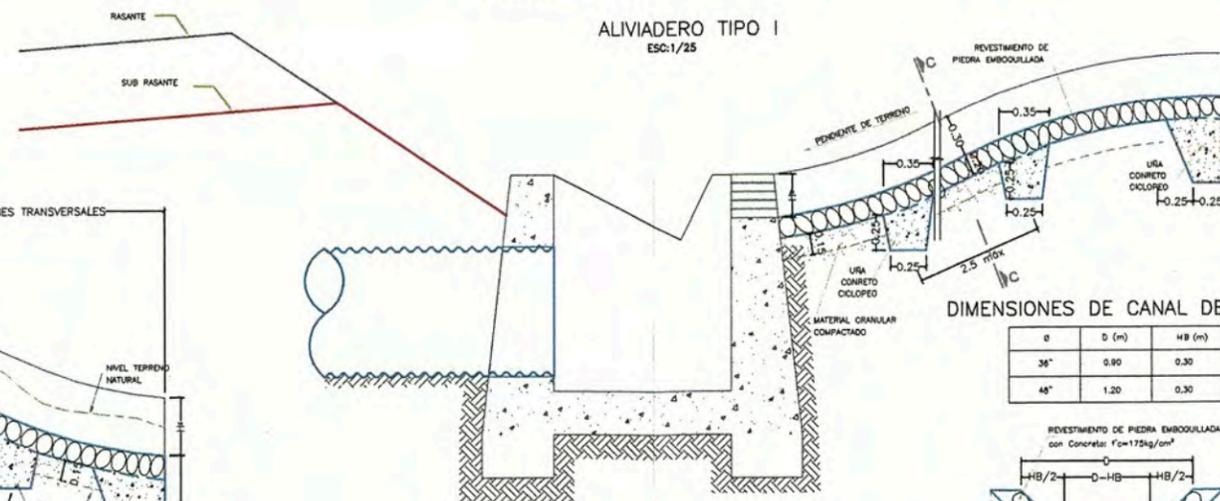
$\phi$	$A_e$	$H_e$
36"	2.42	0.30
48"	3.15	0.30

CON ALERO RECTO

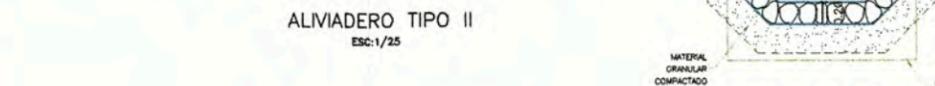
$\phi$	$A_e$	$H_e$
36"	1.20	0.30
48"	1.50	0.30

NOTA  
\* Las longitudes necesarias serán verificadas en el terreno

**ALVIADERO TIPO I**  
ESC: 1/25

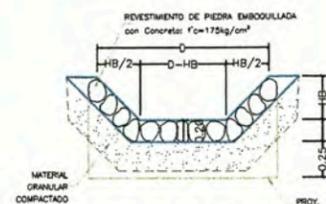


**ALVIADERO TIPO II**  
ESC: 1/25



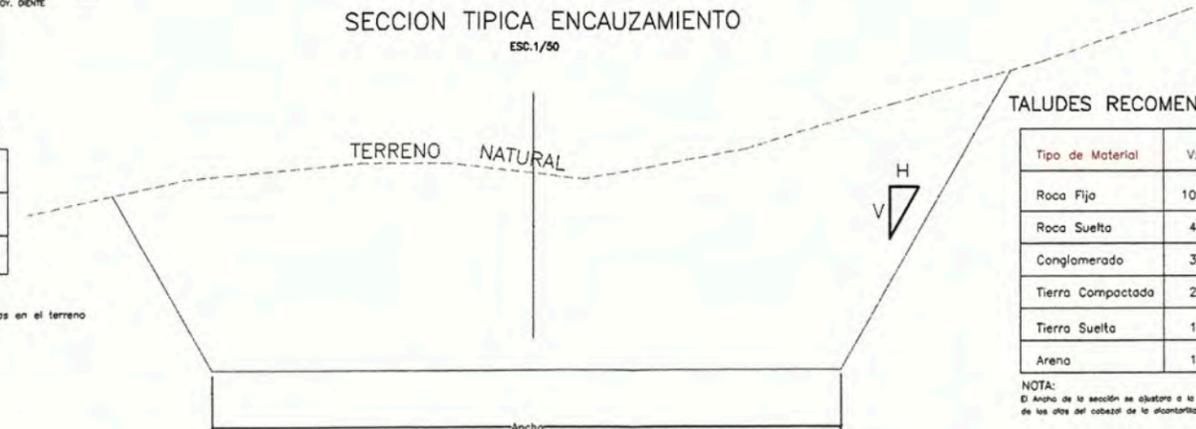
**DIMENSIONES DE CANAL DE BAJADA**

$\phi$	D (m)	HB (m)
36"	0.90	0.30
48"	1.20	0.30



**CANAL DE BAJADA**  
CORTE C-C  
ESC: 1/25

**SECCION TIPICA ENCAUZAMIENTO**  
ESC: 1/50



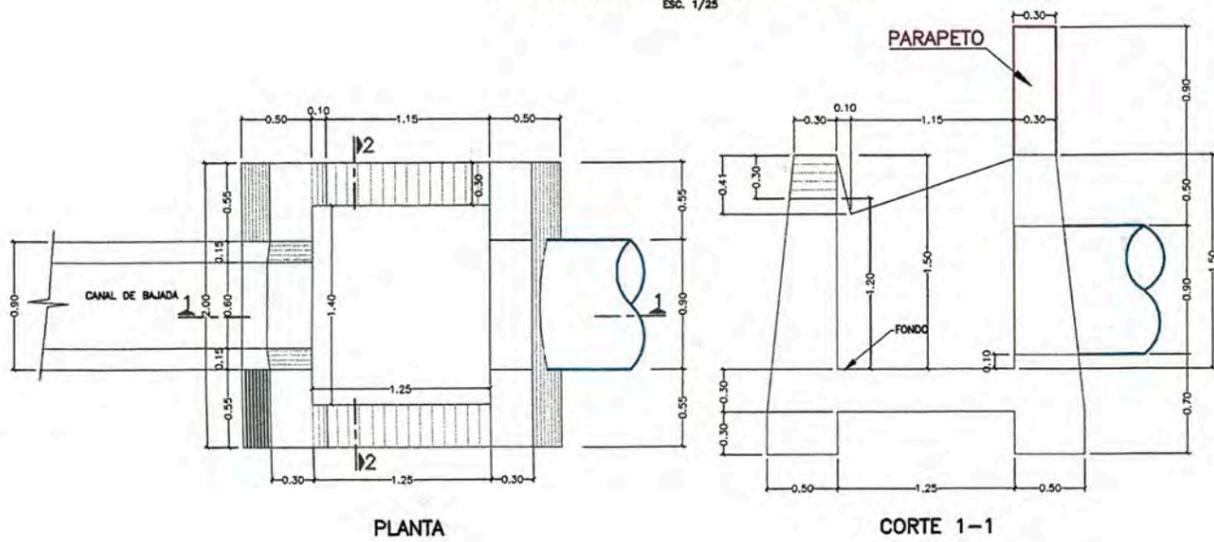
**TALUDES RECOMENDADOS**

Tipo de Material	V:H
Roca Fija	10:1
Roca Suelta	4:1
Conglomerado	3:1
Tierra Compactada	2:1
Tierra Suelta	1:1
Arena	1:2

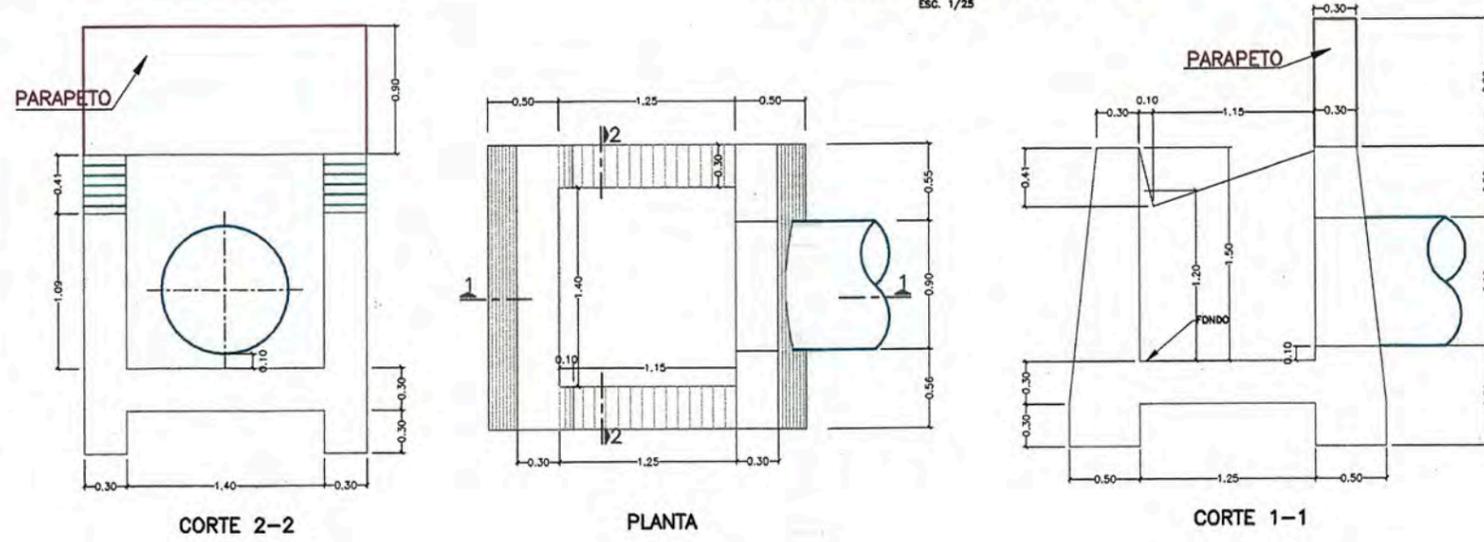
NOTA:  
D Ancho de la sección se ajustara a la abertura de los ojos del cabezal de la alcantarilla.



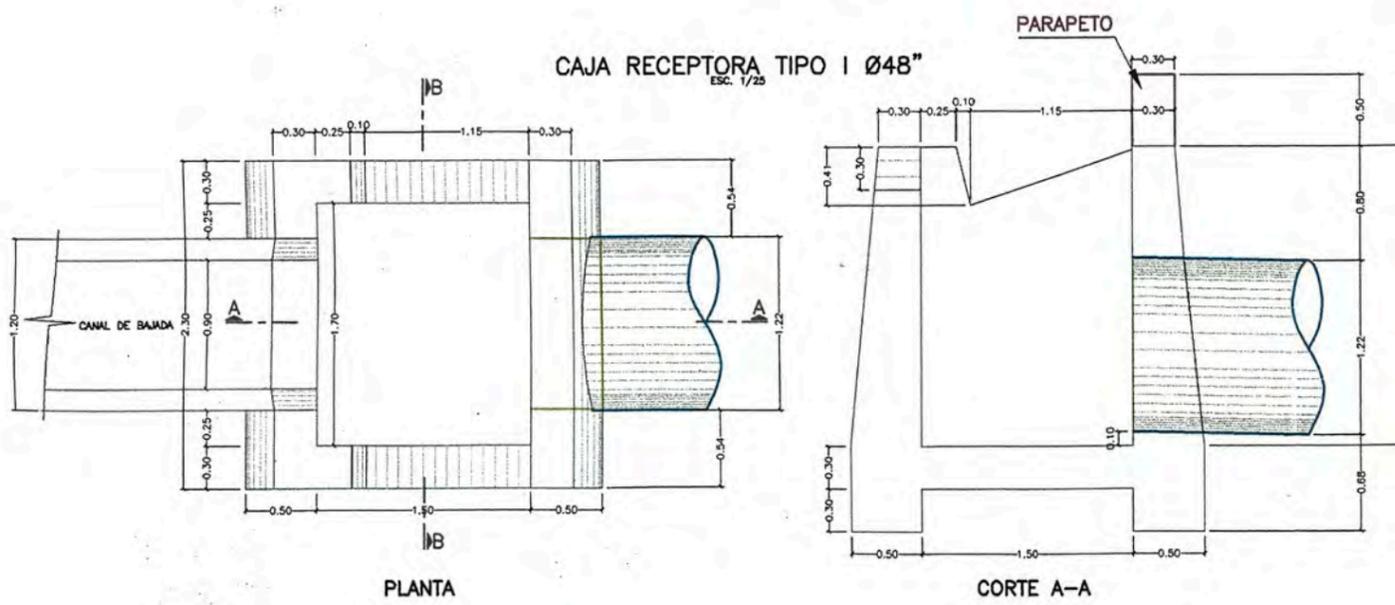
CAJA RECEPTORA TIPO 1 Ø 36"  
ESC. 1/25



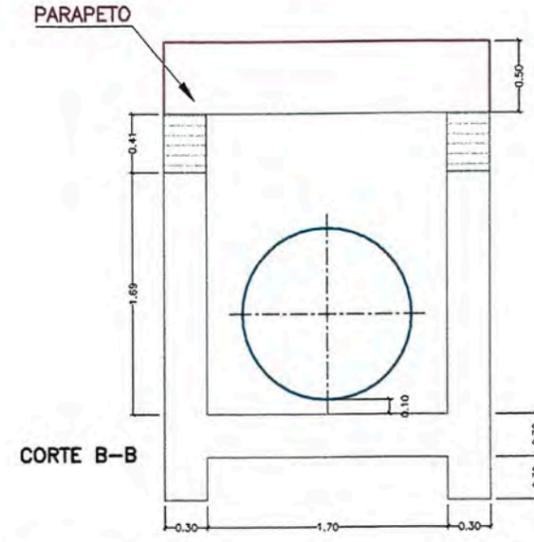
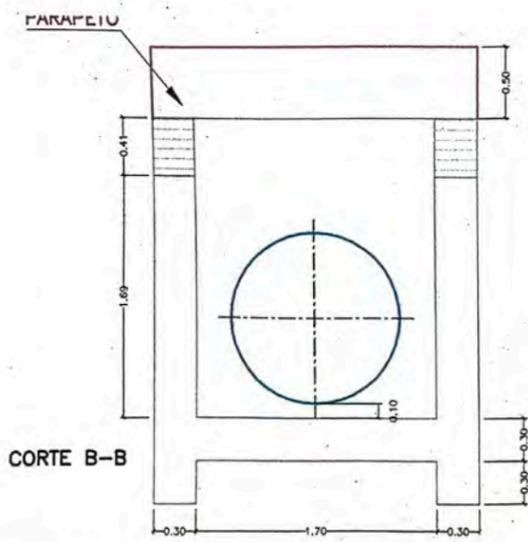
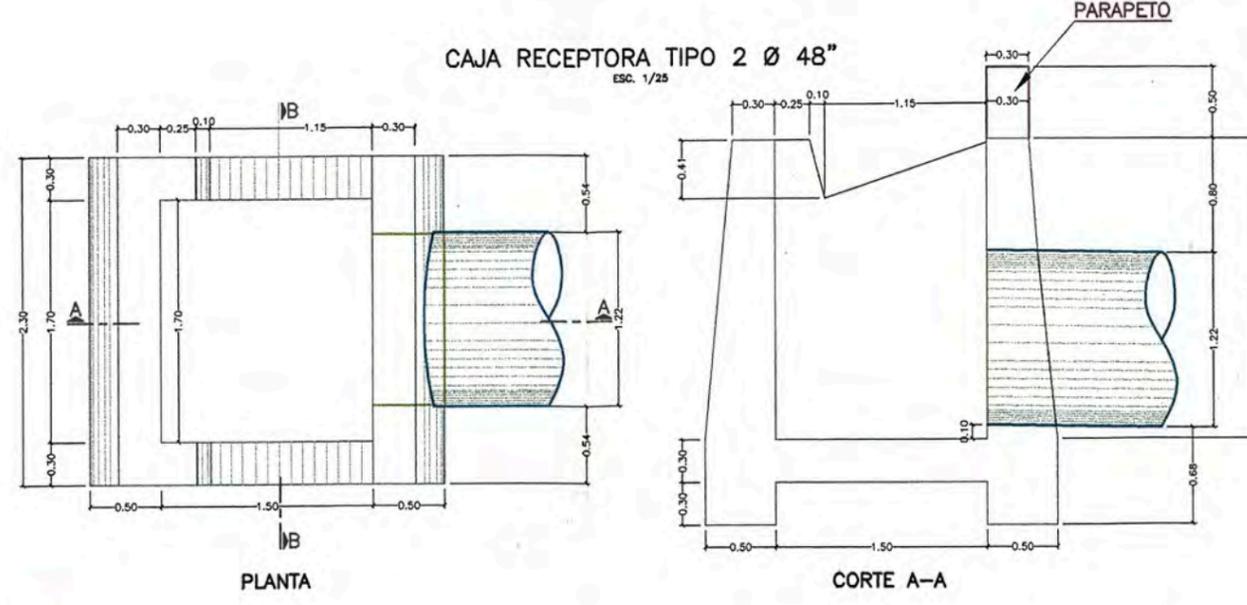
CAJA RECEPTORA TIPO 2 Ø 36"  
ESC. 1/25



CAJA RECEPTORA TIPO 1 Ø 48"  
ESC. 1/25

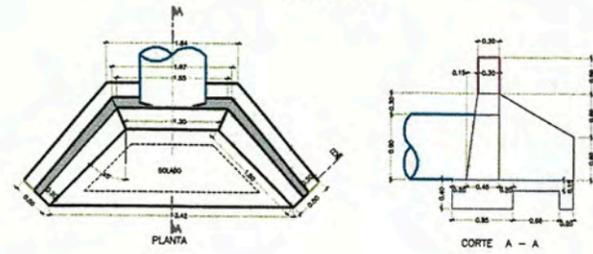


CAJA RECEPTORA TIPO 2 Ø 48"  
ESC. 1/25

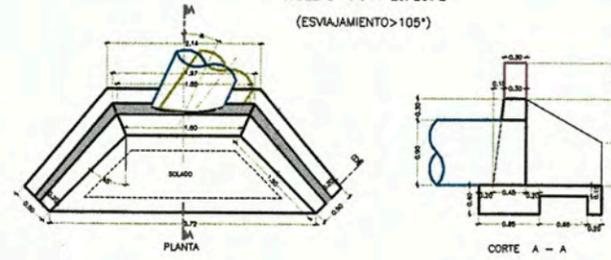


## CABEZALES ALCANTARILLAS 36"

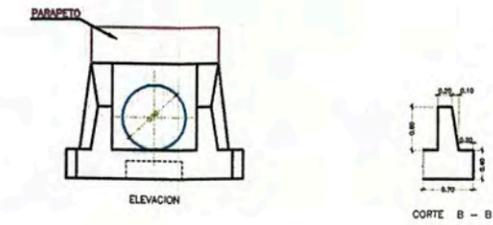
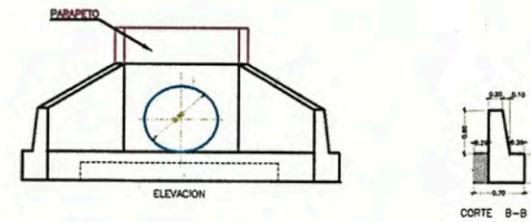
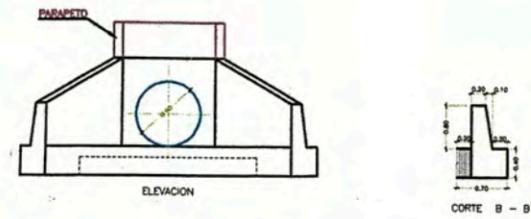
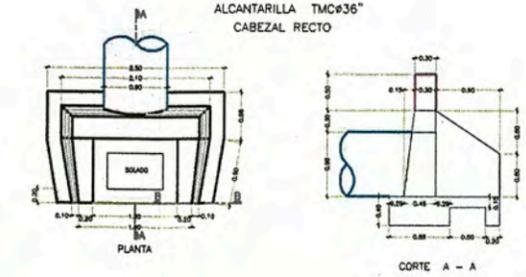
ALCANTARILLA TMC#36"  
CABEZAL TIPO 1



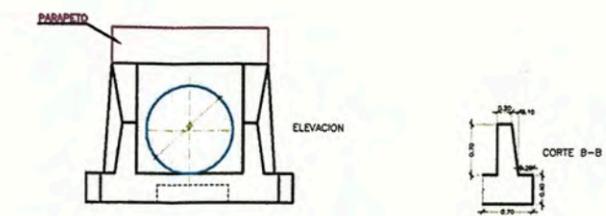
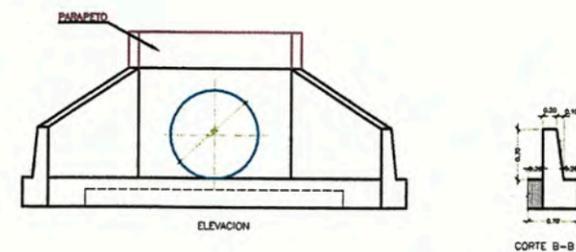
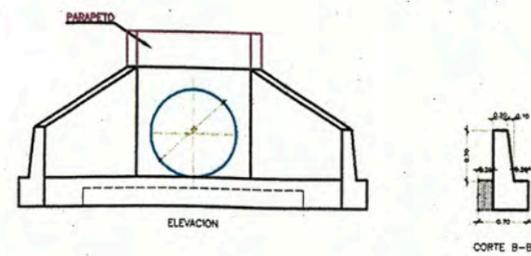
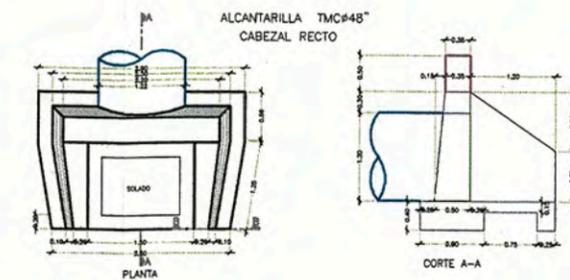
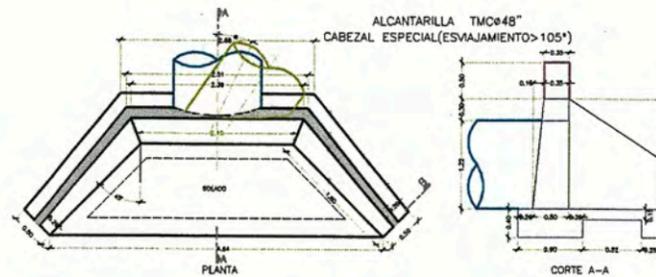
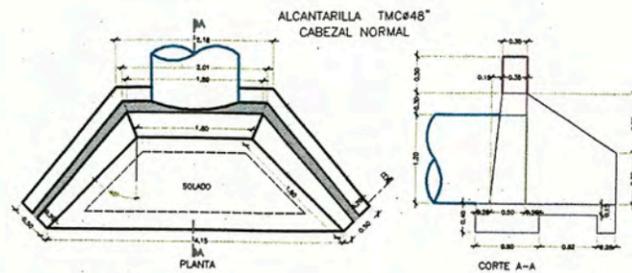
ALCANTARILLA TMC#36"  
CABEZAL TIPO 1 ESPECIAL  
(ESVAJAMIENTO > 105°)

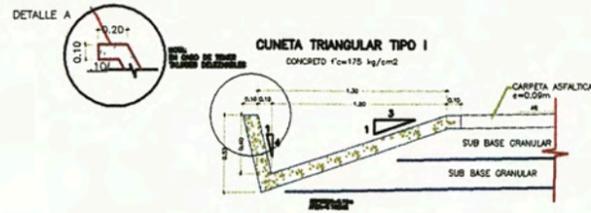


ALCANTARILLA TMC#36"  
CABEZAL RECTO



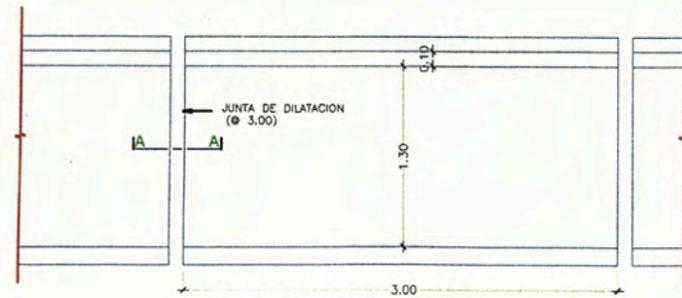
## CABEZALES ALCANTARILLAS 48"





**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
 CUNETA TIPO 1  
 - CONCRETO :  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

- NOTAS**
- (1) EL VACEADO DE LOS PAÑOS DE CUNETAS SERAN ALTERNADOS
  - (2) EL SELLO TERMOPLASTICO SERA A BASE DE MATERIAL ASFALTICO QUE CUMPLA LAS ESPECIFICACIONES AASHTO M-89, M33, M-153 Y M-30



**CUNETA TRIANGULAR TIPO I  
 REVESTIDA EN CONCRETO  
 PLANTA**



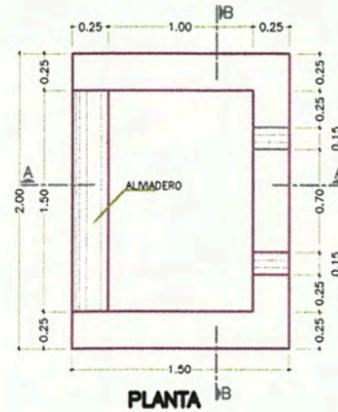
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
 ZANJA TIPO 1  
 - CONCRETO :  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

- NOTAS**
- (1) EL VACEADO DE LOS PAÑOS DE ZANJAS SERAN ALTERNADOS
  - (2) EL SELLO TERMOPLASTICO SERA A BASE DE MATERIAL ASFALTICO QUE CUMPLA LAS ESPECIFICACIONES AASHTO M-89, M33, M-153 Y M-30



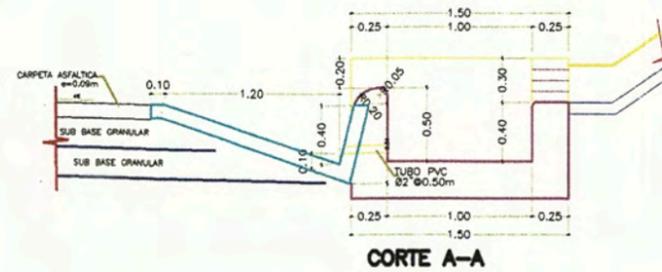
**ZANJA TIPO 1  
 PLANTA**

**CAJA-CUNETA  
 $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$**

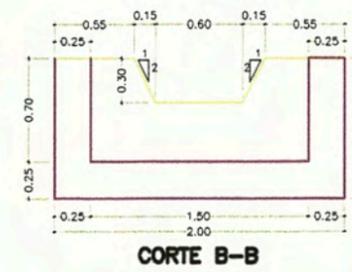


**PLANTA**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
 CONCRETO:  
 Entrega de cuneta :  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$   
 Zanja de drenaje :  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$   
 EMBOQUILLADO:  
 Entrega de bordillo  
 Espesor : 0.15m.  
 Piedra : e4  
 Concreto:  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$   
 NOTA:  
 La junta sera la misma que la recomendada para cunetas.



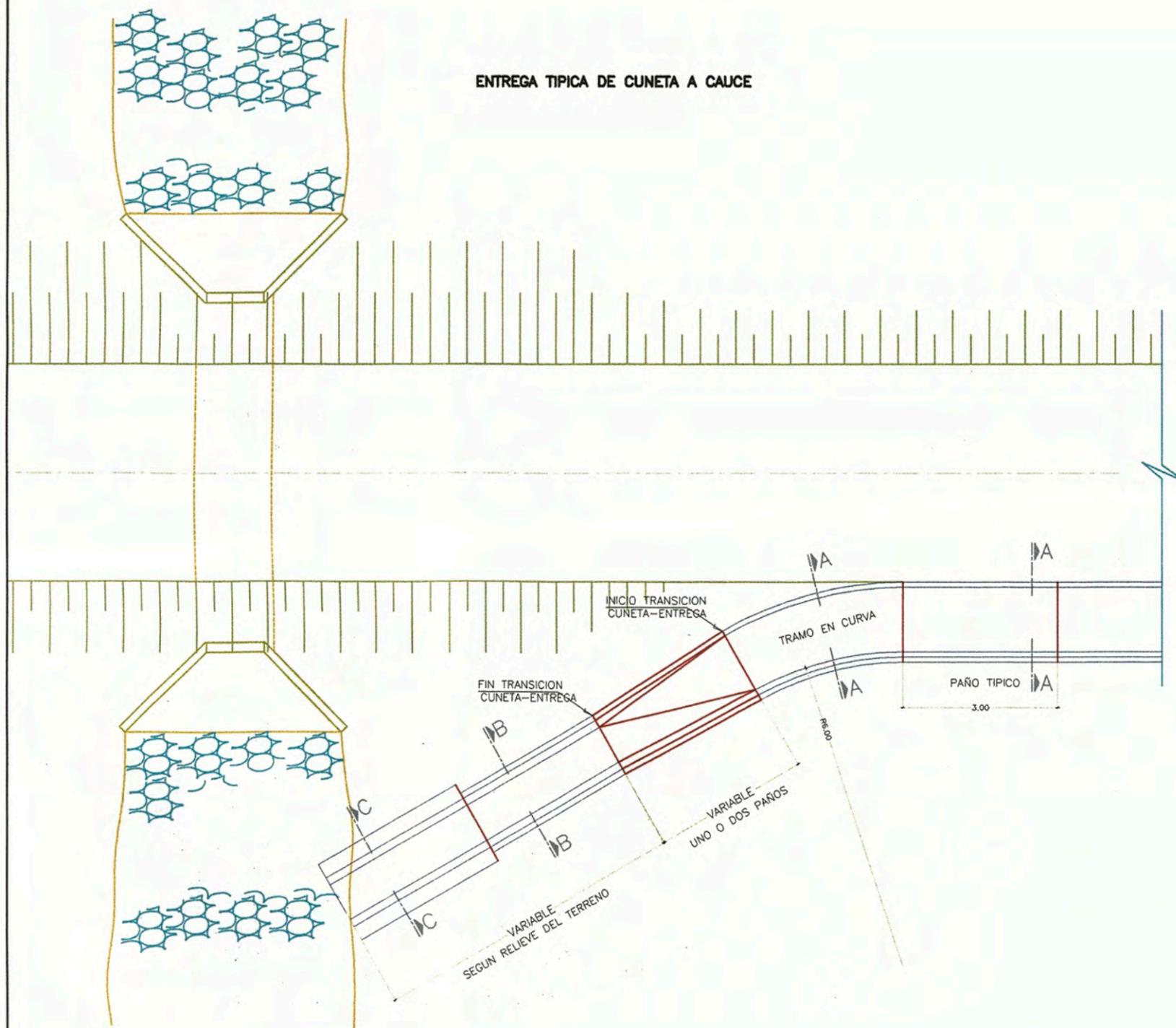
**CORTE A-A**



**CORTE B-B**

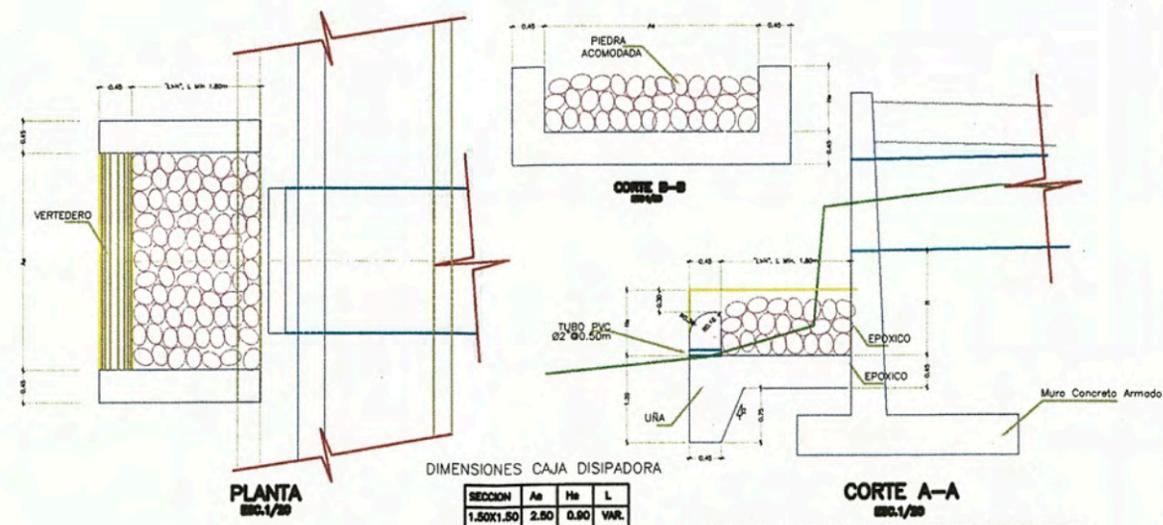


ENTREGA TIPICA DE CUNETETA A CAUCE



DISIPADOR DE ENERGIA  
ALCANTARILLAS TIPO MARCO

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$



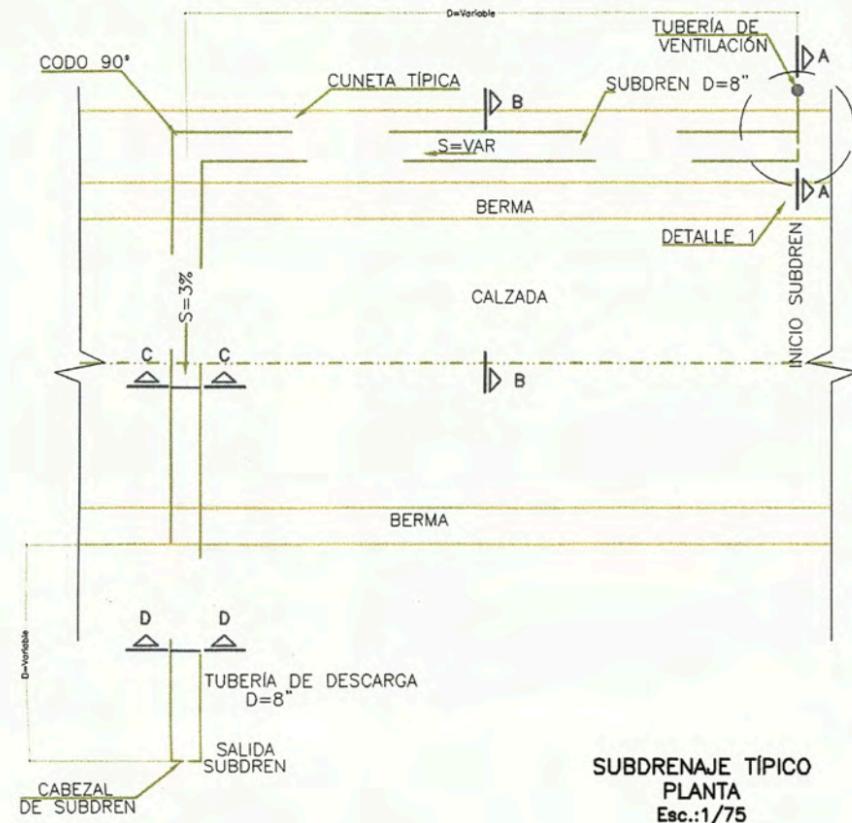
DIMENSIONES CAJA DISIPADORA

SECCION	AN	HE	L
1.50x1.50	2.50	0.50	VAR.

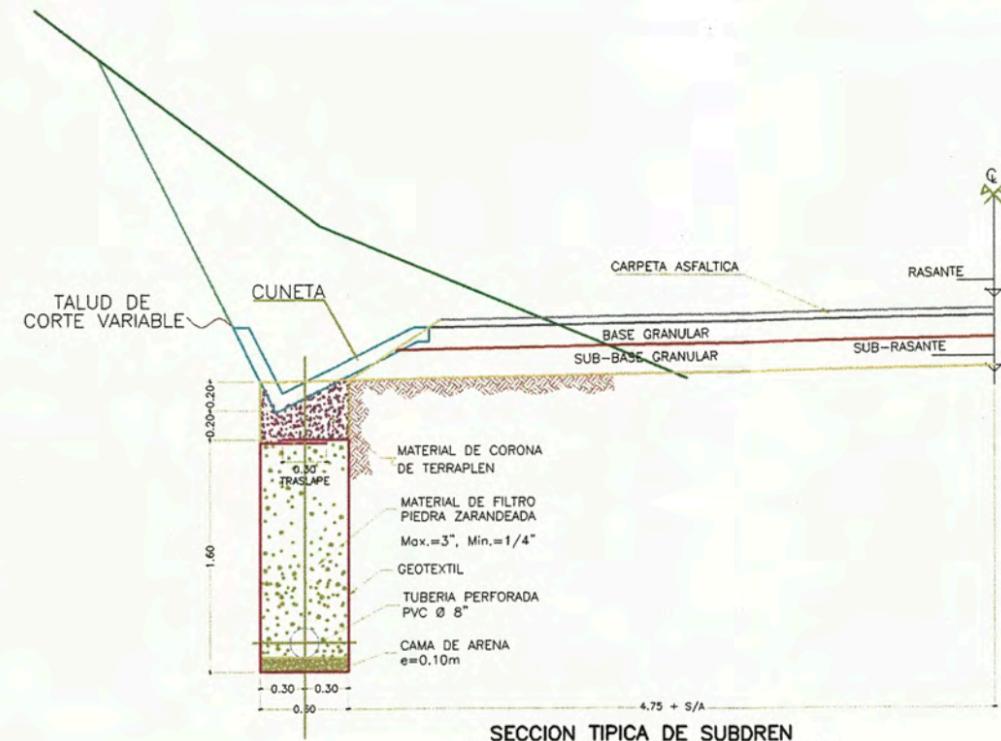
CORTE A-A  
ESC. 1/30

NOTA: PARA LA ADHESION DE CONCRETOS SE USA UN CEMENTO ESPECIAL

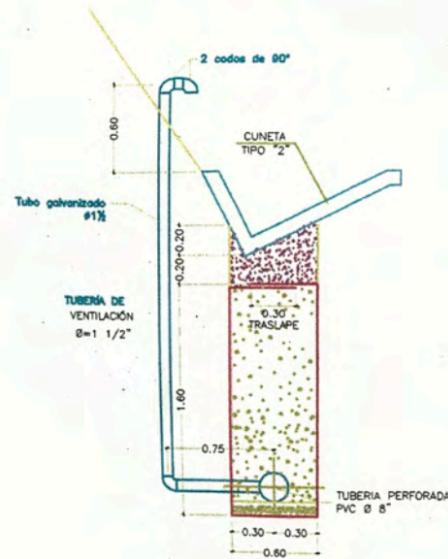




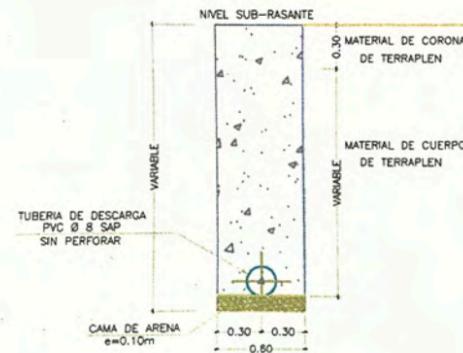
**SUBDRENAJE TÍPICO  
PLANTA  
Esc.:1/75**



**SECCION TÍPICA DE SUBDREN  
EN ZONAS CON CARPETA ASFÁLTICA  
SECCION B-B  
Esc.:1/25**



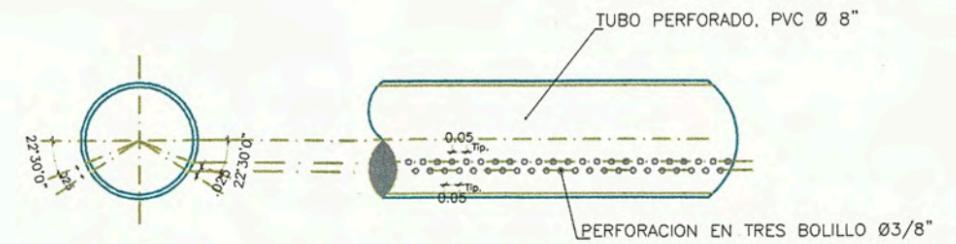
**DETALLE VENTILACION  
SECCION A-A  
Esc.:1/25**



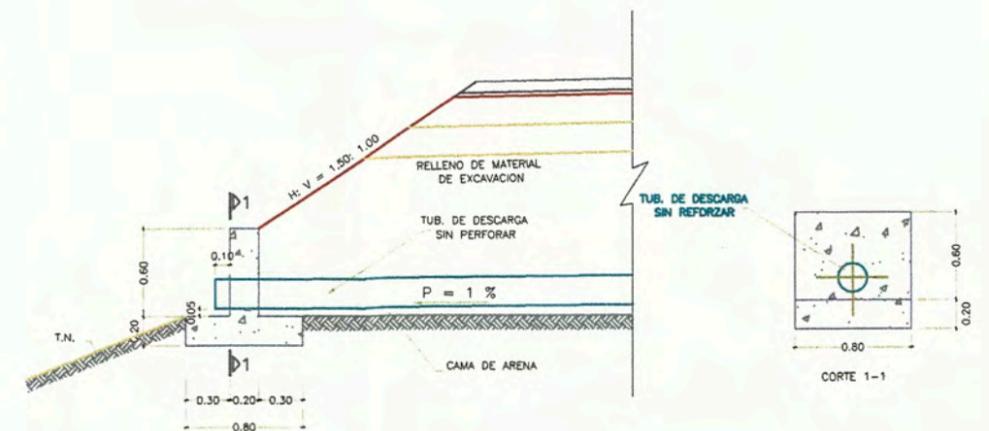
**SECCION C-C  
Esc.:1/25**



**SECCION D-D  
Esc.:1/25**

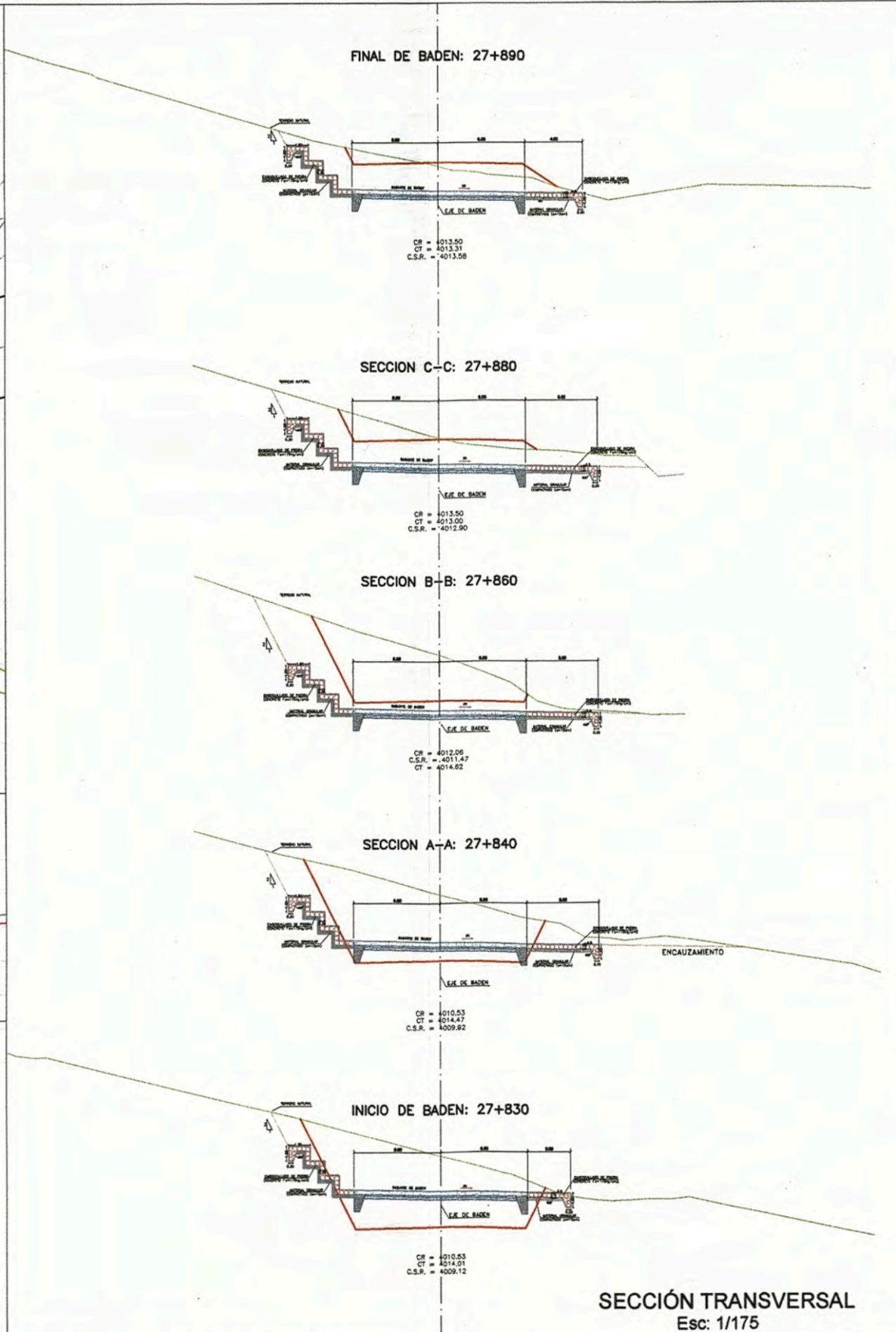
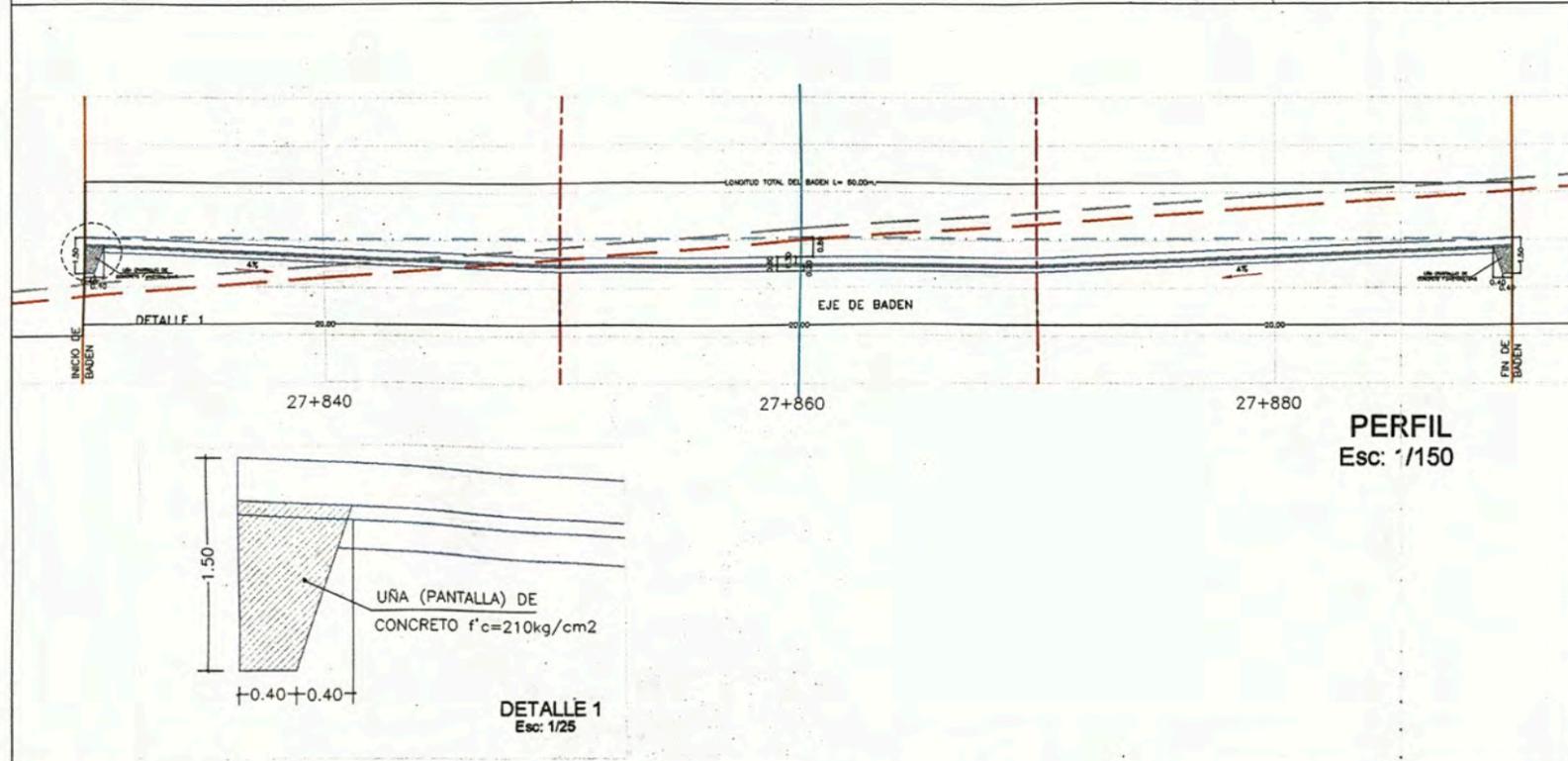
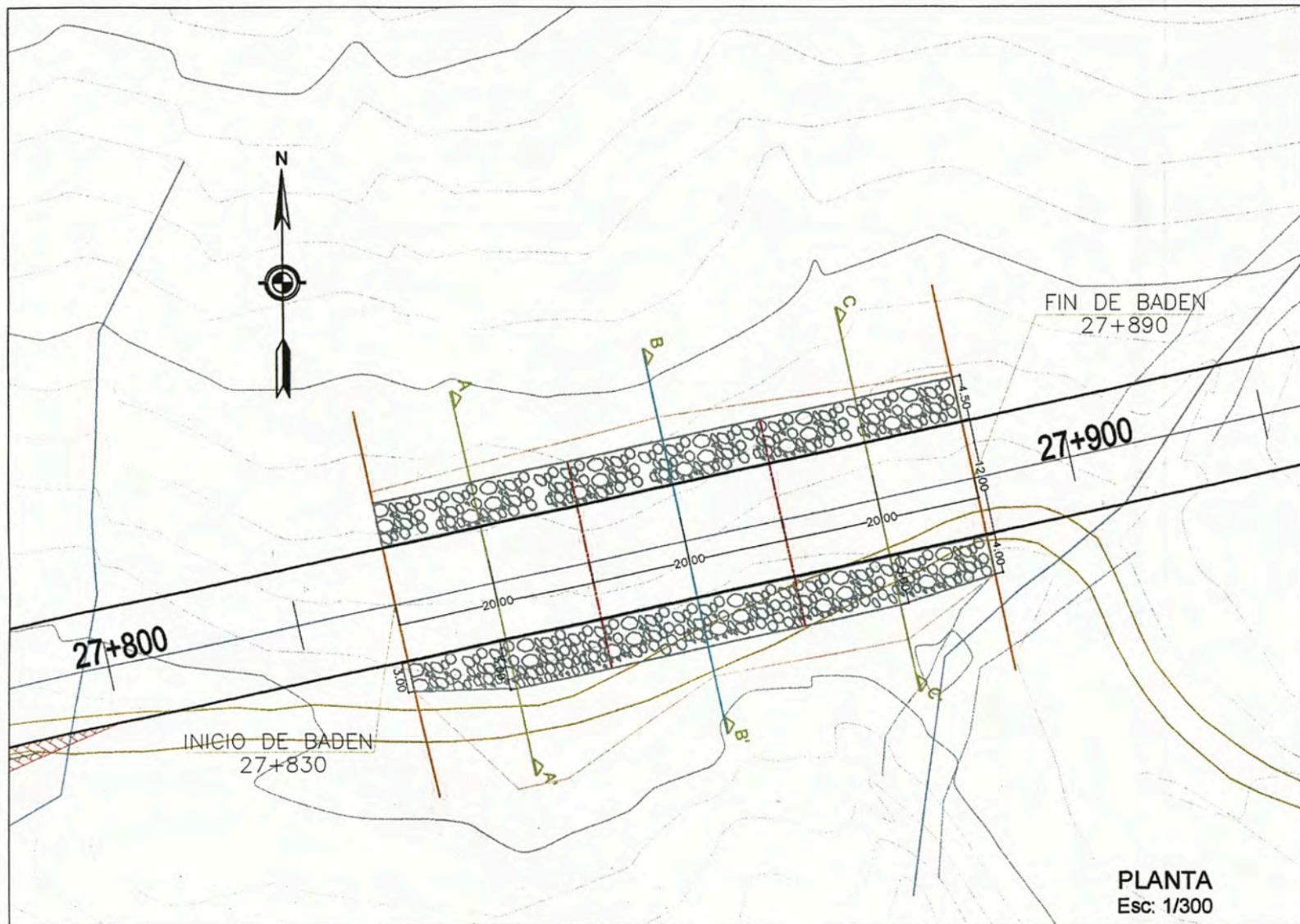


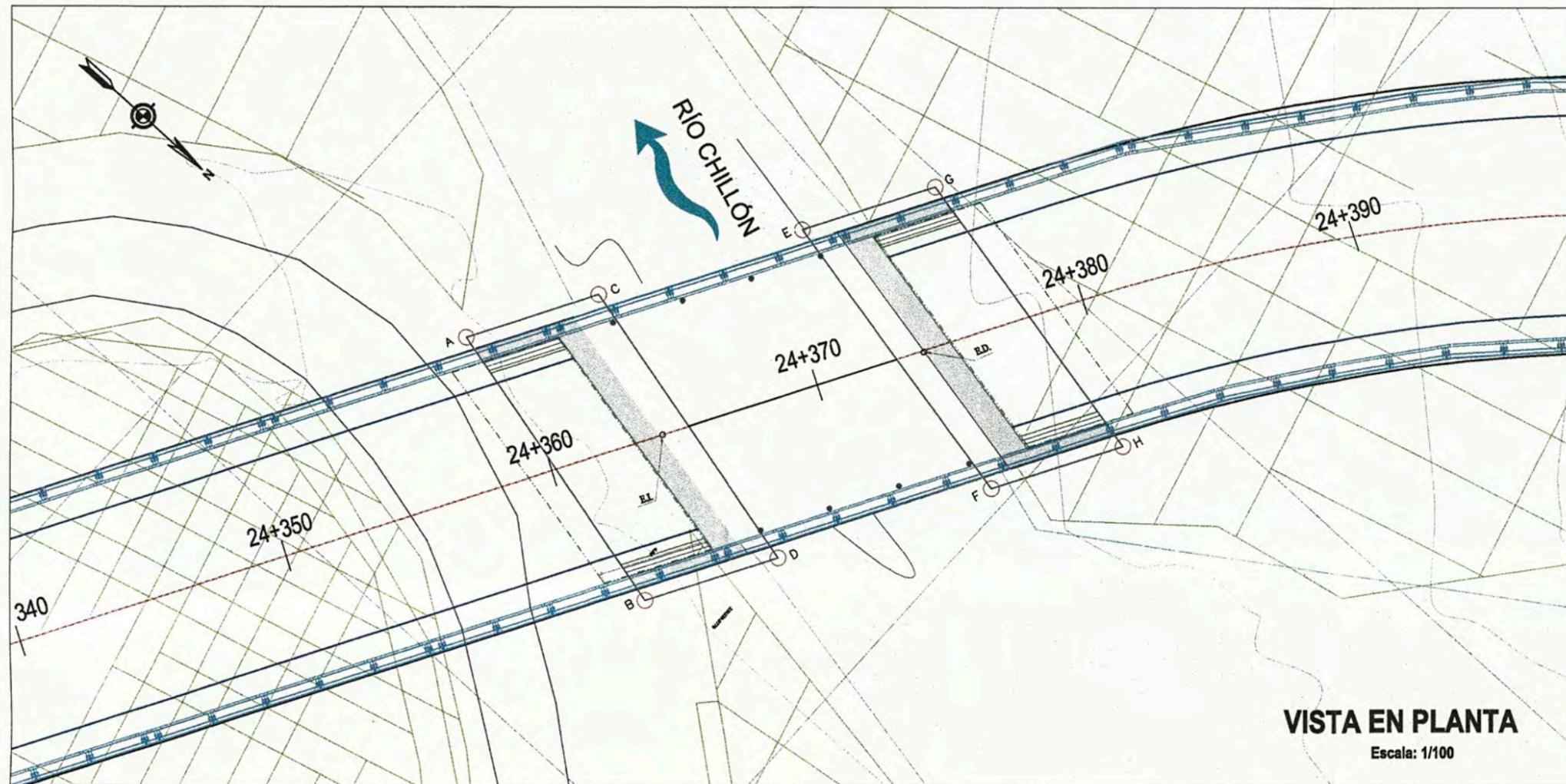
**DETALLE DE TUBO PVC Ø8\"/>**



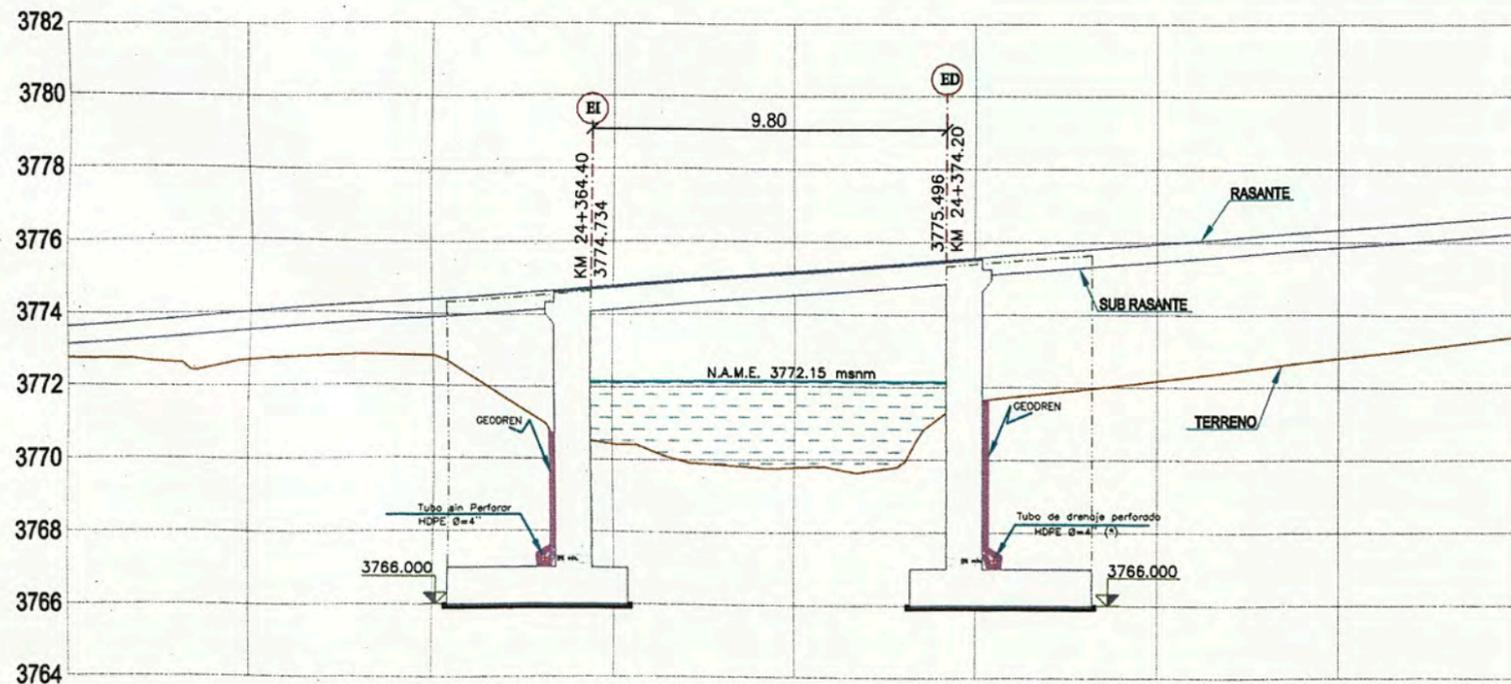
**CABEZAL DE SUBDREN  
ESC. 1/25**







**VISTA EN PLANTA**  
Escala: 1/100



**SECCION TRANSVERSAL**  
ESC 1:50

**VISTA DE PERFIL**  
Escala 1:100

VERTICES DE ZAPATAS COORDENADAS UTM WGS 84		
	ESTE	NORTE
A	335340.7067	8739631.7143
B	335343.4071	8739642.8145
C	335336.3774	8739634.2157
D	335339.0778	8739645.3160
E	335329.7648	8739638.0528
F	335332.1550	8739649.3150
G	335325.4355	8739640.5542
H	335327.8257	8739651.8165

COTA DE RASANTE	3773.61	3774.00	3774.39	3774.78	3775.17	3775.57	3775.95	3776.34	3776.72
COTA DE TERRENO	3772.74	3772.89	3772.82	3770.43	3789.78	3771.82	3772.19	3772.80	3773.40
KILOMETRAJE	24+350	24+355	24+360	24+365	24+370	24+375	24+380	24+385	24+390

