

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA  
CAÑETE YAUYOS DEL Km. 74+00 al Km. 79+000  
CONSERVACION DE LAS OBRAS DE DRENAJE**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIO CESAR QUIROZ TORRES**

**Lima- Perú**

**2009**

Este trabajo está dedicado a mi familia, quienes me han alentado y apoyado para lograr alcanzar los objetivos que me he trazado en esta vida.

A mi madre, porque siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, dándome consejos y ánimos para que nunca baje los brazos. Gracias madre por ser como eres.

A mi padre, por su preocupación en que nunca nos falte nada.

A mi hermano, por todo su apoyo para que me titule y porque ha sido y es un ejemplo ha seguir.

---

<b>INDICE</b>	
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SIMBOLOS Y DE SIGLAS	7
INTRODUCCION	8
<b>CAPITULO I: PERFIL DEL PROYECTO</b>	<b>9</b>
1.1 ASPECTOS GENERALES	9
1.1.1 Nombre del Proyecto	9
1.1.2 Unidad Formuladora y Ejecutora	10
1.1.3 Marco de Referencia	10
1.2 IDENTIFICACION	11
1.2.1 Diagnóstico de la Situación Actual	11
1.2.2 Definición del Problema y sus Causas	11
1.2.3 Objetivo del Proyecto	12
1.2.4 Alternativas de Solución	12
1.3 FORMULACION	14
1.3.1 Horizonte del Proyecto	14
1.3.2 Area de Influencia	14
1.3.3 Estudio del Tráfico	15
1.3.4 Análisis de la Demanda	15
1.3.5 Análisis de la Oferta	17
1.3.6 Balance Oferta-Demanda	18
1.3.7 Costos Estimados	18
1.3.8 Precios Sociales	23
1.3.9 Beneficios	24
1.4 EVALUACION	24
1.4.1 Evaluación Económica	24
1.4.2 Análisis de Sensibilidad	25
1.4.3 Selección de Alternativas	25
1.4.4 Análisis de Sostenibilidad	25
1.4.5 Matriz de Marco Lógico	26

<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b>	<b>27</b>
2.1 HIDRAULICA E HIDROLOGIA	27
2.1.1 Cuenca	27
2.1.2 Parámetros Geomorfológicos de las Cuencas	27
2.1.3 El Método Racional	28
2.1.4 Drenaje Longitudinal	29
2.1.5 Drenaje Transversal	29
2.2 CONSERVACION DE LAS OBRAS DE DRENAJE	29
<b>CAPITULO III: EVALUACION, DIAGNOSTICO Y CONSERVACION DEL Km. 74+000 AL Km. 79+000</b>	<b>31</b>
3.1 EVALUACION Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	31
3.2 DISEÑO DEL DRENAJE SUPERFICIAL	42
3.2.1 Recopilación de Información	42
3.2.2 Tratamiento Probabilístico de la Información Pluviométrica	44
3.2.3 Parámetros Geomorfológicos	46
3.2.4 Tiempo de Concentración	49
3.2.5 Intensidad de Diseño	50
3.2.6 Coeficiente de Escorrentía	51
3.2.7 Determinación del Caudal de Diseño	52
3.2.8 Dimensionamiento del Drenaje Longitudinal	53
3.2.9 Dimensionamiento del Drenaje Transversal	54
3.3 PLAN DE CONSERVACION DE LAS OBRAS DE DRENAJE	55
3.3.1 Periodo de Conservación de las Obras de Drenaje	56
3.3.2 Planificación de los Trabajos de Conservación	56
<b>CAPITULO IV: EXPEDIENTE TECNICO</b>	<b>62</b>
4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	62
4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS	64
4.3 METRADOS	65
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFIA	68
ANEXOS	69

## RESUMEN

El presente trabajo está orientado al Monitoreo de la Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos en el tramo que inicia en la progresiva 74+000 y termina en la progresiva 79+000, analizando principalmente la conservación de las obras de drenaje del tramo antes mencionado

Para su desarrollo se tomó como base el estudio a nivel de perfil del cambio del estándar del tramo antes mencionado, con un horizonte del proyecto de siete años.

En el estudio a nivel de perfil se analizaron tres alternativas de solución al cambio del estándar de la carretera con sus respectivas obras de drenaje, seleccionándose la alternativa más económica y factible de realizar.

Una vez seleccionada la alternativa de cambio del estándar mediante el estudio a nivel de perfil, se procedió a diseñar las estructuras de drenaje acorde con las propuestas en el perfil del proyecto.

Las estructuras de drenaje se ubican en zonas donde existen puntos críticos que pueden afectar a la plataforma de la carretera

El diseño de las estructuras de drenaje se realizó utilizando la información pluviométrica y cartográfica del tramo en estudio, así como el método racional para el cálculo de los caudales de diseño.

Una vez definidas las estructuras de drenaje y sub-drenaje, se realizó la planificación de las actividades de conservación necesarias para mantener en buen estado las obras anteriormente mencionadas, con la finalidad de que estas puedan funcionar en un grado aceptable y no perjudiquen la plataforma de la carretera.

Finalmente se presentan las especificaciones técnicas de las obras diseñadas y de los trabajos de conservación.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01: Datos del Proyecto	9
Cuadro N° 1.02: Tráfico por Tipo de Vehículo - Censo 2008, Estación E4: Dv. Yauyos	16
Cuadro N° 1.03: Proyección del Tráfico	17
Cuadro N° 1.04: Oferta Vial en la Situación "Sin Proyecto"	17
Cuadro N° 1.05: Comparación Oferta-Demanda	18
Cuadro N° 1.06: Costo de Mantenimiento Rutinario – "Sin Proyecto"	19
Cuadro N° 1.07: Costo de Inversión – "Con Proyecto"	
Alternativa N°01	20
Cuadro N° 1.08: Costo de Mant. Periódico – "Con Proyecto"	
Alternativa N° 01	20
Cuadro N° 1.09: Costo de Inversión – "Con Proyecto"	
Alternativa N°02	21
Cuadro N° 1.10: Costo de Mant. Periódico – "Con Proyecto"	
Alternativa N° 02	22
Cuadro N° 1.11: Costo de Inversión – "Con Proyecto"	
Alternativa N° 03	22
Cuadro N° 1.12: Costo de Mant. Periódico – "Con Proyecto"	
Alternativa N° 03	23
Cuadro N° 1.13: Costo de Inversión y Mant. según alternativa A precios sociales (en Nuevos Soles)	23
Cuadro N° 1.14: Ahorro por COV, En dólares a precios sociales	24
Cuadro N° 1.15: Evaluación Económica	24
Cuadro N° 1.16: Análisis de Sensibilidad	25
Cuadro N° 1.17: Matriz de Marco Lógico	26
Cuadro N° 3.01: Inventario de las Obras de Drenaje – Canal	32
Cuadro N° 3.02: Inventario de las Obras de Drenaje – Cuneta de tierra	33
Cuadro N° 3.03: Inventario de las Obras de Drenaje – Canal	34
Cuadro N° 3.04: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco	35
Cuadro N° 3.05: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco	36
Cuadro N° 3.06: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco	37
Cuadro N° 3.07: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco	38
Cuadro N° 3.08: Inventario de las Obras de Drenaje – Filtración	39

Cuadro N° 3.09: Inventario de las Obras de Drenaje – Puente Huallampi	40
Cuadro N° 3.10: Inventario de las Obras de Drenaje – Puente Hualla	41
Cuadro N° 3.11: Descripción Carta Nacional	42
Cuadro N° 3.12: Ubicación de la Estación Pluviométrica	43
Cuadro N° 3.13: Serie Histórica de Precipitación Máxima en 24 Hrs	44
Cuadro N° 3.14: Prueba de Kolmogorov-Smirnov	46
Cuadro N° 3.15: Precipitaciones Máx. en 24 Hrs. para distintos periodos de retorno	46
Cuadro N° 3.16: Parámetros Geomorfológicos de Cuencas por tramos	48
Cuadro N° 3.17: Cálculo del Tiempo de Concentración	50
Cuadro N° 3.18: Valores para la determinación del coeficiente de Escurrimiento	51
Cuadro N° 3.19: Caudal de Diseño para Drenaje Longitudinal	52
Cuadro N° 3.20: Caudal de Diseño para Drenaje Transversal	52
Cuadro N° 3.21: Dimensionamiento de cunetas	54
Cuadro N° 3.22: Precipitación Promedio por mes	56
Cuadro N° 3.23: Cronograma de Actividades de Conservación	57
Cuadro N° 4.01: Metrados de Obras de Drenaje	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01: Esquema de la Carreta	9
Figura N° 1.02: Área de Influencia Indirecta	14
Figura N° 1.03: Área de Influencia Directa	15

## LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

A	Área de la Cuenca
C	Coefficiente de Escorrentía
COV	Costo de Operación Vehicular
I	Intensidad de Precipitación
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IMD	Índice Medio Diario
Kc	Coefficiente de Compacidad
L	Longitud del cauce principal
MCA	Marco de Concreto Armado
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MTC	Ministerio de Transportes Comunicaciones
P	Perímetro de la cuenca
Pr	Precipitación
PBI	Producto Bruto Interno
Q	Caudal de Diseño
S	Pendiente de Cuenca
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
Tc	Tiempo de Concentración
TIR	Tasa Interna de Retorno
Tr	Tiempo de Retorno
VAN	Valor Actual Neto

## INTRODUCCION

En la actualidad el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS NACIONAL, viene ejecutando labores de mantenimiento y conservación de la Red Vial Nacional, mediante la tercerización de estas actividades, con la finalidad de mantener una adecuada serviciabilidad en la Red Vial Nacional.

En este sentido la carretera Cañete-Yauyos, en el tramo del Km 74+000 al Km 79+000, actualmente se vienen realizando trabajos de conservación, con la finalidad de conservar la serviciabilidad de la vía en un grado aceptable, esto con la finalidad de reducir los tiempos de transporte, mejorar el confort de los conductores y reducir el índice de accidentes registrados en el tramo antes mencionado.

Con el propósito de presentar el tema ordenadamente se ha dividido el informe en cuatro capítulos. En el primer capítulo se desarrolló un resumen del perfil del proyecto, donde se detallan las tres alternativas propuestas y la selección de la alternativa de mayor rentabilidad mediante los indicadores económicos VAN, TIR y B/C.

En el segundo capítulo se desarrolla el fundamento teórico en el cual se basa el presente informe.

En la primera parte del tercer capítulo se realizó la evaluación y el diagnóstico de la situación actual del tramo en estudio, actividad que se realiza mediante el inventario vial de la vía, en el cual se detallan las estructuras de drenaje existentes y la situación en la que se encuentran, una vez hecho el relevamiento de estos datos se procede a realizar el diagnóstico, el cual va a servir para plantear las estructuras de drenaje que se necesitan para proteger la plataforma de la vía del agua superficial y subsuperficial. En la segunda parte del tercer capítulo se realiza el análisis hidrológico e hidráulico del tramo en estudio, el cual va a servir para dimensionar las estructuras de drenaje. En la parte final del tercer capítulo se plantea la planificación de la conservación de las obras de drenaje, acorde con las condiciones climáticas del tramo en estudio.

Finalmente, en el capítulo cuatro se presenta el expediente técnico de los trabajos a ejecutarse para la construcción de las nuevas estructuras de drenaje así como las actividades que se requieren para conservar las obras de drenaje.

## CAPITULO I: PERFIL DEL PROYECTO

### 1.1 ASPECTOS GENERALES

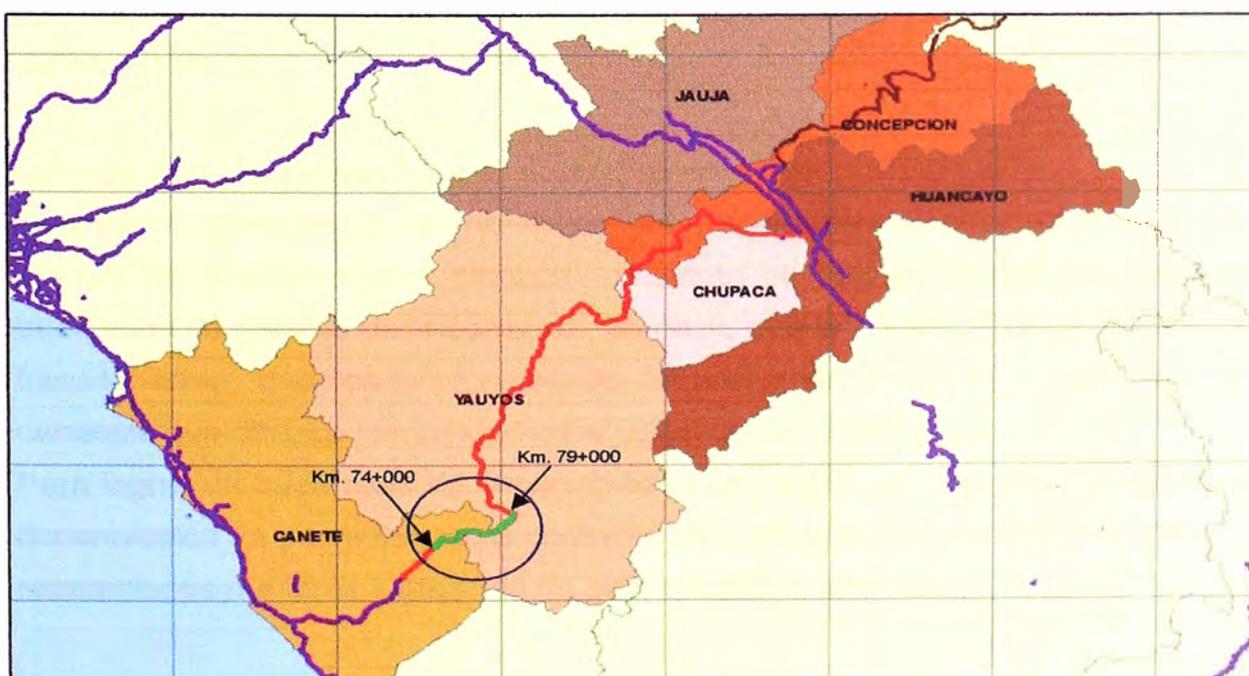
#### 1.1.1 Nombre del Proyecto

Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 74+000 al Km. 79+000. El Cuadro N° 1.01 resume la locación del proyecto.

**Cuadro N° 1.01: Datos del Proyecto**

Ubicación	
Departamento /Región:	Lima
Provincia:	Yauyos
Distrito:	Catahuasi y Cacra
Región Geográfica:	Costa ( ) Sierra (X) Selva ( )
Altitud :	1300 – 1700 m.s.n.m.
Longitud Oeste:	75°55' - 76°00'
Latitud Sur:	12°50' – 12°53'
Coordenadas U.T.M. :	401400 E / 8582200 N 403500 E / 8586500 N
Fecha de Elaboración:	27 setiembre 2,009

**Figura N° 1.01: Esquema de la Carretera**



### 1.1.2 Unidad Formuladora y Ejecutora

#### Unidad Formuladora (UF):

Nombre : Universidad Nacional de Ingeniería.

Responsable: Facultad de Ingeniería Civil.

#### Unidad Ejecutora (UE):

Nombre : Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Responsable: PROVIAS NACIONAL.

### 1.1.3 Marco de Referencia

#### Antecedentes

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Proyecto Especial de Infraestructura de transporte Nacional - PROVIAS NACIONAL, en cumplimiento de la Resolución Ministerial N° 817-2006-MTC/09 aprueba el documento "**Política Nacional del Sector Transportes**" el cual ha diseñado un plan para Tercerizar las actividades de Conservación Vial de La Red Vial Nacional.

Las actividades de conservación vial se basan en los nuevos conceptos de conservación contenidos en las "Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras", aprobadas por Resolución Directoral N° 051-2007-MTC/14, del 27 de agosto de 2007, de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del MTC y publicada en el Diario Oficial "El Peruano", el 27 de setiembre de 2007.

#### Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el monitoreo del cambio de estándar de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, proyecto mediante el cual se busca mantener un buen nivel de servicio de la carretera, es decir, que la carretera tenga una buena transitabilidad, que los accidentes de tránsito sean mínimos y que sea una carretera que ofrezca comodidad a los conductores (confort).

Para lograr un buen nivel de serviciabilidad de la vía, se realizarán trabajos de conservación ya sea trabajos de conservación rutinaria, conservación periódica o reparaciones menores y atención de emergencias viales.

## 1.2 IDENTIFICACION

### 1.2.1 Diagnóstico de la Situación Actual

#### **Antecedentes y motivos que generaron la propuesta del proyecto**

Las poblaciones en el tramo de la carretera Cañete - Yauyos se han visto en la necesidad de interconectarse vialmente, debido a ello se han organizado las poblaciones de los distritos de Pacarán, Zúñiga, Yauyos, Alis, Ayauca, Cacara, Catahuasi, Huantan, Laraos, San José de Quero entre otros, para plantear las condiciones irregulares de transitabilidad vehicular, por lo que nace la necesidad de mejorar la vía como un medio indispensable para incrementar el flujo de la economía. Ante esta situación han planteado a los entes gubernamentales, solicitar el apoyo para que se atienda y se pueda contar con una vía de infraestructura en óptimas condiciones de transitabilidad.

#### **Las características de la situación negativa que se intenta modificar.**

En la actualidad la vía será considerada a nivel de caminos afirmados, con tramos angostos, con superficie de rodadura que presenta ondulaciones, cunetas no revestidas y taludes con material suelto, las cuales debido a las precipitaciones pluviales originarán que la vía quede obstruida e intransitable.

### 1.2.2 Definición del Problema y sus Causas

#### **Problema Central**

La actual vía se encuentra a nivel de base tratada y recubrimiento bituminoso (**Slurry Seal**), pero para efectos de análisis será considerada a nivel de afirmado, siendo su superficie de rodadura de material de cantera de baja conservación, y en ciertos tramos se encuentra en condiciones críticas que merece un tratamiento especial.

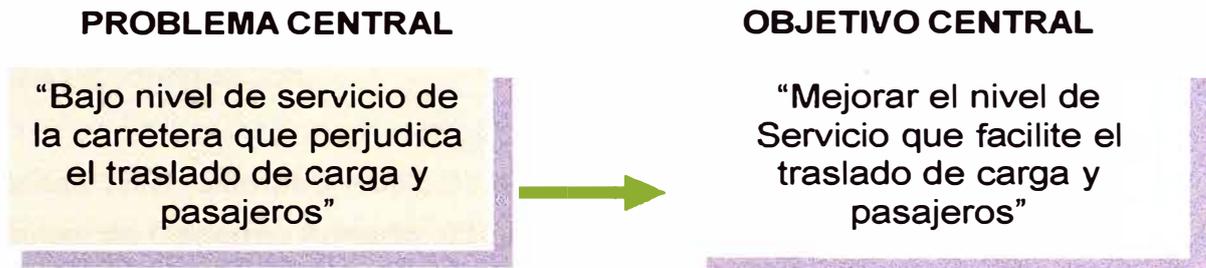
El deterioro de la vía ocasiona, en los usuarios, una deficiente transitabilidad que conlleva a mayores tiempos de transporte, elevados costos de transporte, falta de comunicación entre otros.

Con base en el diagnóstico realizado se ha identificado la existencia del siguiente problema central: **“Bajo nivel de servicio de la carretera que perjudica el traslado de carga y pasajeros”**.

Las causas que originan estas deficiencias así como los efectos que conllevan se pueden apreciar en el anexo N° I-01, árbol de causas y efectos

### 1.2.3 Objetivo del Proyecto

Una vez identificado el problema central, se estableció el objetivo central del proyecto, el cual consiste en **“Mejorar el nivel de servicio que facilite el traslado de carga y pasajeros”**.



### 1.2.4 Alternativas de Solución

#### Alternativa 01

Consiste en la rehabilitación y mejoramiento de la superficie de rodadura de 5 kilómetros de carretera, para el tramo : San Jerónimo – Catahuasi, para lo cual se ha contemplado el mejoramiento a nivel de recubrimiento con Base Estabilizada con emulsionante asfáltico y Slurry Seal (Mortero Asfáltico), desde la progresiva 74+000 al 79+000 con un ancho de la superficie de rodadura variable (3.60 a 5.50 metros) con bermas de 0.50 metros a cada lado en los centro poblados y escarificado de subrasante con base granular estabilizada con emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta de 15.0 cm. de espesor y sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

Alcantarillas TMC, diámetro = 36": 01 unidad.

Alcantarillas de Concreto Armado: 02 unidades.

Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

De otro lado, también se ha considerado el plan de manejo ambiental, así como las políticas de mantenimiento para la presente alternativa, estas comprenden generalmente actividades de mantenimiento anual rutinario y actividades de mantenimiento periódico cada 3 años.

### **Alternativa 02**

Consiste en el mejoramiento de 5 kilómetros de carretera, para el tramo: San Jerónimo - Catahuasi para lo cual se ha contemplado el mejoramiento de la carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000, a nivel de tratamiento superficial Bicapa (TSB), base de afirmado estabilizado con emulsión asfáltica de 15cm de espesor con un ancho de la superficie de rodadura variable (3.60 a 5.50 metros) más bermas de 0.50 metros a cada lado en los centros poblados con sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

Alcantarillas TMC, diámetro = 36"; 01 unidades.

Alcantarillas de Concreto Armado; 03 unidades

Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

De otro lado, también se ha considerado el plan de manejo ambiental, así como las políticas de mantenimiento para la presente alternativa, estas comprenden generalmente actividades de mantenimiento rutinario y periódico.

### **Alternativa 03**

Se ha contemplado el mejoramiento de 5 kilómetros de carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000 a nivel de superficie de rodadura con carpeta asfáltica que consiste en una base granular de afirmado con 20.0 cm. de espesor, con un ancho de la superficie de rodadura variable (3.60 a 5.50 metros) con bermas de 0.50 metros de ancho a cada lado en los centros poblados con carpeta asfáltica en caliente de 5 cm de espesor y el sistema de drenaje será mediante alcantarillas de tipo TMC y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

Alcantarillas TMC, diámetro = 24": 01 unidad.

Alcantarillas de Concreto Armado: 04 unidades

Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

De otro lado, también se ha considerado el plan de manejo ambiental, así como las políticas de mantenimiento para la presente alternativa, estas comprenden generalmente actividades de mantenimiento rutinario y periódico.

## 1.3 FORMULACION

### 1.3.1 Horizonte del Proyecto

Se considerará un horizonte de evaluación del proyecto de 07 años, periodo para el cual se proyectarán la demanda de tráfico, costos y beneficios, con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad.

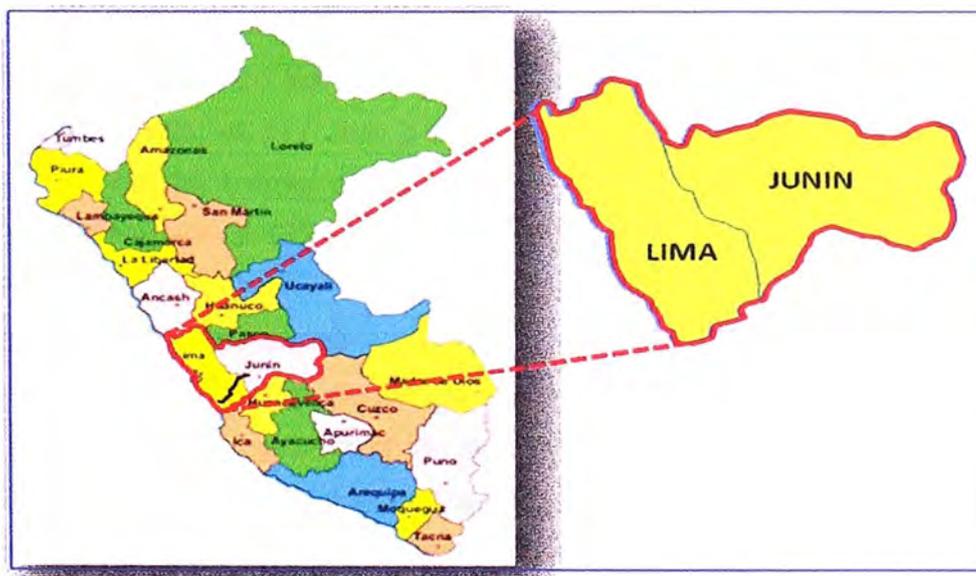
### 1.3.2 Area de Influencia

Para definir el área de influencia del proyecto, se ha tomado el criterio de accesibilidad vial, identificando especialmente los centros poblados que delimitan a cada lado de la vía aproximadamente en 5 Km además de aquellas áreas de actividades económicas o productivas que se espera sean beneficiados por el proyecto.

#### Área de Influencia Indirecta

Se define a nivel departamental. La figura N° 1.02 muestra el área de influencia indirecta y la población beneficiada con el proyecto respectivamente.

Figura N° 1.02: Área de Influencia Indirecta



#### Área de Influencia Directa

Se define hasta el nivel distrital. La figura N° 1.03 lista las cinco (05) provincias y los treinta y dos (32) distritos ubicados dentro del área de influencia directa.

**Figura N° 1.03: Área de Influencia Directa**



### 1.3.3 Estudio del Tráfico

Para el estudio del tráfico se usó la información del Consorcio Gestión de Carreteras (CGC), el cual realizó los conteos los días: miércoles 21, jueves 22, viernes 23, sábado 24, domingo 25, lunes 26 y domingo 28 de mayo del 2008 en las estaciones de conteo E-1, E-2, E-3 y E-4.

Para el estudio del tráfico se usó la estación de conteo E-4 que abarca el tramo desde Zúñiga hasta el Dv. de Yauyos dado que el tramo en estudio está localizado dentro del tramo de la estación E-4, esta estación de conteo está ubicada en la progresiva 127+400, a la salida de la localidad Magdalena.

### 1.3.4 Análisis de la Demanda

Este análisis comprende la demanda de transporte que atenderá el proyecto, que servirá de base para estimar los beneficios por ahorro en costos de operación vehicular y beneficios por ahorro en tiempo; así como beneficios por presencia del tráfico generado durante el primer año de apertura y por tráfico desviado.

Para el presente estudio, el análisis de la demanda ha considerado la medición del tráfico de la mencionada vía, el cual ha sido realizado para efecto de conocer el volumen diario de vehículos que transitan por la vía.

## Demanda Actual

La demanda actual sea calculado tomando en cuenta el conteo realizado por el Consorcio Gestión de Carreteras, esta demanda actual nos da una idea del flujo vehicular existente en el momento del conteo (la cual se asume como constante durante el año), la misma que se muestra a través del cálculo del IMD (Índice Medio Diario). El cálculo del IMD se muestra en el anexo N° I-03. El cuadro N° 1.02 muestra el resumen del IMD por el tipo de vehículos:

**Cuadro N° 1.02: Tráfico por Tipo de Vehículo - Conteo 2008  
Estación E4: Dv. Yauyos**

TIPO DE VEHICULOS	IMD	DISTRIBUCION %
Auto	2	2.97%
Station Wagon	1	2.70%
Camta pik up	17	32.16%
Camta Rural	4	7.03%
Omnib 2 Ejes	8	14.86%
Omnib +2 Ejes	0	0.00%
Camión 2 Ejes	10	18.11%
Camión 3 Ejes	11	21.62%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>53</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008.

## Demanda proyectada “sin proyecto”

La demanda proyectada “sin proyecto” está referida a la proyección del tráfico normal o actual, sin que se haya ejecutado el proyecto (es decir, que no se ha generado ningún tipo de alteración en el flujo vehicular actual).

Para el cálculo de la demanda proyectada “sin proyecto”, se ha tomado distintas tasas de crecimiento para los tres grandes grupos de vehículos, para los vehículos ligeros sea tomado como tasa de crecimiento la tasa de crecimiento de ingreso percapita (3.68%), para los vehículos de transporte público se ha considerado como tasa de crecimiento la tasa de crecimiento poblacional anual de la zona en estudio (1.33%), para lo que es el transporte de carga se ha considerado la tasa de crecimiento del PBI del escenario optimista (4.21%), el cual está indicado en el Estudio del MEF 2003-2020, PBI escenario optimista. La proyección de la demanda sin proyecto se puede ver en el anexo N° I-04.

## Demanda Projectada “Con Proyecto”

### Proyección del Tráfico Generado

Para el cálculo del tráfico generado estamos asumiendo que en el primer año de la proyección el tráfico de vehículos de transporte se incrementa en un 20% respecto al tráfico normal (fuente: SNIP). La proyección del tráfico generado se puede apreciar en el anexo N° I-04.

### Proyección del Tráfico Desviado

Del análisis de la Encuesta Origen-Destino realizada en la estación “Quiulla” en la Carretera Longitudinal de la Sierra Sur, tramo La Oroya - Huancayo, se encontró que del total de vehículos encuestados, aproximadamente 11 vehículos pesados actualmente hacen uso de la ruta alterna a la carretera en estudio, por lo que se estima que este número de vehículos optarían por desviarse a la vía R 22 Lunahuna – Pacarán – Zúñiga – Dv. Yauyos - Chupaca una vez esta sea mejorada. La proyección del tráfico desviado se puede apreciar en el anexo N° I-04. A continuación, como resumen del tráfico durante el periodo de análisis se muestra el cuadro N° 1.03:

**Cuadro N° 1.03: Proyección del Tráfico**

Tipo de vehículo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
NORMAL	53	55	57	59	61	63	65	67
GENERADO	0	0	66	68	70	73	75	78
DESVIADO	0	0	11	11	12	12	13	13
<b>TOTAL TRAFICO</b>	<b>53</b>	<b>55</b>	<b>133</b>	<b>138</b>	<b>143</b>	<b>148</b>	<b>154</b>	<b>159</b>

Fuente: elaboración propia

### 1.3.5 Análisis de la Oferta

La oferta vial existente se detalla a continuación (información recabada del inventario vial):

#### SITUACION ACTUAL

**Cuadro N° 1.04: Oferta Vial en la Situación “Sin Proyecto”**

Tramo	Long. Km.	Superficie	Ancho MI.	Pendiente %	Estado
74+000 al 79+000	5.00	Tierra	4.7	2.7	Malo-intransitable

Ancho de la carretera prom.: 4.70 m

Superficie de rodadura : tierra

Estado de superficie : malo

Puentes : 2 puentes reticulado con tablero de madera

Río Caca y Río Cañete,

Zona crítica : Km 79 (500 m)

Pequeños derrumbes, inestabilidad de talud.

### 1.3.6 Balance Oferta-Demanda

**Cuadro N° 1.05: Comparación Oferta-Demanda**

Descripción	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03
IMD	>53 Veh./día	>53 Veh./día	>53 Veh./día
Longitud	5 Km	5 Km	5 Km
Velocidad directriz	40 Km/hr	40 Km/hr	50 Km/hr
Pendiente Máxima	8%	8%	8%
Radio mínimo Normal	30 m	30 m	30 m
Radio mín. excep.	25 m	25 m	25 m
Ancho Sup. Rodadura	4.7 m	5.5 m	5.5 m
Berma	Sin bermas, solo en los centros poblados	Sin bermas, solo en los centros poblados	Sin bermas, solo en los centros poblados
Bombeo	2%	2%	2%
Cunetas	Triangular 0.75mx0.50m	Triangular 0.75mx0.50m	Triangular 0.75mx0.50m
Talud de relleno	1:1.5	1:1.5	1:1.5
Carpeta de Rodadura	Slurry Seal	TSB	Carpeta asfáltica
Espesor de afirmado	0.15 m. Base estabilizada	0.15 m. Base estabilizada	0.20 m. Base granular

### 1.3.7 Costos Estimados

#### Costo en la Situación “Sin Proyecto”

Los costos en la situación “sin proyecto” están dados por las actividades desarrolladas para el mantenimiento rutinario y preservar el tráfico vehicular existente. La suma asciende A S/. 39,322.69 Nuevos Soles, por año.

**Cuadro N° 1.06: Costo de Mantenimiento Rutinario – “Sin Proyecto”**

Item	Descripción	Und.	Cant.	P.U. S/.	Parcial S/.
1	Limpieza General	Km	12.5	200.00	2,500.00
2	Eliminación de derrumbes	M3	10.0	30.00	300.00
3	Roce Manual	M2	75.0	1.20	90.00
4	Perfilado de superficie de rodadura	M2	23,500.0	1.30	30,550.00
5	Limpieza de alcantarillas	unid	0.2	275.95	55.19
6	Limpieza de cunetas	ml	1,250.0	4.63	5,787.50
7	Limpieza de señales	unid	15.0	2.00	30.00
8	Limpieza de hitos	unid	5.0	2.00	10.00
<b>TOTAL (S/.)</b>					<b>39,322.69</b>

**Costos en la Situación “Con Proyecto”****Alternativa N° 01**

Intervención de la superficie de rodadura de 5 kilómetros de carretera, para el tramo: San Jerónimo – Catahuasi, se ha contemplado el mejoramiento a nivel de recubrimiento con Base Estabilizada con emulsionante asfáltico y Slurry Seal (Mortero Asfáltico), desde la progresiva 74+000 al 79+000, con un ancho de la superficie de rodadura variable (3.60 a 5.50 metros) mas bermas 0.50 metros a cada lado en los centro poblados, escarificado de sub-rasante y base granular estabilizada con emulsión asfáltica cationica de rotura lenta de 15.0 cm., sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

Alcantarillas TMC, diámetro = 48"; 17 unidades.

Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

De otro lado, también se ha considerado el plan de manejo ambiental, así como las políticas de mantenimiento para la presente alternativa, estas comprenden generalmente actividades de mantenimiento anual rutinario y actividades de mantenimiento periódico cada 3 años. El detalle del presupuesto de la intervención de la alternativa N° 01 se puede ver en el anexo N° I-05. En el

cuadro N° 1.07 se muestra el resumen de los costos de inversión de la alternativa N° 01:

**Cuadro N° 1.07: Costo de Inversión – “Con Proyecto”**  
**Alternativa N°01**

Item	Descripción	Parcial (S/.)
1	Intervención	1.488.406.62
2	Mitigación de impacto ambiental	8.861.00
3	Elaboración del estudio definitivo (2.5%)	37.210.17
4	Supervisión (7%)	104.188.46
<b>COSTO DE INVERSION (S/.)</b>		<b>1,638,666.25</b>

El costo de mantenimiento rutinario para todas las alternativas es de S/. 67,995.01 nuevos soles, y el mantenimiento periódico para la primera alternativa es de S/. 248,836.41nuevos soles. En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de los costos de mantenimiento periódico de la alternativa N° 01:

**Cuadro N° 1.08: Costos de Mant. Periódico – “Con Proyecto”**  
**Alternativa N° 01**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Periodo
1.0	<b>Trabajos Preliminares</b>				5.000.00	Realizado cada 3 años
1.1	Movilización y desmovilización de equipos	Gib	1.00	5.000.00	5.000.00	
2.0	<b>Pavimentos</b>				240.360.00	
2.1	Tratamiento de fisuras	m	2.500.00	5.94	14.850.00	
2.2	Sello tratamiento superficial	m2	1.500.00	5.11	7.665.00	
2.3	Slurry Seal (mortero asfáltico)	m2	23.500.00	9.27	217.845.00	
3.0	<b>Protección Ambiental</b>				3.476.41	
3.1	Restauración de zonas utilizadas como campamentos y patio de máquinas	Ha	0.25	4.148.14	1.037.04	
3.2	Restauración de áreas disturbadas en canteras	Ha	0.50	4.510.32	2.255.16	
3.3	Reconformación de depósito de material excedente	m3	100.00	1.84	184.21	
<b>TOTAL</b>					<b>248,836.41</b>	

### Alternativa N° 02

Intervención de 5 kilómetros de carretera, para el tramo: San Jerónimo - Catahuasi se ha contemplado el mejoramiento de carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000, a nivel de tratamiento superficial bicapa TSB, base de afirmado estabilizado con emulsión asfáltica e= 15.0 cm., con un ancho de la

superficie de rodadura que varía de 3.60 a 5.50 metros más bermas 0.50 metros a cada lado en los centros poblados, sistema de drenaje mediante alcantarillas y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

Alcantarillas TMC, diámetro = 36"; 01 unidades.

Alcantarillas de Concreto Armado; 03 unidades

Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

De otro lado, también se ha considerado el plan de manejo ambiental, así como las políticas de mantenimiento para la presente alternativa, estas comprenden generalmente actividades de mantenimiento anual rutinario y actividades de mantenimiento periódico cada 3 años. El detalle del presupuesto de la intervención de la alternativa N° 02 se puede ver en el anexo N° I-06. En el cuadro N° 1.09 se puede ver el resumen de los costos de inversión de la alternativa N° 02:

**Cuadro N° 1.09: Costo de Inversión – “Con Proyecto”**  
**Alternativa N°02**

Item	Descripción	Parcial (S/.)
1	Intervención	1,817,196.72
2	Mitigación de impacto ambiental	8,861.00
3	Elaboración de estudio definitivo (2.5%)	45,429.92
4	Supervisión (7%)	127,203.77
<b>COSTO DE INVERSION (S/.)</b>		<b>1,998,691.41</b>

El costo de mantenimiento para la segunda alternativa es el de rutinario cada año cuyo costo es de S/ 67.995,01 nuevos soles y el mantenimiento periódico cuyo costo es S/ 347,584.04 nuevos soles. En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de los costos de mantenimiento de la alternativa N° 02:

**Cuadro N° 1.10: Costo de Mant. Periódico – “Con Proyecto”  
Alternativa N° 02**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.	Periodo
1.0	Trabajos Preliminares				5,000.00	Realizado cada 3 años
1.1	Movilización y desmovilización de equipos	Glb	1 00	5 000 00	5 000 00	
2.0	Pavimentos				339,107.63	
2.1	Demarcación y retiro de carpeta	m	900 00	8 46	7 634 09	
2.2	Sello tratamiento superficial	m2	500 00	7 30	3 648 54	
2.3	Tratamiento superficial bicapa	m2	23.500 00	13 95	327 825 00	
3.0	Protección Ambiental				3,476.41	
3.1	Restauración de zonas utilizadas como campamentos y patio de máquinas	Ha	0 25	4 148 14	1 037 04	
3.2	Restauración de áreas disturbadas en canteras	Ha	0 50	4 510 32	2 255 16	
3.3	Reconformación de depósito de material excedente	m3	100 00	1 84	184 21	
<b>TOTAL</b>					<b>347,584.04</b>	

### Alternativa N° 03

Intervención de 5 kilómetros de carretera desde la progresiva 74+000 al 79+000, a nivel de superficie de rodadura con imprimación reforzada que consiste en una base granular de afirmado e= 20.0 cm., con un ancho de la superficie de rodadura que variable (3.60 metros a 5.50 metros) mas bermas 0.50 metros a cada lado en los centros poblados, la imprimación reforzada será con RC-250 o MC-30, el sistema de drenaje mediante alcantarillas de TMC y cunetas de concreto, las cuales se detallan a continuación:

Alcantarillas TMC, diámetro = 24"; 01 unidades.

Alcantarillas de Concreto Armado; 04 unidades

Señales informativas, preventivas, reglamentarias, hitos kilométricos.

El detalle del presupuesto de la intervención de la alternativa N° 03 se puede ver en el anexo N° I-07. En el cuadro N° 1.11 se puede apreciar el resumen de los costos de inversión de la alternativa N° 03:

**Cuadro N° 1.11: Costo de Inversión – “Con Proyecto”  
Alternativa N°03**

Item	Descripción	Parcial (\$/.)
1	Intervención	2,316,249.21
2	Mitigación de impacto ambiental	8,861.00
3	Elaboración de estudio definitivo (2.5%)	57,906.23
4	Supervisión (7%)	162,137.44
<b>COSTO DE INVERSION (\$/.)</b>		<b>2,545,153.89</b>

De otro lado, también se ha considerado el plan de manejo ambiental, así como las políticas de mantenimiento para la presente alternativa, estas comprenden generalmente actividades de mantenimiento anual rutinario.

El costo de mantenimiento para la tercera alternativa, es el de rutinario cada año cuyo costo es de S/ 704,023.53 nuevos soles. En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de los costos:

**Cuadro N° 1.12: Costo de Mant. Periódico – “Con Proyecto”  
Alternativa N° 03**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Periodo
1.0	Trabajos Preliminares				5,000.00	Realizado cada 5 años
1.1	Movilización y desmovilización de equipos	Gib	1 00	5.000 00	5.000 00	
2.0	Pavimentos				695,547.13	
2.1	Demarcación y retiro de carpeta	m	587.50	3.91	2,297.13	
2.2	Bacheo superficial	m3	5.875 00	13 00	76.375 00	
2.3	Ruego de liga	m2	23,500.00	0.35	8,225 00	
2.4	Recapeado (carpeta nivelante)	m3	1.175.00	518.00	608,650.00	
3.0	Protección Ambiental				3,476.41	
3.1	Restauración de zonas utilizadas como campamentos y patio de máquinas	Ha	0.25	4,148.14	1,037.04	
3.2	Restauración de áreas disturbadas en canteras	Ha	0.50	4,510.32	2,255.16	
3.3	Reconformación de depósito de material excedente	m3	100.00	1.84	184.21	
<b>TOTAL</b>					<b>704,023.53</b>	

### 1.3.8 Precios Sociales

Los precios sociales se calculan multiplicando con los factores de conversión, de 0.80 para la inversión, 0.75 para los costos de mantenimiento.

**Cuadro N° 1.13: Costo de Inversión y Mant. Según Alternativa  
A Precios Sociales (en nuevos soles)**

AÑO	Costo sin proyecto	ALTERNATIVA 01		ALTERNATIVA 02		ALTERNATIVA 03	
		Inversion	Mantenimiento	Inversion	Mantenimiento	Inversion	Mantenimiento
2010		1.310.933.00		1.598.953.13		2.036.123.11	
2011	29.492.02		50.996.26		50.996.26		50.996.26
2012	29.492.02		50.996.26		50.996.26		50.996.26
2013	29.492.02		186.627.31		260.688.03		50.996.26
2014	29.492.02		50.996.26		50.996.26		50.996.26
2015	29.492.02		50.996.26		50.996.26		528,017.65
2016	29.492.02		186.627.31		260.688.03		50.996.26

### 1.3.9 Beneficios

Los beneficios del proyecto corresponden a los beneficios por ahorro en los costos de operación vehicular incluyendo en el mismo el ahorro por tiempo de viaje de los beneficiados directamente con el proyecto.

#### Beneficio por Ahorro en Costo de Operación Vehicular

En los cuadros siguientes se presenta el resumen de los beneficios por alternativa.

**Cuadro N° 1.14: Ahorro por COV**  
**En dólares a precios sociales**

AÑOS	ALTER. 01	ALTER. 02	ALTER. 03
2009	0	0	0
2010	0	0	0
2011	155,362	180,959	189,239
2012	161,565	188,087	196,699
2013	168,023	195,508	204,464
2014	174,748	203,232	212,547
2015	181,749	211,272	220,961
2016	189,039	219,642	229,720

## 1.4 EVALUACION

### 1.4.1 Evaluación Económica

Se presenta la evaluación económica para ambas alternativas, con una tasa de descuento del 11%.

**Cuadro N° 1.15: Evaluación Económica**

INDICADORES	ALTERNATIVA N°01	ALTERNATIVA N° 02	ALTERNATIVA N° 03
TD	11%	11%	11%
VAN	<b>20,347</b>	<b>-100,952</b>	<b>-470,815</b>
TIR	12%	9%	2%
B/C	<b>1.01</b>	<b>0.95</b>	<b>0.80</b>

## 1.4.2 Análisis de Sensibilidad

**Cuadro N° 1.16: Análisis de Sensibilidad**

		INVERSION (+20%)	BENEFICIOS (-10%)	COSTOS (+10%) BENEFICIOS (-10%)	COSTOS (+20%) BENEFICIOS (-20%)
ALTERNATIVA 01	VAN	-241,839.19	-139,046.70	-319,858.42	-662,059.81
	TIR	5%	7%	3%	-6%
	B/C	0.87	0.91	0.82	0.66
ALTERNATIVA 02	VAN	-420,743.08	-286,393.43	-509,737.56	-921,310.14
	TIR	3%	4%	0%	-10%
	B/C	0.82	0.85	0.77	0.62
ALTERNATIVA 03	VAN	-878,039.43	-664,751.98	-918,247.35	-1,365,679.89
	TIR	-3%	-2%	-6%	-14%
	B/C	0.69	0.72	0.66	0.53

## 1.4.3 Selección de Alternativas

Realizada la evaluación y el análisis de sensibilidad la alternativa más rentable resulta la alternativa N° 01: mejoramiento a nivel de recubrimiento con Base Estabilizada con emulsionante asfáltico y Slurry Seal (Mortero Asfáltico), con una Tasa Interna de Retorno de 74.00%, Valor Actual Neto de S/. 3,058,108.70 Nuevos Soles y Beneficio / costo de 2.94.

## 1.4.4 Análisis de Sostenibilidad

La sostenibilidad de este proyecto, estaría dada principalmente por el adecuado mantenimiento que debe darse a la nueva infraestructura. Teniendo en cuenta que es una vía componente de La Red Vial Nacional, la conservación en la serviciabilidad y el cambio de estándar estaría a cargo de la empresa asignada por Provias Nacional durante 7 años, por tal motivo el Ministerio de Transporte y Comunicaciones mediante el Contrato: N° 288-2007-MTC/20, se compromete a destinar recursos necesarios y suficientes para dicho fin durante su horizonte del proyecto.

**1.4.5 Matriz de Marco Lógico**

**Cuadro N° 1.17: Matriz de Marco Lógico**

	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<b>Fin</b>	Mayor utilidad económica y mejores condiciones de vida de la población del área de influencia de la carretera	Ingreso per capita Disminución de las necesidades básicas insatisfechas.	Encuestas a hogares Censos	
<b>Propósito</b>	Eficiente nivel de transitabilidad de la carretera que facilite el transporte de carga y pasajeros hacia los mercados de consumo	Niveles de Trafico (IMD) Volumen de carga agrícola Volumen de carga minera	Encuesta Origen – Destino Conteos de Tráfico Presupuestos de obra Estadísticas de producción agropecuaria	Asignación del presupuesto para ejecución de obras de Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera
<b>Componentes</b>	Mejoramiento de vía a Nivel de Base Estabilizada y Slurry Seal. Mantenimiento rutinario y periódico de la vía.	Rehabilitación y mejoramiento de 5.00 kilómetros de carretera a nivel de Slurry Seal. Mantenimiento rutinario y periódico de 5.00 kilómetros de carretera.	Inventario Vial Informes de obra y valorizaciones Costo de mantenimiento x kilómetro	Desconcentración de actividades de mantenimiento y asignación del presupuesto para actividades de mantenimiento.
<b>Acciones</b>	- Estudios definitivos.  - Ejecución de la obra  - Supervisión de obras  <b>Total</b>	     <b>S/. 1,638,666.25</b>	     Monitoreo y control de avance de elaboración de estudios definitivos (obras civiles) y, Supervisión por parte de la unidad ejecutora.	Recursos Financieros comprometidos Participación de Previas Nacional del Ministerio de Transporte y Comunicacion. Selección y otorgamiento de la buena pro a consultores y contratistas con capacidad y experiencia necesaria.

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 HIDRAULICA E HIDROLOGIA**

#### **2.1.1 Cuenca**

La cuenca es el área, del terreno, donde todas las aguas caídas por precipitaciones se unen para formar un solo curso de agua.

#### **2.1.2 Parámetros Geomorfológicos de las Cuencas**

El ciclo hidrológico, visto a nivel de una cuenca, se puede esquematizar como un estímulo, constituido por la precipitación, al que la cuenca responde mediante el escurrimiento en su salida. Entre el estímulo y la respuesta ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre uno y otra, y que están controlados por las características geomorfológicas de la cuenca y su urbanización. Dichas características se clasifican en dos tipos, según la manera en que controlan los fenómenos mencionados: las que condicionan el volumen de escurrimiento, como el área de la cuenca y el tipo de suelo, y las que condicionan la velocidad de respuesta, como son la pendiente de la cuenca y los cauces, etc. A continuación se describen las características principales de una cuenca.

#### **Area de la cuenca (A)**

Se refiere al área proyectada en un plano horizontal, delimitada por los divortium acuarium o parteaguas. Su determinación se realiza con un planímetro o en autocad, si es que el plano estuviera digitalizado.

#### **Longitud del Cauce Principal (L)**

El cauce principal de una cuenca es la corriente que pasa por la salida de la cuenca, por lo que la longitud del cauce principal se determina desde el punto más alejado del cauce principal hasta el punto de salida de la cuenca.

#### **Perímetro de la cuenca (P)**

El perímetro de la cuenca es la longitud que se obtiene de medir la longitud línea que delimita a la cuenca.

## **Pendiente de la cuenca (S)**

Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca.

La pendiente de la cuenca nos indica el grado de inclinación de la cuenca respecto a un plano horizontal.

### **2.1.3 El Método Racional**

El método racional es un método para el cálculo de caudales, que se basa en la teoría del tiempo de concentración.

Usando este método de cálculo, se supone que la máxima variación del caudal correspondiente a una lluvia de cierta intensidad sobre el área, es producida por la lluvia que se mantiene por un tiempo igual al que tarda el caudal máximo en llegar al punto de observación considerado.

## **Tiempo de Concentración ( $t_c$ )**

Se define como el tiempo necesario para que una gota de agua que cae en el punto hidrológicamente más alejado de la cuenca llegue a la salida de la misma y durante el cual todos los puntos de la cuenca aportan al caudal.

## **Precipitación (Pr)**

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre. Las lluvias presentan gran variación en el espacio y en el tiempo y pueden ser representadas con un mapa de isoyetas. Los mapas de isoyetas se construyen en base a información recopilada en las diversas estaciones de medición dentro de una cuenca.

Un evento de lluvias o tormenta describe un periodo de tiempo en el cual la precipitación es significativa y medible. El tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final de un evento de precipitación es definido como la duración de la precipitación.

## **Intensidad de Precipitación (I)**

Es la tasa temporal de precipitación, es decir la profundidad de precipitación por unidad de tiempo, puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia.

### **Coeficiente de Escorrentia (C)**

Se entiende por coeficiente de escurrimiento a la relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escurre superficialmente, (ambas expresadas en mm).

#### **2.1.4 Drenaje Longitudinal**

Se denomina obra de drenaje longitudinal a toda aquella que permita la continuidad de la red de drenaje natural del terreno en el sentido longitudinal del flujo.

#### **2.1.5 Drenaje Transversal**

Se denomina obra de drenaje transversal a toda aquella que permita la continuidad de la red de drenaje natural del terreno en el sentido transversal del flujo.

## **2.2 CONSERVACION DE LAS OBRAS DE DRENAJE**

### **Conservación Vial**

La conservación vial, en general, es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen el camino y, de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica lo que se busca es preservar el capital ya invertido en el camino y evitar su deterioro físico prematuro.

Las actividades de mantenimiento se clasifican, usualmente, por la frecuencia como se repiten: rutinarias y periódicas. En la realidad todas son periódicas, pues se repiten cada cierto tiempo en un mismo elemento. Sin embargo, en la práctica las rutinarias se refieren a las actividades repetitivas que se efectúan continuamente en diferentes tramos del camino y las periódicas son aquellas actividades que se repiten en lapsos más prolongados, de varios meses o de más de un año. Bajo estas consideraciones, se definen el mantenimiento rutinario y el mantenimiento periódico, de la siguiente manera:

### **Obra de conservación rutinaria**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan dentro del Presupuesto Anual para conservar la calzada, el sistema de drenaje, área lateral, la señalización y las obras de arte en general. Estos trabajos tienen el carácter de preventivo y se ejecutan, según sea el caso en diversa magnitud (limitada e ilimitada), durante todo el año para conservar la adecuada transitabilidad y evitar el deterioro prematuro de la carretera, de acuerdo a una programación elaborada en función de prioridades, estacionalidad y características de la carretera.

### **Obra de conservación periódica**

En la conservación periódica no se incluyen las correspondientes a la conservación del derecho de vía, explanaciones, drenaje, cauces, estructuras y señalización, las mismas que están cubiertas absolutamente por la conservación rutinaria y/o las obras de conservación puntual complementaria.

La conservación periódica es la actividad que se ejecuta sólo para reconfigurar y restablecer las características técnicas de la superficie de rodadura. La actividad se repite en periodos de más de un año, según el efecto del tránsito.

### **Obra de conservación puntual**

Es un trabajo aislado de construcción, necesario para cubrir una necesidad de conservación para corregir una omisión funcional o estructural, o para eliminar un riesgo previsible o para recuperar una obra existente dañada total o parcialmente. Requiere estudio o diseño específico justificatorio de la correspondiente asignación presupuestal y el expediente técnico.

### **Trabajos de emergencia**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan para recuperar la inmediata transitabilidad de la carretera afectada por varios sectores por un evento extraordinario o de fuerza mayor.

## **CAPITULO III: EVALUACION, DIAGNOSTICO Y CONSERVACION DEL Km. 74+000 AL Km. 79+000**

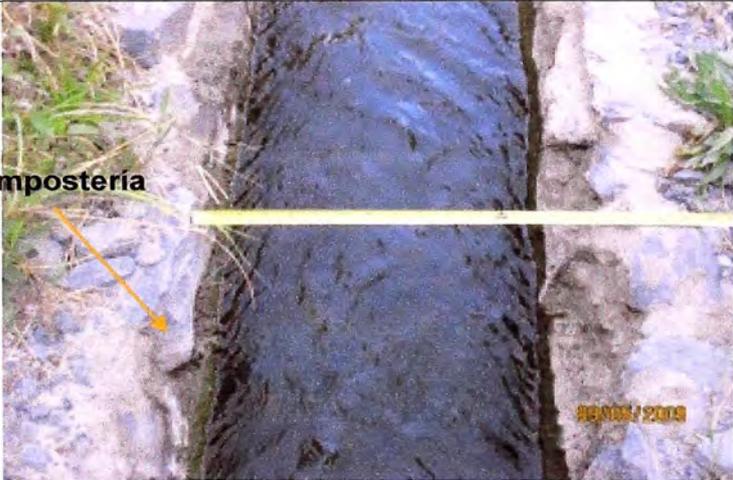
### **3.1 EVALUACION Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**

#### **Inventario Vial**

El inventario vial es un proceso que permite conocer los caminos que componen la red vial de una determinada área, asimismo los componentes del camino y el estado de conservación de los mismos. Antes de dar inicio a los trabajos de mantenimiento, se debe efectuar el inventario detallado del camino. Los datos que son consignados en el inventario permiten, además, conocer la ubicación de los principales componentes y obras que conforman el camino, el estado de los mismos y la necesidad de ciertos trabajos.

Los factores más importantes que se deben considerar en la evaluación de estas carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (afirmadas), son la sección representativa, el drenaje y el suficiente espesor de la capa de afirmado. La condición superficial, tales como ahuellamientos y baches, indican una insuficiencia en la capa de rodadura. Este tipo de fallas se presentan por un drenaje incorrecto o deficiencia de la capa de afirmado o posiblemente de ambos. Por lo tanto, la señal de alerta superficial se convierte en un indicador importante para la atención primaria del drenaje y la capa de afirmado adecuada. Otros aspectos son los referidos al control del polvo y las superficies que presentan disgregaciones por efecto del escurrimiento superficial del agua que son importantes para el servicio total de la carretera. Sin embargo, resultan ser secundarias porque pueden cambiar rápidamente por efectos climatológicos o por la conservación. Entonces, estas condiciones no debieran influenciar la atención primaria de la carretera (sección, drenaje y espesor de la capa de afirmado). En nuestro caso, solo nos abocaremos al inventariado de las obras de arte y drenaje, en el cual se señalan la ubicación, el estado de conservación y el grado de colmatación de los mismos. Tal información nos permite determinar si estas obras existen en un número suficiente y, además, estimar la cantidad de trabajo requerida para tenerlas en condiciones adecuadas. A continuación presentamos el inventario vial de las obras de drenaje y de arte del tramo en estudio:

**Cuadro N° 3.01: Inventario de las obras de Drenaje - Canal**

<b>1. Ubicación</b>				
Progresiva Inicio:	74+115	Ruta:	024	
Progresiva Final:	74+280	Lado:	Derecho	
<b>2. Tipo de Estructura</b>				
Clase:	Canal	Sección Trans.:	Rectangular	
Material:	Mampostería			
<b>3. Situación Actual</b>				
Condición Estructural:	Excelente	Condición Funcional:	Buena	
<b>4. Fotos</b>				
				
<b>5. Evaluación</b>				
	Se observaron canales de piedra en el lado derecho del tramo en estudio, lo cual genera filtraciones de agua hacia la superficie.			
<b>6. Consecuencias</b>				
	El agua que infiltra hacia la plataforma de la carretera con el tiempo generará inestabilidad en la plataforma de la carretera lo cual provocará el retiro del material afectado y su reposición por un material nuevo, trabajos que generarían obstrucción en el tráfico vehicular de la carretera.			

**Cuadro N° 3.02: Inventario de las Obras de Drenaje – Cuneta de tierra**

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	74+000	Ruta:	024
Progresiva Final:	77+000	Lado:	Derecho
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	Cuneta	Sección Trans.:	Triangular
Material:	Tierra		
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	Regular	Condición Funcional:	Regular
<b>4. Foto</b>			
Cuneta de tierra			
<b>5. Evaluación</b>			
Se observó la presencia de cunetas de tierra en el tramo en estudio, cunetas que en algunos casos no mantenían su sección hidráulica original y por tramos se observó cunetas sucias con basura.			
<b>6. Consecuencias</b>			
Como consecuencia del uso de cunetas de tierra como obra de drenaje, en las épocas de lluvia el agua tiende a filtrar por la cuneta hacia la plataforma, lo cual desestabiliza a la plataforma de la carretera, lo cual provocará el retiro del material afectado y su reposición por un material nuevo.			

### Cuadro N° 3.03: Inventario de las obras de Drenaje – Canal

<b>1. Ubicación</b>				
Progresiva Inicio:	77+425	Ruta:	024	
Progresiva Final:	77+645	Lado:	Derecho	
<b>2. Tipo de Estructura</b>				
Clase:	Canal	Sección Trans.:	Rectangular	
Material:	Mampostería			
<b>3. Situación Actual</b>				
Condición Estructural:	Excelente	Condición Funcional:	Buena	
<b>4. Fotos</b>				
				
<b>5. Evaluación</b>				
	Se observaron canales de piedra en el lado derecho del tramo en estudio, lo cual genera filtraciones de agua hacia la superficie.			
<b>6. Consecuencias</b>				
	El agua que infiltra hacia la plataforma de la carretera con el tiempo generará inestabilidad en la plataforma de la carretera lo cual provocará el retiro del material afectado y su reposición por un material nuevo, trabajos que generarían obstrucción en el tráfico vehicular de la carretera.			

**Cuadro N° 3.04: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco**

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	76+617	Ruta:	024
Progresiva Final:	76+617	Lado:	N/A
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	Alcantarilla	Sección Trans.:	Rectangular
Material:	Piedra	Tipo:	Marco
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	Buena	Condición Funcional:	Parcialmente obstruida
<b>4. Foto</b>			
			
<b>5. Evaluación</b>			
<p>La alcantarilla existente funciona como alcantarilla de pase de las aguas de regadío, la cual no funciona al cien por ciento de su sección hidráulica, dado que en la visita se noto que estaba con basura.</p>			
<b>6. Consecuencias</b>			
<p>Como consecuencia de la obstrucción de la alcantarilla, esta no va a funcionar en su totalidad, lo que traerá como consecuencia que el caudal para el cual fue diseñada la alcantarilla rebase a la misma, generando que el agua entre en contacto con la plataforma de la carretera.</p>			

### Cuadro N° 3.05: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	77+985	Ruta:	024
Progresiva Final:	77+985	Lado:	N/A
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	Alcantarilla	Sección Trans.:	Rectangular
Material:	Piedra	Tipo:	Marco
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	Buena	Condición Funcional:	Parcialmente obstruida
<b>4. Foto</b>			
Alcantarilla			
<b>5. Evaluación</b>			
La alcantarilla existente funciona como alcantarilla de pase de las aguas de regadío, la cual no funciona al cien por ciento de su sección hidráulica, dado que en la visita se noto que estaba con basura.			
<b>6. Consecuencias</b>			
Como consecuencia de la obstrucción de la alcantarilla, esta no va a funcionar en su totalidad, lo que traerá como consecuencia que el caudal para el cual fue diseñada la alcantarilla rebase a la misma, generando que el agua entre en contacto con la plataforma de la carretera.			

**Cuadro N° 3.06: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco**

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	78+249	Ruta:	024
Progresiva Final:	78+249	Lado:	N/A
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	Alcantarilla	Sección Trans.:	Rectangular
Material:	Piedra	Tipo:	Marco
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	Buena	Condición Funcional:	Parcialmente obstruida
<b>4. Foto</b>			
			
<b>5. Evaluación</b>			
<p>La alcantarilla existente funciona como alcantarilla de pase de las aguas de regadío, la cual no funciona al cien por ciento de su sección hidráulica, dado que en la visita se noto que estaba con basura.</p>			
<b>6. Consecuencias</b>			
<p>Como consecuencia de la obstrucción de la alcantarilla, esta no va a funcionar en su totalidad, lo que traerá como consecuencia que el caudal para el cual fue diseñada la alcantarilla rebase a la misma, generando que el agua entre en contacto con la plataforma de la carretera.</p>			

**Cuadro N° 3.07: Inventario de las Obras de Drenaje – Alcantarilla Marco**

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	78+621	Ruta:	024
Progresiva Final:	78+621	Lado:	N/A
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	Alcantarilla	Sección Trans.:	Rectangular
Material:	Piedra	Tipo:	Marco
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	Buena	Condición Funcional:	Parcialmente obstruida
<b>4. Foto</b>			
			
<b>5. Evaluación</b>			
<p>La alcantarilla existente funciona como alcantarilla de pase de las aguas de regadío, la cual no funciona al cien por ciento de su sección hidráulica, dado que en la visita se noto que estaba con basura.</p>			
<b>6. Consecuencias</b>			
<p>Como consecuencia de la obstrucción de la alcantarilla, esta no va a funcionar en su totalidad, lo que traerá como consecuencia que el caudal para el cual fue diseñada la alcantarilla rebase a la misma, generando que el agua entre en contacto con la plataforma de la carretera.</p>			

**Cuadro N° 3.08: Inventario de Obras de las Drenaje - Filtración**

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	77+650	Ruta:	024
Progresiva Final:	77+700	Lado:	Derecho
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	N/A	Sección Trans.:	N/A
Material:	N/A		
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	N/A	Condición Funcional:	N/A
<b>4. Foto</b>			
<b>Filtración de agua en el talud</b>			
<b>5. Evaluación y Diagnóstico</b>			
Se observó afloramiento de agua en el talud de la carretera hacia la plataforma, producto de los trabajos de regadío que realizan los pobladores de la zona.			
<b>6. Consecuencias</b>			
Como consecuencia de estas filtraciones, la plataforma de la carretera se ve afectada, dado que el agua al entrar en contacto con la plataforma la debilita provocando inestabilidad en la plataforma lo que obliga a reemplazar el material afectado por uno nuevo, trabajos que generarían obstrucción en el tráfico vehicular de la carretera.			

### Cuadro N° 3.09: Inventario de las Obras de Drenaje – Puente Huallampi

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	77+660	Ruta:	024
Progresiva Final:	77+693	Nombre	Pte. Huallampi
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	Puente reticulado	N° Vanos:	01
Material:	Acero	Altura:	6.00 mts
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	Buena	Condición Funcional:	Regular
<b>4. Foto</b>			
			
<b>5. Evaluación</b>			
<p>El pte. Huallampi actualmente se encuentra en una condición estructural buena, se observó que el cauce que atraviesa el pte. estaba obstruido con piedras de 15 pulg. aproximadamente y con basura.</p>			
<b>6. Consecuencias</b>			
<p>Como consecuencia de las obstrucciones en el lecho del cauce que atraviesa el pte., en épocas de crecidas del agua, puede suceder que la altura libre del pte. no sea suficiente, lo cual si sucede, haría que el agua llegue hasta la plataforma del puente (situación que hasta la actualidad no ha sucedido).</p>			

### Cuadro N° 3.10: Inventario de las Obras de Drenaje – Puente Hualla

<b>1. <u>Ubicación</u></b>			
Progresiva Inicio:	78+247	Ruta:	024
Progresiva Final:	78+267	Nombre	Pte. Hualla
<b>2. <u>Tipo de Estructura</u></b>			
Clase:	Puente reticulado	N° Vanos:	01
Material:	Acero	Altura:	5.50 mts
<b>3. <u>Situación Actual</u></b>			
Condición Estructural:	Buena	Condición Funcional:	Regular
<b>4. Foto</b>			
			
<b>5. Evaluación</b>			
<p>El pte. Huallampi actualmente se encuentra en una condición estructural buena, se observó que el cauce que atraviesa el pte. estaba obstruido con piedras de 15 pulg. aproximadamente y con basura.</p>			
<b>6. Consecuencias</b>			
<p>Como consecuencia de las obstrucciones en el lecho del cauce que atraviesa el pte., en épocas de crecidas del agua, puede suceder que la altura libre del pte. no sea suficiente, lo cual si sucede, haría que el agua llegue hasta la plataforma del puente (situación que hasta la actualidad no ha sucedido).</p>			

## 3.2 DISEÑO DEL DRENAJE SUPERFICIAL

### 3.2.1 Recopilación de Información

#### Estudio de campo

La carretera tiene una topografía bastante sinuosa, se desarrolla en gran parte a media ladera. La vía es afirmada con anchos variables de plataforma que van desde los 4.00 mts hasta 9.50 mts

La carencia de mantenimiento periódico y rutinario tiene como consecuencia baches, ahuellamientos, erosión y pérdida de finos; mientras que la deficiencia de los sistemas de drenaje y la sección vial inadecuada no permiten la evacuación inmediata de las aguas de las lluvias y de regadío; por el contrario, se acumulan en los baches existentes en la plataforma produciendo y agravando las fallas antes señaladas.

El proyecto requiere del diseño de un sistema de drenaje, cuyo funcionamiento sea integral y eficiente, considerando las obras requeridas para el tramo, como cunetas, alcantarillas, drenes. Dicho sistema de drenaje será determinado de manera que se proteja adecuadamente la plataforma de la estructura del pavimento a emplazar y cumpla con la vida útil proyectada para la obra.

#### Información Cartografía

La información se obtiene de las cartas nacionales, que en el presente caso se requirió de una de ellas a la escala 1:100,000, donde se ubicó el trazo o ruta de la carretera en el tramo en estudio, además en esa carta se ubican las fuentes de agua o cursos principales, que inciden en el tramo en estudio y las respectivas sub-cuencas hidrográficas que permitirán determinar los parámetros físicos correspondientes, como área, longitud del curso principal, pendiente, esta información física se contrastó con los trabajos de campo que se ejecutó en la zona del proyecto (ver anexo N° VI). La carta nacional requerida es la siguiente:

**Cuadro N° 3.11: Descripción Carta Nacional**

<b>Carta Nacional</b>	<b>Nombre</b>	<b>Escala</b>
26-I	Tupe	1 / 100,000

Fuente: IGN

### Información Pluviométrica

El Estudio Hidrológico desarrollado tiene como objetivo evaluar y determinar el comportamiento, en condiciones extremas del aporte del pluviómetro y su traducción a escorrentía superficial en las áreas de drenaje de los cauces de quebradas que cruzan la carretera Lunahuana – Huancayo, margen derecho, en el tramo del Km. 74+000 al Km. 79+000.

A partir de las lluvias medidas en los pluviómetros se determinará la precipitación media sobre el área en estudio, para ello se calculará la lamina o altura de agua que cae en promedio en una región utilizando los métodos estadísticos como la distribución Gumbel, Log-Normal, Normal y Log-Person III, previo análisis de bondad de ajuste de las distribuciones mencionadas anteriormente.

Se recopiló y adquirió información hidrometeorológica de la estación Huangascar de 43 años de registro histórico, principalmente de precipitación máxima en 24 horas que se utiliza para determinar los máximos caudales y que se emplean en el diseño de las estructuras de drenaje.

**Cuadro N° 3.12: Ubicación de la Estación Pluviométrica**

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo de Registro	Años
Huangascar	12° 53' S	75° 50' W	2533	1966 - 2008	43

Fuente: SENAMHI

### Precipitación Máxima en 24 horas

La estación Huangascar tiene registros de datos de 43 años, desde 1966 hasta 2008, y se ha tomado específicamente las lluvias máximas en 24 horas, el Cuadro N° 22 detalla las precipitaciones máximas anuales. De los datos registrados en la estación Huangascar se puede determinar que el periodo de mayor precipitación es entre los meses de diciembre a abril, ello significa que hay presencia de agua de lluvias durante cuatro meses en esa zona, lo cual de cierta manera es perjudicial para la carretera porque la expone a procesos de erosión que se deberá tener presente cuando se diseñen las obras de arte en función a los caudales generados en esta parte de la carretera, los meses de menor precipitación son de setiembre a noviembre, existiendo meses de precipitación nula entre mayo y agosto.

**Cuadro N° 3.13: Serie Histórica de Precipitación Máxima en 24 Hrs.**

AÑO	Huangascar Pmax	AÑO	Huangascar Pmax
1966	25.10	1988	20.40
1967	35.30	1989	20.00
1968	12.90	1990	20.00
1969	21.30	1991	19.00
1970	28.00	1992	5.00
1971	19.60	1993	20.00
1972	70.50	1994	24.00
1973	27.20	1995	30.00
1974	12.70	1996	23.00
1975	34.60	1997	25.30
1976	26.50	1998	33.80
1977	29.40	1999	24.30
1978	49.80	2000	30.60
1979	18.10	2001	12.80
1980	8.50	2002	24.80
1981	21.00	2003	15.00
1982	17.20	2004	17.70
1983	9.70	2005	13.00
1984	14.90	2006	25.10
1985	13.80	2007	14.60
1986	19.00	2008	24.00
1987	13.10		

Fuente: SENAMHI

### 3.2.2 Tratamiento Probabilístico de la Información Pluviométrica

El tratamiento probabilístico de la información pluviométrica se realiza con la finalidad de determinar cual de las distribuciones de frecuencia se ajusta mejor a los datos históricos que hemos obtenido, para tal fin se dispone de varios métodos entre los cuales están:

- Análisis gráfico
- Prueba de Kolmogorov-Smirnov
- Prueba de Chi-cuadrado  $\chi^2$

Se aplicará la prueba de Kolmogorov-Smirnov, ya que es aplicable a todas las distribuciones teóricas que se pretende analizar para este estudio.

El método de Smirnov - Kolmogorov es un modelo no-paramétrico de bondad de ajuste, que no tiene una distribución original específica, aplicándose a distribuciones con datos de tipo ordinal y discretas. El método se puede resumir en los siguientes conceptos:

1. Se aplica a datos no agrupados, siendo indiferente hacer o no intervalos de clase.
2. No necesita conocimiento a priori de una distribución técnica.
3. Es aplicable a cualquier distribución aleatoria.
4. Es un modelo no – paramétrico que requiere comparar más distribuciones para determinar la consistencia de la información.

La prueba de ajuste consiste en comparar las diferencias existentes entre la probabilidad de los datos agrupados y la probabilidad ajustada, tomando la distancia más grande entre el valor observado y la recta del modelo.

$$D = \max |F(x) - P(x)|$$

*Donde:*

*D* : Es el estadístico, diferencia máxima entre probabilidad ajustada y empírica

*F(x)* : Probabilidad de la bondad de ajuste

*P(x)* : Probabilidad de los datos no agrupados

Con un valor crítico “*d*” que depende de un número de datos y del nivel de significancia seleccionado.

Si  $D < d$ , se acepta la hipótesis nula

Los valores del nivel de significación  $\alpha$  que se usan normalmente son del 10%, 5% y 1%. Para un nivel de significación de 5%, y para una muestra de  $n=43$ , el valor de “*d*” crítico es 0.207.

En el Cuadro N° 3.14 se muestran los resultados en resumen de la prueba de ajuste de las distribuciones para las precipitaciones máximas en 24 hrs. En el anexo N° II-02 se muestra loa cálculos de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

**Cuadro N° 3.14: Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

RESUMEN DE RESULTADOS				
ESTADISTICO	FUNCION DE DISTRIBUCION			
	NORMAL	LOG-NORMAL	GUMBEL	LOG-PERSON III
$D_{(N)}$	0.1311	<b>0.0764</b>	0.1124	0.9760
$D_{\alpha}$	0.207	<b>0.207</b>	0.207	0.207
$D_{(N)} < D_{\alpha}$	OK	<b>OK</b>	OK	OK

De acuerdo a los resultados obtenidos, la distribución que mejor se ajusta a los datos (tiene el menor valor de  $D_{(N)}$ ) es la distribución Log-Normal.

Una vez definida la función de probabilidad que mejor se ajusta a los datos, procedemos a calcular la precipitación de diseño, para distintos periodos de retorno, a continuación en el cuadro N° 3.15, se muestran los resultados de las precipitaciones:

**Cuadro N° 3.15: Precipitaciones Máx. en 24 Hrs. para distintos Periodos de Retorno**

Periodo de retorno (años)	Prob ( $P \leq P_T$ )	Precipitación (mm)
2	0.500	20.36
5	0.800	29.94
7	0.857	33.20
10	0.900	36.62
20	0.950	43.25
50	0.980	52.15
100	0.990	59.09
200	0.995	66.24

### 3.2.3 Parámetros Geomorfológicos

En el tramo de estudio, se identificaron varias cuencas con distintos parámetros geomorfológicos, estas cuencas fueron delimitadas por los divortium aquarum que se identificaron en la carta nacional 26-I.

## Pendiente de la cuenca

La pendiente de la cuenca se hallará aplicando el criterio del rectángulo equivalente.

Para ello es necesario encontrar dos parámetros; el coeficiente de compacidad de Gravelius  $K_C$  y el rectángulo equivalente.

## El coeficiente de Compacidad de Gravelius

La forma superficial de las cuencas hidrográficas tiene interés por el tiempo que tarda en llegar el agua desde los límites hasta la salida de la misma. Uno de los índices para determinar la forma es el Coeficiente de Compacidad de Gravelius que es la relación  $K_C$  existente entre el perímetro de la cuenca  $p$  y el perímetro de un círculo que tenga la misma superficie "A" que dicha cuenca:

$$K_C = \frac{0.2821p}{\sqrt{A}}$$

Siendo:

$K_C$ : índice o coeficiente de compacidad de Gravelius

$p$ : perímetro de la cuenca

$A$ : área de la cuenca

El índice será mayor o igual a la unidad, de modo que cuanto más cercano a ella se encuentre, más se aproximará su forma a la del círculo, en cuyo caso la cuenca tendrá mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales). Por otra parte  $K_C$  es un número adimensional independiente de la extensión de las cuencas. Por contrapartida, cuando  $K_C$  se aleja más del valor unidad significa un mayor alargamiento en la forma de la cuenca. Si la cuenca fuera circular el valor de  $K_C$  sería uno.

## El Rectángulo Equivalente

El parámetro de rectángulo equivalente, es estimado bajo la condición que éste sea de la misma área y perímetro de la cuenca, bajo estas condiciones tendría el mismo  $K_C$ . Para hallarlo será necesario encontrar los lados del rectángulo equivalente aplicando las formulaciones siguientes:

$$LM = \frac{K_c \sqrt{A}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right] \qquad LM = \frac{K_c \sqrt{A}}{1.12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right]$$

Donde:

$K_c$ : índice o coeficiente de compacidad de Gravelius

P: perímetro de la cuenca (Km)

A: área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

Por último se encuentra la Pendiente de la Cuenca (S), empleando:

$$S = \frac{\Delta C}{LM}$$

Donde:  $\Delta C$  = Cota mayor – Cota menor (de la cuenca en estudio).

A continuación, en el cuadro N° 3.16, se muestra el resumen de los parámetros geomorfológicos de las cuencas por tramos.

**Cuadro N° 3.16: Parámetros Geomorfológicos de Cuencas por tramos**

Prog. Inicial	Prog. Final	Area de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	Long. del cauce (m.)	Perímetro de la cuenca (Km)	Cota mayor (msnm)	Cota menor (msnm)	Kc	Lm	LM	Pendiente (m/m)
74+000	74+153	0.25	2.043	4.38	2.450	1.100	2.49	0.12	2.09	0.65
74+154	74+408	0.26	2.081	3.81	2.200	1.100	2.09	0.15	1.77	0.62
74+409	74+653	0.06	651	1.60	1.580	1.100	1.84	0.08	0.72	0.66
74+903	75+155	0.17	1.544	3.40	2.200	1.100	2.34	0.10	1.61	0.68
75+156	75+410	0.22	1.600	3.56	2.200	1.100	2.16	0.13	1.66	0.66
75+730	76+000	0.11	543	1.76	1.650	1.100	1.47	0.16	0.73	0.75
76+000	76+160	0.02	311	0.76	1.250	1.100	1.48	0.07	0.32	0.47
76+940	77+190	0.16	1.328	3.10	2.000	1.100	2.19	0.11	1.45	0.62
77+191	77+444	0.16	1.329	3.10	2.000	1.100	2.18	0.11	1.45	0.62
77+445	77+654	0.16	1.554	3.32	2.050	1.100	2.34	0.10	1.57	0.61
77+700	77+950	0.18	1.525	3.36	1.700	1.100	2.25	0.11	1.58	0.38
77+951	78+200	0.08	877	2.06	1.600	1.100	2.01	0.09	0.95	0.53
76+500	76+515	3.56	3.642	8.83	3.150	1.100	1.32	1.05	3.40	0.60

### 3.2.4 Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración se puede evaluar mediante las siguientes expresiones:

Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Fórmula del US Corps of Engineers:

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Fórmula de Hataway:

$$T_c = 0.286 \frac{L^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Donde:

T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal (Km)

S = Pendiente de la cuenca (m/m)

Los valores de tiempo de concentración para cada cuenca se han obtenido con los tres métodos anteriormente mencionados, escogiéndose para el cálculo del caudal de diseño el mayor tiempo de concentración de los tres valores.

A continuación, en el cuadro N° 3.17, se muestra el cuadro resumen de los tiempos de concentración para cada cuenca:

**Cuadro N° 3.17: Cálculo del Tiempo de Concentración**

Prog. Inicial	Prog. Final	Kirpich	US Corp. Of engineers	Hathaway	Tc Elegido (Hrs.)
74+000	74+153	0.14	0.56	0.44	0.56
74+154	74+408	0.14	0.57	0.45	0.57
74+409	74+653	0.06	0.23	0.26	0.26
74+903	75+155	0.11	0.45	0.38	0.45
75+156	75+410	0.11	0.46	0.39	0.46
75+730	76+000	0.05	0.20	0.23	0.23
76+000	76+160	0.04	0.14	0.20	0.20
76+940	77+190	0.10	0.41	0.37	0.41
77+191	77+444	0.10	0.41	0.37	0.41
77+445	77+654	0.11	0.46	0.40	0.46
77+700	77+950	0.13	0.50	0.44	0.50
77+951	78+200	0.08	0.31	0.31	0.31
76+500	76+515	0.22	0.88	0.59	0.88

### 3.2.5 Intensidad de Diseño

Para la determinación de la intensidad de diseño se desarrollo una familia de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), para lo cual se empleo la fórmula de Dick and Peshcke:

$$P_D = P_{24H} \left( \frac{D}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

$P_D$  = Precipitación para una tormenta de duración D en mm

D = Duración de la tormenta en min.

$P_{24H}$  = Precipitación máxima en 24 Horas para un período de retorno.

A = Area (Km<sup>2</sup>)

En el anexo N° II-03, se muestra el cálculo de las intensidades de precipitación para distintos periodos de retorno.

A continuación se presenta la ecuación que representa la familia de curvas I-D-F requeridas:

$$I = \frac{10^{2.363 T^{0.194}}}{t_c^{0.75}}$$

Donde:

*T* : Es la precipitación estimada para un tiempo de retorno o frecuencia considerada (mm)

*Tc* : Tiempo de Concentración (hr)

### 3.2.6 Coeficiente de Escorrentía (C)

El agua superficial discurrirá por dos lados, por el lado de la carpeta de rodadura y otro por el lado del talud.

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía del talud empleamos la siguiente tabla:

**Cuadro N° 3.18: Valores para la determinación del Coeficiente de Escurrimiento**

<b>FACTOR</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DE LOS TALUDES</b>	<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA "Ci"</b>
<i>Topografía</i>	<i>Plana (0,2 - 0.6 m /km)</i>	0.3
	<i>Moderada (3 – 4 m/km)</i>	0.2
	<i>Colinas (30 – 50 m/km)</i>	0.1
<i>Suelo</i>	<i>Arcilla Compactada Impermeable</i>	0.1
	<i>Limo –Arcilla</i>	0.2
	<i>Limo- Arenoso No muy compactado</i>	0.4
<i>Cobertura vegetal</i>	<i>Terreno Cultivado</i>	0.1
	<i>Bosques</i>	0.2

En nuestro caso: Topografía: 0.3

Suelo: 0.3

Cobertura vegetal: 0.1

Aplicando la fórmula:  $C = 1 - \sum Ci$

Obtenemos:  $C = 0.30$

El valor del coeficiente de escorrentía para la carpeta de rodadura es de 0.70.

### 3.2.7 Determinación del Caudal de Diseño

El cálculo del caudal de diseño para el drenaje longitudinal se ha realizado con el método racional el cual da los siguientes resultados:

**Cuadro N° 3.19: Caudal de Diseño para Drenaje Longitudinal**

Estructura	Long. del Tramo (Km.)	Area de la cuenca (Km. <sup>2</sup> )	Intensidad (mm/Hrs)	$C_{carpeta}$	$C_{talud}$	$Q_{carpeta}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{talud}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{total}$ (m <sup>3</sup> /s)
Cuneta	0.15	0.25	24.08	0.70	0.30	0.002	0.494	0.496
Cuneta	0.25	0.26	23.70	0.70	0.30	0.003	0.522	0.525
Cuneta	0.24	0.06	43.16	0.70	0.30	0.005	0.216	0.221
Cuneta	0.25	0.17	28.47	0.70	0.30	0.003	0.399	0.402
Cuneta	0.25	0.22	27.77	0.70	0.30	0.004	0.500	0.504
Cuneta	0.27	0.11	47.02	0.70	0.30	0.006	0.447	0.453
Cuneta	0.16	0.02	52.68	0.70	0.30	0.005	0.092	0.098
Cuneta	0.25	0.16	30.60	0.70	0.30	0.005	0.407	0.413
Cuneta	0.25	0.16	30.59	0.70	0.30	0.005	0.409	0.414
Cuneta	0.21	0.16	27.88	0.70	0.30	0.004	0.373	0.377
Cuneta	0.25	0.18	26.37	0.70	0.30	0.004	0.389	0.393
Cuneta	0.25	0.08	37.33	0.70	0.30	0.005	0.260	0.265
Subdren	0.05	0.001	32.92					0.001

El cálculo del caudal de diseño para el drenaje transversal se ha realizado con el método racional el cual ha dado los siguientes valores:

**Cuadro N° 3.20: Caudal de Diseño para Drenaje Transversal**

Estructura	Long. del Tramo (Km.)	Area de la cuenca (Km. <sup>2</sup> )	Intensidad (mm/Hrs)	$C_{talud}$	$Q_{talud}$ (m <sup>3</sup> /s)
baden	0.02	3.56	17.15	0.30	5.089
Alcantarilla		3.28	15.70	0.30	4.295

### Consideraciones:

El periodo de retorno que sea asumido para las estructuras es de 7 años, dado que lo que se busca es analizar cuales serían las estructuras necesarias para mantener la transitabilidad de la carretera por un periodo de 7 años

### 3.2.8 Dimensionamiento del Drenaje Longitudinal

El drenaje longitudinal para el tramo en estudio consta de cunetas de concreto y de tierra y subdrenes que servirán para evacuar las aguas superficiales y subsuperficiales provenientes de los taludes de los cerros y el agua proveniente de la carpeta de rodadura.

#### Cunetas

Las cunetas son estructuras de drenaje longitudinal paralelas al eje de la carretera que se suelen ubicar generalmente en los laterales de la calzada.

Las cunetas definidas para el tramo en estudio son estructuras con sección triangular de tierra y de concreto de dimensiones variables en su altura y ancho, que dependen del área de la cuenca y de la longitud del tramo para cada cuneta, ubicados al pie del talud de corte.

El dimensionamiento de las cunetas se realizó empleando la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/seg)

A = Area hidráulica (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico (m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

S = Pendiente de la cuenca (m/m)

A continuación se muestra un cuadro resumen con las diferentes dimensiones de cunetas así como sus características geométricas (pendiente, base y altura de cuneta):

**Cuadro N° 3.21: Dimensionamiento de Cunetas**

Estructura	Tipo de Material	Prog. Inicial	Prog. Final	Long. del Tramo (Km.)	S (m/m)	n	Base (m)	Altura (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	Q <sub>Hidráulico</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Veloc. (m/s)
cuneta	Concreto	74+000	74+153	0.15	0.07	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5
cuneta	Concreto	74+154	74+408	0.25	0.07	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5
cuneta	Tierra	74+409	74+653	0.24	0.02	0.027	0.90	0.35	0.16	1.13	0.14	0.222	1.4
cuneta	Concreto	74+903	75+155	0.25	0.07	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5
cuneta	Concreto	75+156	75+410	0.25	0.07	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5
cuneta	Concreto	75+730	76+000	0.27	0.07	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5
cuneta	Tierra	76+000	76+160	0.16	0.02	0.027	0.70	0.25	0.09	0.80	0.11	0.114	1.3
cuneta	Concreto	76+940	77+190	0.25	0.07	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5
cuneta	Concreto	77+191	77+444	0.25	0.07	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5
cuneta	Concreto	77+445	77+654	0.21	0.07	0.015	0.60	0.35	0.11	0.89	0.12	0.473	4.5
cuneta	Concreto	77+700	77+950	0.25	0.07	0.015	0.60	0.35	0.11	0.89	0.12	0.473	4.5
cuneta	Tierra	77+951	78+200	0.25	0.02	0.027	1.10	0.35	0.19	1.26	0.15	0.288	1.5

En el anexo N° III-01 se muestra el cálculo de los caudales hidráulicos e hidrológicos de las cunetas, así como la velocidad del flujo en las mismas.

### Subdrenaje

De la evaluación de campo se ha ubicado el tramo Km. 77+650m. al Km.77+700 LD en los cuales se ha observado humedad en el talud y la plataforma producto de la filtración de agua desde el talud por los cultivos de los pobladores. El sistema propuesto consiste en un subdren longitudinal, el cual permitirá captar el flujo de las aguas que filtran en forma transversal a la plataforma de la carretera. El subdren se ubica longitudinalmente en el lado izquierdo de la carretera, consiste en una zanja de 0.60 m de ancho y una profundidad de 1.50. Esta medida se toma por debajo del nivel de la subrasante desde el eje de la vía. Dicha zanja internamente estará rellena con una primera capa de arena de 0.075 metros, encima de ella se colocará un geotextil el cual envolverá al material granular tipo filtro cuyo D<sub>mín</sub> será de ¾" pulgada. Para la captación se ha previsto un tubo PVC φ 6" perforado. El tubo de descarga será de PVC φ 6", no perforado.

En el anexo N° III-02 se detalla el cálculo del dimensionamiento de la tubería PVC que cumple con el requerimiento hidráulico.

### 3.2.9 Dimensionamiento del Drenaje Transversal

El drenaje transversal para el tramo en estudio consta de badenes y alcantarillas de paso y alivio.

## **Alcantarilla Tipo MCA**

De acuerdo a la evaluación realizada en campo y gabinete, se determinó la necesidad de diseñar dos tipos de alcantarillas de concreto: alcantarillas de alivio para evacuar las aguas provenientes de las cunetas y alcantarillas de paso para evacuar el flujo de agua que proviene de la cuenca.

En el caso de las alcantarillas de alivio y de paso sus dimensiones fueron calculadas usando las dimensiones que indica el manual de diseño de carreteras del MTC y para la comprobación del comportamiento del flujo de agua a través de la alcantarilla se usó el programa HY8 – V.7.1, los resultados de estos análisis se pueden observar en el anexo N° III-03.

## **Baden**

Como parte del sistema de drenaje transversal, se ha previsto el diseño de una estructura tipo badén. Estas estructuras están destinadas a proteger de la erosión a la carretera de pequeños cursos de agua que la atraviesan.

El badén se diseña haciendo coincidir el nivel de la rasante de la carretera con el lecho de fondo de la quebrada en la zona de contacto entre ellas permitiendo que tanto la carretera como la quebrada tengan un adecuado funcionamiento.

El badén debe diseñarse de tal manera que su sección hidráulica y ubicación no genere alteraciones en la pendiente de la quebrada ni en el flujo de agua que la atraviesa.

Las dimensiones del badén han sido calculadas con la fórmula de Manning, escogiéndose una sección triangular con revestimiento de mampostería en la superficie del badén.

Los cálculos de la sección del badén se pueden apreciar en el anexo N° III-04.

## **3.3 PLAN DE CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE**

La conservación de las obras de drenaje se realiza en las épocas de lluvia, dado que es en estas épocas que las obras de drenaje sufren su mayor deterioro u obstrucciones, es por esto que se ha recurrido al registro de las precipitaciones de la estación Huangascar para identificar los meses en los cuales ocurre la lluvia, dado que esta estación pluviométrica es la que tiene influencia sobre nuestro tramo en estudio.

### 3.3.1 Periodo de Conservación de las Obras de Drenaje

Analizando los datos pluviométricos de la estación Huangascar se identificó el periodo que presenta registros de precipitación, periodo que va desde el mes de setiembre hasta el mes de abril y los periodos en los cuales no ocurren lluvias. Adicionalmente, entre los meses de setiembre y octubre no han ocurrido lluvias desde hace 9 años por lo que estos meses se considerarán meses secos o de muy baja precipitación.

En el cuadro N° 3.22, podemos ver el promedio de las precipitaciones para 10 años de la estación Huangascar:

**Cuadro N° 3.22: Precipitación Promedio por mes**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1999	7.0	20.0	24.3	8.0					1.3	7.0		
2000	7.3	30.6	11.5	8.7								
2001	12.8	9.9	11.5	5.2							10.0	10.0
2002	7.7	12.0	21.0	24.8							14.6	14.6
2003	12.4	12.0	15.0									
2004	2.0	17.7	4.2	3.5								
2005	8.6	9.4	13.0	5.3								
2006	24.4	20.6	25.1	7.7							2.4	2.4
2007	10.2	10.3	14.6	10.6								
2008	24.0	19.5	12.3	5.0								
PROMEDIO	11.64	16.20	15.25	8.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	7.00	9.00	9.00

Los trabajos de conservación de las obras de drenaje se empezarán a ejecutar un mes antes de los periodos de lluvia, dado que para el inicio del periodo de lluvias, las obras de arte deberán de funcionar con la sección hidráulica para la cual fueron diseñadas, por lo que se deberá de limpiar, reparar y si fuera necesario reconformar (principalmente las cunetas no revestidas) las obras de drenaje. Durante los periodos de lluvia, los trabajos de conservación se ejecutarán diariamente para disminuir la probabilidad de que ocurra un evento que pudiera perjudicar la plataforma de la carretera y por consecuencia, afecte la transitabilidad de la misma.

### 3.3.2 Planificación de los Trabajos de Conservación

De acuerdo a las obras de drenaje que se han detectado en el tramo en estudio y las obras que se requieren para conservar una buena transitabilidad en la vía, además del análisis de las precipitaciones del área en estudio es que se ha formulado el siguiente cronograma de actividades para la conservación de las obras de drenaje:

**Cuadro N° 3.23: Cronograma de Actividades de Conservación**

Descripción	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Clima	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Seco	Seco	Seco	Seco	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Lluvia
	Intensidad	Media	Media	Media	Baja					Muy Baja	Baja	Baja	Baja
<b>Cunetas Revestidas</b>													
Limpieza de cunetas revestidas													
Reparación de cunetas													
<b>Cunetas no revestidas</b>													
Limpieza de cunetas no revestidas													
Reconformación de cunetas no revestidas													
<b>Alcantarillas</b>													
Limpieza de alcantarillas													
<b>Baden</b>													
Limpieza de baden													
<b>Puentes</b>													
Limpieza de cauce													
Repintado de barandas													

A continuación se describen las actividades de conservación mencionadas en el cronograma de actividades de conservación.

### **Actividad: Limpieza de cunetas**

**Descripción:** Consiste en retirar con herramientas manuales, toda basura y material que haya caído en las cunetas y que obstaculicen el libre flujo del agua.

**Objeto:** Mantener las obras de drenaje trabajando eficientemente y cumpliendo con las funciones para las que fueron construidas, permitiendo que el agua fluya libremente y evitando estancamientos perjudiciales para la vía.

**Criterio de ejecución:** Ejecutar los trabajos antes del inicio de la estación lluviosa y continuamente durante dicha época. Inspeccionar permanentemente el estado de las cunetas.

### **Procedimiento**

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe tener los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad en concordancia con las normas establecidas.
3. Distribuir a los trabajadores de acuerdo con la programación de esta actividad de mantenimiento.
4. Retirar basuras, piedras, sedimentos, vegetación, depositándolo en sitios adecuados de tal forma que conjuguen con el entorno ambiental y evitar colocarlos en sitios donde la lluvia vuelva a arrastrarlos.
5. Inspeccionar visualmente que la cuneta trabaje eficientemente, y que no haya sitios de estancamiento de agua.
6. Llevar registro fotográfico del proceso de limpieza.
7. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

### **Indicador de aprobación:**

Cuneta limpia

## **Actividad: Reconformación de cunetas no revestidas**

**Descripción:** Consiste en reconformar con herramientas manuales, la sección transversal y la pendiente longitudinal de las cunetas no revestidas, cuando presenten signos de deterioro y erosión que dificulten ó impidan el libre flujo del agua.

**Objeto:** Mantener las obras de drenaje trabajando con eficiencia, permitiendo que el agua fluya libremente y evitando estancamientos de agua perjudiciales para la vía.

**Criterio de ejecución:** Ejecutar los trabajos antes del inicio de la estación lluviosa, y periódicamente durante dicha época. Debe inspeccionarse con frecuencia el estado de las cunetas.

### **Procedimiento**

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
3. Distribuir los trabajadores de acuerdo con la programación de esta actividad de mantenimiento.
4. Conformar la cuneta y retirar basuras, piedras, sedimentos, vegetación, depositándolos en sitios adecuados, de tal forma que conjuguen con el entorno ambiental y evitar colocarlos en sitios donde la lluvia vuelva a arrastrarlos.
5. Verificar que la pendiente del fondo de la cuneta garantice el flujo libre de agua y que no haya depresiones que produzcan estancamientos. Supervisar que el agua de la cuneta fluya libremente a las alcantarillas o salidas de agua.
6. Llevar registro fotográfico del proceso de reconformación.
7. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

### **Indicador de aprobación:**

Cuneta reconformada

## **Actividad: Limpieza de alcantarillas**

**Descripción:** Consiste en remover todo material extraño de las alcantarillas, de tal manera que permanezcan libres de basuras y sedimentos.

**Objeto:** Mantener todos los elementos de la alcantarillas, caja toma, ducto y aliviadero, trabajando eficientemente, permitiendo que el agua fluya libremente.

**Criterio de ejecución:** Ejecutar los trabajos antes del inicio de la estación lluviosa y periódicamente durante dicha época.

Inspeccionar con frecuencia el estado de las alcantarillas.

### **Procedimiento:**

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
3. Distribuir los trabajadores de acuerdo con la programación de esta actividad
4. Retirar basuras, piedras, sedimentos, vegetación, y cualquier elemento extraño, de los cauces de entrada, ducto y salida de las alcantarillas.
5. Trasladar el material retirado, colocándolo en sitios que no afecten el entorno ambiental y evitando depositarlos en puntos que interfieran el sistema de drenaje del camino.
6. Depositarlo según las características del material.(biodegradable o no)
7. Reportar daños de cualquier tipo al Supervisor.
8. Inspeccionar visualmente que, después de la limpieza, las alcantarillas trabajen eficientemente.
9. Llevar registro fotográfico del proceso de limpieza.
10. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

### **Indicador de aprobación**

Alcantarilla limpia

## **Actividad: Limpieza de badenes**

**Descripción:** Consiste en retirar mediante trabajo manual, basuras y todo tipo de material extraño que obstruya el libre paso del agua a través del badén.

**Objeto:** Garantizar el libre paso del agua por el badén y brindar seguridad al usuario.

**Criterio de ejecución** Limpiar cada vez que se encuentren materiales y residuos que obstruyan el flujo libre del agua.

### **Procedimiento**

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
3. Limpiar el cauce del badén y eliminar el material sedimentado y cualquier otro tipo de obstáculo.
4. Cuando exista erosión natural del terreno en los extremos del badén proteger las orillas con material seleccionado y encauzar el agua hacia el badén, evitando así la socavación lateral.
5. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

### **Indicador de aprobación**

Badén libre de materiales extraños y sedimentos

## CAPITULO IV: EXPEDIENTE TECNICO

### 4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

#### Antecedentes

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - PROVIAS NACIONAL, implementando la "Política Nacional del Sector Transportes" aprobada por Resolución Ministerial N° 817-2006-MTC/09, ha tomado la decisión de Tercerizar la Conservación de la Red Vial Nacional por Niveles de Servicio.

Esto con la finalidad de hacer que las carreteras tengan un tiempo de vida no menor para la cual han sido diseñadas, dado que en la actualidad, la mayoría de las carreteras están siendo rehabilitados, producto de que no se ha tenido una adecuada política de conservación de la carretera.

Adicionalmente, al realizar trabajos de conservación, podremos mantener un grado aceptable de serviciabilidad, lo que generará un mayor tráfico vehicular en el tramo Cañete -Yauyos, dado que la ruta Lima – Cañete – Yauyos-Huancayo se presenta como una alternativa a la ruta Lima – La Oroya – Huancayo, dado que esta vía actualmente se encuentra congestionada lo que ocasiona mayores tiempos de viaje y como consecuencia, encarece los costos operativos vehiculares.

Este informe de suficiencia presenta el expediente técnico para realizar los trabajos de puesta a punta de la carretera así como los trabajos necesarios para conservar la vía con un grado aceptable de serviciabilidad.

Dentro de este marco de referencia y con la finalidad de ofrecer una alternativa de solución a la problemática vial de conservación de carreteras, este informe de suficiencia seleccionó para su elaboración la conservación de las obras de drenaje del Km. 74+000 al Km. 79+000, así como los trabajos necesarios para reducir el impacto del agua sobre la plataforma de la carretera.

#### Objetivos

El objetivo principal es evaluar las características hidrológicas del tramo en revisión, para conocer su impacto en el correcto funcionamiento y mantenimiento de la carretera.

Los objetivos específicos son:

- Definir las obras de drenaje que permitan un correcto funcionamiento y mantenimiento de la carretera.
- Elaborar el expediente técnico del tramo en revisión.

### **Ubicación del Proyecto**

El tramo en estudio va desde el Km. 74+000 al Km. 79+000, el cual se ubica en la provincia de Yauyos y cruza los distritos de Catahuasi y Caca aproximadamente a una altitud de 1500 msnm

Geográficamente, en el sistema UTM, el proyecto se emplaza entre las coordenadas siguientes:

Norte: 8582200 – 8586500

Este: 401400 – 403500

### **Estado Actual de la Carretera**

El estado actual de la carretera respecto a sus condiciones de drenaje, es pobre. La vía es afirmada, el ancho promedio es de 4.5 m, la pendiente varía entre 4% y 7%. En algunos tramos se nota que el agua de las precipitaciones ha lavado la capa de rodadura, dejando al descubierto los sólidos de mayor diámetro.

Se nota que la berma ha sido invadida por material suelto, lo cual provoca que el ancho útil de la vía sea menor a su verdadera capacidad.

### **Descripción del Proyecto**

El tramo requiere de trabajos de conservación que permitan recuperar el ancho original de la vía, adicionalmente se requieren de obras de drenaje que ayuden a la conservación de la plataforma de la carretera.

Se considera la construcción de cunetas al pie de talud, cunetas que serán revestidas y no revestidas en sectores con bajos caudales, adicionalmente se considera la construcción de un badén en el sector de Huallampi, dado que por testimonios de pobladores del sector, cada vez que hay lluvias siempre se provoca una corriente de agua por ese sector, lo cual perjudica a la plataforma.

## 4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Los requerimientos propios de la obra han determinado que se elabore las presentes especificaciones técnicas, aplicable a las “Obras de Arte y Drenaje”, tomando como base las especificaciones técnicas del MTC, modificándolas o incorporando nuevas disposiciones según las características y labores propias previstas para este proyecto. Por lo tanto estas especificaciones técnicas no serán aplicables a otros proyectos, y agruparan las especificaciones técnicas generales y especificaciones de obra de acuerdo con las definiciones del “Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico” y el “Manual de Conservación de Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico”.

Las partidas que conforman las actividades para la construcción de las estructuras de drenaje son las siguientes:

Excavación no clasificada para estructuras

Relleno para estructuras

Filtro drenante

Tubería de PVC D = 6" para drenaje

Concreto Simple  $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$

Concreto Simple  $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

Concreto Simple  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Concreto Simple  $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Encofrado y desencofrado

Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Cunetas Revestidas de Concreto

Cunetas No revestidas

Junta Asfáltica

Mampostería de piedra para badenes

Geotextil para drenajes

Emboquillados de piedra

Las partidas que conforman las actividades de mantenimiento de las obras de drenaje son las siguientes:

Limpieza de cunetas revestidas de concreto

Limpieza de cunetas no revestidas

Limpieza de alcantarillas de concreto

Limpieza de badén

Reparación de cunetas revestidas de concreto

Reperfilado de cunetas no revestidas

### 4.3 METRADOS

En el cuadro N° 4.01 se muestra el resumen de los metrados de las obras de drenaje.

**Cuadro N° 4.01: Metrados de Obras de Drenaje**

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UNIDAD	METRADO
<b>04.01</b>	<b>ALCANTARILLAS</b>		
04.01.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	387.75
04.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m <sup>3</sup>	127.46
04.01.03	CONCRETO SIMPLE $f_c=100$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	6.09
04.01.04	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	54.67
04.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLAS	m <sup>2</sup>	448.30
04.01.06	ACERO DE REFUERZO $FY=4200$ KG/CM <sup>2</sup>	kg	3,881.37
<b>04.02</b>	<b>EMBOQUILLADO</b>		
04.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	30.50
04.02.02	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	15.49
04.02.03	EMBOQUILLADO DE PIEDRA ( $e=0.15$ m)	m <sup>2</sup>	154.90
<b>04.03</b>	<b>CUNETAS</b>		
04.03.01	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO TIPO I	m	1,898.00
04.03.02	CONFORMACION DE CUNETAS NO REVESTIDAS	m	653.00
<b>04.04</b>	<b>BADENES</b>		
04.04.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	130.41
04.04.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m <sup>3</sup>	49.50
04.04.03	FILTRO DRENANTE	m <sup>3</sup>	7.37
04.04.04	TUBERIA DE PVC=6" PARA DRENAJE	m	18.46
04.04.05	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	16.50
04.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN BADENES	m <sup>2</sup>	45.10
04.04.07	JUNTAS AFALTICAS	m	22.00
04.04.08	MAMPOSTERIA DE PIEDRA PARA BADENES	m <sup>3</sup>	57.88
<b>04.05</b>	<b>SUBDRENES</b>		
04.05.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	49.33
04.05.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m <sup>3</sup>	28.55
04.05.03	FILTRO DRENANTE	m <sup>3</sup>	15.88
04.05.04	GEOTEXTIL	m <sup>2</sup>	119.07
04.05.05	CONCRETO $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0.51
04.05.06	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.28
04.05.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	14.71
04.05.08	ACERO DE REFUERZO $FY=4200$ KG/CM <sup>2</sup>	kg	47.29
04.05.09	TUBERIA DE PVC=6" PARA DRENAJE	m	57.10
<b>04.06</b>	<b>CANALES DE RIEGO</b>		
04.06.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO $f:3$ $e=3.5$ cm	m <sup>2</sup>	70.00

## CONCLUSIONES

1. Del estudio del perfil del proyecto se pudo concluir que para un Índice Medio Diario de 53 vehículos/día, lo más apropiado para mantener la superficie de rodadura es un tratamiento superficial como lo es el Slurry Seal, y no una carpeta asfáltica, por lo que se recomienda el uso de carpetas asfálticas para carreteras con Índice Medio Diario de 200 vehículos/día a más.
2. Al realizar el análisis estadístico de las precipitaciones, se observa que la función de probabilidad que mejor se ajusta a los datos es la distribución log-normal, pues con dicha distribución se procedió a calcular la precipitación para un periodo de retorno de 7 años, dado que el contrato de conservación de la carretera es por ese período.
3. Para el cálculo de los caudales de diseño se usó el método racional, dado que las áreas de las cuencas son menores a 10 Km<sup>2</sup>.
4. Una vez hallados los caudales de diseño se procedió a diseñar las estructuras de drenaje, comprobándose que las estructuras actuales son insuficientes y por lo tanto, en la época de lluvia la plataforma de la carretera puede perder su estabilidad por la erosión del agua, lo que afectaría el transporte por dicha carretera.
5. Para poder evacuar las aguas superficiales se han diseñado las cunetas revestidas de concreto, las cuales discurren hacia alcantarillas de concreto.
6. En el tramo de estudio se observó la existencia de canales de paso de aguas de regadío que cruzan la plataforma de la carretera, por lo que el tratar de clausurar o variar el curso de las aguas de riego requiere de un trabajo más detallado, dado que se requiere saber donde nacen las aguas de regadío para poder desviarlas, por lo que se propone darles mantenimiento constante con la finalidad de que no se obstruyan y perjudique la plataforma de la carretera.

## RECOMENDACIONES

1. En el tramo de estudio en las progresivas del Km 74+000 al Km 79+000 se detectaron puntos críticos como son filtraciones de agua por las zonas de cultivo hacia la carretera, deslizamientos de tierra en Huallampi (por información propia de la población de Huallampi) y la poca protección de la plataforma de la vía, dado que en el tramo en estudio se observó solamente la existencia de cunetas de tierra las cuales en épocas de lluvia permiten que el agua de las lluvias filtre hacia la plataforma de la carretera y por ende perjudique la estabilidad de la misma.
2. Para poder reducir el impacto de los puntos críticos antes mencionados en la plataforma de la carretera, se propone la construcción de obras de drenaje y sub-drenaje, las cuales, han sido diseñadas para un periodo de retorno de 7 años, dado que el mantenimiento de la carretera será durante 7 años, por lo que se recomienda que los periodos de mantenimiento sean por etapas de tiempo más prolongadas, dado que esto permitirá que los contratistas inviertan en un mayor número de estructuras de protección, lo cual favorecerá al mantenimiento de las carreteras.
3. Se recomienda implementar planes de sensibilización en las poblaciones aledañas a la carretera, con el fin de crear conciencia en la población de la importancia de las obras de drenaje.

## BIBLIOGRAFIA

1. Aparicio Mijares, Francisco Javier, **Fundamentos de Hidrología de Superficie**, Editorial Limusa, México, 1997.
2. Consorcio Gestión de Carreteras, **Estudios Técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica carretera: Cañete-Lunahuana-Pacarán-Dsv. Yauyos-Ronchas-Chupaca Tramo: Zuñiga-Dsv. Yauyos-Ronchas**, Perú, 2008.
3. Chereque Morán, Wendor, **Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil**, Editorial Lugo, Perú, 1989.
4. Espinoza Celadita, Martín, **Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 165+900 al Km 166+200 Estudio de hidrología e hidráulica**, Informe de suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2009.
5. Loyaga Torres, Daniel Bernabe, **Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 57+900 al Km. 58+200 Drenaje Superficial**, Informe de Suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2008.
6. Mays Larry W., Ven Te Chow, Maidment David R., **Hidrología Aplicada**, Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A., Colombia, 1998.
7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. **Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**, Perú, 2008.

## ANEXOS

Anexo I: Resumen del Perfil

Anexo II: Análisis de Precipitación e Intensidad

Anexo III: Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos

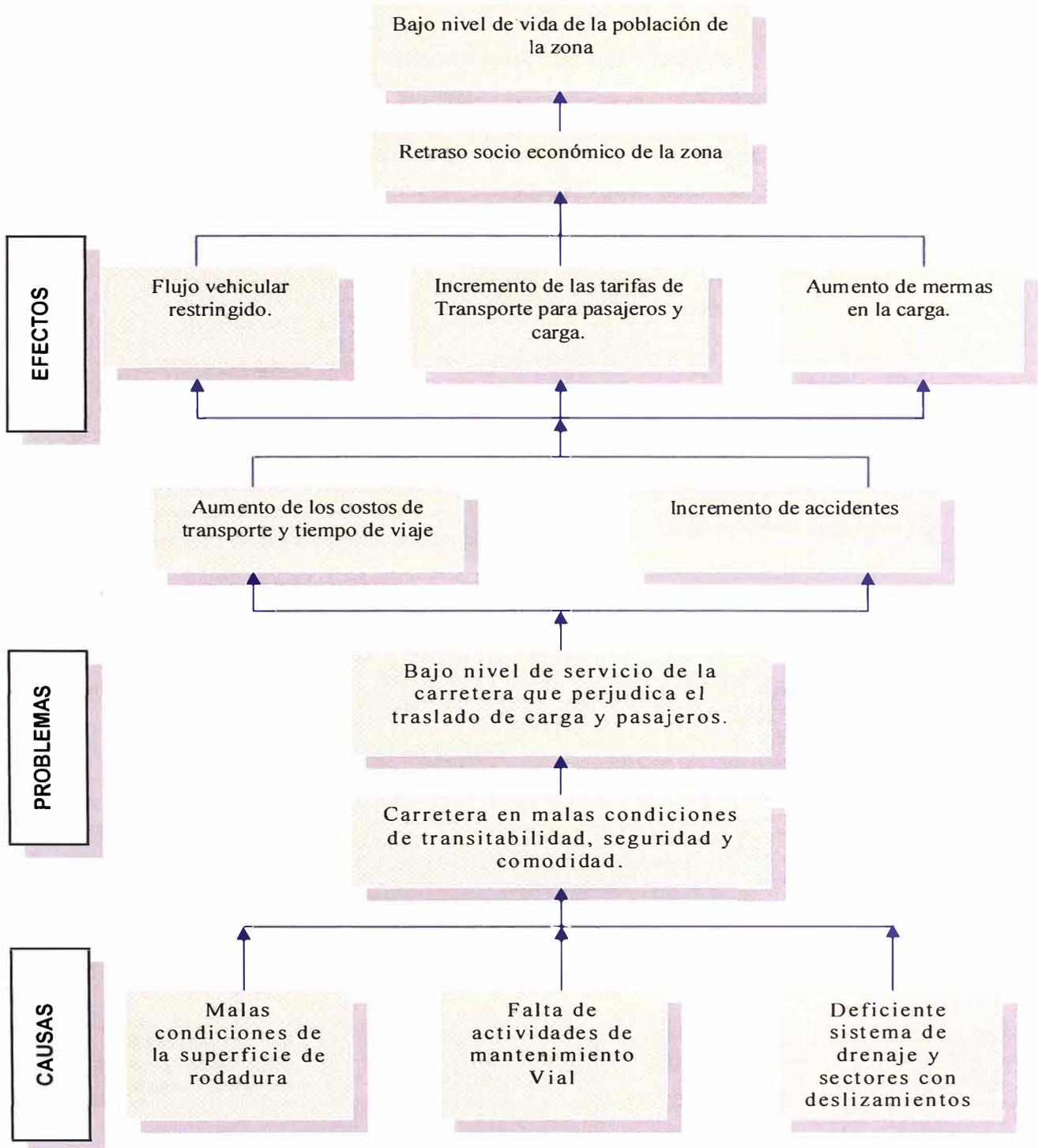
Anexo IV: Expediente Técnico de Construcción

Anexo V: Expediente Técnico de Mantenimiento

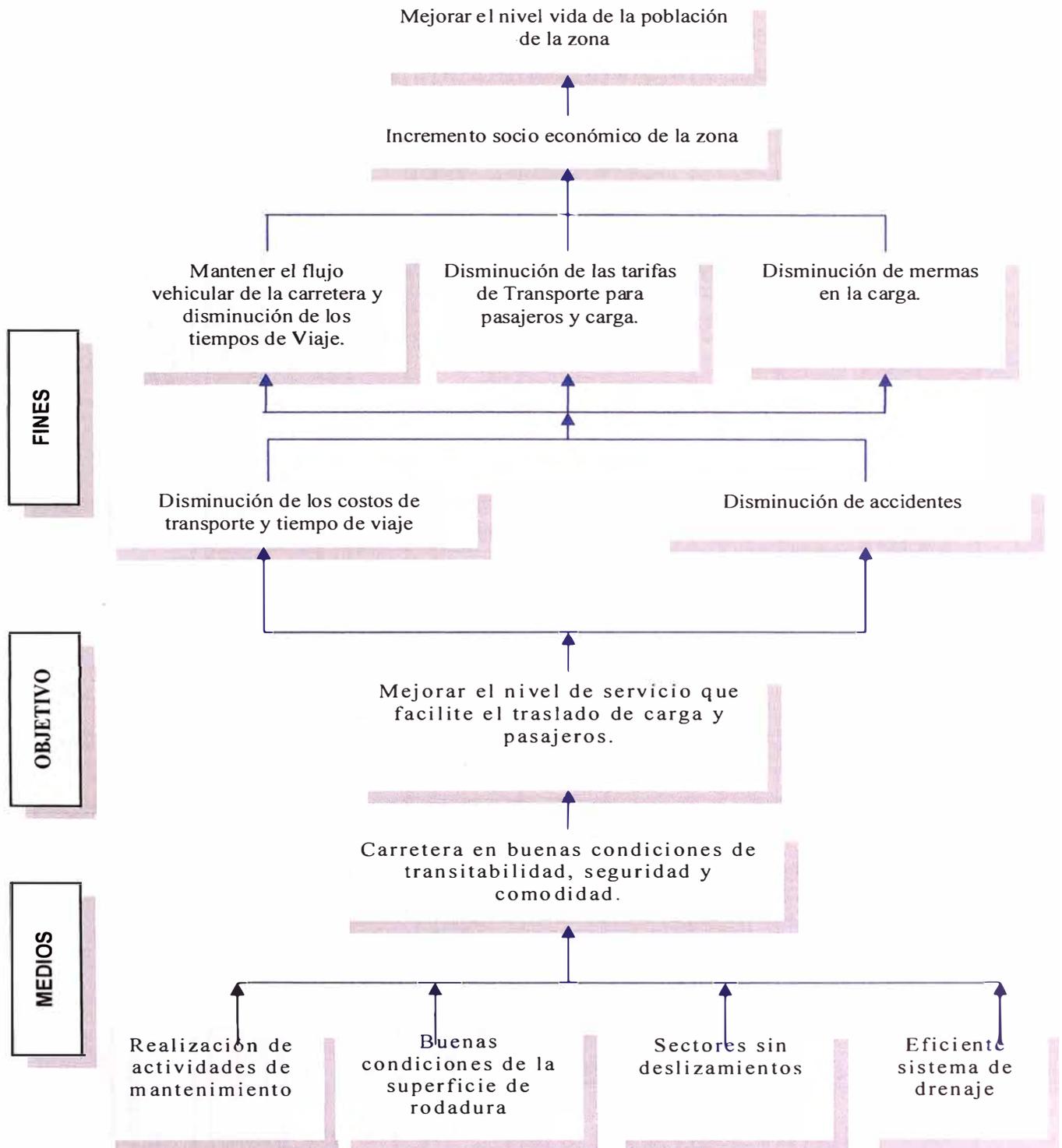
Anexo VI: Planos

## **ANEXO I: RESUMEN DEL PERFIL**

### ANEXO Nº I-01: ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



### ANEXO N° I-02: ARBOL DE MEDIOS Y FINES



**ANEXO N° 1-03: CALCULO DEL IMD**

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO													
<b>Código de Estación :</b> E 4 <b>Estación :</b> Dv. YAUYOS <b>Año :</b> 2008									<b>Ubicación :</b> Km. 127+400 Salida de Magdalena <b>Fecha :</b> Abr-08				
Fecha	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pik up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 4 Ejes	TOTAL	%
Lunes	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	0	7	2	0	3	0	3	7	0	22	59.5%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	0	3	0	0	3	0	3	5	0	15	40.5%
	Ambos	1	0	10	2	0	6	0	6	12	0	37	100.0%
Martes	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	1	8	1	0	5	0	4	8	0	27	57.4%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	0	1	8	0	0	3	0	3	5	0	20	42.6%
	Ambos	0	2	16	1	0	8	0	7	13	0	47	100.0%
Miercoles	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	0	14	2	0	3	0	2	8	0	29	50.9%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	2	2	8	3	0	4	0	6	3	0	28	49.1%
	Ambos	2	2	22	5	0	7	0	8	11	0	57	100.0%
Jueves	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	2	0	10	1	1	4	0	5	6	0	29	35.4%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	1	18	6	1	4	0	14	8	0	53	64.6%
	Ambos	3	1	28	7	2	8	0	19	14	0	82	100.0%
Viernes	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	0	10	0	0	4	0	6	6	0	26	49.1%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	0	16	1	0	4	0	4	1	0	27	50.9%
	Ambos	1	0	26	1	0	8	0	10	7	0	53	100.0%
Sábado	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	0	2	5	5	0	4	0	4	8	0	28	59.6%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	1	0	4	1	0	3	0	5	5	0	19	40.4%
	Ambos	1	2	9	6	0	7	0	9	13	0	47	100.0%
Domingo	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	1	1	5	1	0	6	0	6	5	0	25	53.2%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	2	2	3	3	0	5	0	2	5	0	22	46.8%
	Ambos	3	3	8	4	0	11	0	8	10	0	47	100.0%
Total	Zuñiga-Dv. Yauyos-Colpa	3	4	59	12	1	29	0	30	48	0	186	50.3%
	Colpa-Dv. Yauyos-Zuñiga	8	6	60	14	1	26	0	37	32	0	184	49.7%
	Ambos	11	10	119	26	2	55	0	67	80	0	370	100.0%
IMD		2	1	17	4	0	8	0	10	11	0	53	

## ANEXO N° I-04: PROYECCION DEL TRAFICO

### TRAFICO NORMAL

Tipo de vehículo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Auto	2	2	2	2	2	2	2	2
Station Wagon	1	1	2	2	2	2	2	2
Camta pik up	17	18	18	19	20	20	21	22
Camta Rural	4	4	4	4	4	4	5	5
Omnib 2 Ejes	8	8	8	8	8	8	9	9
Camión 2 Ejes	10	10	10	11	11	12	12	13
Camión 3 Ejes	11	12	12	13	13	14	15	15
Semitrailer	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL TRAFICO NORMAL</b>	<b>53</b>	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>65</b>	<b>67</b>

### TRAFICO GENERADO

Tipo de vehículo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Auto	0	0	2	2	2	2	2	2
Station Wagon	0	0	2	2	2	2	2	2
Camta pik up	0	0	21	22	23	24	24	25
Camta Rural	0	0	5	5	5	5	5	6
Omnib 2 Ejes	0	0	10	10	10	10	10	10
Camión 2 Ejes	0	0	12	12	13	14	14	15
Camión 3 Ejes	0	0	14	15	16	16	17	18
Semitrailer	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL TRAFICO GENERADO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>78</b>

### TRAFICO DESVIADO

Tipo de vehículo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Auto	0	0	0	0	0	0	0	0
Station Wagon	0	0	0	0	0	0	0	0
Camta pik up	0	0	0	0	0	0	0	0
Camta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0
Omnib 2 Ejes	0	0	1	1	1	1	1	1
Camión 2 Ejes	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3 Ejes	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer	0	0	10	10	11	11	12	12
<b>TOTAL TRAFICO DESVIADO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

## ANEXO N° I-05: PRESUPUESTO DE INTERVENCION – ALTERNATIVA 01

Intervención con capa granular estabilizada con emulsión y recubrimiento bituminoso (Slurry Seal)

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>101,840.00</b>
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb	1.00	52,000.00	52,000.00
CARTEL DE OBRA	und	2.00	1,100.00	2,200.00
CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	glb	1.00	14,500.00	14,500.00
TRAZO Y REPLANTEO	KM	5.00	700.00	3,500.00
DESBROCE Y LIMPIEZA	glb	1.00	6,000.00	6,000.00
MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3.00	7,880.00	23,640.00
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>				<b>512,778.95</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>18,722.00</b>
EXCAVACION Y ELIMINACION EN MATERIAL SUELTO	m3	2,000.00	5.80	11,600.00
REMOCION DE DERRUMBES	m3	900.00	5.31	4,779.00
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	300.00	7.81	2,343.00
<b>PAVIMENTOS</b>				<b>451,568.95</b>
PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE EXISTENTE	m2	23,500.00	3.10	72,850.00
BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA	m3	3,525.00	45.64	160,873.95
SLURRY SEAL (MORTERO ASFALTICO)	m2	23,500.00	9.27	217,845.00
<b>TRANSPORTE</b>				<b>42,488.00</b>
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D > 1.0 KM	m3	1,410.00	5.40	7,614.00
TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA A OBRA D > 1.0 KM	m3	2,702.50	5.60	15,134.00
TRANSPORTE DE MATERIAL D < 1.0 KM	m3	3,525.00	5.60	19,740.00
<b>ESTABILIDAD DE TALUD</b>				<b>3,847.70</b>
MURO SECO	glb	1.00	3,493.20	3,493.20
EXCAVACION MANUAL PATA COLOCACION DE MURO	glb	1.00	86.22	86.22
RELLENO DE ESPALDON	glb	1.00	268.28	268.28
<b>DRENAJE</b>				<b>374,926.01</b>
CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	ml	4,470.00	54.98	245,774.31
ALCANTARILLAS DE TMC d=48"	und	16.88	4,620.42	77,992.70
BADEN	m2	135.00	370.40	50,004.00
REVESTIMINETO DE CUNETAS DE REGADIO	m2	70.00	16.50	1,155.00
<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>57,667.74</b>
MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	1,243.25	9.10	11,313.58
SEÑALES PREVENTIVAS	und	32.00	315.22	10,087.04
SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	31.00	315.52	9,781.12
HITOS KILOMETRICOS	und	5.00	85.00	425.00
POSTES DELINEADORES	und	42.00	64.60	2,713.20
GUARDAVIAS (INC. TERMINAL)	m	140.00	166.77	23,347.80

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>1,051,060.39</b>
<b>GASTOS GENERALES 12%</b>	<b>126,127.25</b>
<b>UTILIDAD 7%</b>	<b>73,574.23</b>
	-----
<b>SUB TOTAL</b>	<b>1,250,761.87</b>
<b>IMPUESTO IGV 19%</b>	<b>237,644.75</b>
	=====
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>1,488,406.62</b>

## ANEXO N° I-06: PRESUPUESTO DE INTERVENCION – ALTERNATIVA 02

Intervención con capa granular estabilizada con emulsión y tratamiento superficial bicapa TSB

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>101.840,00</b>
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb	1,00	52.000,00	52.000,00
CARTEL DE OBRA	und	2,00	1.100,00	2.200,00
CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	glb	1,00	14.500,00	14.500,00
TRAZO Y REPLANTEO	KM	5,00	700,00	3.500,00
DESBROCE Y LIMPIEZA	glb	1,00	6.000,00	6.000,00
MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3,00	7.880,00	23.640,00
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>				<b>744.958,95</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>18.722,00</b>
EXCAVACION Y ELIMINACION EN MATERIAL SUELTO	m3	2.000,00	5,80	11.600,00
REMOCION DE DERRUMBES	m3	900,00	5,31	4.779,00
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	300,00	7,81	2.343,00
<b>PAVIMENTOS</b>				<b>683.748,95</b>
PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE EXISTENTE	m2	23.500,00	3,10	72.850,00
BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA	m3	3.525,00	45,64	160.873,95
IMPRIMACION ASFALTICA	m2	23.500,00	5,20	122.200,00
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	23.500,00	13,95	327.825,00
<b>TRANSPORTE</b>				<b>42.488,00</b>
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D > 1.0 KM	m3	1.410,00	5,40	7.614,00
TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA A OBRA D > 1.0 KM	m3	2.702,50	5,60	15.134,00
TRANSPORTE DE MATERIAL D < 1.0 KM	m3	3.525,00	5,60	19.740,00
<b>ESTABILIDAD DE TALUD</b>				<b>3.847,70</b>
MURO SECO	glb	1,00	3.493,20	3.493,20
EXCAVACION MANUAL PATA COLOCACION DE	glb	1,00	86,22	86,22
RELLENO DE ESPALDON	glb	1,00	268,28	268,28
<b>DRENAJE</b>				<b>374.926,01</b>
CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	m1	4.470,00	54,98	245.774,31
ALCANTARILLAS DE TMC d=48"	und	16,88	4.620,42	77.992,70
BADEN	m2	135,00	370,40	50.004,00
REVESTIMIENTO DE CUNETAS DE REGADIO	m2	70,00	16,50	1.155,00
<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>57.667,74</b>
MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	1.243,25	9,10	11.313,58
SEÑALES PREVENTIVAS	und	32,00	315,22	10.087,04
SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	31,00	315,52	9.781,12
HITOS KILOMETRICOS	und	5,00	85,00	425,00
POSTES DELINEADORES	und	42,00	64,60	2.713,20
GUARDAVIAS (INC. TERMINAL)	m	140,00	166,77	23.347,80
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1.283.240,39</b>
<b>GASTOS GENERALES 12%</b>				<b>153.988,85</b>
<b>UTILIDAD 7%</b>				<b>89.826,83</b>
<b>SUB TOTAL</b>				<b>1.527.056,07</b>
<b>IMPUESTO IGV 19%</b>				<b>290.140,65</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>1.817.196,72</b>

## ANEXO N° I-07: PRESUPUESTO DE INTERVENCION – ALTERNATIVA 03

Intervención con carpeta asfáltica en caliente e=2"

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>101.840,00</b>
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb	1,00	52.000,00	52.000,00
CARTEL DE OBRA	und	2,00	1.100,00	2.200,00
CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	glb	1,00	14.500,00	14.500,00
TRAZO Y REPLANTEO	KM	5,00	700,00	3.500,00
DESBROCE Y LIMPIEZA	glb	1,00	6.000,00	6.000,00
MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3,00	7.880,00	23.640,00
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>				<b>1.097.372,26</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>57.667,26</b>
EXCAVACION Y ELIMINACION EN MATERIAL SUELTO	m3	9.000,00	5,10	45.900,00
REMOCION DE DERRUMBES	m3	1.480,65	5,31	7.862,26
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	500,00	7,81	3.905,00
<b>PAVIMENTOS</b>				<b>972.900,00</b>
PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE EXISTENTE	m2	23.500,00	3,10	72.850,00
BASE GRANULAR e=0.20m	m3	4.700,00	36,00	169.200,00
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	m2	23.500,00	5,20	122.200,00
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE, e=2"	m3	1.175,00	518,00	608.650,00
<b>TRANSPORTE</b>				<b>66.805,00</b>
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D > 1.0 KM	m3	1.100,00	5,40	5.940,00
TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA A OBRA D > 1.0 KM	m3	6.110,00	5,60	34.216,00
TRANSPORTE DE MATERIAL D < 1.0 KM	m3	4.758,75	5,60	26.649,00
<b>ESTABILIDAD DE TALUD</b>				<b>3.847,70</b>
MURO SECO	glb	1,00	3.493,20	3.493,20
EXCAVACION MANUAL PATA COLOCACION DE	glb	1,00	86,22	86,22
RELLENO DE ESPALDON	glb	1,00	268,28	268,28
<b>DRENAJE</b>				<b>374.926,01</b>
CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	m1	4.470,00	54,98	245.774,31
ALCANTARILLAS DE TMC d=48"	und	16,88	4.620,42	77.992,70
BADEN	m2	135,00	370,40	50.004,00
REVESTIMIENTO DE CUNETAS DE REGADIO	m2	70,00	16,50	1.155,00
<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>57.667,74</b>
MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	1.243,25	9,10	11.313,58
SEÑALES PREVENTIVAS	und	32,00	315,22	10.087,04
SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	31,00	315,52	9.781,12
HITOS KILOMETRICOS	und	5,00	85,00	425,00
POSTES DELINEADORES	und	42,00	64,60	2.713,20
GUARDAVIAS (INC. TERMINAL)	m	140,00	166,77	23.347,80
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1.635.653,70</b>
<b>GASTOS GENERALES 12%</b>				<b>196.278,44</b>
<b>UTILIDAD 7%</b>				<b>114.495,76</b>
<b>SUB TOTAL</b>				<b>1.946.427,91</b>
<b>IGV (19%)</b>				<b>369.821,30</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>2.316.249,21</b>

## **ANEXO II: ANALISIS DE PRECIPITACION E INTENSIDAD**

**ANEXO N° II-01: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS**  
**ESTACION: HUANGASCAR**

ESTACION : HUANGASCAR		LAT	12° 53' S'	DPTO	LIMA								
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS		LONG	75° 50' W"	PROV	YAUYOS								
		ALT.	2533 msnm	DIST	HUANGASCAR								
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1999	7.0	20.0	24.3	8.0					1.3	7.0			24.3
2000	7.3	30.6	11.5	8.7									30.6
2001	12.8	9.9	11.5	5.2							10.0	10.0	12.8
2002	7.7	12.0	21.0	24.8							14.6	14.6	24.8
2003	12.4	12.0	15.0										15.0
2004	2.0	17.7	4.2	3.5									17.7
2005	8.6	9.4	13.0	5.3									13.0
2006	24.4	20.6	25.1	7.7							2.4	2.4	25.1
2007	10.2	10.3	14.6	10.6									14.6
2008	24.0	19.5	12.3	5.0									24.0

**ANEXO N° II-02: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS  
PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
ESTACION: HUANGASCAR**

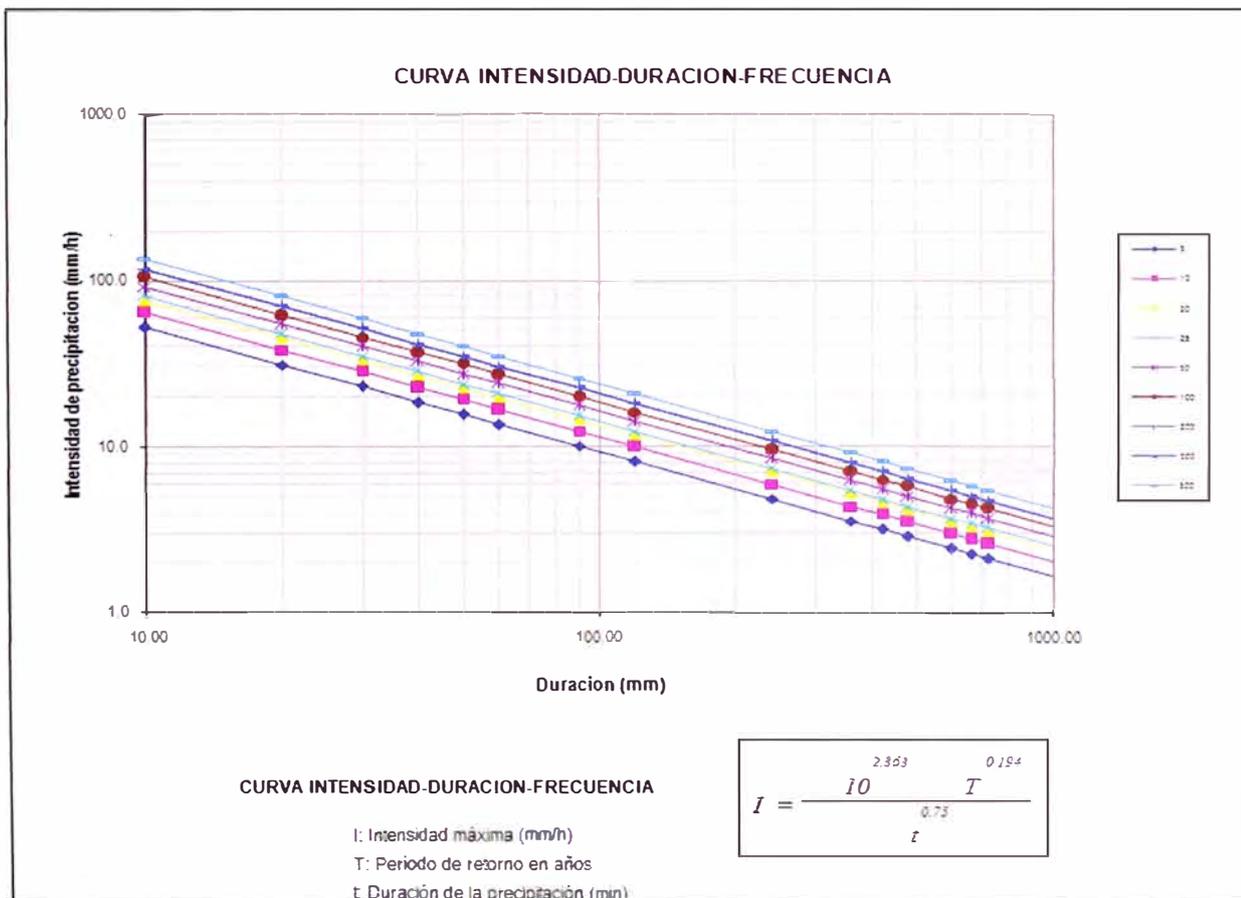
N° Datos	P = x	P(X≥x <sub>T</sub> ) <sub>obs</sub>	Distr. Normal		Distr. Log-normal		Distr. Gumbel		Distr. Log Pearson III	
			F <sub>(z)</sub>	D <sub>(N)</sub>	F <sub>(z)</sub>	D <sub>(N)</sub>	F <sub>(z)</sub>	D <sub>(N)</sub>	F <sub>(z)</sub>	D <sub>(N)</sub>
1	70.5	0.977	1.000	0.023	0.997	0.019	0.996	0.018	0.999	<b>0.976</b>
2	49.8	0.955	0.992	0.038	0.975	0.020	0.965	0.010	0.980	0.935
3	35.3	0.932	0.872	0.060	0.885	0.047	0.854	0.078	0.881	0.813
4	34.6	0.909	0.859	0.051	0.877	0.033	0.844	0.065	0.871	0.780
5	33.8	0.886	0.842	0.044	0.866	0.021	0.832	0.054	0.859	0.745
6	30.6	0.864	0.763	0.100	0.813	0.050	0.775	0.089	0.799	0.662
7	30.0	0.841	0.746	0.095	0.801	0.040	0.763	0.078	0.786	0.626
8	29.4	0.818	0.729	0.089	0.789	0.029	0.750	0.069	0.772	0.590
9	28.0	0.795	0.686	0.109	0.757	0.039	0.717	0.078	0.736	0.531
10	27.2	0.773	0.660	0.112	0.736	0.036	0.697	0.076	0.714	0.486
11	26.5	0.750	0.637	0.113	0.718	0.032	0.678	0.072	0.693	0.443
12	25.3	0.727	0.596	<b>0.131</b>	0.682	0.045	0.645	0.082	0.655	0.383
13	25.1	0.705	0.589	0.115	0.676	0.028	0.639	0.065	0.649	0.353
14	25.1	0.682	0.589	0.093	0.676	0.006	0.639	0.043	0.649	0.331
15	24.8	0.659	0.579	0.080	0.667	0.008	0.630	0.029	0.639	0.298
16	24.3	0.636	0.561	0.075	0.650	0.014	0.615	0.021	0.621	0.258
17	24.0	0.614	0.551	0.063	0.640	0.027	0.606	0.008	0.611	0.224
18	24.0	0.591	0.551	0.040	0.640	0.049	0.606	0.015	0.611	0.202
19	23.0	0.568	0.515	0.053	0.605	0.037	0.574	0.006	0.574	0.142
20	21.3	0.545	0.455	0.091	0.539	0.006	0.517	0.029	0.507	0.053
21	21.0	0.523	0.444	0.079	0.527	0.004	0.506	0.017	0.495	0.018
22	20.4	0.500	0.423	0.077	0.502	0.002	0.485	0.015	0.470	0.030
23	20.0	0.477	0.409	0.068	0.484	0.007	0.470	0.007	0.453	0.069
24	20.0	0.455	0.409	0.045	0.484	0.030	0.470	0.016	0.453	0.092
25	20.0	0.432	0.409	0.023	0.484	0.053	0.470	0.038	0.453	0.115
26	19.6	0.409	0.395	0.014	0.467	0.058	0.456	0.047	0.436	0.155
27	19.0	0.386	0.375	0.011	0.440	0.054	0.433	0.047	0.410	0.203
28	19.0	0.364	0.375	0.011	0.440	<b>0.076</b>	0.433	0.070	0.410	0.226
29	18.1	0.341	0.345	0.004	0.399	0.058	0.400	0.059	0.371	0.288
30	17.7	0.318	0.332	0.014	0.380	0.062	0.385	0.067	0.353	0.329
31	17.2	0.295	0.316	0.020	0.356	0.061	0.366	0.071	0.331	0.373
32	15.0	0.273	0.250	0.023	0.252	0.020	0.284	0.011	0.236	0.491
33	14.9	0.250	0.247	0.003	0.248	0.002	0.280	0.030	0.232	0.518
34	14.6	0.227	0.238	0.011	0.234	0.007	0.269	0.042	0.220	0.553
35	13.8	0.205	0.217	0.012	0.198	0.007	0.241	0.036	0.188	0.608
36	13.1	0.182	0.199	0.017	0.168	0.014	0.217	0.035	0.161	0.657
37	13.0	0.159	0.196	0.037	0.164	0.005	0.213	0.054	0.157	0.684
38	12.9	0.136	0.194	0.058	0.160	0.023	0.210	0.074	0.154	0.710
39	12.8	0.114	0.191	0.078	0.155	0.042	0.207	0.093	0.150	0.736
40	12.7	0.091	0.189	0.098	0.151	0.060	0.203	<b>0.112</b>	0.146	0.763
41	9.7	0.068	0.125	0.057	0.053	0.015	0.115	0.046	0.058	0.874
42	8.5	0.045	0.104	0.059	0.028	0.017	0.086	0.041	0.034	0.920
43	5.0	0.023	0.058	0.036	0.001	0.022	0.030	0.007	0.003	0.974
<b>D<sub>(N)</sub> máx.</b>				<b>0.131</b>		<b>0.076</b>		<b>0.112</b>		<b>0.976</b>

RESUMEN DE RESULTADOS				
ESTADISTICO	FUNCION DE DISTRIBUCION			
	NORMAL	LOG-NORMAL	GUMBEL	LOG-PERSON III
D <sub>(N)</sub>	0.1311	<b>0.0764</b>	0.1124	0.9760
Dα	0.207	<b>0.207</b>	0.207	0.207
D <sub>(N)</sub> < Dα	OK	<b>OK</b>	OK	OK

FUNCION DE DISTRIBUCION SELECCIONADA (menor valor de D<sub>(N)</sub>): **LOG-NORMAL**

## ANEXO II-03: INTENSIDADES DE DISEÑO PARA DURACIONES MENORES A 24 HORAS

DURACION		PERIODO DE RETORNO								
Hr	min	5	10	20	25	50	100	200	300	500
0.17	10.00	52.1	63.9	75.6	79.4	91.3	103.6	116.3	116.3	133.8
0.33	20.00	31.0	38.0	44.9	47.2	54.3	61.6	69.2	69.2	79.6
0.50	30.00	22.9	28.0	33.2	34.8	40.1	45.5	51.0	51.0	58.7
0.67	40.00	18.4	22.6	26.7	28.1	32.3	36.6	41.1	41.1	47.3
0.83	50.00	15.6	19.1	22.6	23.7	27.3	31.0	34.8	34.8	40.0
1.00	60.00	13.6	16.7	19.7	20.7	23.8	27.0	30.3	30.3	34.9
1.50	90.00	10.0	12.3	14.5	15.3	17.6	19.9	22.4	22.4	25.8
2.00	120.00	8.1	9.9	11.7	12.3	14.2	16.1	18.0	18.0	20.8
4.00	240.00	4.8	5.9	7.0	7.3	8.4	9.6	10.7	10.7	12.3
6.00	360.00	3.5	4.3	5.1	5.4	6.2	7.1	7.9	7.9	9.1
7.00	420.00	3.2	3.9	4.6	4.8	5.5	6.3	7.1	7.1	8.1
8.00	480.00	2.9	3.5	4.1	4.4	5.0	5.7	6.4	6.4	7.3
10.00	600.00	2.4	3.0	3.5	3.7	4.2	4.8	5.4	5.4	6.2
11.00	660.00	2.2	2.8	3.3	3.4	3.9	4.5	5.0	5.0	5.8
12.00	720.00	2.1	2.6	3.1	3.2	3.7	4.2	4.7	4.7	5.4
24.00	1440.00	1.3	1.5	1.8	1.9	2.2	2.5	2.8	2.8	3.2



## **ANEXO III: CALCULOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS**

**ANEXO N° III – 01: DISEÑO DE CUNETAS**

CALCULO DEL CAUDAL HIDROLOGICO														CALCULO DEL CAUDAL HIDRAULICO														
Prog. Inicial	Prog. Final	Long. del Tramo (Km.)	Ancho de la via (Km.)	Area de la cuenca (Km.²)	Long. del cauce (m.)	Perimetro de la cuenca (Km.)	Cota mayor (msnm)	Cota menor (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc (Hrs.)	Precipitación (mm.)	Intensidad (mm/Hrs)	C <sub>carpeta</sub>	C <sub>cañud</sub>	Q <sub>carpeta</sub> (m³/s)	Q <sub>cañud</sub> (m³/s)	Q <sub>total</sub> (m³/s)	S (m/m)	Tipo de Material	n	Base (m)	Altura (m)	A (m²)	P (m)	R (m)	Q <sub>hidraulico</sub> (m³/s)	Veloc. (m/s)	Veloc. Permitida (m/s)
74+000	74+153	0.15	0.002	0.25	2.043	4.38	2.450	1.100	0.65	0.56	33.20	24.08	0.70	0.30	0.002	0.494	0.496	0.07	Concreto	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5	4.5 - 6.0
74+154	74+408	0.25	0.003	0.26	2.081	3.81	2.200	1.100	0.62	0.57	33.20	23.70	0.70	0.30	0.003	0.522	0.525	0.07	Concreto	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5	4.5 - 6.0
74+409	74+653	0.24	0.002	0.06	651	1.60	1.580	1.100	0.66	0.26	33.20	43.16	0.70	0.30	0.005	0.216	0.221	0.02	Tierra	0.027	0.90	0.35	0.16	1.13	0.14	0.222	1.4	1.2 - 1.5
74+903	75+155	0.25	0.003	0.17	1.544	3.40	2.200	1.100	0.68	0.45	33.20	28.47	0.70	0.30	0.003	0.399	0.402	0.07	Concreto	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5	4.5 - 6.0
75+156	75+410	0.25	0.003	0.22	1.600	3.56	2.200	1.100	0.66	0.46	33.20	27.77	0.70	0.30	0.004	0.500	0.504	0.07	Concreto	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5	4.5 - 6.0
75+730	76+000	0.27	0.003	0.11	543	1.76	1.650	1.100	0.75	0.23	33.20	47.02	0.70	0.30	0.006	0.447	0.453	0.07	Concreto	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5	4.5 - 6.0
76+000	76+160	0.16	0.003	0.02	311	0.76	1.250	1.100	0.47	0.20	33.20	52.68	0.70	0.30	0.005	0.092	0.098	0.02	Tierra	0.027	0.70	0.25	0.09	0.80	0.11	0.114	1.3	1.2 - 1.5
76+940	77+190	0.25	0.004	0.16	1.328	3.10	2.000	1.100	0.62	0.41	33.20	30.60	0.70	0.30	0.005	0.407	0.413	0.07	Concreto	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5	4.5 - 6.0
77+191	77+444	0.25	0.003	0.16	1.329	3.10	2.000	1.100	0.62	0.41	33.20	30.59	0.70	0.30	0.005	0.409	0.414	0.07	Concreto	0.015	0.70	0.35	0.12	0.99	0.12	0.552	4.5	4.5 - 6.0
77+445	77+654	0.21	0.004	0.16	1.554	3.32	2.050	1.100	0.61	0.46	33.20	27.88	0.70	0.30	0.004	0.373	0.377	0.07	Concreto	0.015	0.60	0.35	0.11	0.89	0.12	0.467	4.4	4.5 - 6.0
77+700	77+950	0.25	0.003	0.18	1.525	3.36	1.700	1.100	0.38	0.50	33.20	26.37	0.70	0.30	0.004	0.389	0.393	0.07	Concreto	0.015	0.60	0.35	0.11	0.89	0.12	0.467	4.4	4.5 - 6.0
77+951	78+200	0.25	0.003	0.08	877	2.06	1.600	1.100	0.53	0.31	33.20	37.33	0.70	0.30	0.005	0.260	0.265	0.02	Tierra	0.027	1.10	0.35	0.19	1.26	0.15	0.288	1.5	1.4 - 2.4

## ANEXO N° III – 02: DISEÑO DE SUB-DRENES

CALCULO DE DIMENSIONES DE SUBDREN			
Proyecto : MONITOREO DE SERVICIABILIDAD	Tramo: Km. 74+000 al Km. 79+000	Especialidad	
Etapa : Informe de Suficiencia		HIDROLOGIA	
Hecho por : JCQT	Estación: HUANGASCAR	Fecha : Octubre - 2009	Revisión : 01

### CAUDAL DE DISEÑO

$$Q_d = Q_i + Q_s + Q_h$$

Donde:

- Qd: Caudal de diseño.
- Qi: Caudal por infiltración.
- Qh: Caudal debido a filtraciones puntuales estimado en campo.
- Qs: Caudal sub superficial.

### Caudal por Infiltración Directa

$$Q_i = I_R \times B \times L \times F_i \times F_r$$

Donde:

- Qi: Caudal por infiltración, cm<sup>3</sup>/s.
- IR: Intensidad de lluvia anual, para un Tr = 5 años, cm/s
- B: Ancho de infiltración (perpendicular al flujo del subdren), cm.
- L: Longitud del subdren, cm.
- Fi: Factor de infiltración. (Ver Cuadro Factores de infiltración).
- Fr: Factor de retención de la base (Ver Cuadro Factores de Retención de la Base)

### Parametros Geomorfologicos del Area de Aporte

L (km)	0.05	50
B (km)	0.01	
S (m/m)	0.01	
A (km <sup>2</sup> )	0.00	

### Tiempo de Concentración Tc (hrs)

Kirpich	0.04
U.S. Corps	0.07
Hathaway	0.21
Tc (hrs)	0.21
Tc (min)	12.44

### Intensidad de Lluvia para Tr = 5 años

P (mm)	33.20
I (mm/hr)	32.92
I (cm/seg)	0.000914

### Factores de Infiltración

Tipo de carpeta	Fi
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0.30
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0.40
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0.50
Carpeta de concreto de cemento Portland	0.67

### Factores de Retención de la Base

Tipo de Base	Fr
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

Los valores de B, Fi y Fr, dependen de las características del pavimento y se mantienen constantes a lo largo de este tramo y son:

- IR = 0.000914 cm/s
- B = 1000 cm (10 metros de ancho total de plataforma)
- L = 5000 cm (Longitud mayor entre descargas de subdrenes)
- Fi = 0.40 (Factor de infiltración)
- Fr = 0.33 (Factor de retención de la base granular)

Reemplazando valores, se obtiene:

$$Q_i = 603.53 \text{ cm}^3/\text{s}$$

**Caudal Sub – superficial**

Para flujo sub - superficial, emplearemos la ecuacion de Darcy

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

Donde:

- K: Coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente, cm/s
- i: Gradiente hidráulico.
- A: Area efectiva para el caso del abatimiento del nivel freático, cm<sup>2</sup>

$$i = \frac{\Delta h}{x}$$

Donde:

- Δh: Pérdida de carga hidráulica, m
- x: Distancia en la dirección del flujo, m.

De acuerdo a las características del pavimento, se estableció la ubicación del subdren a 1.50 m por debajo de la sub-rasante

Se tiene:

- K = 1.00E-03 cm/s (promedio estimado)
- Δh = 1.50 m
- x=B= 10.00 m
- i = 0.15
- L= 50.00 m (considerando subdren longitudinal de mayor longitud)
- A= Δh x L = 75.00 m<sup>2</sup>
- A= 750000.00 cm<sup>2</sup>

Reemplazando valores, se obtiene:

$$Q_{si} = 112.50 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Dado que este sistema de drenaje afectará al nivel freático a ambos lados de la sección analizada, se considera el doble del caudal obtenido por la ley de Darcy

$$Q_s = 225.00 \text{ cm}^3/\text{s}$$

**APORTE DE FILTRACIONES PUNTALES**

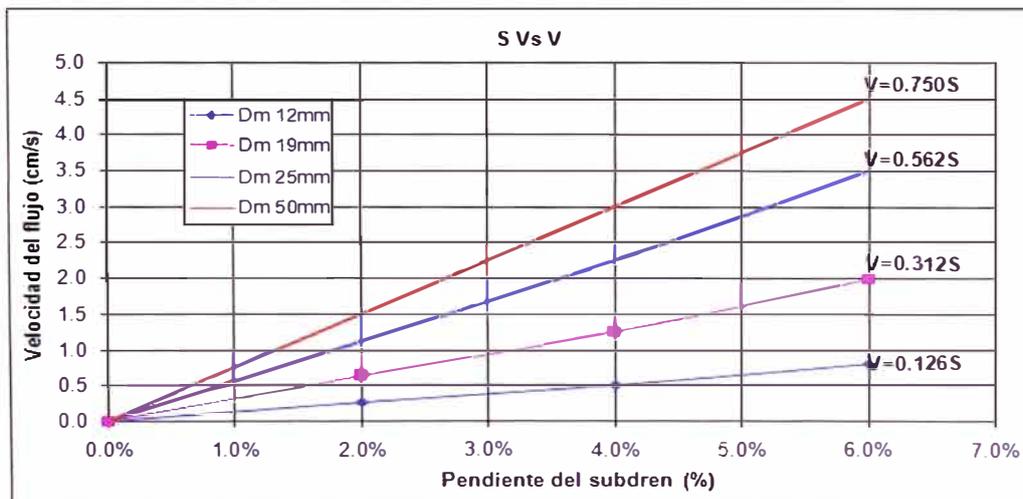
$$Q_h = 500.00 \text{ cm}^3/\text{s} = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s} = 0.5000 \text{ l/s}$$

**FINALMENTE**

$$Q_d = 1328.53 \text{ cm}^3/\text{s} = 0.0013 \text{ m}^3/\text{s} = 1.3285 \text{ l/s}$$

**CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL SUBDREN**

Pendiente (S%)	Velocidad (cm/s)			
	Dm 12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50mm
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
2%	0.26	0.62	1.12	1.50
4%	0.50	1.25	2.25	3.00
6%	0.80	2.00	3.50	4.50



Nota: S = Pendiente del subdren

**Dimensionando Sección de Subdren**

Ancho= 0.60 m (mínimo)  
 Alto= 1.40 m  
 Area= 0.84 m<sup>2</sup>  
 Qd= 1328.53 cm<sup>3</sup>/s  
 Qd= 0.00133 m<sup>3</sup>/s

$$Q_f = V \times A$$

Para una Pendiente de 1% (min) Tenemos:

	Dm 12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50mm
V (cm/s)	0.126	0.312	0.562	0.750
Q (cm <sup>3</sup> /s)	1058.4	2620.8	4720.8	6300
	No!	Ok!	Ok!	Ok!

Para una Pendiente de 5% Tenemos:

	Dm 12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50mm
V (cm/s)	0.630	1.560	2.810	3.750
Q (cm <sup>3</sup> /s)	5292	13104	23604	31500
	Ok!	Ok!	Ok!	Ok!

**Conclusión:**

El material drenante adecuado debe tener un diametro mínimo de Dm 19 mm( 3/4") y máximo Dm 50mm

**DISEÑO DE LA TUBERIA COLECTORA**

Emplearemos la ecuacion de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

**Verificación de Sección Hidráulica: Tubo PVC 4"**

S (m/m)	0.01
n	0.010
A (m <sup>2</sup> )	0.06
P (m)	0.20
R (m)	0.30
Q (m <sup>3</sup> /seg)	0.27
Q (cm <sup>3</sup> /seg)	271.596

**Conclusiones:**

1.- La tubería de PVC 4" propuesto cumple con la sección hidráulica requerida.

## ANEXO N° III – 03: DISEÑO DE ALCANTARILLAS ALCANTARILLA 74+154

1. Alcantarilla tipo MCA 0.80 x 0.80 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de alivio

The screenshot shows the 'Culvert Stations' software interface. The 'Crossing Data' window is active, displaying the following properties:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Minimum Flow	0.00	cms
Design Flow	0.53	cms
Maximum Flow	0.61	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	0.80	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.0150	
Channel Invert Elevation	1100.00	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Irregular	
Irregular Shape	Define...	
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.55	m

The 'Culvert Properties' window shows the following data:

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	ALCANT. 0.80x0.80	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	800.00	mm
Rise	800.00	mm
Embedment Depth	0.00	mm
Manning's n	0.0150	
Inlet Type	Conventional	
Inlet Edge Condition	1:1 Bevel (45° flare) Wingwall	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	-2.80	m
Inlet Elevation	1100.11	m
Outlet Station	2.70	m

2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 0.59 m y 0.27 m en la salida.

The screenshot shows the 'Culvert Summary Table' for 'ALCANT. 0.80x0.80'. The table displays the following data:

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.11	<b>0.00</b>	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.06	1100.23	<b>0.12</b>	0.0*	0-S2n	0.05	0.08	0.05	0.06	1.51	1.30
0.12	0.12	1100.31	<b>0.20</b>	0.0*	0-S2n	0.09	0.13	0.09	0.09	1.68	1.67
0.18	0.18	1100.37	<b>0.26</b>	0.0*	0-S2n	0.12	0.18	0.12	0.12	1.95	1.92
0.24	0.24	1100.42	<b>0.31</b>	0.0*	0-S2n	0.14	0.21	0.14	0.14	2.11	2.11
0.31	0.31	1100.47	<b>0.36</b>	0.0*	0-S2n	0.17	0.25	0.17	0.17	2.28	2.27
0.37	0.37	1100.52	<b>0.41</b>	0.0*	0-S2n	0.19	0.28	0.19	0.19	2.39	2.41
0.43	0.43	1100.57	<b>0.46</b>	0.0*	0-S2n	0.21	0.31	0.23	0.21	2.30	2.52
0.49	0.49	1100.61	<b>0.50</b>	0.0*	0-S2n	0.23	0.34	0.26	0.23	2.38	2.63
0.53	0.53	1100.64	<b>0.53</b>	0.0*	0-S2n	0.25	0.36	0.27	0.25	2.43	2.69
0.61	0.61	1100.70	<b>0.59</b>	0.0*	0-S2n	0.27	0.39	0.30	0.27	2.52	2.80

Additional information from the interface:

- Geometry:** Inlet Elevation: 1100.11 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 5.50 m, Culvert Slope: 0.0200, Inlet Crest: 0.00 m, Inlet Throat: 0.00 m.
- Outlet Control:** Profiles
- Display:** Culvert Summary Table (selected), ALCANT. 0.80x0.80
- Buttons:** Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Water Surface Profile Table - ALCANT. 0.80x0.80

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.11	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.06	1100.23	0.12	0.0*	0-52n	0.00	5.50	5.50	3.35	0.08	0.05
0.12	0.12	1100.31	0.20	0.0*	0-52n	0.00	5.50	10.19	2.08	0.13	0.09
0.18	0.18	1100.37	0.26	0.0*	0-52n	0.00	5.50	3.66	2.02	0.18	0.12
0.24	0.24	1100.42	0.31	0.0*	0-52n	0.00	5.50	34.94	2.03	0.21	0.14
0.31	0.31	1100.47	0.36	0.0*	0-52n	0.00	5.50	10.95	2.01	0.25	0.17
0.37	0.37	1100.52	0.41	0.0*	0-52n	0.00	5.50	0.17	1.96	0.28	0.19
0.43	0.43	1100.57	0.46	0.0*	0-52n	0.00	5.50	0.01	1.54	0.31	0.23
0.49	0.49	1100.61	0.50	0.0*	0-52n	0.00	5.48	0.08	1.52	0.34	0.26
0.53	0.53	1100.64	0.53	0.0*	0-52n	0.00	5.47	0.07	1.51	0.36	0.27
0.61	0.61	1100.70	0.59	0.0*	0-52n	0.00	5.49	0.64	1.47	0.39	0.30

Display:  Crossing Summary Table,  Culvert Summary Table,  Water Surface Profiles,  Improved Inlet Table,  Customized Table

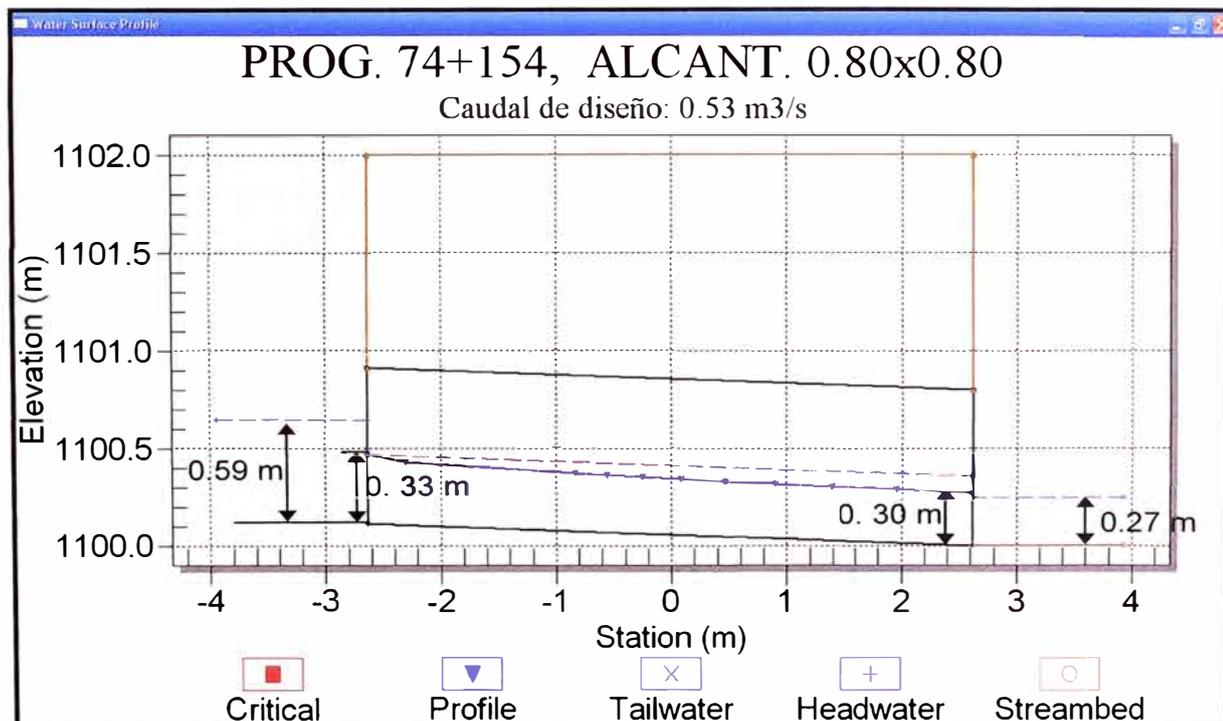
Geometry: Inlet Elevation: 1100.11 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 5.50 m, Culvert Slope: 0.0200, Inlet Grad: 0.00 m, Inlet Throat: 0.00 m

Plot: Crossing Elevation Curve, Culvert Elevation Curve, Selected Water Profile, Water Surface Profile Data

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected. Outlet Control: Profiles

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



## ALCANTARILLA 74+409

1. Alcantarilla tipo MCA 0.80 x 0.80 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de alivio

2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 0.31m y 0.13 m en la salida.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.16	<b>0.00</b>	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.02	1100.23	<b>0.07</b>	0.0*	0-52n	0.02	0.05	0.03	0.03	1.24	1.06
0.05	0.05	1100.27	<b>0.11</b>	0.0*	0-52n	0.03	0.07	0.04	0.05	1.56	1.37
0.07	0.07	1100.30	<b>0.14</b>	0.0*	0-52n	0.05	0.10	0.06	0.06	1.49	1.59
0.10	0.10	1100.33	<b>0.17</b>	0.0*	0-52n	0.07	0.12	0.07	0.07	1.83	1.77
0.13	0.13	1100.36	<b>0.20</b>	0.0*	0-52n	0.08	0.14	0.08	0.08	1.92	1.92
0.15	0.15	1100.38	<b>0.22</b>	0.0*	0-52n	0.09	0.15	0.09	0.09	2.03	2.05
0.17	0.17	1100.41	<b>0.25</b>	0.0*	0-52n	0.10	0.17	0.10	0.10	2.17	2.16
0.20	0.20	1100.43	<b>0.27</b>	0.0*	0-52n	0.11	0.19	0.11	0.11	2.27	2.26
0.22	0.22	1100.45	<b>0.29</b>	0.0*	0-52n	0.11	0.20	0.12	0.12	2.38	2.34
0.25	0.25	1100.47	<b>0.31</b>	0.0*	0-52n	0.12	0.22	0.13	0.13	2.43	2.44

3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.16	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.02	1100.23	0.07	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	0.13	4.19	0.05	0.03
0.05	0.05	1100.27	0.11	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	5.30	5.92	0.07	0.04
0.07	0.07	1100.30	0.14	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	5.30	3.31	0.10	0.06
0.10	0.10	1100.33	0.17	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	8.51	3.11	0.12	0.07
0.13	0.13	1100.36	0.20	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	5.17	3.02	0.14	0.08
0.15	0.15	1100.38	0.22	0.0*	0-S2n	0.00	5.25	4.70	1.73	0.15	0.09
0.17	0.17	1100.41	0.25	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	5.79	3.04	0.17	0.10
0.20	0.20	1100.43	0.27	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	0.10	3.02	0.19	0.11
0.22	0.22	1100.45	0.29	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	5.04	3.04	0.20	0.12
0.25	0.25	1100.47	0.31	0.0*	0-S2n	0.00	5.30	0.19	2.96	0.22	0.13

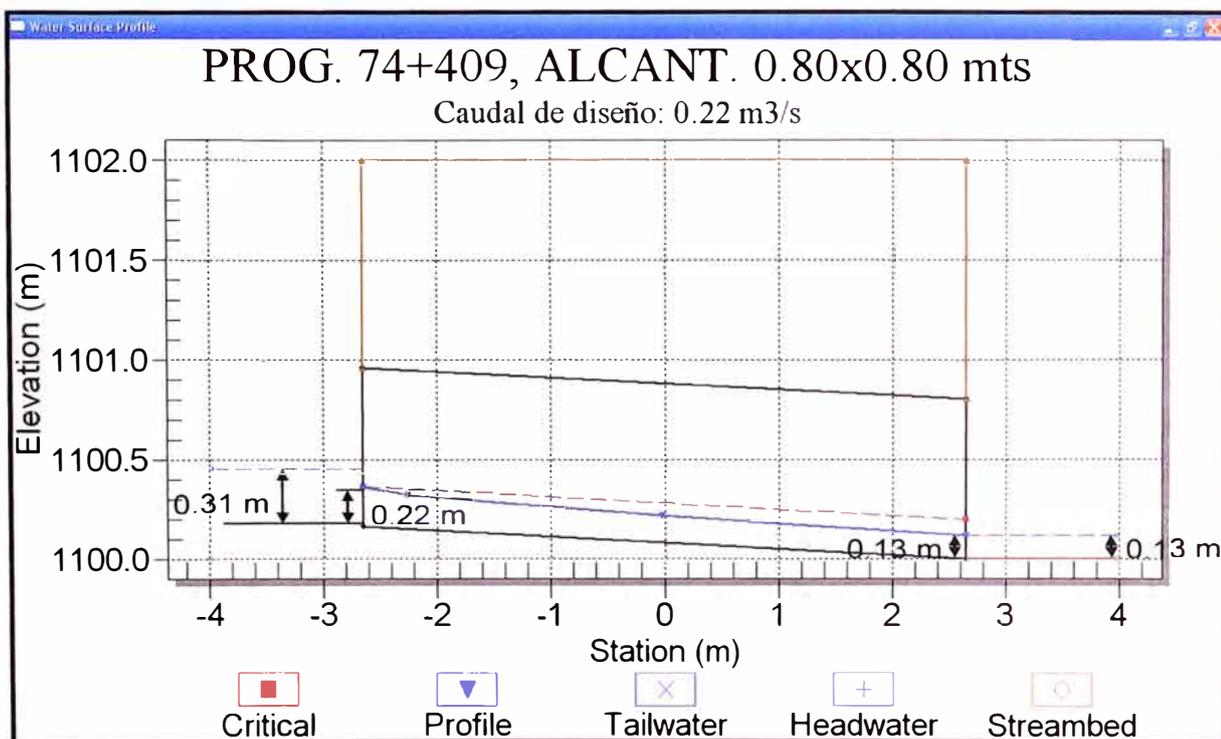
Display:  Crossing Summary Table,  Culvert Summary Table,  Water Surface Profiles,  Improved Inlet Table,  Customized Table

Geometry: Inlet Elevation: 1100.16 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 5.30 m, Culvert Slope: 0.0302, Inlet Control: 0.00 m, Outlet Control: 0.00 m

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected. Outlet Control: Profiles

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



### ALCANTARILLA 75+156

1. Alcantarilla tipo MCA 0.90 x 0.90 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de alivio

2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 0.79 m y 0.31 m en la salida.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.18	<b>0.00</b>	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.10	1100.34	<b>0.16</b>	0.0*	0-S2n	0.06	0.11	0.07	0.07	1.77	1.74
0.21	0.21	1100.44	<b>0.26</b>	0.0*	0-S2n	0.10	0.18	0.10	0.10	2.24	2.23
0.31	0.31	1100.52	<b>0.34</b>	0.0*	0-S2n	0.14	0.23	0.15	0.14	2.32	2.56
0.42	0.42	1100.59	<b>0.41</b>	0.0*	0-S2n	0.17	0.28	0.17	0.17	2.77	2.82
0.52	0.52	1100.66	<b>0.48</b>	0.01	0-S2n	0.19	0.33	0.22	0.19	2.63	3.03
0.63	0.63	1100.72	<b>0.54</b>	0.04	0-S2n	0.22	0.37	0.25	0.22	2.75	3.21
0.73	0.73	1100.79	<b>0.61</b>	0.06	0-S2n	0.25	0.41	0.29	0.24	2.86	3.37
0.84	0.84	1100.85	<b>0.67</b>	0.09	0-S2n	0.27	0.45	0.32	0.27	2.95	3.50
0.91	0.91	1100.89	<b>0.71</b>	0.10	0-S2n	0.29	0.47	0.34	0.28	3.00	3.59
1.05	1.05	1100.97	<b>0.79</b>	0.13	0-S2n	0.32	0.52	0.38	0.31	3.10	3.74

3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Water Surface Profile Table - ALCANT. 0.90x0.90

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.18	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.10	1100.34	0.16	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	38.22	2.93	0.11	0.07
0.21	0.21	1100.44	0.26	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	13.61	2.90	0.18	0.10
0.31	0.31	1100.52	0.34	0.0*	0-S2n	0.00	6.29	0.12	2.20	0.23	0.15
0.42	0.42	1100.59	0.41	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	9.57	2.88	0.28	0.17
0.52	0.52	1100.66	0.48	0.01	0-S2n	0.00	6.30	0.01	1.98	0.33	0.22
0.63	0.63	1100.72	0.54	0.04	0-S2n	0.00	6.24	0.06	1.91	0.37	0.25
0.73	0.73	1100.79	0.61	0.06	0-S2n	0.00	6.29	0.06	1.88	0.41	0.29
0.84	0.84	1100.85	0.67	0.09	0-S2n	0.00	6.29	0.05	1.84	0.45	0.32
0.91	0.91	1100.89	0.71	0.10	0-S2n	0.00	6.27	0.05	1.82	0.47	0.34
1.05	1.05	1100.97	0.79	0.13	0-S2n	0.00	6.24	0.05	1.79	0.52	0.38

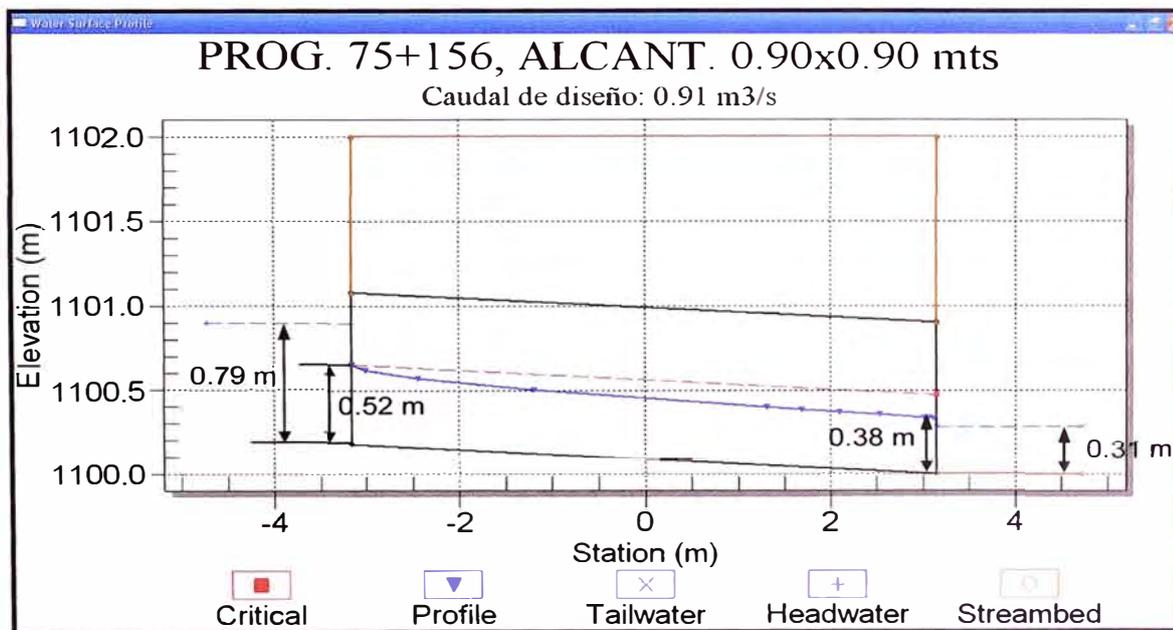
Display:  Crossing Summary Table,  Culvert Summary Table (ALCANT. 0.90x0.90),  Water Surface Profiles,  Improved Inlet Table,  Customized Table

Geometry: Inlet Elevation: 1100.18 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 6.30 m, Culvert Slope: 0.0286, Inlet Control: 0.00 m, Inlet Theor.: 0.00 m, Outlet Control: Profiles

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected.

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



## ALCANTARILLA 76+000

1. Alcantarilla tipo MCA 0.80 x 0.80 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de alivio

**Crossing Properties**

Name: PROG. 76+000

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Minimum Flow	0.00	cms
Design Flow	0.55	cms
Maximum Flow	0.63	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	0.80	m
Channel Slope	0.0300	m/m
Manning's n (channel)	0.0150	
Channel Invert Elevation	1100.00	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Irregular	
Irregular Shape	Define...	
Roadway Surface	Paved	
Top Width	6.80	m

**Culvert Properties**

ALCANT. 0.80x0.80 mts

Add Culvert  
Duplicate Culvert  
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	ALCANT. 0.80x0.80 mts	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	800.00	mm
Rise	800.00	mm
Embedment Depth	0.00	mm
Manning's n	0.0150	
Inlet Type	Conventional	
Inlet Edge Condition	1:1 Bevel (45° flare) Wingwall	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	-3.40	m
Inlet Elevation	1100.20	m
Outlet Station	3.40	m
Outlet Elevation	1100.00	m
Number of Barrels	1	

Help Click on any icon for help on a specific topic

Energy Dissipation Analyze Crossing OK Cancel

2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 0.60 m y 0.24 m en la salida.

**Culvert Summary Table - ALCANT. 0.80x0.80 mts**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.20	<b>0.00</b>	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.06	1100.32	<b>0.12</b>	0.0*	0-S2n	0.04	0.09	0.05	0.05	1.50	1.49
0.13	0.13	1100.40	<b>0.20</b>	0.0*	0-S2n	0.08	0.14	0.08	0.08	1.91	1.92
0.19	0.19	1100.46	<b>0.26</b>	0.0*	0-S2n	0.10	0.18	0.11	0.11	2.21	2.22
0.25	0.25	1100.51	<b>0.31</b>	0.0*	0-S2n	0.13	0.22	0.13	0.13	2.42	2.45
0.31	0.31	1100.56	<b>0.36</b>	0.0*	0-S2n	0.15	0.25	0.16	0.15	2.41	2.63
0.38	0.38	1100.61	<b>0.41</b>	0.0*	0-S2n	0.17	0.28	0.17	0.17	2.77	2.79
0.44	0.44	1100.66	<b>0.46</b>	0.0*	0-S2n	0.19	0.31	0.21	0.19	2.62	2.93
0.50	0.50	1100.71	<b>0.51</b>	0.0*	0-S2n	0.21	0.34	0.23	0.21	2.70	3.06
0.55	0.55	1100.74	<b>0.54</b>	0.02	0-S2n	0.22	0.36	0.25	0.22	2.76	3.14
0.63	0.63	1100.80	<b>0.60</b>	0.04	0-S2n	0.24	0.40	0.28	0.24	2.86	3.27

Display  
 Crossing Summary Table  
 Culvert Summary Table ALCANT. 0.80x0.80 mts  
 Water Surface Profiles  
 Improved Inlet Table

Geometry  
 Inlet Elevation: 1100.20 m  
 Outlet Elevation: 1100.00 m  
 Culvert Length: 6.80 m  
 Culvert Slope: 0.0294  
 Inlet Control: 0.00 m  
 Inlet Thrust: 0.00 m

Plot

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected. Outlet Control: Profiles

Help Flow Types... Edit Input Data... Energy Dissipation... Export Report Adobe PDF (\*.pdf) Close

3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Water Surface Profile Table - ALCANT. 0.80x0.80 mts

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.20	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.06	1100.32	0.12	0.0*	0-52n	0.00	6.80	6.80	4.09	0.09	0.05
0.13	0.13	1100.40	0.20	0.0*	0-52n	0.00	6.80	94.42	2.94	0.14	0.08
0.19	0.19	1100.46	0.26	0.0*	0-52n	0.00	6.80	3.70	2.95	0.18	0.11
0.25	0.25	1100.51	0.31	0.0*	0-52n	0.00	6.80	0.28	2.90	0.22	0.13
0.31	0.31	1100.56	0.36	0.0*	0-52n	0.00	6.78	0.12	2.29	0.25	0.16
0.38	0.38	1100.61	0.41	0.0*	0-52n	0.00	6.80	8.88	2.95	0.28	0.17
0.44	0.44	1100.66	0.46	0.0*	0-52n	0.00	6.76	0.09	2.16	0.31	0.21
0.50	0.50	1100.71	0.51	0.0*	0-52n	0.00	6.79	0.08	2.11	0.34	0.23
0.55	0.55	1100.74	0.54	0.02	0-52n	0.00	6.80	0.01	2.08	0.36	0.25
0.63	0.63	1100.80	0.60	0.04	0-52n	0.00	6.76	0.07	2.05	0.40	0.28

Display:  Crossing Summary Table,  Culvert Summary Table,  Water Surface Profiles,  Improved Inlet Table,  Customized Table

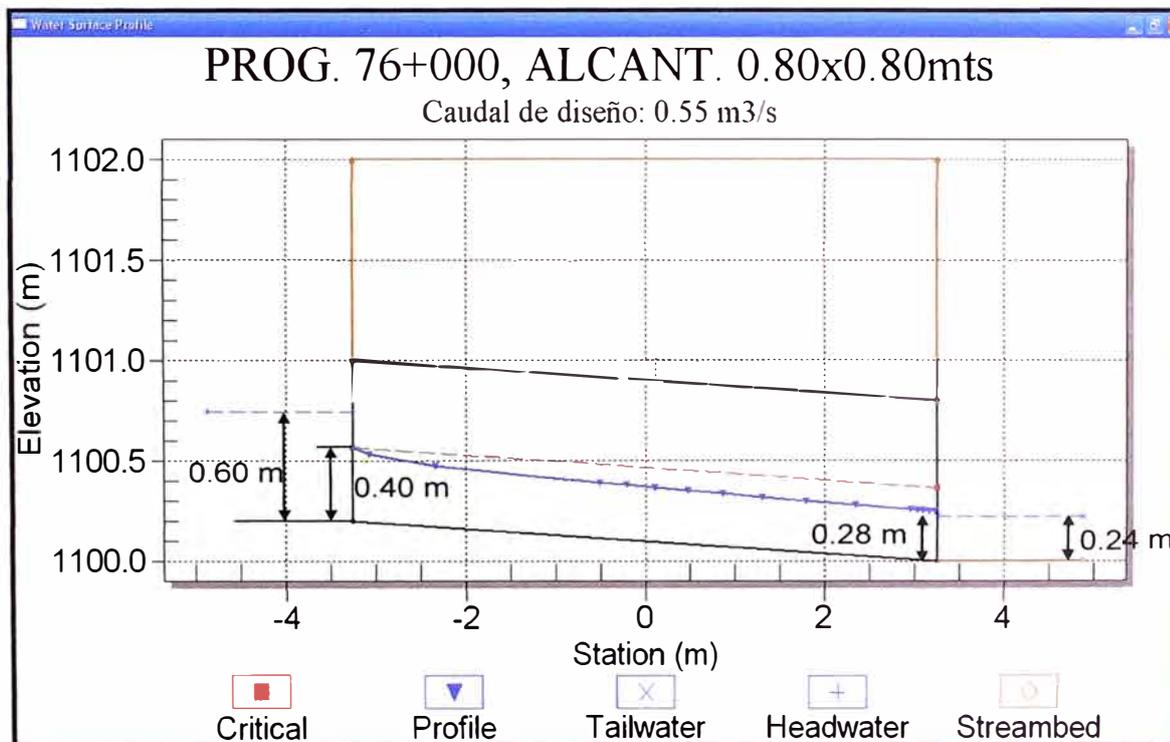
Geometry: Inlet Elevation: 1100.20 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 6.80 m, Culvert Slope: 0.0294

Plot: Selected Water Profile, Water Surface Profile Data

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected. Outlet Control: Profiles

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



## ALCANTARILLA 76+160

### 1. Alcantarilla tipo MCA 1.70 x 1.70 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de pase de agua

### 2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 1.31 m y 0.61 m en la salida.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.12	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.49	0.49	1100.42	0.30	0.0*	0-S2n	0.09	0.21	0.13	0.13	2.17	2.22
0.99	0.99	1100.59	0.47	0.0*	0-S2n	0.18	0.33	0.23	0.21	2.58	2.84
1.48	1.48	1100.74	0.62	0.0*	0-S2n	0.23	0.43	0.31	0.27	2.85	3.26
1.98	1.98	1100.87	0.75	0.0*	0-S2n	0.28	0.52	0.38	0.32	3.06	3.59
2.48	2.48	1100.99	0.87	0.0*	0-S2n	0.33	0.60	0.45	0.38	3.23	3.86
2.97	2.97	1101.12	1.00	0.0*	0-S2n	0.37	0.68	0.52	0.43	3.38	4.08
3.47	3.47	1101.24	1.12	0.0*	0-S2n	0.41	0.75	0.58	0.48	3.51	4.28
3.96	3.96	1101.35	1.23	0.0*	0-S2n	0.45	0.82	0.64	0.52	3.63	4.45
4.30	4.30	1101.43	1.31	0.0*	0-S2n	0.48	0.87	0.68	0.56	3.71	4.55
4.95	4.30	1101.43	1.31	0.0*	0-S2n	0.48	0.87	0.68	0.61	3.71	4.74

3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Water Surface Profile Table - ALCANT. 1.70x1.70 mts

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.12	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.49	0.49	1100.42	0.30	0.0*	0-52n	0.00	4.00	0.01	1.89	0.21	0.13
0.99	0.99	1100.59	0.47	0.0*	0-52n	0.00	4.00	0.04	1.49	0.33	0.23
1.48	1.48	1100.74	0.62	0.0*	0-52n	0.00	3.97	0.03	1.32	0.43	0.31
1.98	1.98	1100.87	0.75	0.0*	0-52n	0.00	4.00	0.25	1.23	0.52	0.38
2.48	2.48	1100.99	0.87	0.0*	0-52n	0.00	3.98	0.02	1.19	0.60	0.45
2.97	2.97	1101.12	1.00	0.0*	0-52n	0.00	3.98	0.02	1.16	0.68	0.52
3.47	3.47	1101.24	1.12	0.0*	0-52n	0.00	3.97	0.02	1.14	0.75	0.58
3.96	3.96	1101.35	1.23	0.0*	0-52n	0.00	3.96	0.02	1.13	0.82	0.64
4.30	4.30	1101.43	1.31	0.0*	0-52n	0.00	3.98	0.02	1.13	0.87	0.68
4.95	4.30	1101.43	1.31	0.0*	0-52n	0.00	3.98	0.02	1.13	0.87	0.68

Display:  Crossing Summary Table,  Culvert Summary Table,  Water Surface Profiles,  Improved Inlet Table,  Customized Table

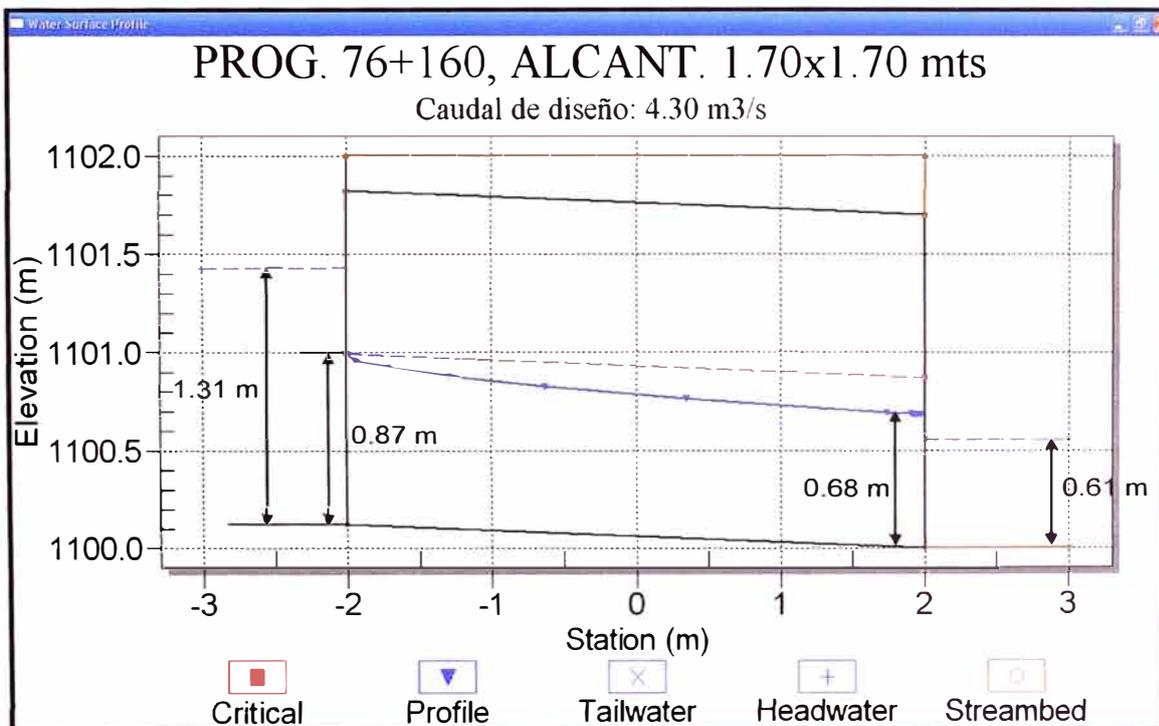
Geometry: Inlet Elevation: 1100.12 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 4.00 m, Culvert Slope: 0.0300, Inlet Control: 0.00 m, Inlet Format: 0.00 m

Plot: Selected Water Profile, Water Surface Profile Data

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected. Outlet Control: Profiles

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



## ALCANTARILLA 76+940

### 1. Alcantarilla tipo MCA 0.80 x 0.80 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de pase de agua

### 2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 0.48 m y 0.20 m en la salida.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.20	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	1100.30	0.10	0.0*	0-52n	0.03	0.07	0.04	0.04	1.58	1.34
0.09	0.09	1100.36	0.16	0.0*	0-52n	0.06	0.11	0.07	0.07	1.77	1.73
0.14	0.14	1100.41	0.21	0.0*	0-52n	0.09	0.15	0.09	0.09	1.98	2.00
0.19	0.19	1100.46	0.26	0.0*	0-52n	0.10	0.18	0.11	0.11	2.24	2.21
0.23	0.23	1100.50	0.30	0.0*	0-52n	0.12	0.21	0.12	0.12	2.42	2.39
0.28	0.28	1100.54	0.34	0.0*	0-52n	0.14	0.23	0.15	0.14	2.34	2.54
0.33	0.33	1100.58	0.38	0.0*	0-52n	0.15	0.26	0.15	0.15	2.65	2.67
0.38	0.38	1100.61	0.41	0.0*	0-52n	0.17	0.28	0.17	0.17	2.75	2.79
0.41	0.41	1100.64	0.44	0.0*	0-52n	0.18	0.30	0.18	0.18	2.82	2.87
0.47	0.47	1100.68	0.48	0.0*	0-52n	0.20	0.33	0.22	0.20	2.66	2.99

### 3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

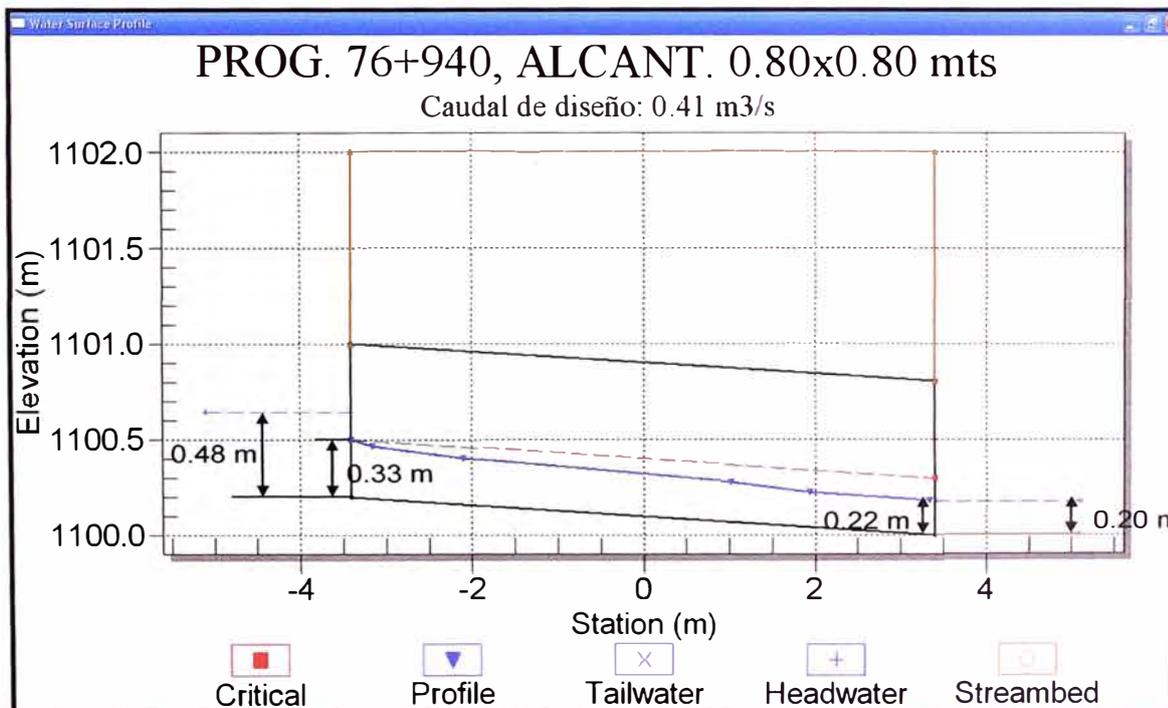
Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.20	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	1100.30	0.10	0.0*	0-S2n	0.00	6.80	6.80	6.49	0.07	0.04
0.09	0.09	1100.36	0.16	0.0*	0-S2n	0.00	6.80	15.33	2.96	0.11	0.07
0.14	0.14	1100.41	0.21	0.0*	0-S2n	0.00	6.80	7.33	2.99	0.15	0.09
0.19	0.19	1100.46	0.26	0.0*	0-S2n	0.00	6.80	16.95	2.96	0.18	0.11
0.23	0.23	1100.50	0.30	0.0*	0-S2n	0.00	6.80	4.58	2.99	0.21	0.12
0.28	0.28	1100.54	0.34	0.0*	0-S2n	0.00	6.78	0.14	2.34	0.23	0.15
0.33	0.33	1100.58	0.38	0.0*	0-S2n	0.00	6.80	13.21	2.97	0.26	0.15
0.38	0.38	1100.61	0.41	0.0*	0-S2n	0.00	6.80	0.20	2.89	0.28	0.17
0.41	0.41	1100.64	0.44	0.0*	0-S2n	0.00	6.74	1.40	2.87	0.30	0.18
0.47	0.47	1100.68	0.48	0.0*	0-S2n	0.00	6.74	0.08	2.13	0.33	0.22

Crossing Summary Table  
 Culvert Summary Table  
 Water Surface Profiles  
 Improved Inlet Table  
 Customized Table

**Geometry**  
 Inlet Elevation: 1100.20 m  
 Outlet Elevation: 1100.00 m  
 Culvert Length: 6.80 m  
 Culvert Slope: 0.0294  
 Inlet Control: 0.00 m  
 Inlet Throat: 0.00 m

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected. Outlet Control: Profiles

### 4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



## ALCANTARILLA 77+191

### 1. Alcantarilla tipo MCA 0.80 x 0.80 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de pase de agua

**Crossing Properties**

Name: PROG. 77+191

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Minimum Flow	0.00	cms
Design Flow	0.41	cms
Maximum Flow	0.47	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	0.80	m
Channel Slope	0.0300	m/m
Manning's n (channel)	0.0150	
Channel Invert Elevation	1100.00	m
Raking Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Irregular	
Irregular Shape	Define...	
Roadway Surface	Paved	
Top Width	6.30	m

**Culvert Properties**

ALCANT. 0-.80x0.80 mts

Add Culvert  
Duplicate Culvert  
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	ALCANT. 0-.80x0.80 mts	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	800.00	mm
Rise	800.00	mm
Embedment Depth	0.00	mm
Manning's n	0.0150	
Inlet Type	Conventional	
Inlet Edge Condition	1:1 Bevel (45° flare) Wingwall	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	-3.15	m
Inlet Elevation	1100.19	m
Outlet Station	3.15	m
Outlet Elevation	1100.00	m
Number of Barrels	1	

Help Click on any icon for help on a specific topic

Energy Dissipation Analyze Crossing OK Cancel

### 2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 0.48 m y 0.20 m en la salida.

**Culvert Summary Table - ALCANT. 0-.80x0.80 mts**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.19	<b>0.00</b>	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	1100.29	<b>0.10</b>	0.0*	0-S2n	0.03	0.07	0.04	0.04	1.58	1.34
0.09	0.09	1100.35	<b>0.16</b>	0.0*	0-S2n	0.06	0.11	0.07	0.07	1.74	1.73
0.14	0.14	1100.40	<b>0.21</b>	0.0*	0-S2n	0.09	0.15	0.09	0.09	1.98	2.00
0.19	0.19	1100.45	<b>0.26</b>	0.0*	0-S2n	0.10	0.18	0.11	0.11	2.22	2.21
0.23	0.23	1100.49	<b>0.30</b>	0.0*	0-S2n	0.12	0.21	0.12	0.12	2.38	2.39
0.28	0.28	1100.53	<b>0.34</b>	0.0*	0-S2n	0.14	0.23	0.15	0.14	2.34	2.54
0.33	0.33	1100.57	<b>0.38</b>	0.0*	0-S2n	0.15	0.26	0.15	0.15	2.68	2.67
0.38	0.38	1100.60	<b>0.41</b>	0.0*	0-S2n	0.17	0.28	0.17	0.17	2.80	2.79
0.41	0.41	1100.63	<b>0.44</b>	0.0*	0-S2n	0.18	0.30	0.20	0.18	2.57	2.87
0.47	0.47	1100.67	<b>0.48</b>	0.0*	0-S2n	0.19	0.33	0.22	0.20	2.65	2.99

Display  
 Crossing Summary Table  
 Culvert Summary Table ALCANT. 0-.80x0.80 mt  
 Water Surface Profiles  
 Improved Inlet Table

Geometry  
 Inlet Elevation: 1100.19 m  
 Outlet Elevation: 1100.00 m  
 Culvert Length: 6.30 m  
 Culvert Slope: 0.0302  
 Inlet Control: 0.48 m  
 Tailwater: 0.20 m

Plot  
 Culvert Performance Curve

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected. Outlet Control: Profiles

Help Flow Types... Edit Input Data... Energy Dissipation... Export Report Adobe PDF (\*.pdf) Close

3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Water Surface Profile Table - ALCANT. 0-.80x0.80 mts

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.19	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	1100.29	0.10	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	6.30	6.58	0.07	0.04
0.09	0.09	1100.35	0.16	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	6.93	3.03	0.11	0.07
0.14	0.14	1100.40	0.21	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	7.21	3.02	0.15	0.09
0.19	0.19	1100.45	0.26	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	1.68	3.03	0.18	0.11
0.23	0.23	1100.49	0.30	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	0.32	2.98	0.21	0.12
0.28	0.28	1100.53	0.34	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	0.01	2.34	0.23	0.15
0.33	0.33	1100.57	0.38	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	101.34	3.02	0.26	0.15
0.38	0.38	1100.60	0.41	0.0*	0-S2n	0.00	6.30	26.84	3.02	0.28	0.17
0.41	0.41	1100.63	0.44	0.0*	0-S2n	0.00	6.29	0.81	2.14	0.30	0.20
0.47	0.47	1100.67	0.48	0.0*	0-S2n	0.00	6.28	0.08	2.12	0.33	0.22

Display:  Crossing Summary Table,  Culvert Summary Table,  Water Surface Profiles,  Improved Inlet Table,  Customized Table

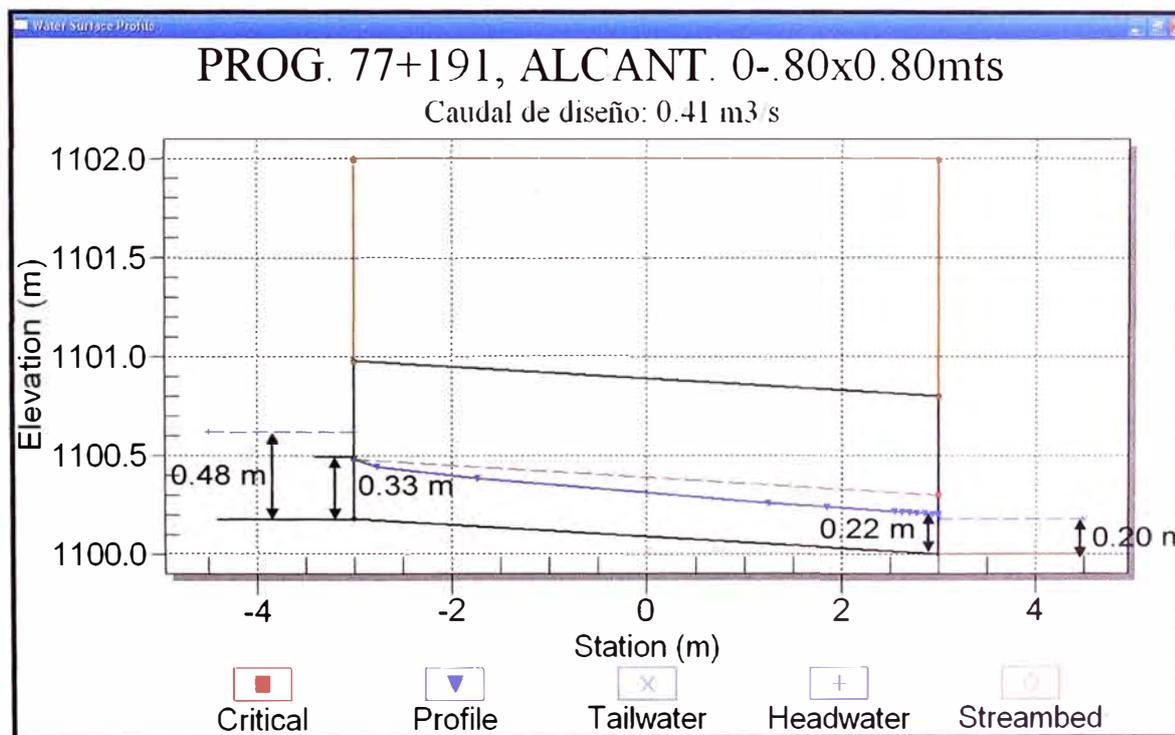
Geometry: Inlet Elevation: 1100.19 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 6.30 m, Culvert Slope: 0.0302, Inlet Control: 0.00 m, Inlet Throat: 0.00 m, Outlet Control: Profiles

Plot: Selected Water Profile, Water Surface Profile Data

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected.

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

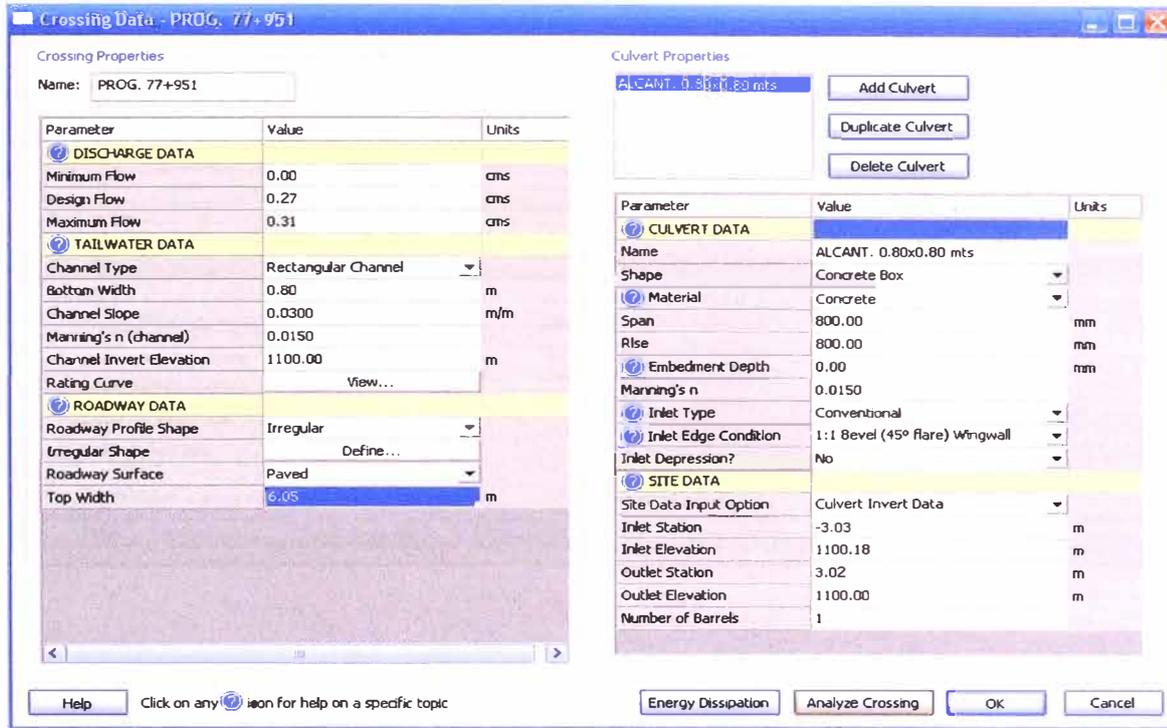
4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



### ALCANTARILLA 77+951

1. Alcantarilla tipo MCA 0.80 x 0.80 mts.

Tipo de alcantarilla: alcantarilla de pase de agua



2. Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 0.36 m y 0.15 m en la salida.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1100.18	<b>0.00</b>	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.03	1100.26	<b>0.08</b>	0.0*	0-S2n	0.02	0.05	0.02	0.03	1.70	1.14
0.06	0.06	1100.30	<b>0.12</b>	0.0*	0-S2n	0.04	0.09	0.05	0.05	1.50	1.48
0.09	0.09	1100.34	<b>0.16</b>	0.0*	0-S2n	0.06	0.11	0.07	0.07	1.77	1.72
0.12	0.12	1100.38	<b>0.20</b>	0.0*	0-S2n	0.08	0.14	0.08	0.08	1.91	1.91
0.16	0.16	1100.41	<b>0.23</b>	0.0*	0-S2n	0.09	0.16	0.09	0.09	2.09	2.07
0.19	0.19	1100.44	<b>0.26</b>	0.0*	0-S2n	0.10	0.18	0.10	0.11	2.24	2.21
0.22	0.22	1100.46	<b>0.28</b>	0.0*	0-S2n	0.11	0.20	0.12	0.12	2.33	2.33
0.25	0.25	1100.49	<b>0.31</b>	0.0*	0-S2n	0.12	0.21	0.13	0.13	2.46	2.43
0.27	0.27	1100.51	<b>0.33</b>	0.0*	0-S2n	0.13	0.23	0.15	0.13	2.29	2.50
0.31	0.31	1100.54	<b>0.36</b>	0.0*	0-S2n	0.15	0.25	0.16	0.15	2.38	2.62

3. Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Water Surface Profile Table - ALCANT. 0.80x0.80 mts

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	1100.18	0.00	0.0*	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.03	1100.26	<b>0.08</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	6.05	12.70	0.05	0.02
0.06	0.06	1100.30	<b>0.12</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	6.05	4.21	0.09	0.05
0.09	0.09	1100.34	<b>0.16</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	15.33	3.01	0.11	0.07
0.12	0.12	1100.38	<b>0.20</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	31.04	2.97	0.14	0.08
0.16	0.16	1100.41	<b>0.23</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	5.51	3.13	0.16	0.09
0.19	0.19	1100.44	<b>0.26</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	15.84	3.00	0.18	0.10
0.22	0.22	1100.46	<b>0.28</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	11.08	3.11	0.20	0.12
0.25	0.25	1100.49	<b>0.31</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	3.96	2.99	0.21	0.13
0.27	0.27	1100.51	<b>0.33</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	0.01	2.31	0.23	0.15
0.31	0.31	1100.54	<b>0.36</b>	0.0*	0-S2n	0.00	6.05	0.10	2.24	0.25	0.16

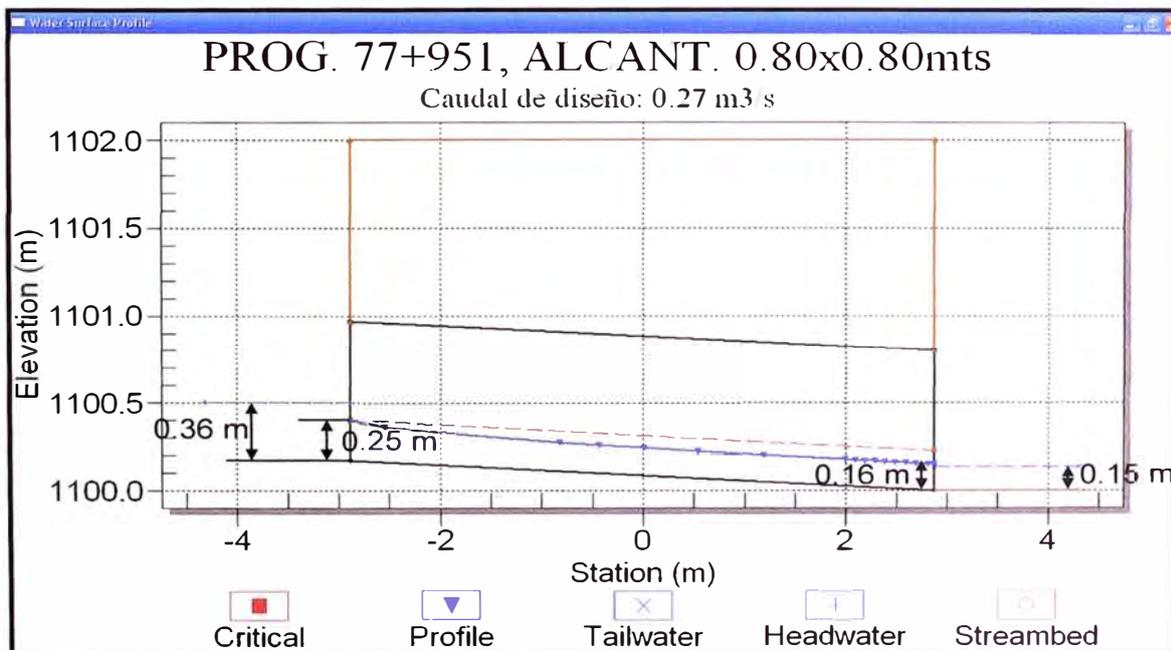
Display:  Crossing Summary Table,  Culvert Summary Table,  Water Surface Profiles,  Improved Inlet Table,  Customized Table

Geometry: Inlet Elevation: 1100.18 m, Outlet Elevation: 1100.00 m, Culvert Length: 6.05 m, Culvert Slope: 0.0298, Inlet Control: 0.00 m, Outlet Control: Profiles

\* theoretical depth is impractical. Depth reported is corrected.

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (\*.pdf), Close

4. Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



**ANEXO N° III – 04: DISEÑO DE BADEN**

CAUDAL HIDROLOGICO														CAUDAL HIDRAULICO												
Prog. Inicial	Prog. Final	Long. del Tramo (Km.)	Ancho de la vía (Km.)	Area de la cuenca (Km.²)	Long. del cauce (m.)	Perimetro de la cuenca (Km.)	Cota mayor (msnm)	Cota menor (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc (Hrs.)	Precipitación (mm.)	Intensidad (mm/Hrs)	C <sub>bas</sub>	Q <sub>total</sub> (m3/s)	S (m/m)	Tipo de Revestimiento	n	Base (m)	Altura (m)	A (m2)	S lados (m/m)	P (m)	R (m)	Q <sub>resultado</sub> (m3/s)	Veloc. (m/s)	Veloc. Perimetra (m/s)
76+500	76+515	0.02	0.000	3.56	3.642	8.83	3.150	1.100	0.60	0.88	33.20	1715	0.30	5.089	0.02	Albañilería de piedra	0.017	15.00	0.40	3.00	0.05	15.02	0.20	9.341	3.1	3.0 - 4.5

**ANEXO IV: EXPEDIENTE TECNICO DE  
CONSTRUCCION**

## EXPEDIENTE TECNICO DE CONSTRUCCION

### EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

#### **Descripción**

Esta partida comprenderá toda excavación necesaria para la construcción de alcantarillas de concreto, muros, cunetas y toda otra estructura para la cual la partida particular no especifique en otra forma tales excavaciones, incluyendo el retiro de todo el material excavado. También comprenderá los trabajos de desbroce y limpieza, perfilado y compactado del fondo de las excavaciones, sin considerar los trabajos de reemplazo de material. Todo el trabajo se realizará de conformidad con los requisitos para las estructuras indicadas en los planos y según lo ordenado por el Supervisor.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material excavado.

#### **Equipos**

Todos los equipos utilizados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajustan al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

#### **Método de construcción**

##### **a) Excavación**

El contratista notificará al Supervisor con suficiente anticipación el comienzo de los trabajos de excavación, de manera que puedan tomarse secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado, para realizar los cálculos de volúmenes respectivos. No podrá removerse el terreno adyacente a las estructuras más allá del límite especificado en el método de medición y/o sin previa autorización del Supervisor.

La excavación se realizará de acuerdo a la geometría de las estructuras a construir, al alineamiento y cotas indicadas en los planos del proyecto y/o de replanteo, siendo obligación del Supervisor controlar estos trabajos topográficamente.

Deberán tener las suficientes dimensiones de modo que permitan construir en todo su ancho y largo las estructuras íntegras o bases de las estructuras indicadas.

La cota de la parte inferior de las bases, así como la ubicación de las estructuras, que se indican en los planos, podrán ser reajustadas de acuerdo al resultado obtenido en el replanteo. El Supervisor deberá ordenar por escrito los cambios en dimensiones, cotas de las bases y ubicación de la estructura.

Las raíces, troncos y materiales inadecuados y sueltos que se encuentre al nivel de cimentación, deberán ser retirados o cortados al ras, según sea el caso.

Cuando las obras de cimentación tengan que apoyarse sobre suelos que puedan ser afectado rápidamente por el intemperismo, deberá tomar especial cuidado de no remover el fondo de la excavación, por lo que las excavaciones deberán suspenderse quince (15) centímetros aproximadamente antes de la cota de cimentación. No se efectuará la excavación hasta la cota final, hasta momentos antes de iniciar la construcción de la cimentación.

Los cortes en los taludes serán lo más apropiados posibles, de modo que se garantice la estabilidad de los mismos. Tanto los taludes como los acabados (fijados sobre la base de las secciones indicadas en los planos) contarán con la aprobación del Supervisor.

Toda piedra suelta o material inestable deberá ser removida.

Para el caso de excavaciones profundas o de gran altura, donde el suelo a excavar no presente buena estabilidad, el Supervisor deberá ordenar la excavación con taludes concordantes con el ángulo de reposo del material, de manera de evitar derrumbes.

El Contratista deberá realizar las obras de protección, contención sostenimiento, entibación y desviación para evitar derrumbes, inundaciones y erosiones en las excavaciones o desaguar las aguas acumuladas en las mismas. Si el drenaje natural o por gravedad no resulta factible, el Contratista, con la aprobación de la Supervisión, deberá utilizar un equipo de bombeo con suficiente potencia para realizar el trabajo.

El Supervisor deberá verificar si la naturaleza y capacidad de soporte del suelo al nivel de fundación resulta ser adecuado para la cimentación de la estructura. Si el suelo resulta apropiado, se procederá a compactarlo empleando plancha vibratoria, rodillo manual autopropulsado u otro equipo aprobado por el Supervisor, hasta obtener como mínimo el 95% de la M.D.S. del Próctor

Modificado. Si el suelo resulta ser inapropiado, el Supervisor indicará al Contratista los nuevos niveles de excavación adicional y el tipo de mejoramiento de suelo, para lo cual se puede utilizar concreto pobre ( $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ ), material de over procedente de canteras o relleno para estructuras, según las condiciones existentes en campo.

En caso de que el suelo de fundación este compuesto por roca, se deberán recortar el fondo de la excavación hasta llegar a una roca inalterada, ya sea a un mismo plano, con gradas o dentada. Toda hendidura o grieta deberá ser limpiada y rellena con pasta o mortero de cemento. Toda roca suelta, desintegrada y estratos delgados deberán ser retirados. La superficie irregular obtenida en el fondo de la excavación deberá ser nivelada y enrasada con concreto pobre ( $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ ), con la debida aprobación del Supervisor.

En ninguna etapa de la construcción se podrá depositar material proveniente de la excavación de manera que ponga en peligro la estabilidad de la excavación y/o de la estructura a medio construir, ya sea por presión directa o indirecta debido a la sobrecarga de terraplenes contiguos al trabajo.

Toda sobre excavación por debajo de las cotas autorizadas, que sea atribuible al descuido del Contratista, será rellena a su costo, cumpliendo con la especificación de relleno para estructuras y con la aprobación del Supervisor.

### **b) Aprobación de los cimientos**

Después de la conclusión de cada excavación, el Contratista notificará por escrito este evento al Supervisor. No se podrá continuar con la construcción de la estructura hasta que el Supervisor hubiera aprobado las cotas de cimentación y la calidad del material para la fundación.

### **c) Tolerancias**

En ningún punto, la excavación realizada variará de la proyectada en más de dos (2) centímetros en cota, ni más de cinco (5) centímetros en la localización en planta.

### **Aceptación de los trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

### **Método de medición**

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición original, de material excavado de acuerdo con los planos e indicaciones del Supervisor. El cálculo del material excavado se realizará empleando el método de las áreas medias.

No se reconocerá el volumen excavado fuera de los planos verticales exteriores paralelos a la estructura distanciados a 0.50m., del perímetro o contorno de la proyección horizontal de los cimientos, salvo que la Supervisión haya aprobado taludes no verticales.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez ni la sobre excavación que pueda realizar el Contratista por facilidad para su trabajo.

### **Bases de pago**

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida "*Excavación no clasificada para estructuras*". Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, acomodo de material excavado dentro de la distancia libre de transporte, trabajos y materiales necesarios para la protección, contención sostenimiento, entibación,

bombeo y/o desviación de aguas en las excavaciones e imprevistos necesarios para culminar la partida, a entera satisfacción del Supervisor.

## **RELLENO PARA ESTRUCTURAS**

### **Descripción**

Los rellenos aquí definidos se refieren al movimiento de tierras a ejecutar para rellenar todos los espacios excavados no ocupados por las estructuras o para la protección de éstas.

### **Material**

El material empleado para el relleno será proveniente de canteras, no debiendo contener materia orgánica, elementos inestables o de fácil alteración, ni otros elementos perjudiciales. El Supervisor dará la aprobación de la calidad del material a usar, el cual de ninguna manera deberá presentar características expansivas. El material deberá ser de preferencia granular y deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Tamaño máximo 75 mm

% que pasa la malla Nº 200 < 25% en peso

Límite líquido 30%

Se deja a criterio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas para garantizar la calidad de los materiales.

### **Equipos**

Los equipos para el extendido, acomodo, humedecimiento y compactado de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación técnica.

El equipo de compactación deberá componerse de apisonadores de más de 10 kg de peso con una superficie para compactar de 15 x 15 cm., u otro equipo como rodillo, plancha compactadora, aprobado por el Supervisor.

No se permitirá el uso de equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas.

### **Método de ejecución**

El Contratista deberá notificará por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, el inicio de la ejecución de los trabajos de relleno, para que éste realice los chequeos siguientes:

- Trabajos topográficos: verificación de cotas de cimentación, secciones transversales en terreno natural, excavado y con la estructura construida.
- Verifique el suelo y condiciones de fundación.
- Características del material a emplear como relleno.
- Lugares donde serán colocados.
- Estado de las estructuras de concreto, si ya han pasado la etapa de curado y están aptas para aplicar los rellenos respectivos.

Contando con la aprobación del Supervisor, luego de las verificaciones realizadas, el Contratista recién podrá realizar los rellenos correspondientes.

Para rellenos detrás de estructuras de contención y sostenimiento, su colocación se hará después de 14 días de vaciado el concreto o cuando las pruebas de resistencia realizadas bajo el control de la Supervisión, demuestren que el concreto ha alcanzado el 70% de la resistencia proyectada.

La colocación del relleno se realizará mediante capas horizontales de no más de 0.20 m de espesor, compactadas a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del ensayo Próctor Modificado. En caso el relleno llegue al nivel de la subrasante, los 0.30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima de 100% de la M.D.S. del ensayo Próctor Modificado.

En ningún caso el relleno se podrá ejecutar cuando el suelo se encuentra sumergido en agua o exista agua subterránea. El Contratista, con la aprobación de la Supervisión, realizará los trabajos necesarios para asegurar la buena calidad del suelo de fundación y evitar que falle el relleno.

La humedad del material de relleno, será aquella que determine el laboratorio de campo, y será específica para cada tipo de material a emplear. En caso el material se encuentra en estado de saturación, el Contratista propondrá el método más adecuado para su utilización (aireación por venteo, mezclado con

material seco, etc.) procedimiento que contará con la previa aprobación de la Supervisión para su realización.

Obtenida la humedad óptima, se procederá a la compactación hasta conseguir las densidades indicadas.

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada a las densidades indicadas y nivelada con pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de aguas superficiales sin peligro de erosión.

Sólo se podrá realizar los rellenos de estructuras cuando el día esté soleado o nublado sin llegar a la precipitación fluvial, en cuyo caso se deberá paralizar los trabajos y protegerlos de la mejor manera para evitar la saturación de los materiales que no se haya logrado compactar.

La adecuada realización de trabajos necesarios para la contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos, es de absoluta responsabilidad del Contratista.

### **Aceptación de los trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

### **Métodos de medición**

La unidad de medida para los rellenos será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) aceptado por el Supervisor y medidos en su posición final.

Los volúmenes serán determinados a partir de las secciones transversales tomadas antes y después de la realización de los trabajos de relleno, considerando las líneas de pago establecidas en el proyecto o por el Supervisor y las delimitaciones indicadas en la partida “Excavación no clasificada para estructuras”.

El cálculo de los volúmenes de relleno se realizará mediante el método de áreas medias.

No se consideran los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tuberías de drenaje, camas de asiento y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

No se medirán los rellenos en sobre excavaciones y excavaciones fuera de los límites establecidos por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

En cuanto a las zonas donde se ha producido derrumbes se procederá de la siguiente manera:

- Si a criterio del Supervisor el derrumbe es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada correrá por cuenta del Contratista y deberá cumplir con la exigencia de densidad antes mencionadas.
- Si el derrumbe no es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada se cuantificará y se adicionará a los volúmenes de relleno de la estructura para su valorización correspondiente.

### **Bases de pago**

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida “*Relleno para estructuras*”. Este precio y pago constituye compensación total por toda extracción, apilamiento y zarandeo, mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

## **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

### **Descripción**

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, adopte la forma indicada en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación dentro de la estructura

### **Materiales**

Los encofrados a utilizar pueden ser de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. El encofrado no deberá presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Para superficies no visibles, el encofrado puede ser construido con madera en bruto, pero con juntas debidamente calafateadas para evitar la fuga de pasta de concreto.

Para superficies visibles, también denominada caravista, el encofrado deberá ser construido con paneles de  $\frac{3}{4}$ " de madera laminada, madera machihembrada o con planchas duras de fibra prensada y marcos de madera cepillada. La línea de contacto entre paneles deberá ser cubierta con cintas, para evitar la formación de rebabas; dichas cintas deberán estar convenientemente adheridas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Los alambres a emplearse en la sujeción de encofrados, no deben atravesar las caras del concreto, especialmente las que vayan a quedar expuestas. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente, de manera que el desencofrado no produzca daños en la superficie del concreto.

### **Ejecución**

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del vaciado sin deformarse, incluyendo el efecto de vibrado para densificación y que su remoción no cause daño al concreto. Para efectos de diseño, se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Los encofrados deberán ser contruidos de manera que el elemento de concreto vaciado tenga la forma y dimensiones del proyecto y que se encuentre de acuerdo con los alineamientos y cotas aprobadas por el Supervisor y deberán presentar una superficie lisa y uniforme.

Antes de armar el encofrado, se deberá verificar que la superficie del encofrado se encuentre exenta de elementos extraños y con un recubrimiento adecuado de una membrana sintética para evitar la adherencia del mortero o del procedimiento que el Contratista crea por conveniente, con la única condición que el resultado sea igual o superior al antes descrito y sea aprobado por el Supervisor.

El encofrado deberá encontrarse debidamente apuntalado y arriostrado de manera que la rigidez y estabilidad del mismo no se vea amenazada. Se deberá dar especial cuidado a las juntas entre tablas, paneles o planchas.

Se deberá evitar el apoyo del encofrado en elementos sujetos a flexión o deslizamiento.

Cuando el terreno natural sea rocoso, el apoyo puede realizarse directamente sobre éste.

Cuando el terreno natural tenga buena resistencia sin ser susceptible a la erosión o desmoronamiento el apoyo puede realizarse sobre elementos dispuestos horizontalmente. En caso de que el terreno natural no tenga buena capacidad de soporte, deberán ser clavadas estacas conjuntamente con los refuerzos horizontales antes mencionados.

No se puede efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del Supervisor quien previamente habrá verificado el dimensionamiento, nivelación, verticalidad, estructuración del encofrado, humedecimiento adecuado de la caja del encofrado, la no existencia de elementos libres (esquirlas o astillas), concretos antiguos pegados o de otro material que pueda perjudicar el vaciado y el acabado del mismo. En caso de elementos de gran altura en donde resulta difícil la limpieza, el encofrado debe contar con aberturas para facilitar esta operación.

El tiempo para la remoción del encofrado y obra falsa está acondicionado por el tiempo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Los tiempos mínimos recomendados son los siguientes:

- Costados de viga 24 horas

- Superficie de elementos verticales 48 horas
- Losas superiores de alcantarillas 14 días

En el caso de utilizarse aditivos acelerantes de fragua y previa autorización del Supervisor, los tiempos de desencofrado pueden reducirse, de acuerdo al tipo y proporción del aditivo que se emplee. En general, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo con las pruebas de resistencia en muestras del concreto, cuando ésta supere el 70% de su resistencia de diseño. Todo trabajo de desencofrado deberá contar la previa autorización escrita del Supervisor.

Todo encofrado, para ser reutilizado, no deberá presentar alabeos, deformaciones, incrustaciones y deberá presentar una superficie limpia.

### **Métodos de medición**

Se considerará como área de encofrado la superficie de la estructura de concreto efectiva que esté cubierta directamente por dicho encofrado y que realmente haya sido ejecutada y aprobada por el Supervisor. La unidad medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **Bases de pago**

El pago del encofrado medido de la manera antes descrita, se realizará con la partida correspondiente en base al precio unitario por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de "Encofrado y Desencofrado". Este precio y pago incluirá, además de los materiales, mano de obra, beneficios sociales, equipo, transporte de los encofrados a las diferentes zonas de trabajo y herramientas necesarias para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de apoyos indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente, incluirá el costo total del desencofrado respectivo.

## **ACERO DE REFUERZO $f_y = 4,200\text{Kg/cm}^2$**

### **Descripción**

Esta partida comprenderá el aprovisionamiento, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero para el refuerzo en estructuras de concreto armado.

### **Material**

Las varillas para el refuerzo del concreto estructural, deberán estar de acuerdo con los requisitos AASHTO, designación M-31 y deberán ser probadas de acuerdo con AASHTO, M-137 en lo que respecta a las varillas N° 3 a N° 11 o conforme a las especificaciones del acero producido por SIDERPERU o ACEROS AREQUIPA del acero grado 60, según corresponda.

El alambre N° 16, para efectuar el atortolamiento, del acero de refuerzo deberá ser del tipo negro recocido.

### **Requisitos de construcción**

#### **a) Suministro y almacenamiento**

Las varillas corrugadas a usar deberán tener impresas en forma clara las siglas o emblema de la empresa de la cual proceden, así como el grado a que corresponden y el diámetro nominal. Adicionalmente deberán contar con etiquetas que indiquen el lote correspondiente.

No se aceptarán las varillas que no estén identificadas o que presenten oxidación excesiva, grietas, corrosión o que al doblarse a temperatura ambiente (16 °C) se agrieten o rompan en la parte exterior de la zona doblada.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en forma ordenada y por encima del nivel del terreno, ya sea sobre plataformas, largueros u otros soportes adecuados, de manera que se encuentre protegido contra daños mecánicos y deterioro superficial por efectos de la intemperie y ambiente corrosivos entre otros.

Asimismo, el acero no deberá estar expuesto a fenómenos atmosféricos, principalmente precipitación pluvial.

### **b) Lista de despiece y diagrama de doblado**

Antes de iniciar el corte del material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá proporcionar al Supervisor, para su aprobación, las listas de despiece y los diagramas de doblado en compatibilidad con lo indicado en los planos. No se iniciará trabajo alguno hasta que dichas listas y diagramas hubiesen sido aprobados. La aprobación de tales listas y diagramas, de ninguna manera podrá exonerar al Contratista de su responsabilidad en cuanto a la comprobación de la exactitud de las mismas. Será por cuenta del Contratista la inspección de los materiales entregados, de acuerdo con esas listas y diagramas, para la comprobación del acatamiento correspondiente a lo especificado en las mismas.

### **c) Equipo**

Se requiere de equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo, los cuales no deberán producir ruidos por encima de los permisibles, que afecten la tranquilidad del personal de obra.

El empleo de equipo deberá contar con la autorización del Supervisor. Todo personal que manipule las varillas de acero deberá contar con guantes de protección.

### **d) Doblado**

Todas las varillas de refuerzo que requieran dobladura, deberán ser dobladas en frío, y de acuerdo con los procedimientos del "American Concrete Institute" (Instituto Americano del Concreto). Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, serán los siguientes:

- Varillas uso general, excepto elementos de amarre (estribos)  
Barras del # 3 al #8 :                      6 diámetros de la barra
  
- Varillas en elementos de amarre (estribos)  
Barras menores o iguales al #5 : 4 diámetros de la barra  
Barras mayores al # 5 :                      6 diámetros de la barra

Las varillas parcialmente empotradas en el concreto, no deberán ser dobladas salvo que se indique en los planos o se permita por otros medios. Para cortarlas

y doblarlas, se deberán emplear obreros competentes y se deberán proporcionar los dispositivos adecuados para tal trabajo.

#### **e) Colocación y sujeción**

Antes de la colocación del acero de refuerzo, se deberá revisar que las varillas deberán estar exentas de moho, suciedad, lodo, escamas sueltas, pintura, aceite o cualquier otra sustancia extraña que evite la buena adherencia entre el refuerzo y el concreto. Todo mortero seco adherido al acero deberá ser retirado.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida mediante tirantes, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas.

Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (30 cm), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado deberá tener un diámetro equivalente de 1.5875 ó 2.032 mm., ó calibre equivalente. No se admitirá la soldadura de las intersecciones de barras de acero.

Las barras de acero se colocarán de acuerdo a los recubrimientos especificados en los planos o en su defecto a los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del código ACI – 318.

No se permitirá la colocación de concreto en estructuras cuyo refuerzo no haya sido revisado y aprobado por el Supervisor.

#### **f) Traslapes y uniones**

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas

modificaciones sean aprobadas por el Supervisor. El costo de los traslapes y uniones adicionales será asumido por el Contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Supervisor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrá por cuenta del Contratista.

Las láminas de malla o parrillas de varillas, se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

### **g) Sustituciones**

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Supervisor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

## **Aceptación de los trabajos**

### **a) Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Solicitar al Contratista copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero.

- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte y colocación del refuerzo se efectúe de acuerdo con los planos y las especificaciones técnicas.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

### **b) Calidad del acero**

El Contratista deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el Contratista no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

### **c) Calidad del producto terminado**

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

Desviación en el espesor de recubrimiento

- Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros ( $\leq 5$  cm): 5 mm
- Con recubrimiento superior a cinco centímetros ( $> 5$  cm): 10 mm

Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Supervisor y a plena satisfacción de éste.

### Método de medición

Las varillas de refuerzo deberán ser medidas por peso, en función del número teórico de kilogramos de material entregado y colocado en la obra, de conformidad con los planos del proyecto, las presentes especificaciones y lo ordenado por el Supervisor.

Las cantidades de materiales proporcionados y colocados se obtendrán multiplicando la suma de longitudes de las varillas de refuerzo medidas en los planos, por el peso unitario teórico del diámetro correspondiente.

Para efectos de la cuantificación de esta partida, se utilizarán los siguientes pesos unitarios:

Barra N°	Diámetro Nominal	Peso (Kg/m)
2	6.4 mm(1/4")	0.25
3	9.5 mm(3/8")	0.56
4	12.7 mm(1/2")	1.00
5	15.7 mm (5/8")	1.55
6	19.1 mm(3/4")	2.24
8	25.4 mm(1")	3.97

No se medirán empalmes, traslapes, soportes ni alambres de sujeción por estar incluidos en el precio unitario de la presente partida.

En caso de sustitución de barras de acero a solicitud del Contratista, no se medirá la cantidad adicional de acero que se vaya a colocar; asimismo, tampoco se medirán las varillas de acero añadidas por el Contratista por su propia conveniencia.

### Bases de pago

El acero de refuerzo  $f'y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup>, medido en la forma estipulada y colocada de acuerdo con esta especificación y a entera satisfacción del Supervisor, se pagará por kilogramo (kg) colocado al precio unitario del contrato para la partida correspondiente, cuyo precio y pago constituye compensación total por el abastecimiento, almacenamiento, corte, dobladura y colocación de las varillas, las mermas, desperdicios, empalmes, traslapes, alambres y soportes empleados en su colocación y sujeción, limpieza y por toda mano de obra, beneficios sociales, herramientas, equipo, ensayos de calidad de requerirse e imprevistos necesarios para completar el trabajo, a entera satisfacción del Supervisor.

**Concreto simple  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Concreto simple  $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Concreto simple  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Concreto simple  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras en general, de acuerdo con los planos del proyecto, las especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

### **Materiales**

#### **a) Cemento**

El cemento utilizado será Portland Tipo I o normal, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

#### **b) Agregados**

##### **Agregado fino**

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- **Contenido de sustancias perjudiciales**

El siguiente cuadro señala los requisitos de límites de aceptación.

Características	Norma de Ensayo	Masa Total de la muestra
Terrones de arcilla y partículas deleznales	MTC E212	1.00% Máx.
Material que pasa el tamiz de 75um (N°200)	MTC E 202	5.00% Máx.
Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	0.50% Máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión $SO_4$	AASHTO T290	0.06% Máx.
Contenido de cloruros, expresado como ión $Cl^-$	AASHTO T291	0.10% Máx.

Además, no se permitirá el empleo de arena que en el ensayo colorimétrico para detección de materia orgánica, según norma de ensayo Norma Técnica Peruana 400.013 y 400.024, produzca un color más oscuro que el de la muestra patrón.

#### • Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de  $SiO_2$  y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C289, se obtienen los siguientes resultados:

$$SiO_2 > R \text{ cuando } R \geq 70$$
$$SiO_2 > 35 + 0,5 R \text{ cuando } R < 70$$

#### • Granulometría

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9.5 mm ( 3/8")	100
4.75 mm (N°4)	95-100
2.36 mm (N°8)	80-100
1.18 mm (N°16)	50-85
600 mm (N°30)	25-60
300 mm (N°50)	10-30
150 mm (N°100)	2-10

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Módulo de Finura se encontrará entre 2.3 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0.2 en el Módulo de Finura con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

#### • Durabilidad

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de durabilidad en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma MTC E 209.

En caso de no cumplirse esta condición, el agregado podrá aceptarse siempre que habiendo sido empleado para preparar concretos de características similares, expuestas a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

#### Agregado grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del Supervisor.

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

#### • Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro, señala los límites de aceptación.

Características	Norma de Ensayo	Masa Total de la muestra
Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	0.25% Máx.
Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	0.50% Máx.
Cantidad de Partículas liviana	MTC E 202	1.00% Máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO <sub>4</sub>	AASHTO T290	0.06% Máx.
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl <sup>-</sup>	AASHTO T291	0.10% Máx.

### • Reactividad

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio que en el caso de agregado fino.

### • Durabilidad

Los resultados del ensayo de durabilidad (norma de ensayo MTC E 209), no podrán superar el doce por ciento (12%) o dieciocho por ciento (18%), según se utilice sulfato de sodio o de magnesio, respectivamente.

### • Abrasión L.A.

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles (norma de ensayo MTC E 207) no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

### • Granulometría

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en los documentos del proyecto o apruebe el Supervisor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

Huso Granulométrico Nº	Porcentaje que pasa						
	7	67	57	467	357	4	3
63 mm (2.5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 - 100	100	20 - 100
37,5 mm (1½")	-	-	100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25,0 mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 - 55	0 - 15
19,0 mm (¾")	100	90 - 100	-	35 - 70	-	0 - 15	-
12,5 mm (½")	90 - 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 - 5
9,5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 - 5	-
4,75 mm (Nº4)	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5	-	-
2,36 mm (Nº5)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

Nota: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de

las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida. (Fuente: ASTM C33, AASHTO M-43)

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

#### • Forma

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma MTC E 221, no deberán ser mayores de quince por ciento (15%). Para concretos de  $f'c > 210 \text{ kg/cm}^2$ , los agregados deben ser 100% triturados.

#### **Agregado ciclópeo**

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor y con las limitaciones establecidas en la Subsección 610.10(c) "Colocación del concreto"

#### **Agua**

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano, debiendo ser analizado según norma MTC E 716.

<b>Ensayos</b>	<b>Tolerancias</b>
Sales solubles (ppm)	5000 máx.
Materia orgánica (ppm)	3000 máx
Alcalinidad $\text{HCO}_3^-$ (ppm)	1000 máx
Sulfatos como ión $\text{SO}_4$ (ppm)	600 máx
Cloruros como ión $\text{Cl}^-$ (ppm)	1000 máx
PH	5.5 a 8.0

El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto.

Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos del suelo a fin de establecer el grado de afectación de éste sobre el concreto.

La máxima concentración de Ión cloruro soluble en agua que debe haber en un concreto a las edades de 28 a 42 días, expresada como suma del aporte de todos los ingredientes de la mezcla, no deberá exceder de los límites indicados en la siguiente Tabla. El ensayo para determinar el contenido de ión cloruro deberá cumplir con lo indicado por la Federal Highway Administration Report N° FHWA-RD-77-85 "Sampling and Testing for Chloride Ion in concrete".

#### **Contenido Máximo de Ión Cloruro**

<b>Tipo de Elemento</b>	<b>Contenido máximo de Ión cloruro soluble en agua en el concreto, expresado como % en peso del cemento</b>
Concreto prensado	0.06
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros	0.10
Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros	0.15
Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de recubrimientos impermeables.	0.80

## Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura. En las Especificaciones Especiales (EE) del proyecto se definirán que tipo de aditivos se pueden usar, los requerimientos que deben cumplir y los ensayos de control que se harán a los mismos.

## Clases de concreto

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado	
A	34,3 MPa (350 Kg/cm <sup>2</sup> )
B	31,4 MPa (320 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto reforzado	
C	27,4 MPa (280 Kg/cm <sup>2</sup> )
D	20,6 MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> )
E	17,2 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto simple	
F	13,7 MPa (140 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto ciclópeo	
G	13,7 MPa (140 Kg/cm <sup>2</sup> ) Se compone de concreto simple clase F y agregado ciclópeo grande max. 6", en proporción de 30% del volumen total, como máximo.
Concreto simple	
H	9.81 MPa (100 Kg/cm <sup>2</sup> )

## **Equipo**

Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

### **a) Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto**

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Supervisor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia. En tal caso, las tandas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0,25 m<sup>3</sup>).

### **b) Elementos de transporte**

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados señale el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Supervisor.

Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

### **c) Encofrados y obra falsa**

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

#### **d) Elementos para la colocación del concreto**

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

#### **e) Vibradores**

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7 000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

#### **f) Equipos varios**

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

### **Requerimientos de construcción**

#### **Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por el Supervisor, sin que este exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

#### **Estudio de la mezcla y obtención de la formula de trabajo**

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregara al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos para su verificación. Si a juicio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los

trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella. El contratista definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.
- Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.
- La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los siguientes límites, al medirla según norma de ensayo MTC E 705.

Tipo de Construcción	Asentamiento (“)	
	Máximo	Mínimo
Zapata y muro de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones y sub-estructuras de muros	3	1
Losas y pavimento	3	1

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión acorde con la de los planos y documentos del Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo d

el valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma MTC E 702 y ensayadas según la norma de ensayo MTC E 704. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días.

La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla N° 610-1:

**Tabla N° 610-1**  
**Resistencia Promedio Requerida**

<b>Resistencia Especificada a la Compresión</b>	<b>Resistencia Promedio Requerida a la Compresión</b>
< 20.6 MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c + 6.8 MPa (70 Kg/cm <sup>2</sup> )
20.6 – 34.3 MPa (210 – 350 Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c + 8.3 MPa (85 Kg/cm <sup>2</sup> )
> 34.3 MPa (350 Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c + 9.8 MPa (100 Kg/cm <sup>2</sup> )

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder 0.45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos ni 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada según se indica en la Subsección 610.03 (e). La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que muestra la Tabla N° 610-2:

**Tabla N° 610-2**  
**Requisitos sobre aire incluido**

<b>Resistencia de diseño a 28 días</b>	<b>Porcentaje aire incluido</b>
280 – 350 Kg/cm <sup>2</sup> concreto normal	6-8
280 – 350 Kg/cm <sup>2</sup> concreto pre-esforzado	2-5
140 – 280 Kg/cm <sup>2</sup> concreto normal	3-6

La aprobación que dé el Supervisor al diseño no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

### **Preparación de la zona de trabajo**

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme a los planos del Proyecto y de la Sección 601 de estas especificaciones.

### **Fabricación de la mezcla**

#### **a) Almacenamiento de los agregados**

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1,50 m) y no por depósitos cónicos.

Todos los materiales a utilizarse deberán estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

### **b) Suministro y almacenamiento del cemento**

El cemento en bolsa se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo en rumas de no más de ocho (8) bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de tres (3) meses de almacenamiento en sacos o seis (6) en silos, deberá ser empleado previo certificado de calidad, autorizado por el Supervisor, quien verificará si aún es susceptible de utilización. Esta frecuencia disminuida en relación directa a la condición climática o de temperatura/humedad y/o condiciones de almacenamiento.

### **c) Almacenamiento de aditivos**

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación.

Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Ésta recomendaciones no son excluyentes de la especificadas por los fabricantes.

### **d) Elaboración de la mezcla**

Salvo indicación en contrario del Supervisor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad ( $\frac{1}{2}$ ) del agua requerida para la tanda; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte ( $\frac{1}{3}$ ) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Contratista, con la aprobación del Supervisor, solo para resistencias  $f'c$  menores a 210 kg/cm<sup>2</sup>, podrá transformar las cantidades correspondientes en peso de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener las medidas especificadas de la mezcla.

Cuando se haya autorizado la ejecución manual de la mezcla (sólo para resistencias menores a  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>), esta se realizará sobre una superficie impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero anhidro en forma de cráter.

Preparado el mortero, se añadirá el agregado grueso, revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniformes.

## **Operaciones para el vaciado de la mezcla**

### **a) Descarga, transporte y entrega de la mezcla**

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 ½) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su costo, por un concreto satisfactorio.

El material de concreto derramado como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el contratista, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

### **b) Preparación para la colocación del concreto**

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al Supervisor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado. Por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Supervisor.

### **c) Colocación del concreto**

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Supervisor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de medio metro (0,5 m). El Supervisor podrá exigir espesores aún menores cuando le estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G e I, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple. En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el treinta por ciento (30%) del volumen total de concreto. Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto. De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

#### **d) Colocación del concreto bajo agua**

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Supervisor, quien efectuará una

supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un diez por ciento (10 %) de exceso de cemento.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

#### **e) Vibración**

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla. No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

#### **f) Juntas**

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Supervisor. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o

modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por el Supervisor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

### **g) Remoción de los encofrados y de la obra falsa**

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

• Estructuras para arcos .....	14 días
• Estructuras bajo vigas .....	14 días
• Soportes bajo losas planas .....	14 días
• Losas de piso .....	14 días
• Placa superior en alcantarillas de cajón .....	14 días
• Superficies de muros verticales .....	48 hrs
• Lados de vigas .....	24 hrs

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de encofrados y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

#### **h) Curado**

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar. En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

##### **• Curado con agua**

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados. No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

##### **• Curado con compuestos membrana**

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de éste sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación. El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

#### **i) Acabado y reparaciones**

A menos que los planos indiquen algo diferente, las superficies expuestas a la vista, con excepción de las caras superior e inferior de las placas de piso, el

fondo y los lados interiores de las vigas de concreto, deberán tener un acabado por frotamiento con piedra áspera de carborundum, empleando un procedimiento aceptado por el Supervisor.

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, el Supervisor podrá dispensar al Contratista de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias.

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Contratista, según lo requiera el Supervisor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrada a expensas del Contratista.

#### **j) Limpieza final**

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Supervisor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

#### **k) Limitaciones en la ejecución**

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius ( $10^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$ ). Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius ( $4^{\circ}\text{C}$ ) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius ( $13^{\circ}\text{C}$ ) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius ( $10^{\circ}\text{C}$ ) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius ( $32^{\circ}\text{C}$ ), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius ( $50^{\circ}\text{C}$ ), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

## **Aceptación de los trabajos**

### **a) Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

### **b) Calidad del cemento**

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

### **c) Calidad del agua**

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

### **d) Calidad de los agregados**

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del

Supervisor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

### **e) Calidad de aditivos y productos químicos de curado**

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

### **f) Calidad de la mezcla**

#### **• Dosificación**

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos .....  $\pm 1\%$
- Agregado fino .....  $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm .....  $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm .....  $\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Supervisor.

#### **• Consistencia**

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la Tabla N° 610-3. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

#### **• Resistencia**

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la Tabla 610-3.

La muestra estará compuesta por nueve (9) especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días y catorce (14) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de

la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los tres (3) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm<sup>2</sup>) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) especímenes consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costo, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16°C - 27°C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Supervisor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para el MTC.

### **g) Calidad del producto terminado**

#### Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas ..... -5 mm a + 10 mm
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y Estructuras similares de concreto reforzado ..... -10 mm a + 20 mm
- Muros, estribos y cimientos ..... -10 mm a + 20 mm

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada.

#### Otras tolerancias

- Espesores de placas ..... -10 mm a +20 mm
- Cotas superiores de placas y veredas ..... -10 mm a +10 mm
- Recubrimiento del refuerzo .....  $\pm 10\%$
- Espaciamiento de varillas ..... -10 mm a +10 mm

#### Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3m).

- Placas y veredas..... 4 mm
- Otras superficies de concreto simple o reforzado..... 10 mm
- Muros de concreto ciclópeo ..... 20 mm

#### Curado

Toda obra de concreto que no sea correctamente curado, puede ser rechazada, si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del Contratista.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

## Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente aceptada por el Supervisor.

## Bases de pago

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

Deberá cubrir, también todos los costos de la explotación de las canteras; la selección, trituración y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, descargas, transporte interno dentro de la cantera y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto o ha sido solicitado por el Supervisor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Contratista; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Tabla 610-3  
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado Fino	Granulometría	MTC E 204	250 m <sup>3</sup>	Cantera
	Materia que pasa la malla N° 200 (75 µm)	MTC E 202	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Tamores de Arcillas y partículas Deliznabias	MTC E 212	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Reactividad Alcali-Agregado (1)	ASTM C-84	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Cantidad de partículas Inianas	MTC E 211	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Contenido de Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	AASHTO T290	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	AASHTO T291	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	1000 m <sup>3</sup>	Cantera

Tabla 610-3  
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado Grueso	Granulometría	MTC E 204	250 m <sup>3</sup>	Cantera
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210	500 m <sup>3</sup>	Cantera
	Terrones de Arenas y partículas deleznales	MTC E 212	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Contenido de Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	AASHTO T296	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	AASHTO T221	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Reactividad Alcal-Agregado (1)	ASTM C-64	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	1000 m <sup>3</sup>	Cantera
	Porcentaje de Partículas Planas y Alargadas (relación largo/espesor: 3:1)	MTC E 221	250 m <sup>3</sup>	Cantera
Concreto	Consistencia	MTC E 705	1 por carga (2)	Punto de vaciado
	Resistencia a Compresión	MTC E 704	1 juego por cada 50 m <sup>3</sup> , pero no menos de uno por día	Punto de vaciado

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Concreto Clase C (f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> )	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
Concreto Clase D (f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> )	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
Concreto Clase E (f'c= 175 kg/cm <sup>2</sup> )	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
Concreto Clase F (f'c= 140 kg/cm <sup>2</sup> )	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
Concreto Clase H (f'c= 100 kg/cm <sup>2</sup> )	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
Concreto Clase G (f'c= 175 kg/cm <sup>2</sup> +30% F.M.)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## EMBOQUILLADOS DE PIEDRA, e=0.15 m

### Descripción

Esta partida comprende el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra, para protegerlas contra la erosión y socavación, de acuerdo con lo indicado en los planos y/o lo ordenado por el Supervisor

Las estructuras donde se empleará este tipo de recubrimiento serán los siguientes:

- Entregas de cunetas
- Encauzamiento al ingreso y salida de alcantarillas

- Otras estructuras que a criterio del Supervisor crea conveniente colocar protección con emboquillado de piedra.

## **Materiales**

### **• Piedra**

Las piedras a utilizar en el emboquillado deberán tener dimensiones tales, que la menor dimensión sea inferior al espesor del emboquillado en cinco (5) centímetros. Se recomienda no emplear piedras con forma y texturas que no favorezcan una buena adherencia con el mortero, tales como piedras redondeadas o cantos rodados sin fragmentar. No se utilizarán piedras intemperizadas ni piedras frágiles. De preferencia las piedras deberán ser de forma prismática, tener una cara plana como mínimo, la cual será colocada en el lado del emboquillado.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Si sus superficies tienen cualquier materia extraña que reduzca la adherencia, se limpiarán o lavarán.

Serán rechazadas si tienen grasas, aceites y/o si las materias extrañas no son removidas.

Las piedras a emplearse pueden ser seleccionadas de tres fuentes, previa autorización del Supervisor:

- Canteras
- Cortes y excavaciones para explanaciones y obras de arte
- Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

### **• Concreto**

Debe cumplir con lo indicado en la especificación técnica de concreto de cemento Pórtland para una resistencia mínima de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .

## **Método de ejecución**

El emboquillado se construirá según lo indicado en los planos del proyecto, en su ubicación, dimensionamiento y demás características. Cualquier modificación deberá ser aprobada por el Supervisor.

Las estructuras donde se empleará este tipo de recubrimiento serán los siguientes:

- Entregas de cunetas
- Encauzamiento al ingreso y salida de alcantarillas
- Otras estructuras que a criterio del Supervisor crea conveniente colocar protección con emboquillado de piedra.

## **Materiales**

### **• Piedra**

Las piedras a utilizar en el emboquillado deberán tener dimensiones tales, que la menor dimensión sea inferior al espesor del emboquillado en cinco (5) centímetros. Se recomienda no emplear piedras con forma y texturas que no favorezcan una buena adherencia con el mortero, tales como piedras redondeadas o cantos rodados sin fragmentar. No se utilizarán piedras intemperizadas ni piedras frágiles. De preferencia las piedras deberán ser de forma prismática, tener una cara plana como mínimo, la cual será colocada en el lado del emboquillado.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Si sus superficies tienen cualquier materia extraña que reduzca la adherencia, se limpiarán o lavarán.

Serán rechazadas si tienen grasas, aceites y/o si las materias extrañas no son removidas.

Las piedras a emplearse pueden ser seleccionadas de tres fuentes, previa autorización del Supervisor:

- Canteras
- Cortes y excavaciones para explanaciones y obras de arte
- Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

### **• Concreto**

Debe cumplir con lo indicado en la especificación técnica de concreto de cemento Pórtland para una resistencia mínima de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .

## **Método de ejecución**

El emboquillado se construirá según lo indicado en los planos del proyecto, en su ubicación, dimensionamiento y demás características. Cualquier modificación deberá ser aprobada por el Supervisor.

- Espesor del emboquillado +4 cm
- Coronamiento al nivel de enrase +3 cm
- Salientes aisladas en caras visibles con respecto a la sección del proyecto +4 cm
- Salientes aisladas en caras no visibles con respecto a la sección del proyecto +10 cm
- Variación planialtimétrica (desplome) con respecto al proyecto 1:200

### **Aceptación de los trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

### **Método de medición**

La unidad de medida para los trabajos de emboquillado, aprobados por el Supervisor, será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **Bases de pago**

El área de emboquillado, medida de la manera descrita anteriormente, se pagará al precio unitario de la partida "*Emboquillado de piedra, e=0.15 m*". Este precio y pago, constituye compensación total por mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, selección, extracción, carguío, limpieza y lavado del material pétreo, descarga, almacenamiento, transporte del material desde la cantera hasta el lugar de colocación en obra tanto para el mortero como para el material pétreo, perfilado y compactado de la superficie de apoyo al emboquillado e imprevistos necesarios para completar la partida que corresponda, a entera satisfacción del Supervisor.

La excavación será pagada con la Partida Excavación no clasificada para estructuras

De requerirse relleno estructural, éste se pagará con la Partida Relleno para Estructuras y su transporte se pagará con la partida Transporte de material proveniente de cantera, según sea el caso.

## **CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA**

### **Descripción**

Esta partida consiste en realizar todas las excavaciones necesarias para conformar las cunetas laterales de la carretera de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los lineamientos, rasantes y dimensiones indicadas en los planos o como lo haya indicado el Ingeniero Supervisor. La partida incluirá, igualmente, la remoción y el retiro de estructuras que interfieran con el trabajo o lo obstruyan.

### **Método de Construcción**

Toda excavación realizada bajo este ítem se considerara dentro de la partida genérica "Cunetas de Tierra", sin tomar en cuenta la naturaleza del material excavado; razón por la que el Contratista para efectos de calcular su costo unitario deberá ponderar el precio de la excavación, tomando en cuenta los metrados respectivos.

Esta partida consistirá en la conformación de cunetas laterales en aquellas zonas, en corte a media ladera o corte cerrado, que actualmente carecen de estas estructuras.

Los trabajos se ejecutarán exclusivamente mediante el empleo de mano de obra no calificada local, y uso de herramientas manuales, tales como: palas, picos, barretas, carretillas y otros que se requieran para la correcta ejecución de los trabajos.

Las cunetas se conformarán siguiendo el alineamiento de la calzada, salvo situaciones inevitables que obliguen a modificar dicho alineamiento. En todo caso, será el Supervisor el que apruebe el alineamiento y demás características de las cunetas.

### **Medición**

La longitud por la que se pagará, será el volumen de material excavado para la

conformación de cunetas, independientemente de la naturaleza del material excavado, medidas en su posición final; aceptadas y aprobadas por el Ingeniero Supervisor.

### **Pago**

El volumen excavado en la forma descrita anteriormente, será pagada al precio unitario del contrato, por metro lineal, para la partida CUNETAS DE TIERRA; entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, material herramientas e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente los trabajos.

<b>Partida</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Conformación de Cunetas de Tierra	Metro lineal (ml)

## **CUNETA REVESTIDA CON CONCRETO**

### **Descripción**

La construcción del revestimiento de cunetas, se hará utilizando mezcla de concreto de cemento Portland, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos, además de los anexos que incluye la presente especificación.

### **Materiales**

La mezcla de concreto tendrá, una resistencia a la compresión de  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y, su preparación, colocación y curado deberá cumplir con todo lo señalado en el ítem "Concreto de Cemento Portland" de la especificaciones técnicas.

### **Método de construcción**

El Contratista podrá elegir el método de trabajo, pudiendo efectuar el vaciado en sitio o premoldearlo en forma de losas que puedan ser manipuladas y asentadas fácilmente, el cual será comunicado en forma oportuna para revisión y aprobación del Supervisor.

Se deberá verificar que la superficie de asiento sea uniforme, esté bien perfilada, compactada con material satisfactorio aprobado por el Supervisor y tenga las dimensiones correspondientes (ver anexo: "Perfilado y compactado para cunetas revestidas con concreto").

En el caso de ejecutarse el vaciado en sitio, los encofrados deberán estar convenientemente asegurados y mantenidos en posición hasta que el concreto haya fraguado. El vaciado del revestimiento de cunetas se realizará en tramos alternados, delimitados por cerchas que definen la sección transversal.

Las cunetas revestidas incluirán juntas de construcción ( $e = 0.01$  m) cada 3.00 m y juntas de dilatación ( $e = 0.025$  m) cada 15.00 m. (ver Anexo "Juntas de construcción y dilatación de cuneta revestida con concreto").

### **Método de medición**

Este trabajo será medido por metro lineal (m) de cuneta terminada, debidamente aprobada por el Supervisor.

### **Bases de pago**

La cantidad determinada según el método de medición antes descrito, se pagará al precio unitario de la partida "Cuneta Revestida con Concreto".

Dicho precio y pago constituye compensación total por toda la excavación adicional al trabajo de excavación en explanaciones, perfilado y compactado de la zona, concreto  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>, encofrado y desencofrado, curado, junta de construcción y dilatación, rellenos estructurales que fueran necesarios para el buen asentamiento de la cuneta y toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción de la Supervisión.

### **Anexo: Perfilado y compactado para cuneta revestida con concreto**

#### **Descripción**

Este ítem consistirá en la preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactado con material satisfactorio aprobado por el Supervisor, de la superficie de la base de la sección donde se colocará el revestimiento de la cuneta.

Todas las imperfecciones, depresiones, etc., serán repuestas de acuerdo a los alineamientos del eje y sección transversal correspondiente.

### **Compactación**

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie de la cuneta, se procederá a su compactación mediante el empleo de compactadora manual según indique el Supervisor.

### **Método de medición**

Su preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactación de la superficie está incluida en la medición de la partida "*Cuneta revestida con concreto*".

### **Bases de pago**

El perfilado y compactado para cunetas revestidas está incluido en el precio unitario de las partidas de "*Cuneta revestida con concreto*".

## **Anexo: Juntas de construcción y dilatación de cunetas revestidas con concreto**

### **Descripción**

Las cunetas se construirán en tramos de 3.00 m, salvo en el caso de curvas donde el espaciamiento puede ser menor.

La junta de separación entre un tramo hecho y el que se coloca a continuación, constituirá la junta de construcción. Dicha junta tendrá un ancho de 1 cm y estará constituida básicamente por un sellante elástico y espuma sintética de poliestireno expandido (tecnopor). Cada 15.00 metros de cunetas construidas, se ubicarán las juntas de dilatación, las cuales tendrán 2.5 cm. Este tipo de junta estará constituido al igual que la junta de construcción.

### **Método de construcción**

- El ancho de junta deberá cumplir con lo especificado en el plano respectivo, según el tipo de junta a ejecutar.

- La junta deberá estar exenta de polvos y material suelto; el concreto debe estar fraguado y presentar una superficie rugosa. Es conveniente eliminar la lechada superficial mediante un escobillado.
- El espacio en donde no se colocará el sellante elástico se rellenará con espuma sintética de poliestireno expandido (tecnopor) de la manera dispuesta en los planos.
- Se colocará el material de respaldo, fabricado con espuma de poliolefina extruída, a la profundidad especificada en los planos y presionar uniformemente dentro de la junta usando un rodillo circular u otra herramienta circular, con la finalidad de garantizar una distribución uniforme.
- Una vez finalizada la preparación de la superficie y colocado el material de respaldo, se aplicará el imprimante asfáltico modificado con solventes minerales de fuerte poder de penetración y de gran adherencia al concreto. El tipo de imprimante dependerá de la humedad de la superficie y deberá cumplir con la norma ASTM D-41.
- El imprimante asfáltico puede ser aplicado con brocha, rodillo, pistola o bomba pulverizadora, según sea el caso y lo recomiende el fabricante.
- Una vez aplicado el imprimante (según temperatura ambiental), se procederá a la aplicación del sellante elástico el que deberá cumplir las características AASHTO M33 y M153. El relleno de la junta se iniciará adhiriendo el sellante contra los costados y el fondo, y el centro de la junta, presionando el sellante, de manera de asegurar una perfecta adherencia. Para una mayor facilidad de aplicación, se puede emplear tiras de sellante colocadas por capas.
- Inmediatamente después de terminada la colocación, se procederá a colocar una capa delgada de arena fina, encima del material, para evitar el ataque de los rayos ultra violeta. Se retirará el excedente de arena que no se adhiera.
- No se calentará el sellante elástico al fuego directo. De encontrarse muy duro, se calentará al sol o "Baño María" (aprox. 60 °C).
- Las herramientas se limpiarán con parafina o con el limpiador especificado por el fabricante.

### **Método de medición**

La preparación, acondicionamiento y refine de la junta de dilatación están incluidos en el método de medición de la partida Cuneta Revestida con Concreto.

## **Bases de pago**

La longitud de junta está incluida dentro de la partida de “*Cunetas Revestidas con concreto*”.

## **FILTRO DRENANTE**

### **Descripción**

Se trata del material de filtro para ser colocado en los subdrenes y detrás de los muros de contención, escolleras u otras estructuras sometidas a empujes laterales y al efecto de subpresión. Consiste en una masa de hormigón limpio sin presencia de material fino, o piedra chancada con granulometría comprendida entre  $\emptyset 3''$  y  $\emptyset \frac{1}{4}''$ .

La colocación de material de filtro drenante tiene por finalidad proporcionar un medio de alta permeabilidad con relación al terreno natural, para evacuar las aguas libres de filtraciones de taludes y humedad de los suelos circundantes a la plataforma de la carretera y deprimir el nivel de agua detrás de las estructuras y por consiguiente, reducir las fuerzas que produzcan volteo.

Su ejecución se realizará de acuerdo con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los diseños u ordenadas por el Supervisor.

La colocación, acomodo y compactación de ser posible, se realizará de manera de evitar reducciones de volumen por aplicación de cargas.

### **Preparación del material**

Este material se produce zarandeando el material de cantera con la intención de obtener piedra con tamaño comprendido entre  $\emptyset 3''$  y  $\emptyset \frac{1}{4}''$  o tratando en igual forma al hormigón, después de sacar las piedras grandes mayores de  $\emptyset 4''$ , y zarandeando el material granular fino.

En general, este material será el material sobrante de los trabajos de chancado y zarandeo del material de cantera.

Se deberá tener en consideración las siguientes recomendaciones:

- a) Para casos en que no se utilice geotextil en el recubrimiento, el tamaño de las partículas variará entre 100 mm (4") y el de 0.149 mm (Nº 100), debiendo de cumplir con las siguientes relaciones:

$$\frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{35} \text{ del suelo}} \leq 5 \quad \text{y} \quad \frac{d_{30} \text{ del filtro}}{d_{50} \text{ del suelo}} \leq 25$$

b) Para el caso que el terreno natural tenga granulometría uniforme:

$$\frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{15} \text{ del suelo}} \leq 5 \quad \text{y} \quad \frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{15} \text{ del suelo}} \geq 5$$

c) Si la estructura de drenaje va cubierto por un geotextil se permitirá granulometría con fragmentos de un solo tamaño.

d) En caso que la estructura de drenaje lleve tubería con perforaciones circulares, se deberá cumplir:

$$\frac{d_{35} \text{ del filtro}}{\text{diámetro del orificio}} \geq 1.0$$

Donde:  $d_x$  es el tamiz por el que pasa el x% del material

e) En caso de estructuras de drenaje que no atraviesan zonas de circulación, el material drenante deberá estar constituido por partículas de tamaños comprendidos entre el tamiz de 19 mm (3/4") y el de 75 mm (3").

f) En caso de estructuras de drenaje ubicadas debajo de zonas de circulación vehicular, se utilizará material granular con tamaño entre 19mm (3/4") y 50mm (2").

g) Para el caso de requerirse filtro para enrocados, el material a utilizar tendrá un tamaño de partículas que varían de 75 mm (3") a 1/4", pudiendo ser hormigón de río al que se ha eliminado las partículas mayores de 100 mm (4").

### **Aceptación de los trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

### **Método de medición**

Esta partida se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) en su posición final. El cálculo de los volúmenes se obtendrá hasta donde sea posible, a partir de las dimensiones indicadas en los planos del proyecto; en caso contrario se procederá de la siguiente manera:

En el caso de filtros con áreas transversales constantes indicadas o deducidas de los planos, el volumen se obtendrá a partir de dichas áreas.

En el caso de filtro con áreas transversales variables, el volumen se obtendrá del levantamiento de secciones transversales de la zona antes de iniciar los trabajos de relleno del filtro y volviendo a contraseccionar una vez culminados éstos, para hallar el área ocupada por este elemento. Con estos datos se procederá aplicar el método de las áreas medias para hallar el volumen correspondiente.

Estas áreas y niveles deberán contar con la aprobación del Supervisor.

### **Bases de pago**

Esta partida medida de la manera antes descrita, se pagará al precio unitario de la partida "*Filtro drenante*" del presupuesto. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, proceso de extracción y apilamiento de material en

cantera, zarandeo y/o chancado, colocación, acomodo y compactación en su posición final e imprevistos necesarios para la culminación de la partida a entera satisfacción del Supervisor.

## **GEOTEXTIL CLASE 2**

### **Descripción**

Esta partida comprende el suministro y mano de obra para el extendido y colocación de la membrana de fibra sintética (geotextil), que envuelve al material de filtro drenante.

Dentro de las funciones principales que deberá cumplir el Geotextil son las de actuar como un elemento separador, evitando así la contaminación del material de filtro, como un elemento drenante y protector. Para cumplir estas funciones el geotextil deberá satisfacer las exigencias contempladas en la presente especificación.

Para la ejecución de esta partida el contratista deberá contar con asesoría técnica de personal idóneo en la materia.

El cierre del geotextil se realizará mediante traslape con costura.

### **Materiales**

La membrana de fibra sintética (GEOTEXTIL) será la que cumpla con la Norma AASHTO M-288-96.

### **Requerimientos físicos y químicos**

El geotextil deberá satisfacer los requerimientos físicos de la Tabla N° 1 para la aplicación indicada.

Los requerimientos hidráulicos indicados en la Tabla N° 01 se complementa con lo considerado en la Tabla N° 02.

### **Control de calidad**

El Contratista es el responsable directo del control de calidad de la manta geotextil y del cumplimiento de la especificación AASHTO M 288-96.

## Muestreo y ensayo

El producto deberá someterse al muestreo y al ensayo o prueba. El muestreo se realizará de acuerdo a la Norma ASTM D-4354 y el procedimiento de ensayo se hará de acuerdo con los métodos indicados en la Tabla N° 1.

## Certificación

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de calidad en donde indique el nombre y marca del producto y un análisis típico del mismo para cada clase de geotextil y para cada lote de materiales

Adicionalmente, el Contratista entregará el certificado que garantice que todo material cumple con las especificaciones requeridas.

Ningún fardo será utilizado sin previa presentación y aprobación de los certificados de calidad, por parte del Supervisor.

## Traslado y almacenaje

Durante los períodos de embarque y almacenaje, la manta o la tela deberá ser protegida de la luz solar, los rayos ultravioleta, temperaturas mayores que 60°C, lodo, polvo y escombros. La tela geotextil deberá mantenerse en una superficie elevada y con una cubierta de protección.

TABLA N° 1

Propiedades	Norma o Estándar	Especificaciones del Geotextil		Unidad
		Elongación < 50%	Elongación > 50%	
Resistencia a la Tracción Carga Concentrada (Método GRA5)	ASTM D-4532	Min. 1100	Min. 700	[N]
Resistencia a la Perforación o Punzonado	ASTM D-4533	Min. 400	Min. 250	[N]
Resistencia al Revertado	ASTM D-3765	> 2700	> 1300	[KPa]
Permeabilidad	ASTM D-4491	Ver tabla 2	Ver tabla 2	[seg <sup>-1</sup> ]
Apertura de Filtración (ACS – TAA)	ASTM D-4751	Ver tabla 2	Ver tabla 2	[mm]
Resistentes al Desgarre Trapezoidal	ASTM D-4533	Min. 400	Min. 250	[N]
Resistencia a las Costuras	ASTM D-4532	Min. 300	Min. 230	[N]
Degradación por los Rayos Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM D-4335	50 @ 520 h	50 @ 520 h	[%]

**TABLA N° 2**  
**REQUERIMIENTOS PARA EL GEOTEXTIL EN DRENAJE SUBSUPERFICIAL**

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UND.	REQUERIMIENTO		
			Porcentaje de Suelo que pasa Tamiz N° 200		
			< 15	15 a 50	> 50
Clase del Geotextil	---	---	Clase 2 de la Tabla 1		
Permeabilidad (mlr)	ASTM D 4491	cm <sup>2</sup>	0.5	0.2	0.1
Abertura Aparente AOS	ASTM D 4751	MM	0.43	0.25	0.22
Resistencia Retenida UV	ASTM D 4355	%	50% Después de 500 horas de exposición		

**Notas:**

- Basado en el análisis granulométrico del suelo de acuerdo con la AASHTO T-88.
- Para los suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor de 7, el valor máximo promedio por rollo es de 0.30 mm.
- Estos requisitos están dados en valores mínimos promedio por rollo (MARV) y no en valores típicos o promedios.

**TABLA N° 3**  
**TRASLAPES RECOMENDADOS**

RESISTENCIA DEL SUELO (C.B.R.)	TRASLAPES SIN COSTURAS (pulg.)	TRASLAPES CON COSTURAS (pulg.)
Menor que 1	---	9 (23 cm)
Entre 1 - 2	36 (97 cm)	8 (20 cm)
Entre 2 - 3	30 (76 cm)	3 (7.6 cm)
3 y Mayores	24 (61 cm)	---

**Método de medición**

El material colocado de la forma descrita, será medido por metro cuadrado (m2) aprobado por el Supervisor.

**Bases de pago**

La partida medida de la forma anteriormente descrita, se pagará al precio unitario del contrato para las partidas "Geotextil clase 2, para drenaje". Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, traslado del material a obra, almacenaje, manipuleo, traslado del material a la zona de trabajo, colocación,

extendido, traslapes, cocido de ser necesario e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

## **TUBERIA DE PVC-SAP $\phi$ 6" - CLASE 10**

### **Descripción**

Esta partida consistirá en el suministro y colocación de tubería PVC-SAP perforados y sin perforar, de  $d = 6"$ , de acuerdo a las diferentes ubicaciones, pendientes y demás dimensiones indicadas en los planos de los muros de contención, subdrenes ó según lo ordene el Supervisor.

En caso de tubos perforados, los detalles de las perforaciones (cantidad y disposición) están indicados en los planos respectivos.

Los segmentos de tubo se instalarán con una pendiente mínima de 1% para drenar las filtraciones del agua subterránea en los casos de muros o en la posición que se muestran en los planos para los tubos de descarga del subdren.

Estos drenes serán instalados y asegurados en su posición correcta antes del colocado de material de relleno y vaciado de concreto, evitando el ingreso de materiales extraños en el interior de los ductos durante el encofrado y posterior colocación del concreto.

El tipo de embone será espina – campana y utilizando pegamento para PVC.

### **Método de medición**

Las tuberías de PVC – SAP serán medidas en metros lineales (m) en su posición final, de acuerdo a lo indicado en los planos y/o lo ordenado por el Supervisor.

### **Bases de pago**

La cantidad de metros lineales ejecutados y medidos, de acuerdo al párrafo anterior, se pagará con el precio unitario de la Partida "*Tubería de PVC SAP  $\phi$  6" CLASE 10*."

Este precio y pago, constituye compensación total por el suministro, instalación, elementos de fijación, embones y toda mano de obra, beneficios sociales, herramientas e imprevistos necesarios para completar el trabajo a entera satisfacción del Supervisor.

## **MAMPOSTERIA DE PIEDRAS PARA BADEN**

### **Descripción**

Este trabajo consistirá en la construcción de estructuras de mampostería de piedra y de las partes de mampostería de piedra en estructuras mixtas como muros, pilares de alcantarillas de cajón de piedra, alcantarillas de arco, alcantarillas múltiples de arco y en otras estructuras que indiquen los planos, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad razonable con las alineaciones y rasantes indicadas en los planos.

### **Materiales**

**Clases de mampostería:** El tipo de mampostería empleada en cada parte de una estructura será la indicada y descrita en los planos.

- La mampostería de piedra canteada, consistirá en piedras conformadas, bien labradas, de tamaños similares (no iguales) y colocadas sobre mortero de cemento Portland.

**Piedra:** La piedra será sólida, resistente y sin trazas de esquistocidad, sacada de la cantera por métodos aprobados y sujeta a la aprobación del supervisor. Preferiblemente, deberá consistir en tipo de piedra empleada anteriormente, y que haya tenido un comportamiento satisfactorio para el propósito especificado. Las piedras estarán debidamente protegidas en todo momento.

a) Tamaños y formas. Cada piedra estará libre de depresiones y salientes que pudiesen debilitarla o evitar su adecuado asentamiento y tendrá una forma tal que satisfaga los requisitos para la clase de mampostería especificada.

Cuando en los planos no se indiquen dimensiones, las piedras se proporcionarán en los tamaños y superficies necesarios para producir las características generales y el aspecto indicado en los planos.

En general, las piedras tendrán las siguientes dimensiones:

Espesor mínimo de 0.130 m.

Ancho mínimo de 0.30 m o una vez y media (1,5) su espesor.

Longitud mínima de una y media (1,5) veces su ancho respectivo.

Cuando se necesiten cabeceras, sus longitudes no deberán ser menores del ancho del asiento o la base de la hilera contigua más 0.30 m.

Por lo menos el 50 por ciento del volumen total de la mampostería será de piedras.

b) Labrado. Antes de su colocación en la obra, la piedra será labrada para eliminar sus partes delgadas o débiles. Las piedras para revestir deberán labrarse para proporcionar líneas de base y de juntas con una variación máxima de las líneas nominales, como sigue:

Mampostería de cascote de cemento, 0.04 m.

Mampostería de piedra canteada, 0.02 m.

Las superficies de asiento de las piedras de fachada estarán aproximadamente normales a las caras de las piedras en una extensión de más o menos 0.05 m y desde este punto podrán variar de este plano normal sin exceder una proporción de 0.05 m en 0.30 m.

En las dovelas la estratificación será paralela a las juntas radiales y en otras piedras será paralela a las juntas de asiento.

c) Acabado para caras descubiertas. Las proyecciones máximas y mínimas de las caras de las piedras, fuera de las líneas de escuadra no variará entre sí por más de 0.05 m. Esta restricción no se aplicará a caras de estribos y muros que estén en contacto con la corriente, ni a todos los lados de machones que queden por debajo de un nivel de 0.30 m bajo la línea de aguas en estiaje, o por debajo de la línea final del terreno. Cuando esta línea del terreno se encuentra encima de la superficie de agua, tampoco se aplicará a otras caras que no queden descubiertas en la obra terminada.

**Trabajos en canteras:** Los trabajos en las canteras y la entrega de la piedra en el punto en que se utilizará, estarán organizadas de manera que se aseguren las entregas con la debida anticipación a la ejecución de los trabajos de mampostería.

En todo momento deberá mantenerse, en el lugar de la obra, una cantidad suficientemente grande de piedra, de las clases especificadas, con el fin de facilitar a los albañiles una adecuada selección del material.

**Mortero:** El mortero para la mampostería estará compuesto de una (1) parte de cemento y tres (3) partes de agregado fino, por volumen y la suficiente cantidad de agua para preparar el mortero de tal consistencia que pueda ser manejado fácilmente y extendido con un badilejo. Se mezclará el mortero solamente en tales cantidades que se requieran para el uso inmediato. A no ser que se use una máquina mezcladora aprobada, se mezclará el agregado fino y el cemento en seco, en una caja impermeable hasta que la mezcla obtenga un color uniforme. Después se añadirá agua, continuando la mezcla hasta que el mortero adquiera la consistencia adecuada. El mortero que no sea usado dentro de los 45 minutos después de haberse añadido agua, será descartado. No se permitirá retemplar el mortero.

### **Requerimientos de construcción**

**Selección y colocación.** Cuando la mampostería se coloque sobre una base de fundación preparada, la base será firme y perpendicular o en gradas perpendiculares a la posición del revestimiento de la pared y deberá ser aprobada por el supervisor antes de colocar alguna piedra. Cuando la mampostería se coloque sobre un cimiento de mampostería, la superficie de asiento de la mampostería será limpiada por completo y mojada inmediatamente antes de que se extienda la capa de mortero.

Toda la mampostería deberá ser construida por obreros con experiencia. Las piedras de revestimiento se colocarán en trabazón al azar, para producir el efecto que figura en los planos y a la muestra aprobada por el supervisor.

Se adoptarán medidas para evitar la acumulación de piedras pequeñas o de piedras de un mismo tamaño. Cuando se estén empleando piedras expuestas a la intemperie o de color o piedras de textura variable, deberán tomarse precauciones para distribuir uniformemente las diversas clases de piedras en todas las superficies expuestas de revestimiento de la obra.

Se utilizarán en las capas inferiores y en las esquinas piedras grandes y seleccionadas.

En general, las piedras irán disminuyendo en tamaño desde la base hasta la parte alta de la obra.

Inmediatamente antes de ser colocadas, todas las piedras serán limpiadas y mojadas al igual que el lecho antes de que se extienda el mortero. Las piedras serán colocadas con sus caras más largas en sentido horizontal, en lechos llenos de mortero, y las juntas serán enrasadas con mortero.

Las caras expuestas de cada piedra se colocarán en sentido paralelo a las caras de las paredes en las que se coloquen las piedras.

Las piedras se manipularán de manera que no golpeen ni desplacen las piedras ya colocadas. No se permitirá rodar ni voltear las piedras encima de los muros. Cuando una piedra se afloje después de que el mortero haya alcanzado su fraguado inicial, será retirada, se le limpiará el mortero y se volverá a colocar la piedra con mortero fresco.

La piedra de cuerpo de arco será cuidadosamente colocada en su posición exacta, sujetándola en el lugar por medio de cuñas de madera dura, hasta que las juntas queden rellenas con mortero.

**Lechos y juntas:** El espesor de los lechos y de las juntas para las piedras de revestimiento se ajustará a lo indicado en la tabla 606B-1.

**Tabla 606B-1: Espesores de lechos y juntas de mampostería**

<b>Tipo de Mampostería</b>	<b>Lechos en mm</b>	<b>Juntas en mm</b>
Mampostería de piedra canteada	13 – 64	13 – 64

El espesor de los lechos en mampostería dimensionada puede variar desde la base hasta la parte alta del trabajo. Sin embargo, en cada capa los lechos tendrán un espesor uniforme en toda su extensión.

Los lechos no deberán extenderse en línea no interrumpida que pase más de cinco piedras, ni las juntas excederán más de dos piedras.

Las juntas pueden quedar en ángulos, con la vertical, desde 0 hasta 45 grados.

Cada piedra de revestimiento se ligará con todas las demás piedras contiguas, al menos 0.15 m longitudinalmente y 0.05 m verticalmente. En ningún lugar se encontrarán esquinas de cuatro piedras adyacentes entre sí. Los lechos transversales para muros de caras verticales estarán a nivel y para muros con

talud podrán variara entre la posición horizontal y la perpendicular a la línea de talud de la cara del muro.

**Mampostería encima del cuerpo de arco:** Esta mampostería consistirá principalmente en la construcción con piedras grandes y bien terminadas. Cada una de las piedras que componen la mampostería bruta y su núcleo deberá quedar bien ligada con las piedras de revestimiento del muro y entre sí. Todas las aberturas e intersticios de esta mampostería serán completamente rellenos con mortero o con cuñas de piedra completamente rodeadas de mortero.

**Hilada de coronamiento:** Las hiladas de coronamiento guardarán las indicaciones de los planos. Cuando no sean exigidas, el final del muro deberá ser terminado con piedras suficientemente anchas para cubrir la parte superior del muro, desde 0,50 metros hasta 1,5 metros de largo y de diversas alturas, siendo la altura mínima de 15 centímetros. Las piedras serán colocadas de tal manera que la capa superior forme parte integral del muro. Las capas superiores de piedra mantendrán la línea de escuadra en ambos planos, el vertical y el horizontal.

**Acabado de juntas:** El relleno o acabado de todas las juntas se harán de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

Cuando se requieran juntas raspadas, toda la mezcla en las juntas de caras expuestas y de bases de apoyo será raspada a escuadra hasta la profundidad que se señale en los planos. Las caras de la piedra en las juntas también deberán ser limpiadas para dejarlas exentas de mortero.

Cuando se requieran juntas biseladas para escurrimiento del agua de lluvia, las camas deberán ser biseladas hacia adentro y hacia abajo. Las juntas serán raspadas ligeramente para igualar las juntas biseladas de las camas y, en ningún caso, deberá quedar el mortero parejo con las caras de las piedras.

En las juntas de superficies superiores, el mortero quedará formando un ligero levantamiento en el centro de la mampostería para proveer el drenaje del agua.

**Orificios de drenaje:** Todos los muros y estribos estarán provistos de orificios de drenaje a no ser que en los planos indiquen otra forma. Los orificios de drenaje se colocarán en los puntos más bajos, donde puedan obtenerse

escurrimientos libres y habrá espacios que no exceda de tres metros (3 m) de centro a centro.

**Limpieza de los frentes expuestos:** Inmediatamente después de haber sido colocada y mientras el mortero esté fresco, toda piedra de revestimiento deberá ser limpiada completamente de manchas de mortero y conservarse limpia hasta la terminación de la obra. Antes de la aceptación final, la superficie de la mampostería se limpiará con cepillos de alambre y con ácido, si fuese necesario.

**Limitaciones meteorológicas:** Todo trabajo que haya sido afectado por las lluvias será retirado y repuesto por cuenta del contratista. En tiempo caluroso o seco, la mampostería será protegida satisfactoriamente del sol y se mantendrá húmeda al menos tres días después de terminada la obra.

### **Medición**

El volumen por el cual se pagará será el número de metros cúbicos de mampostería de piedra completa en su lugar y aceptada por el supervisor.

No se incluirán proyecciones que sobresalgan más allá de las caras de los muros.

Al calcular el volumen para el pago, las dimensiones usadas serán aquellas que se muestren en los planos.

No se harán deducciones por orificios de drenaje, tubos de drenaje u otras aberturas que tengan un área menor de 0.18 m<sup>2</sup>.

### **Pago**

El volumen determinado será pagado al precio unitario del contrato, por metro cúbico, para Mampostería de cascote o Mampostería de piedra canteada y dicho precio y pago compensará completamente por el suministro y colocación de todo material, por el mortero, por mampostería y por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar la Mampostería, exceptuando la excavación y el relleno de estructuras necesarios, que serán pagadas a través de las respectivas partidas.

<b>Partida de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Mampostería de piedra canteada	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **ANEXO V: EXPEDIENTE TECNICO DE MANTENIMIENTO**

## EXPEDIENTE TECNICO DE MANTENIMIENTO

### LIMPIEZA DE CUNETAS NO REVESTIDAS

#### **Descripción**

La presente especificación se refiere a todos los tipos de cuneta no revestida, cualquiera sea la forma de su sección transversal. El objetivo de la operación consiste en dejar la cuneta sin piedras, basura, vegetación, la eliminación de material sedimentado y todo objeto que podría impedir el paso del agua. El trabajo descrito más adelante se aplica sólo a las cunetas no revestidas que presentan una sección transversal dentro de los límites de tolerancia: +/-2 centímetros en los bordes; +/-1 centímetro en el fondo.

Considerando que el trabajo debe ser ejecutado antes de un mes del inicio de la estación de lluvia, el contratista tomará en cuenta las condiciones climáticas de la zona donde está trabajando. En época de lluvia, el trabajo se realizará en forma permanente.

#### **Materiales requeridos**

Ninguno.

#### **Equipo básico**

El equipo mínimo incluirá:

- Un volquete.
- Un cargador (eventualmente).
- Una segadora mecánica.
- Herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

#### **Requerimientos de ejecución**

Antes de empezar los trabajos, el contratista colocará todas las señales que se requieren para garantizar la seguridad del personal de la obra y los usuarios de la carretera, según las EG – CBT 2008.

Cuando existan cunetas en ambos lados de la vía, los trabajos de limpieza se realizarán alternativamente en cada lado por tramos cuya longitud no exceda

1000 metros. El tránsito, por el lado donde no se trabaja, será controlado por peones con banderines.

El personal del contratista recogerá todos los objetos (piedras, maderas, ramas, basura etc.) que se hallan dentro de la cuneta. Los objetos de tamaño pala mecánica. Luego, se procederá al corte manual o mecanizado de la vegetación y su cargado en carretillas y volquete. Los materiales sacados de la cuneta serán acarreados hasta un botadero indicado por el supervisor.

Los materiales no evolutivos, tales como plásticos, vidrios, llantas (neumáticos), serán transportados hasta un botadero especial indicado por el supervisor.

La quema de los objetos sacados de la cuneta está prohibida. El uso de herbicidas está prohibido.

Luego de terminar los trabajos, el contratista dejará la carretera limpia y removerá las señales.

### **Aceptación de los trabajos**

Durante la estación de lluvias, la cuneta no debe quedar obstruida más de 24 horas. Durante la estación seca, la cuneta no debe quedar obstruida por más de 30 días.

### **Medición**

El trabajo se pagará al contratista mediante suma alzada mensual.

### **Pago**

El presupuesto incluye el ítem de pago siguiente:

<b>Item de Pago</b>	<b>Medida de Pago</b>
Limpieza de cunetas no revestidas	Suma alzada

La suma alzada mensual se pagará al contratista siempre y cuando ha sido realizada efectivamente la limpieza de la cuneta en conformidad con las especificaciones y las instrucciones del supervisor.

La suma alzada mensual deberá cubrir todos los gastos de equipo, mano de obra y herramientas. Debe también incluir el transporte de los materiales extraídos de la cuneta y de la vegetación hasta el lugar indicado por el

supervisor. El precio debe también incluir todos los gastos e impuestos con excepción del IGV para poder llevar a cabo los trabajos en conformidad con las especificaciones y la ley.

De ser el caso, el supervisor aplicará una penalidad según contrato por día de atraso en tiempo de lluvia.

En tiempo seco, la penalidad será según contrato por día de atraso.

El monto de la penalidad será restado de la valorización mensual.

## **LIMPIEZA DE CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO**

### **Descripción**

La presente especificación se refiere a todo tipo de cuneta revestida, cualquiera sea la forma de su sección transversal y el tipo de material de revestimiento (concreto o piedra). El objetivo de la operación consiste en dejar la cuneta sin piedras, basura, vegetación, material sedimentado y todo objeto que podría impedir el paso del agua. El trabajo descrito más adelante se aplica sólo a las cunetas revestidas que se encuentran en buen estado. Considerando que el trabajo debe ser ejecutado un mes antes del inicio de la estación de lluvia, el contratista tomará en cuenta las condiciones climáticas de la zona en que está trabajando. En época de lluvias, el trabajo se realizará en forma permanente.

### **Materiales requeridos**

Ninguno.

### **Equipo básico**

El equipo mínimo incluirá:

- Un volquete.
- Un cargador (eventualmente).
- Herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

### **Requerimientos de ejecución**

Antes de empezar los trabajos, el contratista colocará todas las señales que se requieren para garantizar la seguridad del personal de la obra y los usuarios de

la carretera, según las EG – CBT 2008. Cuando existan cunetas en ambos lados de la vía, los trabajos de limpieza se realizarán alternativamente en cada lado por tramos cuya longitud no exceda 1000 metros. El tráfico por el lado donde no se trabaja será controlado por peones con banderines.

El personal del contratista recogerá todos los objetos (piedras, maderas, ramas, basura, etc.) que se hallan dentro de la cuneta. Los objetos de tamaño mayor y los acopios de material, si los hay, se quitarán con el cargador o la pala mecánica. Luego se procederá al corte manual de la vegetación que puede haber crecido entre las piedras, las losas de concreto, o eventualmente en las fisuras; luego, serán cargadas en carretillas y volquetes. Los materiales sacados de la cuneta serán acarreados hasta un botadero autorizado por el supervisor.

Los materiales no evolutivos, tales como plásticos, vidrios, llantas (neumáticos), serán transportados hasta un botadero especial autorizado por el supervisor. La quema de los objetos sacados de la cuneta está prohibida. El uso de herbicidas está prohibido.

Luego de terminar los trabajos, el contratista dejará la carretera limpia y removerá las señales.

### **Aceptación de los trabajos**

Durante la estación de lluvias, la cuneta no debe quedar obstruida más de 24 horas. Durante la estación seca, la cuneta no debe quedar obstruida por más de 30 días.

### **Medición**

El trabajo se pagará al contratista mediante una suma alzada mensual.

### **Pago**

El presupuesto incluye el ítem de pago siguiente:

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Limpieza de cunetas de concreto	Suma alzada mensual

La suma alzada mensual se pagará al contratista siempre y cuando se haya realizado la limpieza de la cuneta en conformidad con las especificaciones y las instrucciones del supervisor.

La suma alzada mensual deberá cubrir todos los gastos de equipo, mano de obra y herramientas. Debe también incluir el transporte de los materiales extraídos de la cuneta y de la vegetación hasta el lugar indicado por el supervisor. El precio debe también incluir todos los gastos e impuestos con excepción del IGV para poder llevar a cabo los trabajos en conformidad con las especificaciones y la ley.

De ser el caso, el supervisor aplicará la penalidad estipulada en el contrato por día de atraso. El monto de la penalidad será restado de la valorización mensual.

## **REPERFILADO DE CUNETAS NO REVESTIDAS**

### **Descripción**

La presente especificación se refiere a los trabajos cuyo objetivo es devolver a la cuneta su perfil original con fin de conservar su funcionalidad de drenaje.

### **Materiales requeridos**

Ninguno.

### **Equipo básico**

La lista siguiente tiene solamente validez cuando el equipo puede acceder a las cunetas y circular con seguridad en sus alrededores.

- Una motoniveladora.
- Un volquete (eventualmente).
- Herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

### **Requerimientos de ejecución**

Como los trabajos de mantenimiento se realizan en su mayor parte al exterior de la carretera, no se necesitará una señalización importante. Sin embargo, puesto que los obreros deberán trabajar también en los extremos de las cunetas ubicadas en las bermas o muy cerca, se necesitará un mínimo de señalización, como se especifica en las EG-CBT-2008.

El trabajo deberá ser repetido una o varias veces por año, antes de la estación de lluvia, según la región en que se trabaja.

El trabajo se ejecutará con la motoniveladora cuando lo permitan el acceso, la forma de la cuneta y su geometría horizontal y vertical. Si no se puede con la motoniveladora, el trabajo se hará manualmente.

Los materiales extraídos de la zanja serán acarreados a un lugar o botadero indicado por el supervisor.

En las partes erosionadas, el reperfilado será realizado manualmente rellenando con material de la zona y compactando manualmente con un pisón.

Luego de terminar el trabajo, el contratista dejará el entorno de la cuneta limpio y retirará las señales.

### **Aceptación de los trabajos**

El supervisor aprobará para pago los trabajos luego de haber constatado que la sección original de la cuneta ha sido restablecida.

### **Medición**

El trabajo será medido por metro (m) de cuneta debidamente reperfilada.

### **Pago**

El presupuesto incluye el ítem de pago siguiente:

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Reperfilado de cuneta no revestidas	Metro (m)

La suma indicada para este ítem, o precio unitario, deberá cubrir todos los gastos de mano de obra, equipo y herramientas; la remoción y el transporte de los materiales extraídos de la cuneta hasta el lugar o botadero indicado por el supervisor; la reparación manual de las zonas erosionadas; las instalaciones temporales diferentes al campamento de la obra. Debe también incluir todos los gastos e impuestos con excepción del IGV para poder llevar a cabo los trabajos en conformidad con las especificaciones y la ley. El pago se hará al precio unitario del contrato.

## **REPARACION DE CUNETAS REVESTIDAS**

### **Descripción**

La presente especificación se refiere a la reparación de las cunetas revestidas de concreto o mampostería, con el fin de rehabilitar y conservar su funcionalidad manteniendo un buen sistema de drenaje.

### **Materiales requeridos**

#### ***Cunetas de concreto:***

- Concreto de cemento, de resistencia a la compresión a 28 días: 175 kg/cm<sup>2</sup>.
- Sellante para juntas y fisuras conformes con las Normas AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.
- Arena limpia 0/5 mm (Equivalente de arena >35) para lecho cuando se usen elementos prefabricados.
- Madera para encofrados.

### **Equipo básico**

El equipo mínimo incluirá:

- Camión liviano.
- Una mezcladora de concreto.
- Herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

### **Requerimientos de ejecución**

Antes de empezar las actividades, el contratista colocará las señales preventivas reglamentarias para garantizar la seguridad del personal de la obra y los usuarios de la carretera, según lo especificado en las EG-CBT 2008. El contratista deberá considerar que el uso de la mezcladora móvil de concreto ocupará frecuentemente una parte del carril de la derecha; el tránsito deberá entonces ser desviado por el (los) carril (es) libre(s) y controlado por peones con banderines. Con fines de no estorbar el tráfico, la zona en que se desarrollarán los trabajos no deberá exceder 1000 m.

Los materiales de ejecución deberán ser aprobados por el supervisor antes de empezar los trabajos.

El diseño de mezcla del concreto deberá ser presentado al supervisor dos meses antes de la fecha de inicio de los trabajos.

***Cunetas de concreto:***

El contratista removerá los elementos de concreto rotos, aquellos en que se observan muchos defectos tales como concentración de fisuras, segregación de los elementos, pérdidas de concreto o agregados; las partes de concreto con muchas fisuras, grietas y aquellas en las que se nota segregación de los elementos y pérdidas de materiales; las piedras con salitre y las piedras rotas. Los materiales serán luego transportados a un lugar o botadero indicado por el supervisor.

En las zonas donde se han removido materiales de revestimiento, la cuneta será reperfilada manualmente, haciendo los aportes de material complementario si es necesario, y compactando con un pisón manual.

Luego se repararán con piedras o concreto, según el caso, las zonas aisladas cuya longitud no excede 50 cm.

***Cunetas de concreto vaciado en el lugar de la obra:***

El contratista colocará los encofrados según la alineación de la cuneta.

Luego el concreto será vaciado desde una altura menor que 50 cm evitando la segregación y alisado. La temperatura del aire al colocar el concreto será entre 10 y 30 grados Celsius.

El tramo reconstruido se terminará evitando escurrimientos de concreto o de lechada de cemento. Durante el periodo de curado, la superficie del concreto fresco será protegida con sacos húmedos con fines de evitar fisuras de retracción en el futuro.

Al acabar un tramo de cuneta se dejará un espacio para junta de 1 centímetro de ancho. Las juntas serán luego rellenadas con el sellante.

***Sellado de fisuras y juntas:***

Antes de proceder al sellado de juntas o fisuras, éstas deben ser limpiadas completamente de todo material extraño y tener la superficie seca cuando se aplique el sellador.

El material sellador deberá ser aplicado en cada abertura de junta o fisura, el vaciado debe hacerse en forma tal que no se derrame el material sobre la superficie expuesta de la cuneta. Cualquier exceso de material sobre la superficie de la cuneta deberá ser quitado inmediatamente y se deberá limpiar la superficie de la cuneta.

Luego de terminar el trabajo, el contratista dejará el entorno de la cuneta limpio y retirará las señales.

### **Aceptación de los trabajos**

El supervisor aprobará para pago los trabajos realizados, luego de conocer la resistencia del concreto a 28 días.

### **Medición**

El trabajo será medido por metro (m) de cuneta debidamente reparada.

### **Pago**

El presupuesto incluye los ítems de pago siguientes:

<b>Item de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Reparación de cunetas de concreto	Metro (m)

La suma indicada en cada ítem, o precio unitario, deberá cubrir todos los gastos de materiales, mano de obra, equipo y herramientas; el transporte de los materiales hasta la obra y el almacenamiento; la preparación de los materiales; la remoción y el transporte de los materiales extraídos de la cuneta hasta el lugar o botadero indicado por el supervisor; las reparaciones manuales y mecanizadas de las zonas dañadas; las instalaciones temporales diferentes al campamento de la obra. Debe también incluir todos los gastos e impuestos con excepción del IGV para poder llevar a cabo los trabajos en conformidad con las especificaciones y la ley. El pago se hará al precio unitario del contrato.

## **LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS DE CONCRETO INCLUYENDO CABEZALES**

### **Descripción**

La presente especificación se refiere a la limpieza de las alcantarillas de concreto, de todo tamaño, sencillas y múltiples, así como de sus cabezales.

La operación tiene como objetivo mantener la alcantarilla limpia y libre de todo objeto u obstáculo que impediría el paso normal del agua.

El trabajo descrito más adelante debe ser ejecutado por lo menos durante la estación seca, aproximadamente un mes antes del inicio de la temporada de lluvias. El contratista deberá tomar en cuenta las características climáticas de la región en la que se realizan los trabajos.

### **Materiales requeridos**

Sin objeto.

### **Equipo básico**

El equipo mínimo incluirá:

- Un camión liviano.
- Un volquete.
- Un cargador (eventualmente).
- Una retroexcavadora (eventualmente).
- Herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

### **Requerimientos de ejecución**

Antes de empezar los trabajos, el contratista procederá a la colocación de las señales preventivas y reglamentarias para garantizar la seguridad del personal que trabaja en la cercanía de la alcantarilla y los usuarios de la carretera, según las EG – CBT 2008.

El contratista deberá organizar la señalización considerando que se trabaja en un solo punto de la carretera y que los obreros deberán atravesar frecuentemente. Serán removidos y eliminados todos los materiales que obstruyen la entrada y la salida de la alcantarilla. Se usará la pala mecánica o el cargador cuando el volumen de esos materiales sea importante.

Serán removidos todos los objetos (ramas, basura, piedras, materiales colmatados, etc.) acumulados en los cabezales y/o dentro de la misma alcantarilla. Se usarán barretas (puntas metálicas) de 3 m de longitud para soltar los sedimentos consolidados de colmatación que se acumularon con el tiempo.

Luego, con el fin de remover los sedimentos anteriormente soltados, las ramas, las piedras u otro objeto ajeno, se limpiará hasta el fondo de la alcantarilla en toda su longitud con los rastrillos, cuya longitud debe ser tal que se pueda alcanzar toda la zona interior del tubo.

Los sedimentos así soltados y los elementos ajenos (piedras, ramas, basura, etc.) serán removidos. Luego se removerá y eliminará el musgo que podría haber crecido en las alas y losas de los cabezales, del tubo entre las piedras o en las fisuras del concreto, así como los sedimentos acumulados en las partes bajas de los cabezales. Todos los sedimentos serán cargados en volquetes y acarreados a un botadero autorizado por el supervisor. Se prohíbe quemar los objetos sacados de la alcantarilla y de los cabezales. Se prohíbe también el uso de herbicidas.

Después de terminar los trabajos, el contratista dejará la carretera y sus alrededores limpios y retirará las señales.

El contratista puede usar un modo operativo diferente de lo mencionado anteriormente, con la condición que se logre el mismo resultado sin modificación de precio. El método propio del contratista deberá ser sometido a la previa aprobación del supervisor.

### **Aceptación de los trabajos**

Durante la estación de lluvias, la alcantarilla no debe quedarse obstruida más de 24 horas. Durante la estación seca, la alcantarilla no debe quedarse obstruida por más de 30 días.

### **Medición**

La limpieza de la alcantarilla se pagará al contratista mediante suma alzada mensual.

### **Pago**

El presupuesto incluye los ítems de pago siguientes:

Item de Pago	Unidad de Pago
Limpieza de alcantarillas de concreto de cemento Portland de un solo ojo, incluido cabezales.	Suma lazada mensual

La suma alzada se pagará al contratista siempre y cuando se haya realizado la limpieza de la alcantarilla y sus cabezales según las especificaciones y las instrucciones del supervisor.

La suma alzada mensual deberá cubrir todos los gastos de equipo, mano de obra y herramientas; debe también incluir el transporte de los materiales extraídos de la alcantarilla y cabezales, y de la vegetación hasta el lugar indicado por el supervisor. El precio debe también incluir todos los gastos e impuestos con excepción del IGV para poder llevar a cabo los trabajos en conformidad con las especificaciones y la ley.

De ser el caso, el supervisor aplicará una penalidad, según lo estipulado en el contrato por día de atraso. El monto de la penalidad será restado de la valorización mensual.

## **LIMPIEZA DE BADEN**

### **Descripción**

La presente especificación se refiere a la limpieza frecuente del badén, removiendo todos los materiales acumulados para permitir el paso más cómodo y seguro de los vehículos durante todas las estaciones. Los badenes son usualmente contruidos con piedras, mampostería, gaviones, concreto o concreto ciclópeo.

### **Materiales requeridos**

Sin objeto.

### **Equipo básico**

El equipo mínimo incluirá:

- Un volquete.
- Herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

### Requerimientos de ejecución

Antes de empezar los trabajos, el contratista procederá a la colocación de las señales preventivas y reglamentarias para garantizar la seguridad del personal y los usuarios de la carretera, según las EG – CBT 2008. El trabajo se realizará de preferencia en la estación seca, por mitad longitudinal de badén. Al realizar la actividad, cuando corre el agua, se deberá prever un desvío temporal del río o de la quebrada, si el derrame del agua estorbare los trabajos. Luego serán removidos todos los sedimentos de la superficie del badén. Las ramas, así como todos los objetos acumulados aguas arriba y aguas abajo, serán luego removidos. Serán separados manualmente los objetos inorgánicos o no evolutivos (fierros, plásticos, bloques, llantas, neumáticos y elementos contaminantes) de los objetos y materiales orgánicos y evolutivos. Luego se procederá al corte de la vegetación que ha crecido en los intersticios y juntas de las piedras, y en las fisuras eventuales del concreto. Se quitará también manualmente la tierra acumulada en las irregularidades, intersticios, juntas y fisuras. Todos los materiales y objetos removidos del badén y su entorno serán acarreados a botaderos o lugares designados por el supervisor. Está prohibido quemar la vegetación y los objetos extraídos del badén, así como el uso de herbicidas.

Luego de terminar el trabajo, el contratista dejará el badén y su entorno limpios y retirará las señales.

### Aceptación de los trabajos

El badén y su entorno deberán estar limpios y libres de obstáculos y objetos que podrían perjudicar la seguridad de los usuarios. Los sedimentos u objetos del badén y de su entorno deberán ser removidos por el contratista en un plazo de 24 horas, en estación de lluvia y 30 días en estación seca.

### Medición

El trabajo se pagará al contratista mediante sumaalzada mensual.

### Pago

El presupuesto incluye los ítems de pago siguientes:

Item de Pago	Unidad de Pago
Limpieza de badén de mampostería	Sumaalzada mensual

La suma alzada mensual se pagará al contratista, siempre y cuando se haya realizado la limpieza del badén en conformidad con las especificaciones y las instrucciones del supervisor.

La suma alzada mensual deberá cubrir todos los gastos de equipo, mano de obra y herramientas. Debe también incluir el transporte de los materiales extraídos del badén y su entorno y de la vegetación hasta el lugar o botadero indicado por el supervisor. El precio debe también incluir todos los gastos e impuestos con excepción del IGV para poder llevar a cabo los trabajos en conformidad con las especificaciones y la ley.

De ser el caso, el supervisor aplicará una penalidad según lo estipulado en el contrato por día de atraso. El monto de la penalidad será restado de la valorización mensual.

## **LIMPIEZA DE CAUCES DE RIO**

### **Descripción**

La presente especificación se refiere a la eliminación de los bancos, nivelación del cauce del río otorgándole una sección aproximadamente constante, con fines de evitar inundaciones y ramificaciones que afectarían a la carretera y sus alrededores próximos, al producirse crecientes elevadas del río.

Los trabajos descritos más adelante se realizarán durante la estación seca, cuando el nivel de las aguas esté lo más bajo.

No se excavará en el cauce menor del río, con fines de evitar una bajada del nivel freático.

### **Materiales requeridos**

No se requiere

### **Equipo básico**

El equipo mínimo incluirá:

- Un tractor de orugas 300 HP, con ripper.
- Un cargador frontal.
- Un volquete.

- Una pala mecánica.
- Herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

### **Requerimientos de ejecución**

Antes de empezar los trabajos, el contratista procederá a la colocación de las señales preventivas y reglamentarias para garantizar la seguridad del personal y los usuarios de la carretera, según las EG – CBT 2008.

Para organizar la señalización, se considerarán las dos situaciones siguientes:

- El río corta la carretera por una alcantarilla, un vado o un puente.
- El río está muy cerca y paralelo al eje de la carretera, de tal modo que puedan ocurrir erosiones del pavimento o inundaciones.

El tipo de señalización dependerá de la posición del río en relación con la carretera. Cuando la quebrada está paralela a la carretera y ubicada en su cercanía, se deberá considerar la salida frecuente de vehículos pesados y personal en la intersección de la carretera de acceso al río con la carretera; por consiguiente, se deberá considerar que un carril deberá estar cerrado al tránsito. Cuando una quebrada corta la carretera, sea por un puente, un badén o una alcantarilla, y el lugar de trabajo de encauzamiento está alejado de la vía, el contratista construirá pistas de acceso entre el punto de trabajo y la carretera, si no existen. En el caso contrario, se usarán las carreteras existentes que se rehabilitarán y se mantendrán, si fuera necesario.

En el cauce del río se removerán y eliminarán todos los elementos ajenos que pueden estorbar el flujo del agua o contaminarla, tales como troncos, bloques, basura, plásticos, tanques metálicos de combustible o lubricante, partes mecánicas usadas, neumáticos, pedrones, fierros, desechos orgánicos, etc. Luego se procederá al corte de la vegetación que se halla en el cauce y los bancos del río. El corte de los árboles, si los hay, será autorizado por el supervisor cuando el contratista consiga del Ministerio de Agricultura el permiso correspondiente. Se quitarán las raíces de los árboles sólo en los lugares de los bancos en que habrá que ejecutar trabajos de excavación y nivelación con fines de regularizar la sección transversal entre las orillas del río. Se prohíbe quemar la vegetación cortada o no cortada y de todos los objetos sacados del río. Se prohíbe también el uso de herbicidas.

Los materiales y los desechos vegetales eliminados serán acarreados a botaderos indicados por el supervisor. Se usarán botaderos separados para materiales orgánicos e inorgánicos. Los troncos y ramas de los árboles cuyo diámetro es mayor que 10 centímetros serán cortados en pedazos de 1 metro de longitud, juntados y dejados a disposición del comitente. Las raíces serán acarreadas a un botadero indicado por el supervisor.

Por medio del tractor de oruga o de la pala mecánica trabajando en posición "retro" serán regularizadas las secciones transversales entre las orillas del río, conservando más o menos la pendiente natural pero uniformizándola, quitando todos las irregularidades tales como jorobas, montículos, cavernas, protuberancias, puntas rocosas etc. que pueden estorbar el flujo del agua. Los materiales excavados serán colocados en sus orillas paralelamente al eje del río en forma de cordón (Altura: 1 metro con taludes: 1 vertical; 3 horizontal). Si las condiciones físicas del sitio lo permiten, se efectuará una compactación del material natural con cuatro pasadas de tractor, o con el rodillo de arrastre halado por la pala mecánica mediante un malacate. Si no fuera posible, el supervisor cambiará las características del cordón o dará la orden de acarrear los materiales a un botadero.

### **Aceptación de los trabajos**

El supervisor aprobará para pago los trabajos realizados según los procedimientos indicados.

### **Medición**

- La limpieza del cauce principal o mayor y de las orillas se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).
- La eliminación de los objetos sueltos del cauce principal y de las orillas se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).
- La reconformación de las orillas, o movimiento de tierras se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).
- El volumen será calculado basándose en un levantamiento topográfico realizado antes y después del trabajo.

### **Pago**

El presupuesto incluye los ítems de pago siguientes:

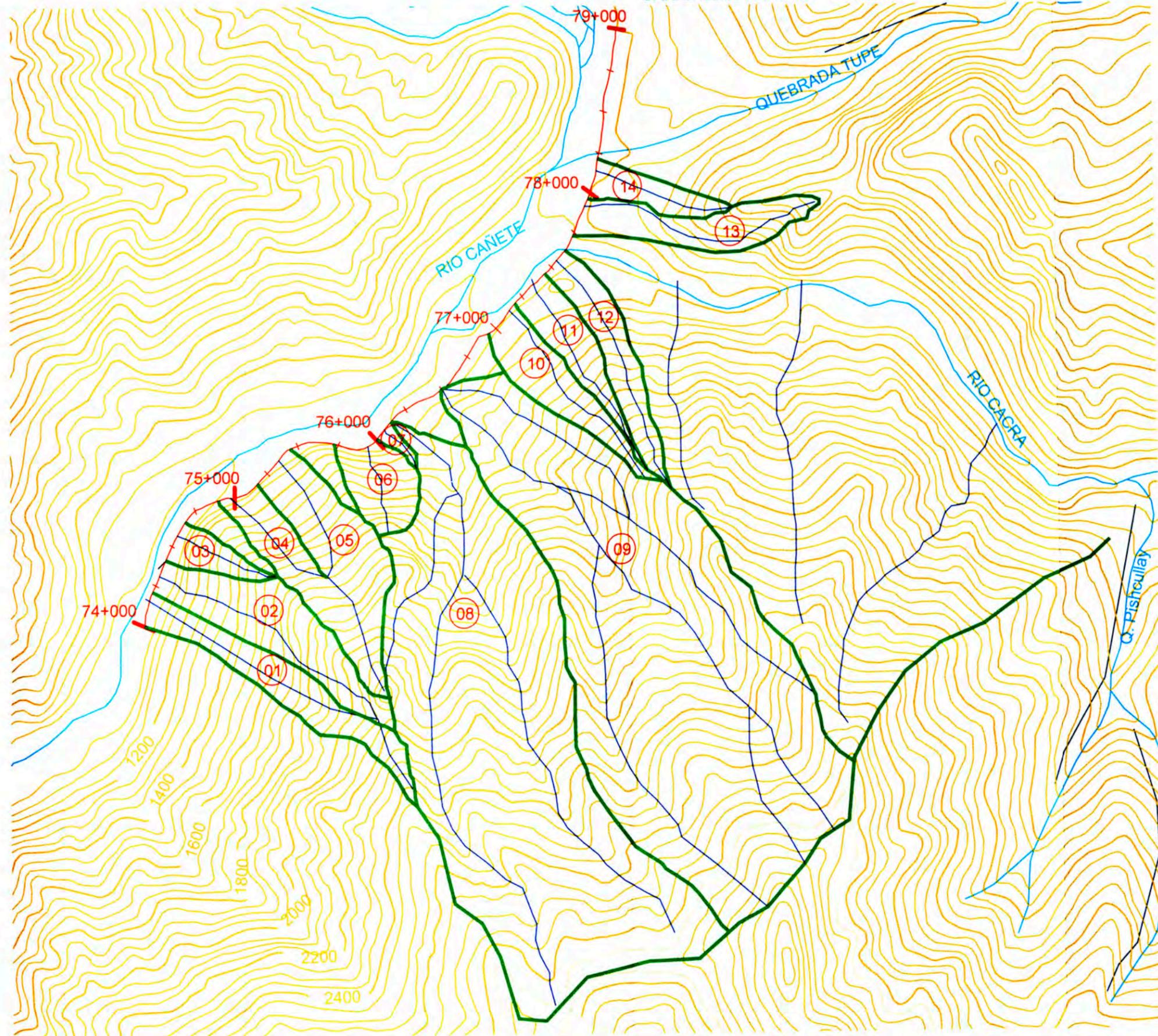
Item de Pago	Unidad de Pago
Limpieza del cauce principal o mayor y de las orillas	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

El precio de la actividad deberá cubrir todos los gastos de equipo, mano de obra y herramientas con el fin de eliminar vegetación de todo tipo del cauce del río y de las orillas; eliminar todo objeto y material ajeno, peligroso o contaminante, tal como fierro, llantas (neumáticos), plástico, bloques, basura, fijado en el suelo natural que constituye el cauce del río o la orilla; el transporte de la vegetación y de todos los objetos y materiales hasta lugares indicados por el supervisor; el costo de obtención de los permisos de corte de vegetación; la ejecución, mantenimiento y recuperación de las carreteras de acceso a la obra; las instalaciones temporales diferentes al campamento de la obra.

Debe también incluir todos los gastos e impuestos con excepción del IGV para poder llevar a cabo los trabajos en conformidad con las especificaciones y la ley.

## **ANEXO VI: PLANOS**

CARRETERA CANETE - YAUYOS



NUMERO DE LA CUENCA	AREA DE LA CUENCA
01	0.25 Km2
02	0.26 Km2
03	0.06 Km2
04	0.17 Km2
05	0.22 Km2
06	0.11 Km2
07	0.02 Km2
08	3.28 Km2
09	3.56 Km2
10	0.16 Km2
11	0.16 Km2
12	0.16 Km2
13	0.18 Km2
14	0.08 Km2

LEYENDA:

- CUENCA (DIVORTIUM AQUARIUM)
- CURVA DE NIVEL
- CAIDAS DE AGUA

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional  
Carta Nacional 26-1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS 2009

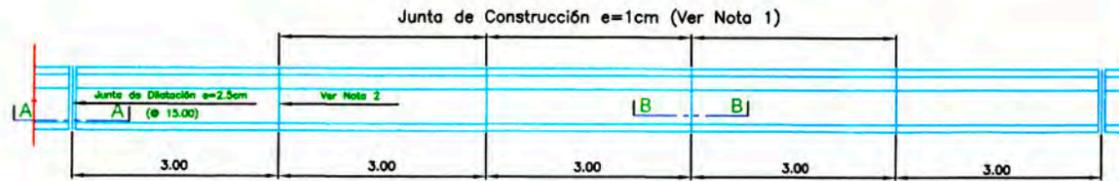
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION

TRABAJOS DE PUESTA A PUNTO  
CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO  
TRAMO: KM. 74+000 AL 79+000

PLANO :  
PLANO DE CUENCAS  
PROG. 74+000 AL 79+000

ESPECIALISTA	REVISOR	ESCALA	FECHA
	ING. JORGE AGRAMONTE HERMERO	1 / 25000	NOVIEMBRE 2008
ALUMNO	DISEÑADOR	PLANO N°	N°
BACH. JULIO CESAR QUIROZ TORRES	BACH. JULIO CESAR QUIROZ TORRES	P01	1/1

DETALLE DE CUNETAS TIPO 1

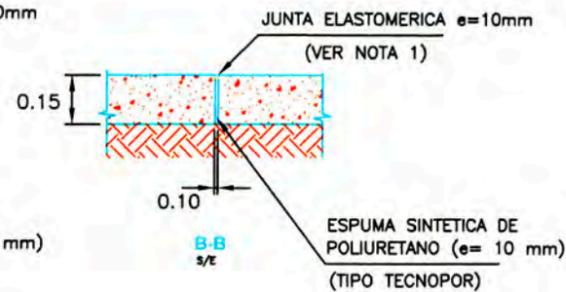


PLANTA : CUNETAS TIPO 1  
S/E

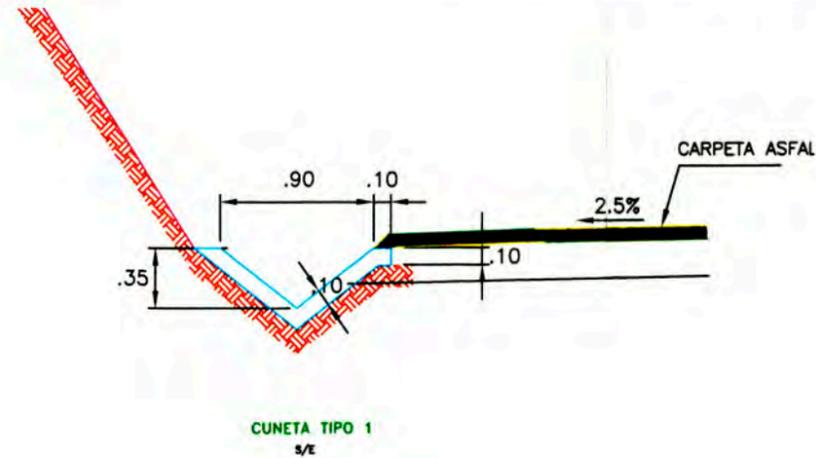
PROGRESIVA		LADO	TIPO	DESCARGA
INICIO	FINAL			
74+000	74+153	LD	1	
74+154	74+408	LD	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 74+153
74+903	75+155	LD	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 75+155
75+156	75+410	LD	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 75+155
75+730	76+000	LD	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 76+000
76+940	77+190	LD	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 76+940
77+191	77+444	LD	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 77+191



JUNTA DE DILATACION



JUNTA DE CONSTRUCCION



CUNETA TIPO 1  
S/E

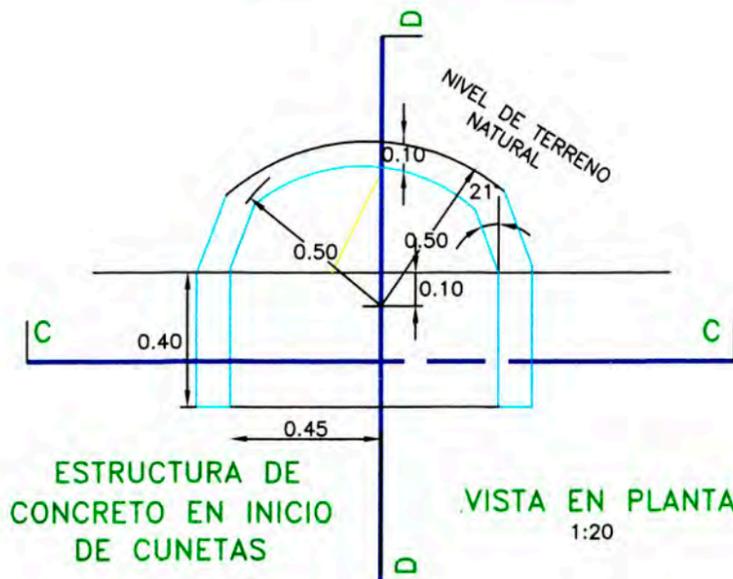
NOTAS:

- CUNETAS:
- PARA PAÑOS DE CADA 3m, CADA JUNTA DE CONSTRUCCION TENDRA UN ANCHO DE 1 cm Y ESTARA CONSTITUIDA POR UN SELLO ELASTOMERICO DE 1 cm DE ESPESOR Y ESPUMA SINTETICA DE POLIURETANO (TECNOPOR) PARA EL RESTO DE LA JUNTA.
  - UBICAR CADA 15m, UNA JUNTA DE DILATACION QUE TENDRA UN ANCHO DE 2.5 cm Y ESTARA CONSTITUIDA POR UN SELLO ELASTOMERICO DE 1 cm DE ESPESOR, EL RESTO DE LA JUNTA SE RELLENARA CON ESPUMA SINTETICA DE POLIURETANO (TECNOPOR).
  - PARA PAÑOS DE CADA 3m, CADA JUNTA DE CONSTRUCCION TENDRA UN ANCHO DE 2.5 cm Y TODO EL ESPESOR DEL EMBOQUILLADO SERA RELLENADO CON CONCRETO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CUNETAS TIPO 1
- CONCRETO :  $f_c = 178 \text{ kg/cm}^2$
  - EL VACIADO DEL CONCRETO SE REALIZARA CONTRA TERRENO PREVIA COMPACTACION DEL MISMO.

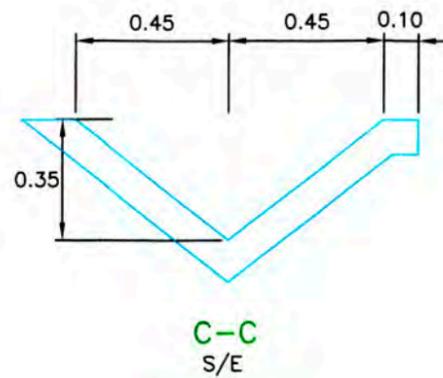
INICIO DE CUNETA



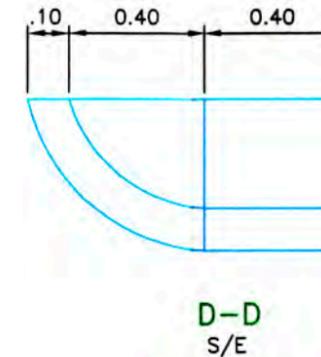
ESTRUCTURA DE CONCRETO EN INICIO DE CUNETAS

VISTA EN PLANTA  
1:20

VISTAS DE INICIO DE CUNETA

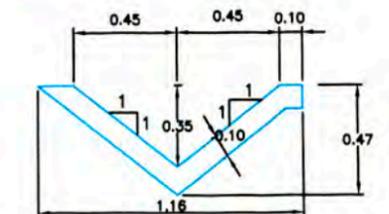


C-C  
S/E  
ELEVACION



D-D  
S/E  
PLANTA

SECCION TIPICA DE CUNETA



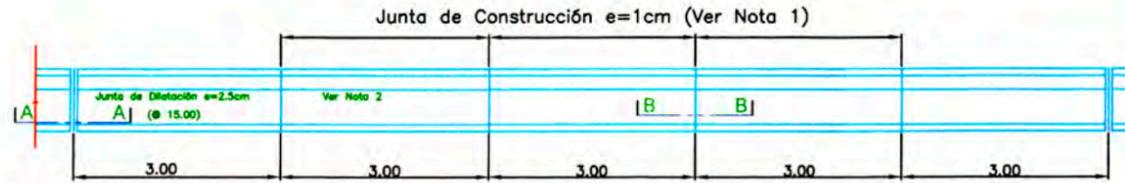
CUNETA TIPO 1  
S/E



REV. Nº	FECHA	DESCRIPCION

CARRETERA CAÑETE - YAUYOS

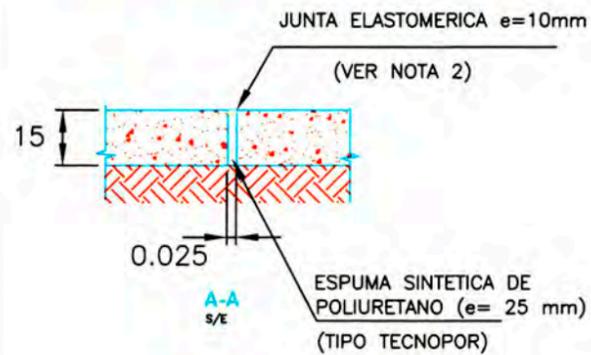
DETALLE DE CUNETAS TIPO 1



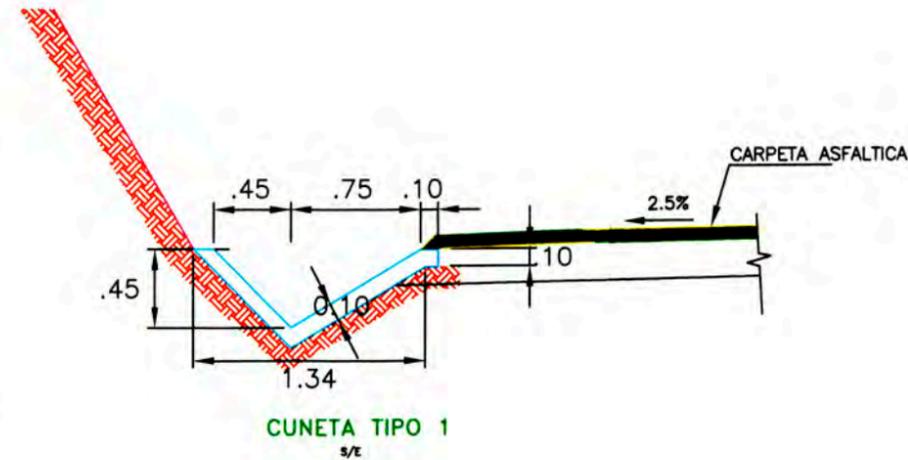
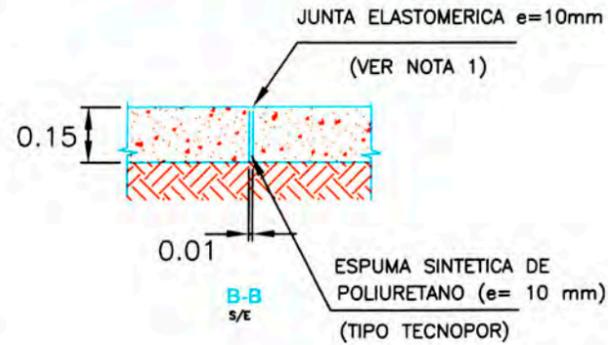
PLANTA : CUNETAS TIPO 1  
S/E

RELACION DE CUNETAS PROYECTADAS				
PROGRESIVA		LADO	TIPO	DESCARGA
INICIO	FINAL			
74+409	74+653	LD	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 74+409

JUNTA DE DILATACION



JUNTA DE CONSTRUCCION



CUNETA TIPO 1  
S/E

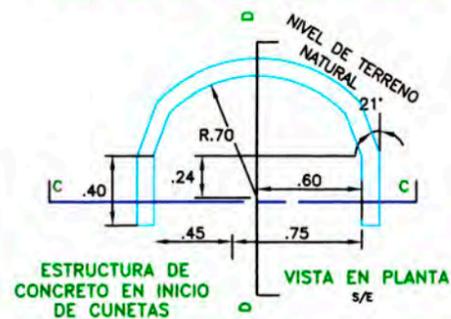
NOTAS:

- PARA PAÑOS DE CADA 3m, CADA JUNTA DE CONSTRUCCION TENDRA UN ANCHO DE 1 cm Y ESTARA CONSTITUIDA POR UN SELLO ELASTOMERICO DE 1 cm DE ESPESOR Y ESPUMA SINTETICA DE POLIURETANO (TECNOPOR) PARA EL RESTO DE LA JUNTA.
- UBICAR CADA 15m, UNA JUNTA DE DILATACION QUE TENDRA UN ANCHO DE 2.5 cm Y ESTARA CONSTITUIDA POR UN SELLO ELASTOMERICO DE 1 cm DE ESPESOR, EL RESTO DE LA JUNTA SE RELLENARA CON ESPUMA SINTETICA DE POLIURETANO (TECNOPOR).
- PARA PAÑOS DE CADA 3m, CADA JUNTA DE CONSTRUCCION TENDRA UN ANCHO DE 2.5 cm Y TODO EL ESPESOR DEL EMBOQUILLADO SERA RELLENADO CON CONCRETO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CUNETAS TIPO 1  
- CONCRETO : f'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>

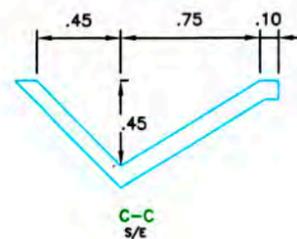
ESQUEMA DE INICIO DE CUNETA



ESTRUCTURA DE CONCRETO EN INICIO DE CUNETAS  
VISTA EN PLANTA  
S/E

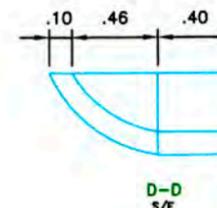
VISTAS DE INICIO DE CUNETA

ELEVACION



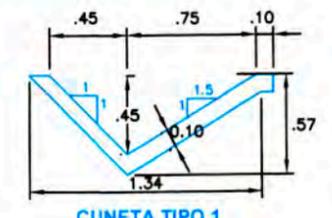
C-C  
S/E

PLANTA



D-D  
S/E

ELEVACION TIPICA DE CUNETA



CUNETA TIPO 1  
S/E

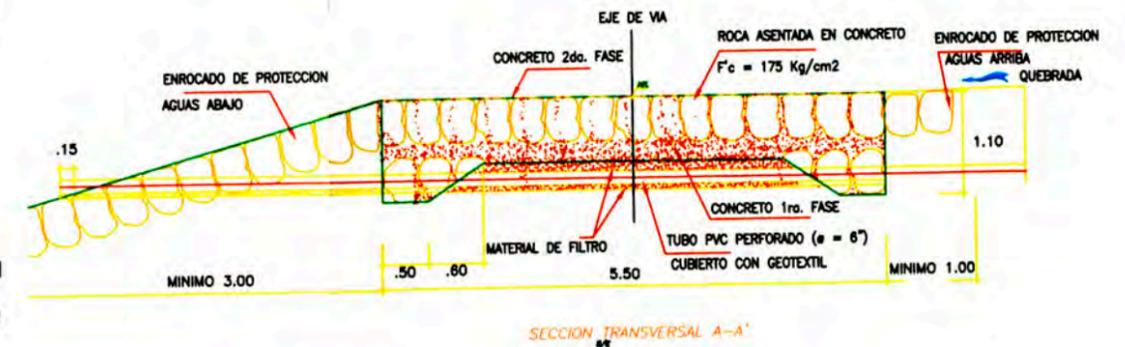
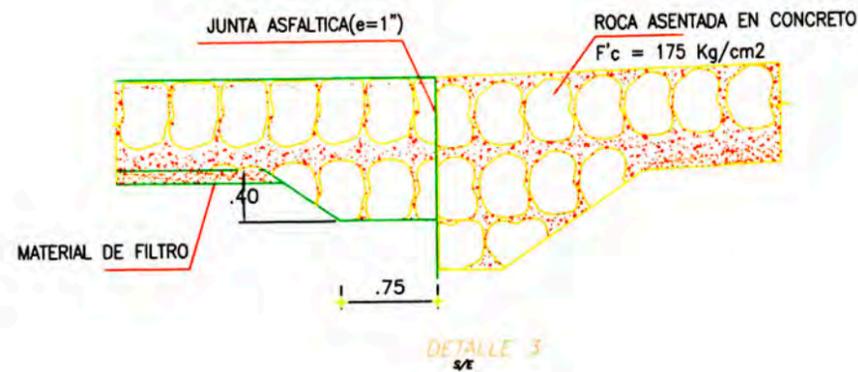
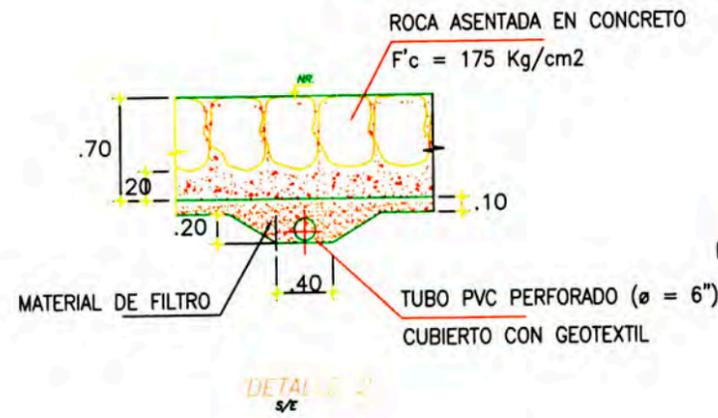
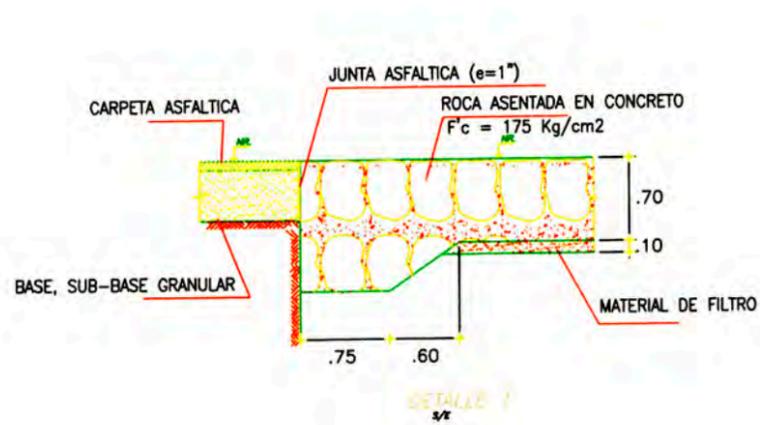
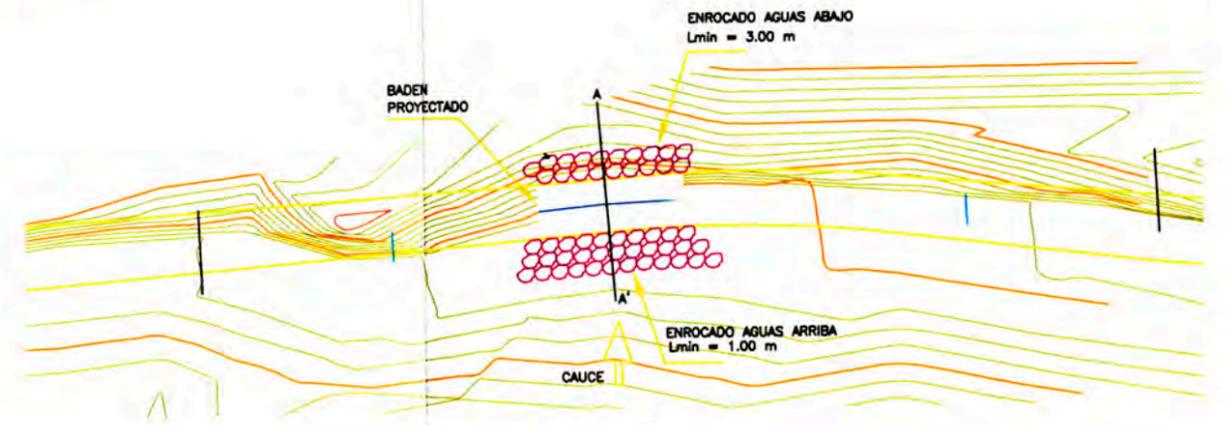
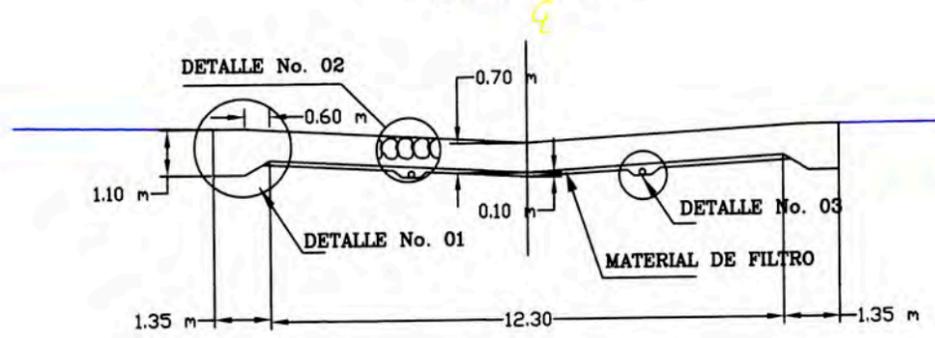


REV. Nº	FECHA	DESCRIPCION



# CARRETERA CAÑETE - YAUYOS

EJE DE LA QUEBRADA O CAUCE  
Km 76+507.5



**NOTAS:**

Las características técnicas del Geotextil a colocarse son:

Gramaje	200g/m <sup>2</sup>
Espesor	2,15mm
Porosidad	90%
Rigidez a la flexión	722 mg-cm
Permeabilidad normal	6.7 x 10 <sup>-6</sup> cm/s
Abertura de filtración	0.15 mm
Permisividad	3.11s <sup>-1</sup>
Transmisividad	0.018
Resistencia a la tracción	800N
Resistencia al Punzonamiento	440N

Referente al cocido se recomienda se realice con costura tipo ?J? y/o mariposa y con hilo que contenga un 90% de nylon. La costura debe ser de doble hilada a realizarse con máquina simple o de doble aguja.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS (FILTRO)**

**AGREGADO FINO**

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	_____	100
No. 4	_____	80-100
No. 10	_____	45-80
No. 50	_____	10-30
No. 100	_____	2-10
<b>GRAVILLA</b>		
MALLA		PORCENTAJE QUE PASA
1"	_____	90-100
3/8"	_____	25-80
No. 4	_____	5-40
No. 8	_____	0-20



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS 2009

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION

TRABAJOS DE PUESTA A PUNTO  
CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO  
TRAMO: KM. 74+000 AL 79+000

PLANO :  
BADEN  
PROG. 76+500 - 76+515

ELABORADO:  
BACH. JULIO CESAR QUIROZ TORRES

REVISADO:  
BACH. JULIO CESAR QUIROZ TORRES

ESCALA: INDICADA  
FECHA: NOVIEMBRE 2009  
PLANO N°: OD-04  
N°: 1/1