

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



**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-  
HUANCAYO DEL KM 164+100 AL KM 164+400.**

**HIDROLOGÍA, DRENAJE E HIDRÁULICA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JAVIER ALBERTO GIRA ORELLANA**

**Lima- Perú**

**2009**

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO I ESTUDIO DE PRE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL</b>	<b>8</b>
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>8</b>
1.1 ASPECTOS GENERALES	8
1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO	8
1.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	8
1.1.3 UNIDAD FORMULADORA Y EJECUTORA DEL PROYECTO	8
1.1.4 PARTICIPACIÓN DE LAS ENTIDADES INVOLUCRADAS Y DE LOS BENEFICIARIOS	10
1.1.5 MARCO DE REFERENCIA	10
1.2 IDENTIFICACIÓN	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	11
1.2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	11
1.3 FORMULACIÓN	12
1.3.1 HORIZONTE DEL PROYECTO	12
1.3.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	12
1.3.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	12
1.3.4 ANÁLISIS DE LA OFERTA	14
1.3.5 BALANCE OFERTA-DEMANDA	14
1.3.6 COSTOS	15
1.4 EVALUACIÓN	16
1.4.1 BENEFICIOS	16
1.4.2 BENEFICIOS INCREMENTALES	16
1.4.3 EVALUACIÓN SOCIAL	16
1.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	17
1.4.5 SOSTENIBILIDAD	17
1.4.6 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	17

	<b>Pág.</b>
1.4.7 IMPACTO AMBIENTAL	17
1.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
<b>CAPITULO II HIDROLOGÍA, DRENAJE E HIDRÁULICA</b>	<b>19</b>
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA	19
2.1.1 UBICACION DE LA CUENCA	19
2.1.2 CLIMATOLOGÍA	19
2.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO	22
2.2.1 INFORMACIÓN BÁSICA	22
2.2.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA	23
2.2.3 INVENTARIO DE QUEBRADAS	30
2.2.4 PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	31
2.2.5 CAUDAL DE DISEÑO	37
2.3 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	37
2.3.1 CUNETAS	38
2.3.2 ALCANTARILLAS	42
2.3.3 DEFENSA RIBEREÑA	44
<b>CAPITULO III EXPEDIENTE TECNICO</b>	<b>54</b>
3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	54
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	54
3.2.1 TRABAJOS PRELIMINARES	54
3.2.2 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	55
3.3 PLANILLA DE METRADOS	74
3.4 PRESUPUESTO DE OBRA	75
3.5 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	76
3.6 RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO	76
3.7 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN	76
3.8 PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRAS	76
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>81</b>

## RESUMEN

Al evaluar las características actuales de la carretera Cañete – Dv. Yauyos – Huancayo, específicamente el tramo del Km 164+100 al Km 164+400, se ha tenido en cuenta los criterios técnicos y la normatividad vigente, a fin de implementar mejoras de diseño, construcción y operatividad; proponiendo medidas concretas y desarrollando una propuesta técnica y económicamente viable que respalde la alternativa planteada de mejoramiento del flujo vehicular de la carretera Cañete – Dv. Yauyos – Huancayo.

En el primer capítulo del presente trabajo, se analiza la problemática existente durante los periodos críticos de circulación vehicular a lo largo del tramo en estudio, para ello se realizó un trabajo de campo que constato in situ la problemática entre la operatividad y el nivel de servicio de la vía.

Dentro de las alternativas dispuestas, se plantea mejorar el diseño geométrico a fin de satisfacer las necesidades del tránsito vehicular y las normas vigentes.

El segundo capítulo contiene el desarrollo a nivel de detalle del estudio hidrológico de la cuenca, el cual tiene por objeto determinar las descargas máximas en las zonas de interés de la carretera, analizando para ello las características físicas e hidrológicas de las cuencas que inciden en el trazo, en este caso es una subcuenca, ya que no tenemos presencia de quebradas.

El desarrollo de este segundo capítulo involucra un delicado proceso de recopilación de información cartográfica, pluviométrica y datos hidrometeorológicos de la zona, las cuales fueron sometidas a un análisis estadístico, con el objeto de obtener una mayor consistencia en la información y determinar con una mayor precisión el cálculo de las descargas máximas.

En el tercer capítulo, se presenta la información necesaria para la ejecución de los trabajos que recomienda el presente estudio, como el presupuesto de obra, cronogramas de ejecución y los planos.



## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro N° 1.1: Unidad formuladora y ejecutora	8
Cuadro N° 1.2: Estado actual de la vía	9
Cuadro N° 1.3: Tráfico por tramos – IMD	10
Cuadro N° 1.4: Índices medios diarios	13
Cuadro N° 1.5: Valores de IMD incrementados: tráfico generado por tipo de +crecimiento vehículo	14
Cuadro N° 1.6: Características propuestas para tramos	15
Cuadro N° 1.7: Costo de referencia	15
Cuadro N° 1.8: Precios para las tres alternativas	16
Cuadro N° 2.1: Cuadro de precipitaciones (mm)	20
Cuadro N° 2.2: Temperatura media mensual (°C)	21
Cuadro N° 2.3: Evaporación total mensual (mm)	22
Cuadro N° 2.4: Estaciones pluviométricas (con datos completos y cercaños a la zona)	23
Cuadro N° 2.5: Precipitaciones máximas por estación (mm)	23
Cuadro N° 2.6: Valores críticos de “d” para la prueba de Kolmogorov –Smirnov	29
Cuadro N° 2.7: Tabla Resumen	29
Cuadro N° 2.8: Distribución Log Pearson III	30
Cuadro N° 2.9: Periodos de retorno para diseño de obra de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito	30
Cuadro N° 2.10: Descripción de cuenca	30
Cuadro N° 2.11: Tiempo de concentración	32
Cuadro N° 2.12: Valores de parámetros	35
Cuadro N° 2.13: Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía	36
Cuadro N° 2.14: Coeficiente de escorrentía	37
Cuadro N° 2.15: Valores del coeficiente de Manning	39
Cuadro N° 2.16: Velocidad máxima del agua	40
Cuadro N° 2.17: Tiempos de concentración (Tc)	53
Cuadro N° 3.1: Metrados	74
Cuadro N° 3.2: Presupuesto	75

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
Figura N° 1.1: Mapa de ubicación del proyecto	9
Figura N° 1.2: Árbol de causas y efectos	10
Figura N° 1.3: Árbol de medios y fines	11
Figura N° 2.1: Diseño típico de cunetas	41
Figura N° 2.2: Hidrograma unitario triangular	51

**LISTA DE ABREVIATURAS**

DGCF	Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PBI	Producto bruto interno
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
TIR	Tasa de interés de retorno
VAN	Valor actual neto

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil, convocó el inicio del Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos 2009-I, implementando un curso taller para la Formulación de un Proyecto de Ingeniería Civil.

Para este efecto se seleccionó la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, ubicada entre los Departamentos de Lima y Junín. Para la sección “A” se seleccionó el tramo correspondiente a los Km 163+500 al Km 166+200, el cual fue dividido en 9 tramos, por ser el grupo N° 3, nos correspondió el tramo del Km 164+100 al Km 164+400, ubicado en el Distrito de Alis, provincia de Yauyos.

Para comenzar los estudios de desarrollo del proyecto de mejoramiento y rehabilitación del tramo indicado, se ha evaluado in situ la vía, analizando aspectos de trazo, de drenaje, medio ambiente, pavimentos, estabilidad de taludes, a fin de cuantificar los defectos del camino y proponer soluciones más adecuadas a cada situación crítica existente y además analizar los costos que se realizarán teniendo en cuenta el uso de los recursos de la zona. Se realizó una visita de campo para la recopilación de información y toma de datos del tramo en estudio.

## CAPITULO I ESTUDIO DE PRE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL

### 1. RESUMEN EJECUTIVO

#### 1.1 ASPECTOS GENERALES

##### 1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil de la carretera Ruta 22, tramo: Cañete-Yauyos-Huancayo.

##### 1.1.2 UBICACION DEL PROYECTO

La ruta del estudio se encuentra ubicada entre las provincias de Cañete (13°04'53" S – 76°24'01" O) y Yauyos (12°27'38" S – 75°55'22" O) en el departamento de Lima y Huancayo (12°04'29" S – 75°12'38" O) en el departamento de Junín.

##### 1.1.3 UNIDAD FORMULADORA Y EJECUTORA DEL PROYECTO

Cuadro N° 1.1.- Unidad formuladora y ejecutora

<b>Unidad Formuladora:</b>	Universidad Nacional de Ingeniería
<b>Sector:</b>	Universidad Nacional de Ingeniería
<b>Pliego:</b>	Facultad de Ingeniería Civil
<b>Dirección:</b>	Av. Túpac Amaru S/N
<b>Persona Responsable:</b>	Grupo 3–Curso Titulación 2009 B/I.C. Farfán González, Maycol B/I.C. Gallegos Alcázar, Gian Carlos B/I.C. Girao Orellana, Javier B/I.C. Herrera López, Cesar B/I.C. Núñez Salazar, José
<b>Autor:</b>	Grupo 3–Curso Titulación 2009 Sección A
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:grupo3_ct2009unific@hotmail.com">grupo3_ct2009unific@hotmail.com</a>

Fuente: Equipo técnico

### 1.1.4 PARTICIPACIÓN DE LAS ENTIDADES INVOLUCRADAS Y DE LOS BENEFICIARIOS

La Universidad Nacional de Ingeniería como entidad formuladora del proyecto. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) como responsable del sector Transportes, PROVIAS NACIONAL y los representantes de los centros Poblados por donde atraviesa la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo.

### 1.1.5 MARCO DE REFERENCIA ANTECEDENTES

La carretera existente Cañete-Lunahuaná-Huancayo tiene una medida aproximada de 295.00 Km. y presenta las siguientes características:

Cuadro N° 1.2.- Estado actual de la vía

ASFALTADO(Km)	TRAT. SUPERFICIAL (Km)	AFIRMADO(Km)
52.05	15.27	228.49

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca

Figura N° 1.1.- Mapa de ubicación del proyecto



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

\*Ampliación y Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del km 164+100 al km 164+400. Hidrología, Drenaje e Hidráulica"  
 Javier Alberto Girao Orellana



## 1.2 IDENTIFICACION

### 1.2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El estudio consta de siete (07) tramos, un primer tramo que va desde CAÑETE hasta LUNAHUANA (el cual se encuentra actualmente asfaltado, por lo cual no será analizado), un segundo tramo que va desde LUNAHUANA hasta PACARAN, un tercer tramo que va desde PACARAN hasta ZUÑIGA, un cuarto tramo que va desde ZUÑIGA hasta YAUYOS (Dpto. de Lima), un quinto tramo que va desde YAUYOS hasta RONCHAS, un sexto tramo que va desde Ronchas hasta CHUPACA y un último tramo que va desde CHUPACA hasta HUANCAYO (Dpto. de Junín), este tramo tampoco será analizado porque ya se encuentra asfaltado y no forma parte del presente proyecto de Inversión (Este tramo de la carretera sólo requiere de mantenimiento).

Respecto al flujo vehicular en la vía, se indican en el siguiente Cuadro N° 1.3:

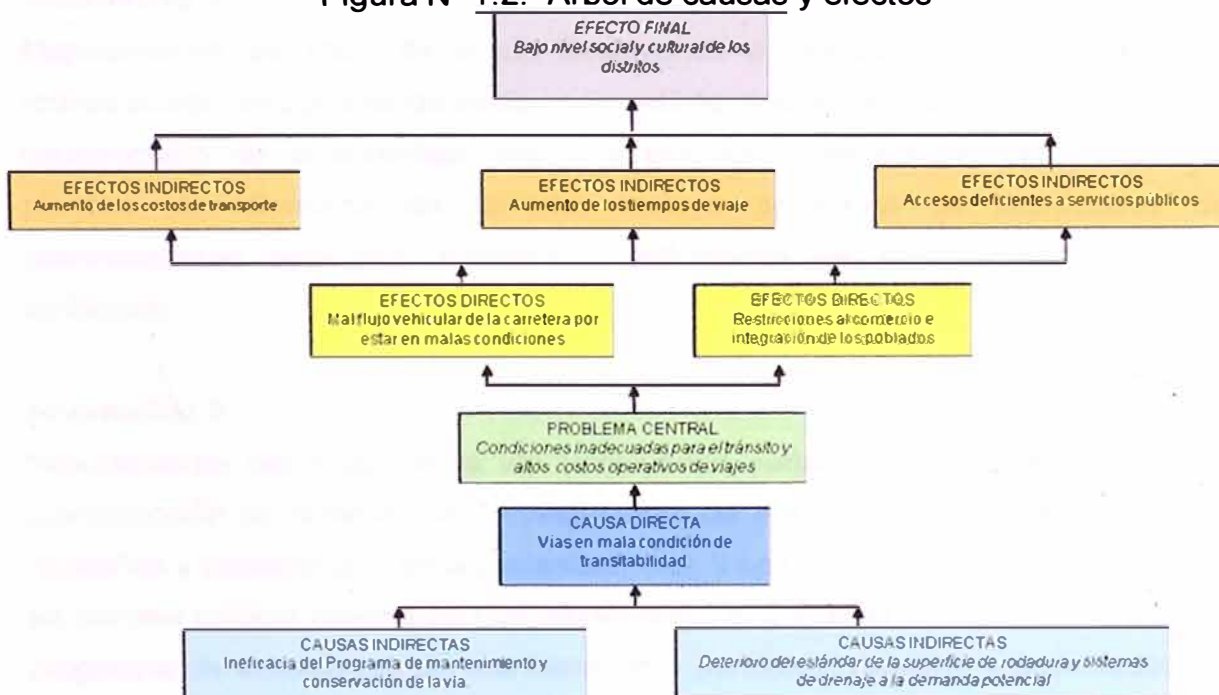
Cuadro N° 1.3.- Tráfico por tramos – IMD

Tramo	Lunahuaná - Pacarán	Pacarán - Zúñiga	Zúñiga - Yauyos	Yauyos-Ronchas	Ronchas-Chupaca
IMD	323	266	35	21	344

Fuente: DGCF - DESARROLLO VIAL

### 1.2.2 DEFINICION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

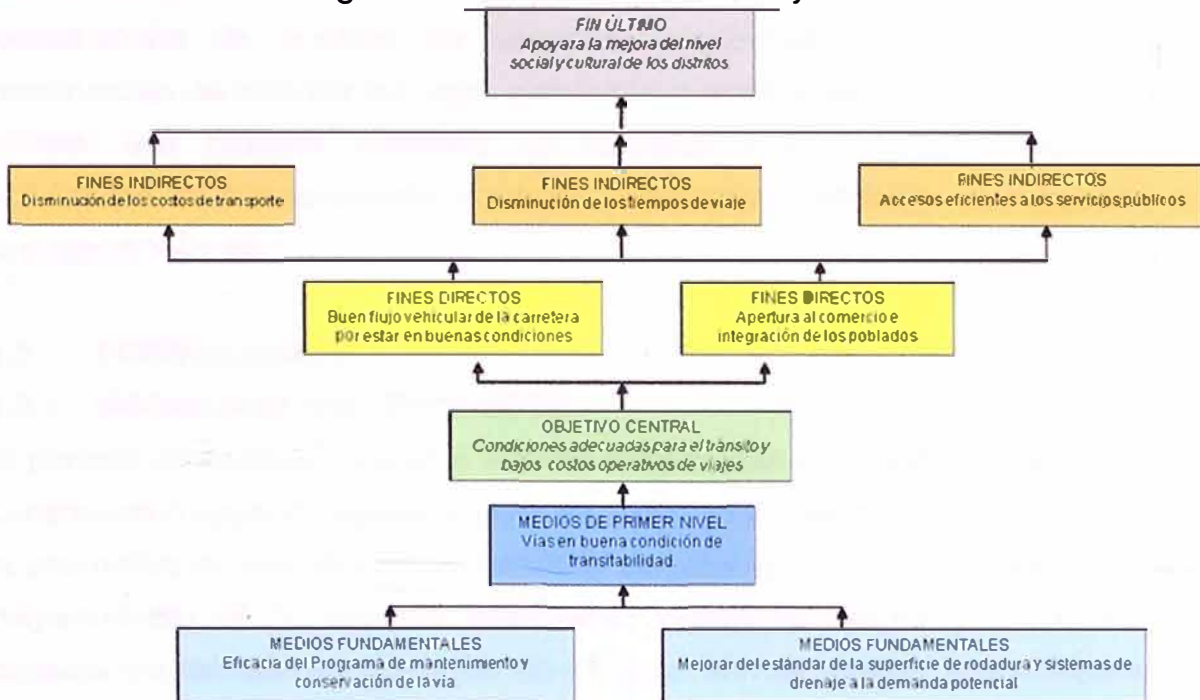
Figura N° 1.2.- Árbol de causas y efectos



Fuente: Equipo Técnico

### 1.2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO

Figura N° 1.3.- Árbol de medios y fines



Fuente: Equipo Técnico

### 1.2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A continuación planteamos tres alternativas de solución para la carretera:

#### Alternativa 1

Mejoramiento del trazo de la vía (incluyendo señalización), obras hidráulicas (construcción de cunetas de tierra compactada, subdrenes, defensas ribereñas y construcción de alcantarillas, etc.), y solución a estabilidad de taludes, se plantea un **afirmado de la vía**. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico, rutinario y actividades de mitigación de impacto ambiental.

#### Alternativa 2

Mejoramiento del trazo de la vía (incluyendo señalización), obras hidráulicas (construcción de cunetas con revestimiento de enrocado, subdrenes, defensas ribereñas y construcción de alcantarillas, etc), y solución a estabilidad de taludes, se plantea colocar pavimento con **tratamiento superficial bicapa (TSB)**. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico, rutinario y actividades de mitigación de impacto ambiental.



### **Alternativa 3**

Mejoramiento del trazo de la vía (incluyendo señalización), obras hidráulicas (construcción de cunetas de concreto, subdrenes, defensas ribereñas y construcción de alcantarillas, etc), y solución a estabilidad de taludes, se plantea colocar una **carpeta asfáltica en caliente (CAC)** Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico, rutinario y actividades de mitigación de impacto ambiental.

## **1.3 FORMULACION**

### **1.3.1 HORIZONTE DEL PROYECTO**

El periodo de análisis para este estudio del proyecto en mención de la carretera Lunahuaná-Yauyos-Chupaca a nivel de perfil será considerando 20 años\* para la alternativa de uso de carpeta asfáltica en caliente. Y para una evaluación con mejoramiento de la vía con tratamiento superficial bicapa y/o afirmado se considerara también un horizonte de 20 años afín de realizar una comparación entre las tres alternativas en un periodo de tiempo igual, y analizar los costos de mantenimiento que se generan en cada alternativa y con la frecuencia correspondiente.

### **1.3.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

La población beneficiada por este mejoramiento en la carretera según los datos del INEI (Censo Nacional de Población y Vivienda 1993) será de 54,844 habitantes, distribuidos en un área de 3,314.20 Km<sup>2</sup>, lo que resulta una densidad poblacional que varía entre 2.6 Habitantes/Km<sup>2</sup> y 825.7 Habitantes/Km<sup>2</sup>, esto se indica en el Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22, tramo Lunahuaná-Yauyos-Chupaca del Ing. Floriano Palacios León

### **1.3.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.**

El transporte tanto de personas como de carga pesada en dicha zona del proyecto es a través de la carretera. Se obtuvo el estudio de tráfico del 2006 del MTC, donde se tiene el IMD por regiones.

\* Se sabe que usualmente se trabaja con 10 años, pero por motivos de hacer viable el proyecto se usará 20 años.

Cuadro N° 1.4.- Índices medios diarios

Tramo	Itinerario	Longitud (km)	Región	Superficie	Topografía	Condición	IMD 2006
I	Lunahuaná – Pacaran	15.27	Costa	Tratamiento Superficial	Ondulada	Regular	323
II	Pacarán – Zúñiga	4.15	Costa	Afirmado	Ondulada	Regular	266
III	Zúñiga – Dv. Yauyos	72.6	Sierra	Afirmado	Accidentada	Malo	35
IV	Dv. Yauyos – Ronchas	135.13	Sierra	Afirmado	Accidentada	Malo	21
V	Ronchas - Chupaca	16.61	Sierra	Afirmado	Ondulada	Regular	344

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca

Por tanto, para efectos de estudio se dispondrán los tramos siguientes:

**Lunahuana-Pacarán, Pacarán-Zúñiga, Zúñiga-Yauyos, Yauyos-Ronchas, Ronchas-Chupaca (5 tramos)**

Además, para efectos de determinar la proyección de la demanda vehicular se consideran los siguientes supuestos:

- 1) Para estimar el crecimiento del Tráfico Liviano Normal (autos, camionetas, combis y ómnibus) la tasa de 1.4%.
- 2) Para estimar el crecimiento del Tráfico Pesado Normal (Camiones) se ha utilizado la tasa de crecimiento del PBI del departamento de Junín: 4.4% (perspectiva optimista).
- 3) Se ha considerado un tráfico generado por el proyecto, de un 30%. Este valor se ha tomando como referencia el trabajo: “Monitoreo y evaluación de impacto de los Caminos Rurales en el Perú de Edgar Quispe Remon” (Ver anexo A1), donde se indica un rango de incremento de trafico de 15.2% a 258.6%, de forma conservadora se ha adoptado el valor de 30% para el incremento de tráfico generado por el proyecto.

Cuadro N° 1.5.- Valores de IMD incrementados: trafico generado + crecimiento por tipo de vehículo

TRAFICO PROYECTADO					
Años	Lunahuana - Pacaran	Pacaran - Zuñiga	Zuñiga - Dv.Yauyos	Dv.Yauyos - Roncha	Roncha - Chupaca
2009	0				
2010	0				
2011	428	353	47	28	456
2012	436	359	48	28	465
2013	444	366	49	29	474
2014	453	374	50	29	484
2015	461	381	52	30	493
2016	470	389	53	30	503
2017	479	397	54	31	514
2018	489	405	56	32	524
2019	498	413	57	32	535
2020	508	422	59	33	546
2021	518	430	60	34	558
2022	529	439	62	34	570
2023	540	449	64	35	582
2024	551	458	66	36	594
2025	562	468	67	36	607
2026	574	478	69	37	620
2027	586	489	71	38	634
2028	598	499	73	39	648

Fuente: Equipo

### 1.3.4 ANÁLISIS DE LA OFERTA

En el tramo que comprende desde Lunahuaná hasta Yauyos (92.02 Km.), se observa que la topografía es ondulada y a media ladera que va bordeando el curso del río cañete; asimismo en dicha zona no se ha detectado erosiones causadas por el río cañete.

### 1.3.5 BALANCE OFERTA-DEMANDA

Frente a la demanda descrita y la oferta vial existente se plantea mejorar la carretera en base a las siguientes características principales del proyecto. Se han efectuado supuestos a condiciones de drenaje, por observaciones similares de estudios de perfil anteriores.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudios de preinversión a nivel de perfil para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera ruta 22, tramo: Lunahuaná-Yauyos-Chupaca, Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Provias Nacional, Lima 2004, pág. 058

Cuadro N° 1.6.- Características propuestas para tramos

	<b>Tramo Lunahuaná – Pacarán</b>	<b>Tramo Pacarán – Zúñiga</b>	<b>Tramo Zúñiga – Yauyos</b>	<b>Tramo Yauyos – Ronchas</b>	<b>Tramo Ronchas – Chupaca</b>
<b>Clasificación Vial:</b>	Segunda Clase, doble vía	Segunda Clase, doble vía	Tercera clase, doble calzada	Tercera clase, doble calzada	Segunda Clase, doble vía
<b>Velocidad Directriz:</b>	60 km/hr	60 km/hr	40 km/hr	40 km/hr	60 km/hr
<b>Radios mínimos:</b>	125 m	125 m	50 m	50 m	125 m
<b>Ancho superficie rodadura:</b>	7.0 m	7.0 m	6.6 m	6.6 m	7.0 m
<b>Pendiente máxima:</b>	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
<b>Superficie Rodadura:</b>	Variable dependiendo de la alternativa	Variable dependiendo de la alternativa	Variable dependiendo de la alternativa	Variable dependiendo de la alternativa	Variable dependiendo de la alternativa
<b>Sistema de drenaje:</b>	Cunetas triangulares revestidas	Cunetas triangulares revestidas	Cunetas triangulares revestidas	Cunetas triangulares revestidas	Cunetas triangulares revestidas

Fuente: Equipo Técnico

### 1.3.6 COSTOS

Se considera los siguientes costos de inversión y mantenimiento:

Cuadro N° 1.7.- Costo de referencia

<b>Alternativa</b>	<b>Presupuesto total (en US\$)</b>	<b>Longitud de carretera considerada (km.)</b>	<b>Costo de construcción por km. (US\$/km)</b>
Mejoramiento a nivel de asfaltado (Alternativa 1)	US\$. 109,063,466	271.73	401.367

Fuente: Equipo Técnico

A partir de este dato, planteamos precios para las tres alternativas:



Cuadro N° 1.8.- Precios para las tres alternativas

Alternativas de proyecto	Costo Construcción (Miles US\$/km a precios económicos)	Costo Mantenimiento (Miles US\$/km a precios económicos)
Situación Base (Afirmado en mal estado)	0	14
Rehabilitación a nivel afirmado	290.991	11
Mejoramiento a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa	341.162	8
Mejoramiento a nivel de asfaltado	401.367	5

Fuente: Equipo Técnico

Así mismo se considera los costos operativos vehiculares, tomando como fuente los datos por el MTC en base a costos del año 2000.

## 1.4 EVALUACIÓN

### 1.4.1 BENEFICIOS

Para la Evaluación Económica y para el cálculo de Beneficios se ha utilizado una hoja Excel donde se verificarán los valores de VAN y TIR para la elección de la alternativa optima.

### 1.4.2 BENEFICIOS INCREMENTALES

En función al análisis realizado, a través de la hoja de Excel, se observa que es para la alternativa a nivel Asfaltado la que cumple con el primer, segundo y quinto tramo, y que no es rentable hacer ningún mejoramiento para el tercer y cuarto tramo ya que el tráfico que tiene no lo amerita, solamente trabajos de conservación vial.

### 1.4.3 EVALUACIÓN SOCIAL

Se ha realizado la Evaluación Económica para las tres alternativas propuestas, demostrando que **la alternativa 3, la de Asfaltado, es la que cumple con el**

**primer, segundo y quinto tramo, y que no hay alternativa que pueda ser rentable para el tercer y cuarto tramo..**

#### **1.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

El análisis de sensibilidad se ha realizado para cada tramo, a partir de los resultados de la Evaluación Social, planteando la variación porcentual de algunos parámetros y analizando su influencia en los resultados del Valor actual neto (VAN) y de la Tasa interna de retorno (TIR).

Los cuadros resumen sobre los análisis de sensibilidad se presentan en anexos.

#### **1.4.5 SOSTENIBILIDAD**

En función de la alternativa seleccionada, la sostenibilidad del proyecto dependerá exclusivamente del mantenimiento oportuno, de los recursos necesarios que le asigne el gobierno de Central de turno y de la capacidad técnica para poder administrar el proyecto.

#### **1.4.6 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

De los resultados obtenidos se tiene para **el primer, segundo y quinto tramo la alternativa del Asfaltado** resulta con mayores índices de Evaluación Económica, mientras que para el **tercer y cuarto tramo se concluye que es más rentable mantener la estrategia de conservación vial actual**, ya que ninguna alternativa propuesta tiene indicadores de Evaluación Económica satisfactorios.

#### **1.4.7 IMPACTO AMBIENTAL**

##### **IMPACTOS NEGATIVOS**

Como impacto negativo durante el periodo de operación de la carretera se pueden observar problemas de seguridad vial, debido al incremento de la velocidad en la vía, así como posibles modificaciones al paisaje natural. Esto debe ser mitigado, ya que está contemplado dentro del Plan de Manejo Socio Ambiental.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

En la etapa de ejecución se producirá un ligero incremento en el nivel de empleo, como impacto positivo. Mientras que los principales impactos negativos que se presentaran son: afectación de predios, movimiento de tierras, alteración de habilidad, conflictos en el uso de suelo e incremento en el riesgo de accidentes y enfermedades, que son de carácter temporal.

En la etapa de operación y mantenimiento el principal impacto positivo es el mejoramiento de la calidad de vida, así como mejoramiento de la economía de la región, dentro del área influencia de la carretera.

### **1.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Para el tramo I, II, IV y V– Lunahuaná – Pacarán se considera como alternativa seleccionada el mejoramiento de la infraestructura de la vía con una capa superficial de asfalto.

Para el tramo II y III – Pacarán - Zúñiga se considera como alternativa seleccionada el mejoramiento de la infraestructura de la vía con una capa superficial de asfalto.

De la evaluación de sensibilidad realizada para el tramo II se concluye que es necesario hacer mayores estudios para disminuir el riesgo de un resultado equivocado en la elección de la alternativa 3, puesto que para ciertos casos el VAN se hace negativo, el TIR se hace menor a la tasa social de descuento (11%) y el proyecto de inversión es sensible a un cambio máximo de 1.03% de incremento del monto de inversión.

De la evaluación de sensibilidad realizada para el tramo V se concluye que puede soportar incrementos en el costo de inversión hasta de 28.87%.

## CAPITULO II HIDROLOGIA, DRENAJE E HIDRAULICA

### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

#### 2.1.1 UBICACION DE LA CUENCA

La cuenca del río Cañete, orientada de Nor-Este a Sur-Oeste, tiene la siguiente ubicación geográfica, política y administrativa:

#### UBICACION GEOGRAFICA

Latitud Sur	11°58'19" - 13°18'55" (WGS-84)
Longitud Oeste	75°30'26" - 76°30'46" (WGS-84)
Coord. UTM Norte	8'543,750 - 8'676,000 m
Coord. UTM Este	345,250 - 444,750 m
Variación Altitudinal	0.0 - 5,820 m.s.n.m.

#### LÍMITES HIDROGRÁFICOS

Norte	Cuenca del río Mantaro
Sur	Intercuenca Q° Topará - Océano Pacífico
Este	Cuenca Mantaro - Cuenca del río San Juan
Oeste	Cuencas Omas y Mala - Océano Pacífico

#### 2.1.2 CLIMATOLOGIA

##### PARAMETROS CLIMATOLOGICOS

Los parámetros climatológicos precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, insolación y viento, son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la cuenca del río Cañete. La recolección de la información climatológica de la cuenca está a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), institución que tiene a cargo la red de estaciones que se describirán más adelante.



## Precipitación

La precipitación de la cuenca es registrada en diez (10) estaciones meteorológicas: Tanta, Vilca, Yauricocha, Carania, Huantán, Huangascar, Yauyos, Colonia, Pacarán y Cañete. Así mismo se cuenta con registros de otras tres estaciones, Siria, Sunca y Catahuasi, ya desactivadas. Para el presente estudio se ha considerado asimismo los registros de las estaciones Yauricocha, Huarochirí, Huañec, Ayaviri, Uanac y San Pedro de Huacarpansa, situadas en las cuencas vecinas de Mantaro, Mala y Omas.

Cuadro N° 2.1.- Cuadro de precipitaciones (mm)

ESTACION	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
VILCA	3816	151.7	156.9	134	61.5	19	8.7	7.8	13.5	26.6	49.3	57.4	88.4	774.8
HUANGASCAR	2556	63.5	77.3	89.1	17.8	0.7	0.2	0	0.4	0.5	2.6	5.3	25.1	282.5
HUANTAN	3272	120.2	121.9	122.9	28.4	11.2	0	0.8	0.4	4.4	17.1	16.9	69.9	514.1
CARANIA	3825	132.4	128.7	138.8	52.6	20.1	9.4	6.7	7.7	15.9	33.8	37.8	87.2	671.1
COLONIA	3379	85.9	105.4	127.6	25.6	2.2	0.3	0.5	0.5	3.2	15.1	16.9	80.3	463.5
TANTA	4505	172.2	167.8	174.3	104.7	27.2	10	12	11.4	31.5	67.9	92.9	121.3	993.2
YAUYOS	2290	59.5	68	68.6	13.5	3.2	0.3	0.1	0.9	2.1	12.6	17.9	34.5	281.2
YAUURICOCHA	4522	160.5	165.8	174.9	94.1	22.5	12.3	12.1	19.8	34.5	82.6	73.9	136.6	989.6
CAÑETE	150	0.2	0.3	0.1	0	1	0.9	1.2	1.9	0.8	0.7	0.4	0.3	7.8
PACARAN	700	3.7	2.7	3.9	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0.7	0	1.7	13
SIRIA	3680	107.1	92.5	163.8	35.2	10	7.4	7.4	22.9	42.4	59.9	43.2	97.5	689.3
SUNCA	3845	120.4	104.9	166.8	52.8	15	3	9.4	8.9	3.4	62.1	58.6	88.9	724.8
CATAHUASI	1369	6.4	8.2	2.3	2	0.1	0.1	0.1	0.1	1.7	1.2	1.7	0.9	24.8

Fuente: Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Cañete-INRENA

## Temperatura

Se parámetro climático es registrado en la cuenca del río Cañete solamente por las estaciones meteorológicas de Cañete, Pacarán y Yauyos. No existe gran variabilidad en los valores dados por las estaciones de Pacarán y Cañete, teniendo ambos un promedio mensual anual de 20.7 y 20.0 °C. La estación de Yauyos, ubicada a una altitud de 2290 m.s.n.m, registra un menor promedio mensual anual, de 17.6 °C. En el valle de Cañete la temperatura máxima promedio mensual se presenta en los meses de enero a abril, y es del orden de los 28°C. La temperatura mínima promedio mensual generalmente ocurre en los meses de julio a setiembre, con valores que promedian los 14°C. Los valores extremos históricos que se han presentado tanto para la máxima como para la mínima temperatura son 33°C (febrero) y 11.6°C (setiembre) respectivamente.

Cuadro N° 2.2.- Temperatura media mensual (°C)

ESTACION : YAUYOS													ALTITUD : 2,290 msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA	
<b>Máx</b>	18.6	18.9	18.3	18.7	18.6	17.9	18.7	18.3	17.9	18.6	18.8	18.8	18.2	
<b>Mín</b>	15.6	16.5	16.6	16.9	17.1	16.6	16.9	17.5	17.3	17.1	17.1	17.3	17.1	
<b>Prom.Mes</b>	<b>17.1</b>	<b>17.4</b>	<b>17.5</b>	<b>17.5</b>	<b>17.7</b>	<b>17.1</b>	<b>17.5</b>	<b>17.8</b>	<b>17.7</b>	<b>18.1</b>	<b>17.9</b>	<b>17.8</b>	<b>17.6</b>	
ESTACION : PACARAN													ALTITUD : 700 msnm	
<b>Máx</b>	24.2	25.0	25.0	23.8	20.9	19.5	19.2	19.0	20.0	20.5	20.9	22.8	21.2	
<b>Mín</b>	21.8	22.9	23.2	22.2	19.9	16.5	16.0	17.0	18.6	19.5	19.7	21.5	20.2	
<b>Prom.Mes</b>	<b>22.8</b>	<b>23.7</b>	<b>23.9</b>	<b>22.9</b>	<b>20.3</b>	<b>17.9</b>	<b>17.3</b>	<b>17.6</b>	<b>19.1</b>	<b>20.0</b>	<b>20.5</b>	<b>22.0</b>	<b>20.7</b>	
ESTACION : CAÑETE													ALTITUD : 150 msnm	
<b>Máx</b>	23.4	24.1	24.0	22.8	21.9	22.1	21.4	21.0	21.0	20.7	22.0	24.7	22.3	
<b>Mín</b>	22.6	23.6	23.4	21.2	18.4	15.8	15.6	16.2	16.6	17.6	18.3	21.1	19.2	
<b>Prom.Mes</b>	<b>23.4</b>	<b>24.1</b>	<b>24.1</b>	<b>22.4</b>	<b>18.0</b>	<b>17.0</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>17.3</b>	<b>18.3</b>	<b>19.8</b>	<b>21.8</b>	<b>20.0</b>	

Fuente: Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Cañete-INRENA

## Evaporación

Este parámetro también es registrado en las estaciones meteorológicas de Cañete, Pacarán y Yauyos a través de tanques evaporímetros tipo A. En zonas bajas (Cañete y Pacarán) la evaporación tiene mayores valores, del orden de los 125 mm/mes, en los meses de diciembre a abril, mientras que en zonas de mayor altitud (Yauyos) el fenómeno se invierte, con máximas evaporaciones mensuales promedio del orden de los 150 mm en los meses de julio a octubre.

A nivel anual, la evaporación total acumulada tiene los siguientes valores promedio históricos: 1249.6 mm, 1332.8 mm y 1407.9 mm para las estaciones de Cañete, Pacarán y Yauyos respectivamente. La distribución espacial de la evaporación muestra una variación directamente proporcional a la altitud debido a la inversión de la distribución anual de este parámetro.

Cuadro N° 2.3.- Evaporación total mensual (mm)

ESTACION : YAUYOS												ALTITUD : 2.871 msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Máx	150.2	137.0	124.8	148.7	162.2	168.1	193.4	202.1	175.5	167.4	163.2	157.0	1755.6
Min	36.1	21.3	23.7	34.1	76.8	74.6	84.2	121.1	118.9	106.7	102.5	54.9	912.9
Prom.Mes	79.9	61.6	65.9	90.3	122.0	139.5	154.6	158.2	147.7	140.7	133.1	114.4	1407.9
Prom.Día	2.6	2.2	2.1	3.0	3.9	4.7	5.0	5.1	4.9	4.5	4.4	3.7	46.2

ESTACION : PACARAN												ALTITUD : 700 msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Máx	177.3	159.9	183.4	159.7	153.4	118.9	112.2	135.9	145.8	189.5	188.4	184.4	1745.7
Min	70.9	80.2	87.6	85.2	79.5	60.3	61.2	58.7	82.4	80.7	84.0	74.5	1072.2
Prom.Mes	121.5	120.0	137.4	120.4	103.0	79.0	81.0	92.1	106.6	120.1	121.3	130.5	1332.8
Prom.Día	3.9	4.2	4.4	4.0	3.3	2.6	2.6	3.0	3.6	3.9	4.0	4.2	43.8

ESTACION : CAÑETE												ALTITUD : 150 msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Máx	248.0	212.5	205.1	183.1	148.6	153.0	155.0	124.0	120.0	161.2	147.0	220.1	1651.4
Min	115.0	90.0	75.0	70.0	39.0	0.3	26.0	11.0	38.0	57.0	72.0	105.0	853.0
Prom.Mes	154.7	143.9	151.1	129.3	87.5	54.8	54.2	59.4	72.2	97.7	109.0	135.8	1249.6
Prom.Día	5.0	5.1	4.9	4.3	2.8	1.8	1.7	1.9	2.4	3.2	3.6	4.4	41.1

*Fuente: Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Cañete-INRENA*

## 2.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

### 2.2.1 INFORMACIÓN BÁSICA

#### INFORMACION CARTOGRAFICA

La información cartográfica básica para la generación de mapas temáticos ha consistido en: Mapas de la Carta Nacional a escala 1/100,000; con curvas de nivel a 50 m, específicamente el plano 25 L perteneciente al IGN.

#### INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

La información básica hidrometeorológica utilizada en el trabajo se muestra en anexos, los cuales constan de las precipitaciones de 7 estaciones cuya fuente fue el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), datos que proceden del estudio para la construcción del puente PACARAN. Estas estaciones fueron las de Carania, Colonia, Huangascar, Huantan, Tanta, Vilca, Yauricocha y Yauyos, los cuales tenemos información de precipitaciones diaria.

## 2.2.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

### INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Para realizar los estudios de crecientes, se dispuso de los siguientes registros de precipitaciones máximas de 24 horas de duración.

Cuadro N° 2.4.- Estaciones pluviométricas (con datos completos y cercanos a la zona)

Estación	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud	Periodo de registro
Yauricocha	4,522	12°19'	75°43'	14
Carania	3,825	12°21'00"	75°52'10"	37
Tanta	4,323	12°07'48"	76°01'00"	37
Vilcas	3,816	12°07'	75°50'	37

Fuente: SENAMHI [12]

### PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS HISTÓRICAS

Para el desarrollo y elaboración del estudio se cuenta con el registro histórico de las precipitaciones máximas en 24 horas de algunas estaciones pluviométricas mencionadas en el cuadro N° 2.5.

Para el cálculo de cunetas y alcantarillas, se usará la precipitación que nos brinda la estación de Yauricocha, ya que al elaborar el Polígono de Thiessen, observamos que el tramo en estudio se encuentra dentro del área de influencia de esta estación pluviométrica. (Ver plano PH-02 de polígono de Thiessen).

Para obtener el caudal del río Cañete para elaborar el dique de enrocado, se utilizará la precipitación obtenida por el método de Thiessen evaluadas con un período de retorno de 100 años.

Cuadro N° 2.5.- Precipitaciones máximas por estación (mm)

Año	Carania	Tanta	Vilca	Yauricocha
1964	28.4	25.4	17.6	
1965	44.3	34.5	19.6	
1966	25	26.6	33.5	
1967	18.6	28	44.8	
1968	14.1	23.7	29	
1969	29.3	33	15.3	
1970	16.6	37.9	20	
1971	18	24.5	23	
1972	20.1	26.1	19.8	
1973	22.6	18.2	22.9	
1974	16.8	19.3	25.1	
1975	16	15.1	24.8	
1976	19.3	17.5	23.6	
1977	17.4	16.4	21.7	
1978	16.1	16.3	18.5	
1979	15.1	11.7	24.1	
1980	17.1	14.4	22.9	
1981	17.5	13.1	28.3	
1982	15.9	13.3	30.5	
1983	16.6	6.7	20	
1984	14.2	11.3	32.8	
1985	12.9	12.4	27.7	
1986	20	18	30.8	
1987	20.9	16.8	35.7	37.6
1988	33.1	13.8	23.1	28.8
1989	24.4	13.9	21.8	26.1
1990	26	15.8	17.3	30.8
1991	12.4	11.8	15.5	24
1992	15.1	16	14.3	21.5
1993	16	41.6	55	40.5
1994	14.1	26.4	48.4	21.8
1995	13.5	27	42	20.2
1996	16.1	31.7	17.5	16.6
1997	14.6	74	34	28.2
1998	14.1	41.8	31	27.6
1999	15.6	24.5	18.2	24.4
2000	27	28.9	20.1	58.6

Fuente: SENAMHI[12]

## ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

El análisis de frecuencia de valores extremos referido a precipitaciones máximas diarias, es un análisis cuyo objeto es calcular el caudal de diseño, mediante la aplicación de modelos.

Los métodos probabilísticos que mejor se ajustan son:

### Distribución Normal

La distribución normal se expresa por la ecuación [3]:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}} \quad (2.1)$$

Donde:

X= Variable

$\bar{X} = \mu =$  Media

$\sigma =$  Desviación estándar

e= base de logaritmos neperianos

$\pi = 3.1416$

Los parámetros que definen la distribución normal son X y  $\sigma$ , X ubica al centro de la curva  $\sigma$  la variabilidad. Para facilitar los trabajos es conveniente transformar la distribución normal estándar, mediante el uso de la variable reducida

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma} = K \quad (2.2)$$

Así la expresión de la distribución normal estándar resulta:

$$\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \quad (2.3)$$

Los valores de Z=K se encuentran en las tablas de tratados estadísticos.

Los resultados de las series se muestran en el anexo B1.



## Distribución Log-Normal

Galton para representar el fenómeno de las precipitaciones máximas asume una distribución más o menos normal de los logaritmos de la variable X, adoptando la función la forma siguiente ecuación [3]:

$$Z=K \quad (2.4)$$

$$y=\log(x) \quad z = \frac{(y - \bar{y})}{\sigma_y} = k \quad (2.5)$$

$$F(x) = \frac{1}{X\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad (2.6)$$

El valor de k se obtiene de forma análoga al método anterior, pero usando la variable transformada

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta ley de distribución se presentan en el anexo B2.

## Distribución de Gumbel original

Sún la ley estadística de esta distribución la probabilidad de ocurrencia de un evento igual o menor que X esta dado por la siguiente función [9]:

$$P(x) = e^{-e^{-y}} \quad (2.7)$$

Donde:

e= base de logaritmos neperianos

y= variable reducida

El cálculo de los parámetros puede resolverse por diferentes métodos, entre estos el de la variable reducida.

Para el caso de muestras o series limitadas se hace uso de las expresiones siguientes:

$$X = \bar{X} + K\sigma_x \quad (2.8)$$

$$Y = \bar{Y}_n + K\sigma_n \quad (2.9)$$

$\bar{Y}_n$  y  $\sigma_n$  son funciones de la longitud de registro, se pueden obtener su valores de las tablas correspondiendo a esta función.

Luego de las reducciones se tiene que:

$$X = \bar{X} + \frac{Y - \bar{Y}_n}{\sigma_n} \sigma_x \quad (2.10)$$

Los resultados de la aplicación de este método se encuentran en el anexo B3.

### Distribución de Log-Pearson III

Se basa en la distribución teórica tipo Gamma de Pearson y Fuster, adoptada para analizar problemas hidrológicos, la función de distribución está dada para la expresión [3]:

$$F(x) = \frac{\lambda^\beta (y - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\varepsilon)}}{x\Gamma(\beta)} \quad (2.11)$$

$$\lambda = \frac{\sigma_n}{\sqrt{\beta}} \quad \beta = \left[ \frac{2}{C_s(y)} \right]^2 \quad \varepsilon = \bar{y} - \sigma_n \sqrt{\beta} \quad y = \log(x)$$

El Water Resources Council USA, introdujo esta función como un método estándar de cálculo de precipitaciones; usa la expresión modificada.

En vez de la variable x se emplea;  $y = \log x$ , usando, usando los respectivos parámetros estadísticos de y, o de sus correspondientes logaritmos.

El valor de  $C_s$  se encuentra tabulado, y este es calculado empleando la siguiente expresión:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left( \frac{X - \bar{X}}{\sigma_x} \right)^3 \quad (2.12)$$

En el anexo B4, se muestran los resultados de la muestra de valores para un periodo determinado.



## ANÁLISIS DE BONDAD DE AJUSTE

Para hallar la función de distribución que más se ajusta a los valores de precipitaciones máximas de la estación de Yauricocha, se usará 2 métodos, el método del error cuadrático mínimo [1] y la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov [1].

### Método del error cuadrático mínimo [1]

Este método consiste en calcular para cada función de distribución, el error cuadrático (C), expresado de la siguiente forma:

$$C = \left[ \sum_{i=1}^n (x_{e_i} - x_{0_i})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.13)$$

C= error cuadrático

$x_{e_i}$  = i-ésimo dato estimado

$x_{0_i}$  = i-ésimo dato calculado con la función de distribución

En el anexo B5 se muestra el cuadro con los cálculos obtenidos, donde se tiene que estas distribuciones presentan valores casi similares, siendo la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov, el método que definirá la función de distribución a usar.

### Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov [1]

Como prueba alterna para hallar la distribución a usar, se utilizará la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov (Por tener una muestra pequeña y por tener datos completos) que consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia “D” entre la función de distribución de probabilidad observada  $F_o(X_m)$  y la estimada por cada función  $F(X_m)$ .

$$D = \text{máx.} |F_o(X_m) - F(X_m)| \quad (2.14)$$

El valor de “d” del numero de datos y el nivel de significancia seleccionados del cuadro N° 2.6, si  $D < d$  se acepta la hipótesis nula.

La función probabilidad observada se calcula como:

$$F_o(X_m) = 1 - m / (n + 1)$$

Donde:

m: es el numero de orden del dato  $X_m$  en una lista de mayor a menor

N: es el número total de datos.

Para la prueba de ajuste se aceptara todas las funciones de distribución consideradas para el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , para el cual el valor critico "d" es 0.354 con  $n = 14$ .

El cuadro N° 2.7, muestra el resultado de la prueba de ajuste de bondad de Kolmogorov – Smirnov, donde se muestra claramente que la mejor distribución de probabilidad que se ajusta es la distribución Log-Pearson III por tener un  $D_{max}$  menor que las otras distribuciones de probabilidad.

Cuadro N° 2.6.- Valores críticos de "d" para la prueba de Kolmogorov - Smirnov

Tamaño de la Muestra	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.10$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
Ngrande	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2.7.- Tabla Resumen

Distribución	$D_{m\acute{a}x}$	$D_{crítico}$	Ajuste	Observación
Normal	0.1760	0.354	Bueno	
Log-Normal	0.1133	0.354	Bueno	
Gumbel original	0.1303	0.354	Bueno	
Log-Pearson III	0.0757	0.354	Bueno	Presenta el menor $D_{m\acute{a}x}$

Fuente: Elaboración propia

## PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Las precipitaciones máximas para los distintos periodos de retorno evaluados con la estación Yauricocha, evaluados con la distribución Log-Pearson III es la siguiente:

Cuadro N° 2.8.- Distribución Log Pearson III

T (años)	P	w	Z	KT	Log Pp	PP (mm)
2	0.5	1.177	0	-0.142	1.4209	26.36
5	0.2	1.794	0.841	0.769	1.5478	35.3
10	0.1	2.146	1.282	1.334	1.6265	42.32
20	0.05	2.448	1.645	1.851	1.6984	49.93
25	0.04	2.537	1.751	2.01	1.7205	52.55
50	0.02	2.797	2.054	2.488	1.7871	61.25
100	0.01	3.035	2.327	2.947	1.8510	70.96
200	0.005	3.255	2.576	3.392	1.9129	81.84

Fuente: Elaboración propia (Ver anexo B4)

Cuadro N° 2.9.- Periodos de retorno para diseño de obra de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito

Tipo de obra	Periodo de Retorno en años
Puentes y pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10-20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito [4]

### 2.2.3 INVENTARIO DE QUEBRADAS

En el presente informe evaluaremos la quebrada ubicada en la progresiva del kilometro 164+250, para la cual tenemos las siguientes características obtenidas del plano de topográfico de la zona:

Cuadro N° 2.10.- Descripción de cuenca

Nombre de Quebrada	Área km <sup>2</sup>	L <sub>c</sub> km	Desnivel km	Pendiente m/m
Sin nombre	0.073	0.8	0.4	0.5

Fuente: Elaboración propia

L<sub>c</sub>= Longitud del cauce principal (km)

## 2.2.4 PARÁMETROS HIDROLÓGICOS

Se consideran varias fórmulas para el cálculo de tiempo de concentración, las cuales mencionamos a continuación:

### TIEMPO DE CONCENTRACION

Una de las variables que caracteriza la escorrentía superficial es el tiempo de concentración, el cual mide el tiempo que se necesita para que toda la cuenca contribuya con escorrentía superficial. Para este caso tomaremos las fórmulas de Kirpich, Hathaway, el US Army Corps of Engineers.

#### Formula de Kirpich [11]

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%).

Este indica lo siguiente:

$$T_c = \frac{0.06628 \times L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (2.15)$$

Donde:

Tc= Tiempo de concentración (Horas)

L= Longitud del cauce principal (Km)

S= Pendiente (m/m)

#### Formula de Hathaway [11]

Esta fórmula toma en cuenta la rugosidad en función de la vegetación.

La ecuación obtenida sería la siguiente:

$$T_c = \frac{0.606 \times (L \times n)^{0.465}}{S^{0.234}} \quad (2.16)$$

Donde:

Tc= Tiempo de concentración (Horas)

L= Longitud del cauce principal (Km)

S= Pendiente (m/m)

n= Factor de rugosidad (ver anexo B6)

### Formula del US Army Corps of Engineers [11]

Esta fórmula empírica fue realizada por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos de América.

La ecuación obtenida sería la siguiente:

$$T_c = \frac{0.30 \times L^{0.76}}{S^{0.19}} \quad (2.17)$$

Donde:

Tc= Tiempo de concentración (Horas)

L= Longitud del cauce principal (Km)

S= Pendiente (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de manning (n=0.20). Ver fotos.

Cuadro N° 2.11.- Tiempo de concentración

METODOS	Long. Cauce (Km)	Área de la Cuenca (Km <sup>2</sup> )	Pendiente cauce (m/m)	Rugosidad de Manning (n)	Tc (h)
KIRPICH	0.8	0.073	0.52		0.07
HATHAWAY	0.8	0.073	0.52	0.20*	0.30
U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS	0.8	0.073	0.52		0.29

Fuente: *Elaboración propia*

\* *Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso (Anexo B5).*

Usaremos el promedio del tiempo de concentración de Hathaway y el USACE, ya que el método de Kirpich es usado para pendientes pequeñas (3 a 10%) y aquí obtenemos un valor muy bajo de tiempo de concentración. Entonces Tc=0.29 horas.

### INTENSIDAD MÁXIMA DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de lluvia es el caudal de agua que pasa una determinada superficie, se vienen usando los siguientes métodos:

#### Método de Soil Conservation Service [11]

Ecuación empírica elaborada por el Soil Conservation Service (SCS), el cual predice una intensidad de lluvia (mm/h) evaluada con los parámetros de

precipitación máxima de 24 horas en un periodo de retorno específico y el tiempo de concentración (hr) correspondiente a la cuenca.

Para la transformación de la precipitación a intensidad usaremos la siguiente fórmula:

$$I_{\text{hora}} = \frac{0.280049 \times P_{\text{max24horas}}}{T_c^{0.6}} \quad (2.18)$$

Donde:

$I_{\text{hora}}$  = Intensidad en mm/h

$P_{\text{max24hr}}$  = Precipitación máxima en 24 horas en un periodo de retorno

$T_c$  = tiempo de concentración

Para este caso en un periodo de retorno de 10 y 50 años (para cunetas y alcantarillas respectivamente) tendremos un  $P_{\text{max24horas}} = 42.32$  mm y 61.25 mm respectivamente y el  $T_c = 0.29$  hr lo obtenemos del ítem anterior.

$$I_{10 \text{ años}} = \frac{0.280049 \times 42.32}{0.29^{0.6}} = 24.97 \text{ mm/h} \quad (2.19)$$

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{0.280049 \times 61.25}{0.29^{0.6}} = 36.13 \text{ mm/h} \quad (2.20)$$

### Ecuación de Yance Tueros [11]

Ecuación realizada a partir de información obtenida de ríos del país, que a partir de la precipitación máxima a 24 horas respecto a un periodo específico, determina la intensidad correspondiente. Esta ecuación fue calibrada por el Ingeniero Yance Tueros.

Para la transformación de la precipitación a intensidad usaremos la siguiente fórmula:

$$I_{\text{hora}} = C \times (P_{\text{max24h}})^n \quad (2.21)$$

Donde:

$I_{\text{hora}}$  = Intensidad en mm/h

$C = 0.4602$

$n = 0.785$

$P_{\text{max24h}}$  = Precipitación máxima en 24 horas de un periodo de retorno



Para este caso en un periodo de retorno de 10 y 50 años, tendremos un  $P_{max24horas} = 42.32$  mm y 61.25 mm respectivamente y el  $T_c = 0.29$  horas lo obtenemos del ítem anterior.

$$I_{10 \text{ años}} = 0.4602 \times (42.32)^{0.785} = 12.19 \text{ mm/h} \quad (2.22)$$

$$I_{50 \text{ años}} = 0.4602 \times (61.25)^{0.785} = 16.85 \text{ mm/h} \quad (2.23)$$

### Formula de IILA Modificada [11]

Propuesto por el "Estudio de Hidrología del Perú", convenio de cooperación técnica del Instituto Italo - Latinoamericano (IILA), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Para la transformación de la precipitación a intensidad se usará la siguiente fórmula:

$$I_{t,T} = a \times (1 + K \times \log T) \times (t + b)^{n-1} \quad (2.24)$$

Donde:

$I_{t,T}$  = intensidad de la lluvia (mm/h)

a = Parámetro de intensidad (mm)

K = Parámetro de frecuencia

b = Parámetro 0.5 (Costa, centro y sur), 0.4 (Sierra) y 0.2 (Costa norte y Selva)

n = Parámetro de duración (adimensional)

t = duración

El tramo está ubicado en la subzona 123<sub>11</sub>, a una altura de 3250 msnm, entonces obtenemos los siguientes valores (ver anexo B7):

Para T=10 años

a	k	Tr	t	b	n
7.935	0.553	10	0.29	0.4	0.286

**i = 16.06 mm/h**

Para T=50 años

a	k	Tr	t	b	n
7.935	0.553	50	0.29	0.4	0.286

**i = 20.06 mm/h**

**Ecuación de Dick & Peschke [11]**

La estación de lluvia seleccionada, no cuenta con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. Sin embargo éstas pueden ser calculadas a partir de las lluvias máximas en base al modelo de Dick y Peschke. Este modelo permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

$$P = \left( \frac{d}{1440} \right)^{0.25} \times P_{\max 24h} \quad (2.25)$$

Donde:

P = Precipitación mm

d=Tiempo de evaluación menor a 24 horas en minutos

$P_{\max 24h}$  = Precipitación máxima en 24 horas de un periodo de retorno

Este lo aplicamos a la curva de relación Intensidad – duración – frecuencia, que nos devuelve una relación de la siguiente manera:

$$I = \frac{C^k \times T^m}{t^n} \quad (2.26)$$

Donde:

I=Intensidad

T=Periodo de retorno

t= Duración en minutos

C, k, m y n =Parámetros, usualmente C=10

De esto obtenemos el siguiente cuadro N° 2.12 (Ver cálculos en Anexo B8):

Cuadro N° 2.12.- Valores de parámetros

n	m	k
-0.75	0.2348	2.3684

Fuente: *Elaboración propia*

Se obtiene:



$$I = \frac{10^{2.3684} \times T^{0.2348}}{t^{0.75}} \quad (2.27)$$

Evaluando para un periodo de retomo especifico, tenemos:

$$I_{10 \text{ años}} = \frac{10^{2.3684} \times 10^{0.2348}}{(0.29 \times 60)^{0.75}} = 47.22 \text{ mm/h} \quad (2.28)$$

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{10^{2.3684} \times 50^{0.2348}}{(0.29 \times 60)^{0.75}} = 68.90 \text{ mm/h} \quad (2.29)$$

De todos estos valores consideraremos el mayor para cada período de retomo, siendo estos los de la ecuación de Deck y Pesche, debido a que al evaluar con los demás métodos, la sección de cuneta y alcantarilla serian muy pequeñas, es decir para fines académicos usaremos las mayores intensidades.

### COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Para hallar el coeficiente de escorrentía de la zona en estudio, se usará el valor obtenido de evaluar la condición de la cuenca, (Se cuenta con información fotográfica de la zona en estudio) estos cuadros son los siguientes:

Cuadro N° 2.13.- Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía

Condición	Valores			
1. Relieve del terreno	$K_1 = 40$ Muy accidentado pendiente superior al 30%	$K_1 = 30$ Accidentado pendiente entre 10% y 30%	$K_1 = 20$ Ondulado pendiente entre 5% y 10%	$K_1 = 10$ Llano pendiente inferior al 5%
2. Permeabilidad del suelo	$K_2 = 20$ Muy impermeable Roca sana	$K_2 = 15$ Bastante impermeable Arcilla	$K_2 = 10$ Permeable	$K_2 = 5$ Muy permeable
3. Vegetación	$K_3 = 20$ Sin vegetación	$K_3 = 15$ Poca Menos del 10% de la superficie	$K_3 = 10$ Bastante Hasta el 50% de la superficie	$K_3 = 5$ Mucha Hasta el 90% de la superficie
4. Capacidad de retención	$K_4 = 20$ Ninguna	$K_4 = 15$ Poca	$K_4 = 10$ Bastante	$K_4 = 5$ Mucha

Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito [6]

Cuadro N° 2.14.- Coeficiente de escorrentía (Ver cuadro anterior)

$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4$	C
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

Fuente: *Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito [6]*

Donde para la cuenca en estudio se tiene:

K1	K2	K3	K4	K	C
40	10	10	15	75	0.65

### 2.2.5 CAUDAL DE DISEÑO

Para el diseño de cunetas y alcantarillas, se usará el método racional, el cual se aplica a cuencas de área menor a 12.5 km<sup>2</sup> [9].

Interviene el concepto de intensidad máxima de la lluvia en el periodo de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, la expresión matemática es la que sigue:

$$Q = 0.278CIA \quad (2.30)$$

Donde:

Q= Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A= Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

### 2.3 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Para este informe se diseñará los siguientes elementos:

- Cunetas, para todo el recorrido del tramo en estudio.

- Alcantarillas, que sún inspección de campo sería del tipo alcantarilla de paso, debido a que se tiene presencia de una quebrada, esta se ubica en la progresiva del km 164+250.
- Dique de enrocado, necesario para el reforzamiento contra la erosión en la progresiva del km 164+240.

### 2.3.1 CUNETAS

Son elementos de drenaje longitudinal, de sección preferiblemente triangular, en este caso serán revestidas de concreto armado, se instalan para captar las aguas de escorrentía superficial tanto de la calzada como del talud natural superior que inciden directamente sobre la vía.

#### Inventario

El inventario se realizo de manera visual, corroborándose que no existen cunetas a lo largo de los 300m del tramo en estudio (Ver anexos de fotos).

#### Evaluación

Al evaluar las cunetas en la zona de estudio, se concluyó que estas se encuentran en un estado deficiente (Ver anexo de fotos), tal es así que partiremos con la premisa de que no existen cunetas en la zona y así poder iniciar el diseño respectivo.

#### Criterios de diseño de las cunetas

Para estimar la capacidad hidráulica de la cuneta típica se estimaron los caudales de diseño utilizando el método racional y un área de drenaje a lo largo de la vía. La duración de la precipitación se estimo considerando el tiempo de concentración de las zonas drenadas. Para el estudio se considero una cuneta con sección triangular revestida de concreto, la cual verificaremos que cumpla con parámetros de velocidad y borde libre. La pendiente de esta será de 1V:1H para el lado ubicado en la cara de la ladera, mientras que el lado ubicado en la vía tendrá una pendiente de 1V:2H, de tal manera que cumple con los requerimientos que especifica el manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.

## Diseño de Cunetas

En 1889 el ingeniero irlandés Robert Manning, presentó una ecuación, la cual fue modificada hasta llegar a su ya conocida fórmula.

Formula de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (2.31)$$

Por ecuación de continuidad:

$$Q = A \times V \quad (2.32)$$

$$Q = A \times \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (2.33)$$

Q = Capacidad de las cunetas en m<sup>3</sup>/s

A = Área hidráulica (m<sup>2</sup>)

P = Perímetro mojado (m)

V = Velocidad promedio (m/s)

R = Radio hidráulico (A/P)

S = Pendiente (%)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

Cuadro N° 2.15.- Valores del coeficiente de Manning (Ver cuadro anterior)

Tipo de canal	Mínimo	Normal	Máximo
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto alisado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Canal sin revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida	0.050	0.080	0.120
Río en planicies de cauce recto sin zonas con piedras y malezas	0.025	0.030	0.035
Ríos sinuosos o torrentosos con piedras	0.035	0.040	0.600

*Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito [6]*

### - Velocidades límites

Velocidad límite de sedimentación: 0.6m/s

Velocidad límite de erosión: 4.5m/s a 6m/s

Cuadro N° 2.16.- Velocidad máxima del agua

Tipo de superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

\* Para flujos de muy corta duración

*Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito [6]*

Entonces la velocidad resultante

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (2.34)$$

### - Diseño de cunetas

Longitud del tramo (km) = 0.15

Ancho promedio (km) = 0.10

Área de escurrimiento (km<sup>2</sup>)= 0.015

### - Determinación del caudal hidrológico de diseño

Usaremos el método racional, usado para cuencas pequeñas.

$$Q = \frac{(C \cdot I \cdot A)}{3.6} \quad (2.35)$$

A= 0.015 km<sup>2</sup>

I = 47.22 mm/h (Periodo de retorno de 10 años, ver cuadro N° 2.9)

C= 0.65

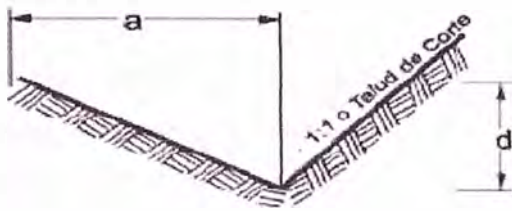
**Qdiseño = 0.128 m<sup>3</sup>/s (Periodo de retorno de 10 años)**

Donde obtenemos los siguientes valores:

V(m/s)=	2.17 m/s	
n=	0.017	Revestimiento de concreto
S (%)=	0.02	Pendiente mínima del tramo
Y(m)=	0.20 m	
d(m)=	0.30 m	usualmente se toma Fb=10cm
a(m)=	0.60 m	Pendiente 1:2

De donde concluimos que tenemos la dimensión mínima por norma.

Figura N° 2.1.- Diseño típico de cunetas



IX.1.2. DIMENSIONES DE CUNETAS		
REGIÓN	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
SECA	0.20	0.40
LLUVIOSA	0.30	0.60
MUY LLUVIOSA	0.30*	1.20

\* Cuneta trapezoidal de 0.30m (mínimo) de ancho de fondo

Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito [6]

- **Altura de Borde libre**

a. **Criterio de borde libre igual a 10cm**

(Usualmente usado en obras de carreteras)

**Fb=0.10m**

Fb=Borde libre (m)

b. **Criterio de borde libre igual a ¼ del tirante**

(Canales pequeños)

**Fb=1/4(d)**

Fb= 0.05m

Fb=Borde libre (m)

Y= Tirante de agua (m)

Se utilizará la medida de 0.10m, la cual es una medida que se suele dar a elementos de este tipo.



### 2.3.2 ALCANTARILLAS

Son elementos pertenecientes al drenaje transversal de una carretera, su ubicación se presenta en los puntos de drenaje tales que como quebradas, cruces de canales, cunetas y zanjas colectoras para evacuar las aguas fuera de la carretera evitando daños a la carpeta asfáltica.

#### Inventario

No se encontró ningún tipo de elemento de drenaje transversal, pero si se encontró una quebrada ubicada en la progresiva del kilometro 164+250.

#### Evaluación

Al no encontrarse algún elemento de drenaje transversal a lo largo de la vía, pero si una quebrada, se vio la necesidad de contar con una alcantarilla para eliminación del agua que corre por esta quebrada. Esta tendrá salida hacia el río y cumplirá con los requerimientos que especifica el manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.

#### Criterios de diseño de alcantarillas

Para la selección del tipo de obra, se tuvieron en cuenta diversos factores, tales como el caudal, pendiente de la corriente del sitio, velocidad mínima en tuberías, siendo el caudal de diseño empleado para el dimensionamiento de las obras el correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. Se verificara por cumplimiento de pendiente mínima y que el tirante comprenda entre el 20% y 80% del diámetro de la alcantarilla.

#### Diseño de alcantarillas

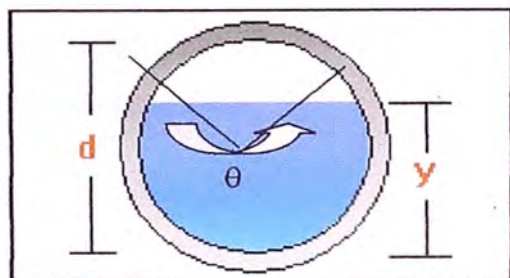
##### - Cálculo de alcantarillas

**Tirante**  $Y = d (1 - \cos\theta/2) / 2$  (2.36)

**Área Hidráulica**  $A = d^2 * (\theta - \text{sen}\theta) / 8$  (2.37)

**Perímetro mojado**  $P = \theta d / 2$  (2.38)

**Espejo de agua**  $T = d \text{sen}\theta / 2$  (2.39)



Fórmula de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (2.40)$$

Por ecuación de continuidad:

$$Q = A \times V \quad (2.41)$$

$$Q = A \times \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (2.42)$$

Q = Capacidad de las cunetas en m<sup>3</sup>/s

A = Área hidráulica (m<sup>2</sup>)

P = Perímetro mojado (m)

V = Velocidad promedio (m/s)

R = Radio hidráulico (A/P)

S = Pendiente (%)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (ver Cuadro N° 2.15)

- **Velocidades límites (Ver Cuadro N° 2.16)**

Velocidad límite de sedimentación: 0.6m/s

Velocidad límite de erosión: 5m/s

Simplificando 0.2d < y/d < 0.8d

Entonces la velocidad resultante:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (2.43)$$

- **Diseño de alcantarillas**

Longitud del cauce (km) = 0.8

Área de cuenca (km<sup>2</sup>) = 0.073

- **Determinación del caudal hidrológico de diseño**

Usaremos el método racional, usado para cuencas pequeñas.

$$Q = \frac{(C \cdot I \cdot A)}{3.6} \quad (2.44)$$

A= 0.073 km<sup>2</sup>

I = 68.90 mm/h (Periodo de retorno de 50 años)

C= 0.65

$$Q_{\text{cuneta}} = 0.128 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{alcantarilla}} = 0.908 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 1.036 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verificación con diámetro de alcantarilla de 36" (90 cm)

#### - Verificación con $0.2d < y/d < 0.8d$ (diseño pluvial urbano)

Q(m <sup>3</sup> /s)=	1.036 m <sup>3</sup> /s	Caudal de diseño
V(m/s)=	2.65 m/s	Velocidad
n=	0.021	
S(%)=	0.02	
Y(m)=	0.53 m	HCANALES (Anexo B9)
d(m)=	0.90 m	
$0.2d < y/d < 0.8d$	0.59m	Se observa que 0.90m es el diámetro recomendado

$$0.18\text{m} < \mathbf{0.59\text{m}} < 0.72\text{m}$$

Sún el manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, el diámetro mínimo de alcantarillas metálicas es de 90cm, entonces estaríamos cumpliendo con todo lo requerido por este manual.

### 2.3.3 DEFENSA RIBEREÑA

Son estructuras conformadas sobre la base del material de río dispuestos en forma trapezoidal y revestido con roca pesada en su cara húmeda; pueden ser continuos o tramos priorizados donde se presenten flujos de agua que actúan con gran poder erosivo.

La roca debe extraerse de canteras de buena calidad y estar ubicadas a una determinada distancia, recomendándose los más cercanos a la zona de trabajo.

#### Inventario

No se encontró ningún tipo de defensa ribereña a lo largo del tramo en estudio, quedando solo el plantear el diseño del dique de enrocado.

## Evaluación

Se realizó un recorrido para visualizar las laderas del río a lo largo del tramo en estudio, observando un tramo, ubicado en la progresiva del km 164+240, donde se determinó plantear un dique de enrocado para evitar la erosión debida al flujo del río.

Ventajas de su uso:

Es flexible y se acomoda a las variaciones que puedan darse producto de la acción del río sobre las riberas, sin afectar su estabilidad.

Las pérdidas o daños locales pueden ser reparados con reemplazo de material.

Fácil proceso constructivo.

Desventajas:

El acomodo de los materiales debe hacerse empleando maquinaria pesada, lo cual puede incrementar su costo.

Requiere de taludes de reposo suaves.

## Criterios de diseño del dique de enrocado

### Sección estable de Río o amplitud de cauce.

Existen varios métodos de cálculo de la sección estable del lecho del río, se considera que las condiciones de los ríos, requiere línea de observación directa; en tal sentido, en base a ensayos en este tipo de obras en los ríos de la costa, se puede establecer una sección representativa para el río.

Para el cálculo de la sección estable se considera la teoría del régimen estable de

#### a. Método de Gerald Lacey [10]:

En 1929 dio a conocer a conocer sus ecuaciones para el dimensionamiento de canales, a partir de datos provenientes de la India, Pakistan y Egipto, sus ecuaciones fueron obtenidas empíricamente y bajo el sistema inglés, este fue:

$$B = 2.667 \times Q^{\frac{1}{3}} \quad (2.45)$$

Donde:

B= ancho de encauzamiento (pies)

Q= caudal (p3/s)

**b. Método de Blench [10]:**

Blench estudio el comportamiento hidráulico de canales construidos en la India, principalmente con fines de riego. Su objetivo era determinar bajo qué condiciones un canal de tierra, sin revestimiento, lleva un caudal en estado de equilibrio: sin erosión y sedimentación para lechos de grava.

$$B = 3.26 \times Q^{0.5} \quad (2.46)$$

Donde:

B= ancho de encauzamiento (m)

Q= caudal (m3/s)

**c. Método de Altunin [10]:**

Este método fue elaborado por Altunin para ser usado en lechos con material granular.

$$B = \frac{A \times Q^{0.5}}{S^{0.2}} \quad (2.47)$$

Donde:

B= ancho de encauzamiento (m)

Q= caudal (m3/s)

S= pendiente del cauce (m/m)

A= coeficiente dado por la expresión:

$$A = (nK^{\frac{5}{3}})^{\frac{3}{3+5m}} \quad (2.48)$$

Donde:

n= coeficiente de rugosidad de Manning

K= coeficiente que depende de la resistencia de las orillas. En problemas de ingeniería se acepta K=1.0.

m= exponente igual a 1.0 para cauces aluviales.

**- Tirante de Máxima Avenida y Altura de Encauzamiento [13]**

Teniendo en consideración la avenida de diseño del proyecto, la pendiente promedio de la zona del proyecto, el coeficiente de rugosidad de Manning y la sección estable del río, se determina el tirante máximo, según la relación:

$$Q = (A R^{2/3} S^{1/2}) / n \quad (2.49)$$

Donde:

Q = caudal de avenida del proyecto (m<sup>3</sup>/s)

A = área de sección (m<sup>2</sup>)

R = radio hidráulico (m)

S = pendiente del río (%)

n = coeficiente de rugosidad

La altura que tendrá el dique de encauzamiento será igual al tirante máximo, más un bordo libre, que se aproxima a la altura de la inercia, o energía de velocidad a carga de la misma, multiplicado por un coeficiente que está en función de la máxima descarga y pendiente del río.

$$H = h + B_L \quad (2.50)$$

$$B_L = \phi e \quad (2.51)$$

$$e = V^2 / 2g = (Q^2 / 2g A^2) \quad (2.52)$$

Donde:

H= altura del dique (m)

h= tirante de la máxima avenida (m)

B<sub>L</sub>= bordo libre (m)

V= velocidad media del agua (m/s)

g= gravedad (m/s<sup>2</sup>)

φ= coeficiente en función de la máxima descarga y pendiente (práctico)

e= energía de la velocidad

El borde libre permite controlar la variación instantánea del caudal por disminución de la velocidad y elevación del tirante.

También se puede calcular, teniendo en consideración el perfil normal, el mismo que permita el escurrimiento de las aguas, y el transporte de acarreos. Deberá tomarse en consideración los tramos donde el río haya alcanzado su equilibrio.

Formula Manning Strickler:

$$V_m = K_s R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.53)$$



Donde:

$V_m$  = velocidad media (m/s)

$R$  = radio hidráulico

$S$  = pendiente (%)

$K_s$  = coeficiente de rugosidad que depende del lecho natural del río. Ver anexos.

Considerando valores de acarreo para secciones amplias  $b_o > 30$  m Se tiene:

$$Q = b_o * t (K_s t^{2/3} S^{1/2}) \quad (2.54)$$

$$t = (Q / (K_s * b_o * S^{1/2}))^{3/5} \quad (2.55)$$

### - Pendiente del talud

Depende de las propiedades de los materiales disponibles para su construcción, así como de las condiciones de la cimentación y altura de la estructura. Un talud adecuado sirve para dar estabilidad al dique. Se elegirá un talud de 1.5, debido al espacio y materiales que se va a usar y también de acuerdo a la estabilidad que se requiere que tenga.

### - Profundidad de Socavación

Para determinar la socavación se estima que el método propuesto por L.L. Lischtvan Lebediev, es el que más se ajusta a los trabajos ejecutados, en cauces naturales definidos. Es necesario evaluar la erosión máxima esperada, en una sección calculada para un caudal de diseño o máxima descarga.

Este método considera la velocidad erosiva, que es la velocidad media calculada capaz de degradar el fondo del río y se expresa:

$$V_e = 0.6 \gamma_s^{1.18} B. t^x \quad (2.56)$$

Esta velocidad  $V_e$ , se dará cuando se efectúen contracciones en el cauce de río, para fines determinados como, construcción de puentes, defensas ribereñas, etc. Se opera con suelos cohesivos y rugosidad uniforme. A partir de la expresión indicada y considerando la sección estable y el tirante calculado. Tenemos:

$$Q = K_s * B_o * t^{5/3} S^{1/2} \quad (2.57)$$

Haciendo  $a = K_s * S^{1/2}$  (constantes)

$$Q = a * b_o * t^{5/3} \quad (2.58)$$

Luego:

$$a = Q / b_o * t^{5/3} \quad (2.59)$$

La velocidad  $V_r$  (Velocidad real), con la profundidad incrementada hasta  $t_s$  (tirante que corresponde a la profundidad a la que se desea evaluar la velocidad erosiva) disminuirá de tal forma que:

$$Q = V_r * t_s * b_o = a * b_o * t^{5/3} \quad (2.60)$$

Despejando  $V_r$

$$V_r = a * b_o * t^{5/3} / t_s \quad (2.61)$$

La erosión del fondo se detendrá a una profundidad que cumpla la condición:

$$V_e = V_r \quad (2.62)$$

Reemplazando valores de  $V_e$  y  $V_r$

$$0.6 \gamma_s^{1.18} B \cdot t_s^x = a * b_o * t^{5/3} / t_s \quad (2.63)$$

Despejando  $t_s$  obtenemos:

$$t_s = ((a * b_o * t^{5/3}) / (0.6 \gamma_s^{1.18} B))^{1/(1+x)} \quad (2.64)$$

En forma similar para suelos no cohesivos:

$$V_e = 0.68 * D_m^{0.28} * t_s^x \quad (2.65)$$

Luego:

$$t_s = (a * b_o * t^{5/3} / 0.68 * D_m^{0.28} * B)^{1/(1+x)} \quad (2.66)$$

Luego la profundidad de socavación será:

$$H_s = t_s - t \quad (2.67)$$

Donde:

$V_e$  = velocidad erosiva (m/s)

$V_r$  = velocidad real (m/s)

$\gamma_s$  = peso específico del suelo seco que se encuentra a la profundidad  $H_s$ , en Ton/m<sup>3</sup>. (Ver cuadro en anexos)

$B$  = coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia sin el efecto de erosión. (Ver cuadro en anexos)

$Q$  = descarga de diseño (m<sup>3</sup> / s)

$b_o$  = sección estable determinada (m)

$t_s$  = tirante que corresponde a la profundidad a la que se desea evaluar la velocidad erosiva (m)

$t$  = tirante normal (m)

Hs = profundidad de Socavación.

X = exponente para material no cohesivo en función del diámetro característico  
(Ver cuadro en anexos)

Dm=diámetro medio (m).

### Material de filtro [10]

Para evitar el movimiento de partículas, se colocará un filtro entre ambos materiales; que consistirá de materiales pétreos debidamente graduados.

La curva de graduación de filtros debe cumplir las siguientes condiciones:

1. D50 (filtro) no mayor que 10 D50 (suelo) ó
2. D15 (filtro) no mayor que 4 D85 (suelo) si esto da un valor de :

$$D50 (\text{filtro}) / D50 (\text{suelo}) \text{ mayor que } 10 \quad (2.68)$$

Sin embargo es recomendable hacer pruebas de laboratorio para comprobar la satisfactoriedad de los filtros siempre que sea posible y se recomienda particularmente cuando:

$$D50 (\text{filtro}) / D50 (\text{suelo}) \text{ es mayor que } 20 \quad (2.69)$$

La condición (1) se recomienda para suelos y filtros uniformes, para suelos bien graduados esta condición es muy severa y para ellos es recomendable la condición (2).

El material de filtro a usar será el Geotextil; pues se ha descontinuado el uso de filtros de grava, debido a su mayor costo.

El geotextil deberá cumplir con las especificaciones mínimas que se mencionan en el anexo B10.

### Diseño del dique de enrocado

#### a. Cálculo del caudal de diseño:

Aplicaremos el criterio de utilizar el promedio obtenido por el polígono de Thiessen aplicado a las estaciones de Yauricocha y Vilcas que son las que más

área de influencia tienen respecto a la cuenca, entonces obtendríamos  $P = 67.76$  mm. (Anexo B11)

Luego con esta precipitación hallamos el caudal de diseño aplicando el Método de Hidrograma unitario sintético de forma triangular, el cual se define de la siguiente manera:

**b. Hidrograma unitario triangular (adimensional)- S.C.S**

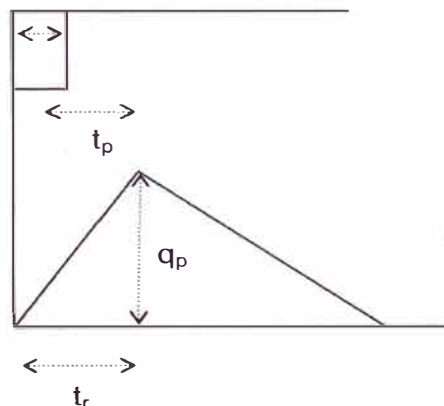
Obtención de hidrogramas unitarios a partir de datos geomorfológicos e hidrológicos [3]:

- Distancias a diversos puntos de la cuenca.
- Ramificación de la red de drenaje.
- Forma de la red.
- Pendientes, etc.

En este hidrograma unitario el caudal se expresa como relación del caudal  $Q_{\text{máx}}$  con respecto al caudal pico  $q_p$ , y el tiempo por la relación del tiempo  $t$  con respecto al tiempo de ocurrencia del pico  $t_p$  en el hidrograma unitario.

Figura N° 2.2

Hidrograma unitario triangular  
D



Fuente: Ven Te Chow, "Hidrología aplicada" [3]

Luego:

$$q_p = 0.555 A / t_b \quad (2.70)$$

$$t_b = 2.67 t_p \quad (2.71)$$

$$t_p = t_c / 2 + t_r \quad (2.72)$$

$$t_p = \sqrt{t_c + t_r} \quad (2.73)^*$$

(\*Por ser de área > 5 km<sup>2</sup>, esta fórmula se usará)

$$t_r = 0.6^* t_c \quad (2.74)$$

$$t_r = 0.005(L/\sqrt{S})^{0.64} \quad (2.75)$$

(Usaremos esta)

$$Q_{\text{máx}} = q_p * Pe \quad (2.76)$$

$$Pe = \frac{\left(P - \frac{508}{N} + 5.08\right)^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32} \quad (2.77)$$

N es el número de escurrimiento, Pe y P están en cm. (Ver anexo B12 para la determinación de N)

Donde:

$q_p$  : caudal pico ( $m^3/s/mm$ )

A: área de la cuenca ( $km^2$ )

$t_p$ : tiempo al pico (h)

$t_r$  : tiempo de retardo (hr)

$t_c$  : tiempo de concentración de la cuenca (h)

L: Longitud del cauce principal (m).

S: Pendiente en %.

P= precipitación máxima de 24 horas

Pe=precipitación efectiva (cm)

### c. Las característica de la cuenca de Alis

Cota Max = 4750 msnm

Cota Min = 3150 msnm

L cau. Prin. = 34.049 km

Área = 419.290  $km^2$

N=60 (Ver anexo B12)

Evaluando el tiempo de concentración con los métodos anteriores, se obtiene:

Cuadro N° 2.17.- Tiempos de concentración (Tc)

Método	Tc(horas)
Kirpich	3.25
Hathaway	3.02
USCE	7.82

Fuente: Elaboración propia.

En este caso utilizaremos el promedio del método de Kirpich y Hathaway, por tener casi el mismo tiempo de concentración, este valor es  $T_c = 3.13$  hr.

Luego:

$P_e = 5.65$  mm

Finalmente:

$$q_p = 0.555 A / t_b \quad (2.78)$$

$$q_p = 20.90 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm} \quad (2.79)$$

$$Q_{\text{máx}} = q_p * P_e \quad (2.80)$$

$$Q_{\text{máx}} = 5.65 \text{ mm} * 20.90 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm} \quad (2.81)$$

$$Q_{\text{máx}} = 118.17 \text{ m}^3/\text{s} \quad (2.82)$$

Con esto iniciaremos el cálculo de las medidas del dique de enrocado, el cual se encuentra en el anexo B13.

No se tiene información acerca de la altura de socavación, coeficiente de manning de la sección del río, tirante normal, diámetro medio de las partículas y demás datos que se necesita para hallar las características geométricas del dique enrocado, para lo cual se usará datos correspondiente a un río de semejantes características, en este caso los datos pertenecientes al río Mantaro. Este criterio se asumió debido a que la gran mayoría de trabajos realizados por el MTC en la zona de estudio datan del año 1955 y no se cuenta con información más actual.



## CAPITULO III EXPEDIENTE TECNICO

### 3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

Con la finalidad de mejorar **LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO** a nivel de carpeta asfáltica se ha planteado algunas soluciones debido a las condiciones en que se encuentra actualmente la zona.

Podemos mencionar que para el problema de drenaje existente, se propone la construcción de cunetas revestidas de concreto a lo largo de la vía, también se propone la ejecución de los trabajos para construir una alcantarilla y finalmente construir un muro de enrocado para solucionar el problema de erosión del río.

El diseño planteado garantizara mantener la vida útil de la vía y al mismo tiempo brindar total seguridad al usuario cumpliendo siempre los criterios de diseño y especificaciones de la norma EG 2000 y DG-2001.

### 3.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### 3.2.1. TRABAJOS PRELIMINARES

#### SECCION 101B MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

##### Objetivos

Esta partida consiste en el traslado del equipo mecánico que no cuenta el proyecto al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar los trabajos.

##### Método de medición

La movilización se efectuará considerando en el caso de equipo pesado el peso de la unidad a transportarse y el equipo auto propulsado será considerado de acuerdo al tiempo de traslado.

##### Pago

El pago de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- El 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra.
- El 50% restante de la movilización y desmovilización será pagado cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya retirado el equipo de la obra con la autorización del ingeniero residente.

Ítem de Pago	Unidad de pago
Movilización y desmovilización de equipos	Global (GB)

## SECCION 102B TRAZO Y NIVELACION DE OBRAS DE ARTE

### Descripción

Comprende todos los trabajos para materializar el eje de la alcantarilla, cunetas, defensa ribereña así como sus niveles y dimensiones en planta. Se Incluye además el control topográfico durante la ejecución de la obra. La responsabilidad total por el mantenimiento de niveles, alineamiento y gradientes del diseño recae sobre el contratista.

### Método de medición

Se considerará como método de medición el metro cuadrado (m2) a satisfacción del supervisor.

### Pago

El pago está considerado por metro cuadrado (m2), dicho precio y pago constituirán compensación social total por:

- Todos los instrumentos topográficos necesarios para realizar el replanteo planimétrico y altimétrico de las obras, así como el respectivo control topográfico durante la ejecución de la obra.
- Todo el equipo requerido en gabinete.
- Estacas, pintura, hitos, etc

El pago tendrá en cuenta toda mano de obra (incluidas las leyes sociales), equipo, herramientas y demás imprevistos para completar la partida.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Trazo y nivelación de obras de arte	Metro cuadrado (m2)

### 3.2.2. OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Las presentes especificaciones, juntamente con planos de detalle del proyecto forman parte del proyecto para la construcción de las obras de arte y drenaje.

Forman parte también en estas especificaciones todas las normas indicadas en los diferentes capítulos del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, así como también las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras (EG 2000).

Algunas de las siguientes especificaciones fueron cambiadas de acuerdo a las características del proyecto. Se identifican en el listado las especificaciones técnicas principales.

### **OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

SECCIÓN 601B:	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS
SECCIÓN 605B:	RELLENO PARA ESTRUCTURAS
SECCIÓN 610B:	CONCRETOS
SECCIÓN 611B:	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA
SECCIÓN 612B:	REVESTIMIENTO DE PIEDRA EMBOQUILLADA E=0.15M.
SECCIÓN 615B:	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200KG/CM2
SECCIÓN 622B:	TUBERIA METALICA CORRUGADA
SECCIÓN 624B:	PINTURA ASFÁLTICA PARA ALCANTARILLAS METÁLICAS
SECCIÓN 635B:	CUNETA REVESTIDA TIPO I
SECCIÓN 648B:	DEFENSAS RIBEREÑAS
SECCIÓN 650B:	GEOTEXILES

### **SECCION 601B EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS**

#### **Descripción**

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la alcantarillas, cunetas y otras obras de arte: comprende además, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Además incluye la carga, transporte y descarga de todo el material excavado sobrante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los planos de la obra y de las órdenes del supervisor.

#### **Clasificación del tipo de material**

##### **Excavaciones en material suelto**

Consiste en la excavación y eliminación de material suelto, que puede ser removido sin mayores dificultades por un equipo convencional de excavación, sin la utilización de aditamentos especiales. Dentro de este tipo de materiales están las gravas, arenas, limos, los diferentes tipos de arcillas o piedras pequeñas y

terrenos consolidados tales como: hormigón compactado, afirmado o mezcla de ellos.

### **Excavaciones en seco**

Se considerará como excavaciones en seco al movimiento de tierras que se ejecute por encima del nivel freático, tal cual sea constatado por la supervisión en el terreno durante la ejecución de la obra.

### **Excavación bajo agua**

Se considera como excavación bajo agua al movimiento de tierras que se ejecute por debajo del nivel freático, tal cual sea constatado por la supervisión en el terreno durante la ejecución de la obra.

### **Equipo**

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

### **Requerimientos de construcción**

Las excavaciones se ceñirán a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura.

El contratista protegerá la excavación contra derrumbes; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del contratista, no será materia de pago el volumen desprendido y la reconfiguración a las formas establecidas en el proyecto, pues estos serán por cuenta y costo del contratista.

El supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación. Toda sobre excavación por debajo de las cotas autorizadas de cimentación, que sea atribuible a descuido del contratista, será rellenada por su cuenta, con concreto pobre -  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ .

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, se entibarán convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Todos los materiales excavados que sean adecuados y necesarios para rellenos

serán almacenados en forma tal de poderlos aprovechar en la construcción de éstos no se podrán desechar ni retirar de la obra para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del supervisor.

En caso de excavaciones que se efectúen sobre vías abiertas al tráfico, se dispondrán los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento incluyendo la noche hasta la finalización total de los trabajos o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud del hombre y ocasionar impactos ambientales al medio ambiente. Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se cumplirán los siguientes requerimientos:

En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la Ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados deben ser depositados temporalmente en algún lugar adecuado de la plataforma de la vía, en espera de ser trasladado al depósito de desechos aprobado.

En el caso de la construcción de cunetas, subdrenes, etc., los materiales producto de la excavación, no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos. Es necesario emplear lugares seleccionados hacia el interior de la carretera, para que no produzcan daños ambientales en espera de que sea removidos al depósito de desechos aprobado.

Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de concreto y otros no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados al depósito de desechos aprobado.

### **Aceptación de los trabajos**

Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.

Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.

Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según se indica en la Subsección 601B.

Medir los volúmenes de las excavaciones.



- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en la Sección 900 del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### Medición

Las medidas de las excavaciones para estructuras será el volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>). En las excavaciones para estructuras y alcantarillas toda medida se hará con base en caras verticales.

Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines de pago.

La medida de la excavación de acequias, zanjas u obras similares se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de ejecutar el trabajo respectivo.

### Pago

El pago se hará por metro cúbico, al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada conforme a esta especificación y aceptada por el supervisor, para los diferentes tipos de excavación, eventual perfilación y voladura, y la remoción de los materiales excavados, hasta los sitios de utilización o desecho; las obras provisionales y complementarias, tales como accesos, ataguías, andamios, entibados y desagües, bombeos, transportes, explosivos, la limpieza final de la zona de construcción y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Excavación para estructuras en material suelto (c/maquina)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## SECCION 605B RELLENO PARA ESTRUCTURAS

### Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedeciendo o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para relleno a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas de cualquier tipo, previa la ejecución de las obras de drenaje contempladas en el proyecto.



Incluye, además, la construcción de capas filtrantes por detrás de los estribos y muros de contención, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad.

### **Materiales**

Se utilizarán los mismos materiales que en las partes correspondientes de los terraplenes, deben provenir de las excavaciones propias de la explanación. Deberán estar libres de sustancias orgánicas como raíces, pastos, etc. y otros elementos perjudiciales. Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular cumplirá con alguna de las granulometrías que se indican en la tabla 605B-1, aprobadas por el supervisor.

### **Equipo**

Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras serán los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de esta sección. El equipo estará ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y tener, además, con adecuados sistemas de silenciamiento, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

### **Requerimientos de construcción**

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, contará con la aprobación del supervisor.

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido

Los rellenos alrededor de la alcantarilla se depositan simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. En el caso de alcantarillas de tubos de concreto o metálicas, se podrá emplear concreto tipo F en la sujeción hasta una altura que depende del tipo de tubo a instalar, por la dificultad de compactación de esta zona y luego que haya fraguado lo suficiente podrá continuarse con el relleno normal.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se continuará hasta alcanzar el 95% como mínimo.

## **Aceptación de los trabajos**

### **(a) Controles**

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

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.

- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el contratista en acuerdo a la presente especificación.

### **Medición**

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos y capas filtrantes será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado medido en su posición final, y aceptado por el de concreto, tubos de drenaje y cualquier elemento de drenaje cubierto por el relleno.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas por el supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

No habrá medida ni pago para los rellenos y capas filtrantes por este fuera de las líneas del proyecto, efectuados por el contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

### **Pago**

El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoria de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el supervisor.

Todo relleno con material filtrante se pagará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente y aceptada por el supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, transporte, descarga, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras y las capas filtrantes, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación.

<b>Ítem de pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Relleno compactado de terreno Material propio.	Metro cúbico (m3)

## **SECCION 610B CONCRETOS**

### **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 y especificaciones del proyecto

## Materiales

### Cemento

El cemento a utilizar será Pórtland o Puzolánico, de acuerdo al diseño aprobado por el Supervisor, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP334.009, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I o Cemento Portland Normal.

### Agregados

#### (a) 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.

#### (1) 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)	02 – 10

#### (b) 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:

**(1) Durabilidad**

Las pérdidas de ensayo de solidez (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.

**(2) Abrasión L.A.**

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

**(3) 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.

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa						
	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 – 100	100	95 – 100
37,5mm (1½")	-	-	100	95 – 100	-	90 – 100	35 – 70
25,0mm (1")	-	100	95 – 100	-	35 – 70	20 – 55	0 – 15
19,0mm (¾")	100	95 – 100	-	35 – 70	-	0 – 15	-
12,5 mm (½")	95 – 100	-	25 – 60	-	10 – 30	-	0 – 5
9,5 mm (3/8")	40 – 70	20 – 55	-	10 – 30	-	0 – 5	-
4,75 mm (N° 4)	0 – 15	0 – 10	0 – 10	0 – 5	0 – 5	-	-
2,36 mm (N° 8)	0 - 5	0 – 5	0 – 5	-	-	-	-



**(d) 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.

Ensayos	Tolerancias
Sólidos en Suspensión (ppm)	5000 máx.
Materia Orgánica (ppm)	3,00 máx.
Alcalinidad NaHCO <sub>3</sub> (ppm)	1000 máx.
Sulfatos como ión Cl (ppm)	1000 máx.
PH	5,5 a 8

**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**

Se permite, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra. También se permite la utilización de planta de concreto en casos de volúmenes apreciables lo que deberá ser notificado al Supervisor para la debida aprobación.

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>).

**(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.



## **Fabricación 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.

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 se haya autorizado la ejecución manual de la mezcla (sólo para resistencias menores a  $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ ), 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.

## **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 ( $1 \frac{1}{2}$ ) 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.

## **(b) 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.

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.

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 lo estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

## **(d) 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.

## **(e) Curado**

Durante el primer período de endurecimiento, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará, 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.

## **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.

### Medición

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente aceptada por el Supervisor.

### Pago

El pago se hará al precio unitario real por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios 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.

Item de Pago	Unidad de Pago
507 Concreto f'c =175 kg/cm <sup>2</sup>	Metro cúbico ( $m^3$ )
508 Concreto f'c =210 kg/cm <sup>2</sup>	Metro cúbico ( $m^3$ )
506.A Concreto f'c =140 kg/cm <sup>2</sup>	Metro cúbico ( $m^3$ )

## SECCION 611B ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MADERA

### Descripción

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

### Encofrado cara no vista

Los encofrados corrientes pueden ser construidos con madera en bruto, pero las juntas deberán ser convenientes calafateadas para evitar fugas de la pasta.

### Encofrado cara vista

Los encofrados curvos y cara vista serán hechos de madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machihembra, aparejada y cepillado metal. Las juntas de unión deberán ser calafateadas para impedir la fuga de la pasta.

En la superficie en contacto con el concreto las juntas deberán ser cubiertas con cintas aprobadas por el supervisor, para evitar la formación de rebabas.

Dichas cintas deberán estar convenientemente sujetas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

### Medición

Se considerará como área de encofrado a la superficie de la estructura que será cubierta directamente por dicho encofrado, cuantificado en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

### Pago

El pago de los encofrados se hará en base a los precios unitarios del contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de encofrado utilizado para el llenado del concreto.

Este precio incluirá, además de los materiales, mano de obra, bonificaciones por trabajo bajo agua y el equipo necesario para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de accesos, indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente incluirá el costo total del desencofrado.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Encofrado y desencofrado de madera	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

## **SECCION 612B REVESTIMIENTO DE PIEDRA EMBOQUILLADA E=0.15M**

### **Descripción**

#### **Generalidades**

Esta partida comprende el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra, asentada con concreto, de espesor indicado en los planos del Proyecto y las instrucciones del Supervisor para protegerlas contra la erosión y socavación.

La ubicación de este recubrimiento está indicada en los planos y corresponde al encauzamiento al ingreso y salida de alcantarillas

#### **Materiales**

##### **(1) Piedra**

Las piedras a utilizar deberán tener dimensiones tales que su menor dimensión sea inferior al espesor del emboquillado en cinco (5) centímetros. Las piedras deben ser sanas, compactas y duras, exentas de indicios de alteración o intemperización. Se recomienda, además, emplear piedras cuya textura y forma favorezcan una buena adherencia con el mortero, de preferencia deberán ser de forma prismática, tener una cara plana, la cual será colocada en el lado externo 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.

##### **(2) Concreto**

Debe cumplir con lo indicado en la especificación técnica de concreto de cemento Pórtland para una resistencia mínima de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .



## **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.

### **(1) Preparación de la superficie**

Una vez terminada la excavación y el relleno, en caso de ser necesario, se procederá al perfilado y compactado de la superficie de apoyo del emboquillado, con equipo mecánico vibratorio. Previamente a la compactación el material deberá humedecerse.

Se colocará una cama de afirmado compactado con un espesor mínimo de 20 cm, en la cual se colocará y acomodará la piedra ejerciendo presión sobre ellas, hasta alcanzar el espesor total del emboquillado.

### **(2) Preparación del concreto**

El concreto  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ , salvo indicación contraria del supervisor, deberá hacerse con mezcladora, ésta deberá ser de la capacidad adecuada y será previamente aprobada por el Supervisor. El mezclado se hará durante un minuto y medio ( $1\frac{1}{2}$ ) como mínimo. No se empleará mezclas después de treinta (30) minutos de haberse incorporado el agua; asimismo está prohibido el retemplado del concreto con el fin de mejorarle la trabajabilidad.

### **(3) Colocación de piedras**

Antes de asentar la piedra, ésta deberá humedecerse, lo mismo que la superficie de apoyo o plantilla y las piedras sobre las que se coloque mortero. Las piedras se colocarán de manera de obtener el mejor amarre posible, sobre una cama de mortero de 5 cm de espesor, acomodándolas a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas. Las piedras deberán colocarse de manera que la mejor cara (plana) sea colocada en el lado visible del emboquillado. Las piedras se asentarán teniendo cuidado de no aflojar las ya colocadas.

Las juntas entre piedras se llenarán completamente con concreto. Antes del endurecimiento de la mezcla, se deberá enrasar la superficie del emboquillado.

El emboquillado de taludes deberá hacerse comenzando por el pie del mismo, con las piedras de mayores dimensiones; el asentado de piedras se hará de manera análoga que el caso del asentado de ladrillos, colocando juntas de 5 cm de espesor como mínimo. Para el desarrollo de los trabajos de emboquillado no será necesario el uso de encofrados. Una vez concluido el emboquillado, la superficie deberá mantenerse húmeda durante tres (3) días como mínimo.

### Método de medición

La unidad de medida para los trabajos de emboquillado, aprobados por el Supervisor, será el metro cuadrado ( $m^2$ ) de área revestida, para el espesor indicado.

### Bases de pago

El área de emboquillado, medida de la manera descrita anteriormente, se pagará al precio unitario real de la partida revestimiento de piedra. Este precio y pago, constituye compensación total por mano de obra, leyes sociales, materiales, equipos, herramientas, selección, extracción, limpieza y lavado del material pétreo, almacenamiento, perfilado y compactado de la superficie de apoyo al emboquillado e imprevistos necesarios para completar la partida.

Item de Pago	Unidad de Pago
Revestimiento de piedra emboquillada $e=0.15m$	Metro cuadrado ( $m^2$ )

### SECCION 615B ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

#### Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto.

#### Materiales

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con certificación ISO 9000.

#### Pago

La partida acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , se pagarán sobre la base del precio unitario del contrato y por la cantidad medida según el párrafo anterior. Dicho pago constituye compensación total por el suministro de materiales, desperdicio por retaceo, mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos que fueren necesarios para la correcta ejecución de la partida.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Acero de refuerzo	Kilogramo (kg)

La sección 622B, 624B, 635B, 648B y 650B se encuentran en el anexo C1.

### 3.3 PLANILLAS DE METRADOS

Mide la cantidad de obra a ejecutar en las diferentes actividades o partidas; la que multiplicada por el respectivo costo unitario, y posteriormente acumulada, da como resultado el Costo Directo de la Obra.

En el caso del presente estudio que abarca el diseño de estructuras hidráulicas de la carretera se considerarán los metrados correspondientes a la colocación y construcción de cunetas, alcantarillas, cabezales, buzones de concreto armado y obras de protección contra erosión. El cuadro N° 3.1 muestra los metrados.

Cuadro N° 3.1.- Metrados

Item	Descripción	Und.	Metrado
5	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
5.01	<b>ALCANTARILLAS</b>		
05.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	20.87
05.01.02	ALCANTARILLA TMC 0=36" C=12 R=10 m/día	m	10.73
05.01.03	RELLE NO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS C/EQUIPO	m3	7.35
05.01.04	<b>BUZON DE ALCANTARILLAS</b>		
05.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BUZON DE ALCANTARILLA	m2	6.20
05.01.04.02	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> PARA BUZÓN DE ALCANTARILLA	m3	2.55
05.01.04.03	ACERO DE REFUERZO ( $F_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup> ) PARA BUZON DE ALCANTARILLA	Kg	382.13
05.01.05	<b>EMBOQUILLADO DE PIEDRA</b>		
05.01.05.01	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	0.27
05.01.05.02	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.15m	m3	1.77
05.01.05.03	COLOCACIÓN DE CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	Kg	0.53
<b>05.01.06</b>	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE (TRANSPORTE) R=56 m3/día</b>	<b>m3</b>	<b>17.20</b>
5.02	<b>CUNETAS</b>		
05.02.01	EXCAVACION A MANO PARA CUNETAS	m	300.00
05.02.02	REFINE Y COMPACTACIÓN DE TERRENO	m2	300.00
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	m	300.00
05.02.04	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> PARA CUNETAS	m	300.00
05.02.05	JUNTAS ASFALTICAS PARA CUNETAS	m	25.00
05.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (TRANSPORTE) R=56 m3/día	m3	72.00
5.03	<b>DEFENSA RIBEREÑA</b>		
05.03.01	DIQUE DE ENROCADO	m3	248.15

Fuente: Elaboración propia.

**3.4 PRESUPUESTO DE OBRA**

Indica el monto total de inversión calculado en base a los metrados obtenidos y el análisis de costos unitarios. Este se muestra en el cuadro N° 3.2.

Cuadro N° 3.2.- Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	P.U(S/.)	Parcial(S/.)
5	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>123,570.29</b>
5.01	<b>ALCANTARILLAS</b>				<b>9,443.76</b>
05.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	20.87	34.04	710.41
05.01.02	ALCANTARILLA TMC 0=36" C=12 R=10 m/día	m	10.73	429.85	4,612.29
05.01.03	RELLE NO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS C/EQUIPO	m3	7.35	24.24	178.16
05.01.04	<b>BUZON DE ALCANTARILLAS</b>				<b>2,890.76</b>
05.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BUZON DE ALCANTARILLA	m2	6.20	58.15	360.53
05.01.04.02	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> PARA BUZÓN DE ALCANTARILLA	m3	2.55	298.42	760.97
05.01.04.03	ACERO DE REFUERZO (F'y=4200 Kg/cm <sup>2</sup> ) PARA BUZON DE ALCANTARILLA	Kg	382.13	4.63	1,769.26
05.01.05	<b>EMBOQUILLADO DE PIEDRA</b>				<b>503.98</b>
05.01.05.01	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	0.27	34.04	9.19
05.01.05.02	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.15m	m3	1.77	180.57	319.61
05.01.05.03	COLOCACIÓN DE CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	Kg	0.53	330.53	175.18
<b>05.01.06</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (TRANSPORTE) R=56 m3/día</b>	<b>m3</b>	<b>17.20</b>	<b>31.87</b>	<b>548.16</b>
5.02	<b>CUNETAS</b>				<b>37,108.07</b>
05.02.01	EXCAVACION A MANO PARA CUNETAS	m	300.00	6.26	1,878.00
05.02.02	REFINE Y COMPACTACIÓN DE TERRENO	m2	300.00	24.64	7,392.00
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	m	300.00	36.67	11,001.00
05.02.04	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> PARA CUNETAS	m	300.00	46.66	13,998.00
05.02.05	JUNTAS ASFALTICAS PARA CUNETAS	m	25.00	3.42	85.50
05.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (TRANSPORTE) R=56 m3/día	m3	72.00	31.87	2,294.64
5.03	<b>DEFENSA RIBEREÑA</b>				<b>77,477.39</b>
05.03.01	DIQUE DE ENROCADO	m3	248.15	312.22	77,477.39

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

El análisis de precios unitarios para las partidas correspondientes a este estudio se realizó en el software de presupuestos S10. Los cuadros de los análisis de costos se muestran en el anexo C-2.

### **3.6 RELACION DE EQUIPO MÍNIMO**

Es el listado de equipos que como mínimo deben ubicarse en obra para la realización y correcta ejecución de la construcción del tramo de carretera. El listado de equipo mínimo para el proyecto de acuerdo a los requerimientos de tiempo de uso de las máquinas se muestra en el Anexo C-3.

### **3.7 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN**

El cronograma de obra ha sido elaborado con periodos de duración aproximados para cada partida con el apoyo del software Microsoft Project. Se puede observar el cronograma en el Anexo C-4.

### **3.8 PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRAS**

Estos se encuentran en el anexo de planos, sección D.



## CONCLUSIONES

La problemática del país es no tener una red pluviométrica con una exactitud igual o mayor del nivel que necesita los proyectos que se van a realizar, es por eso que solo contamos con información que no expresa la realidad de la zona en la cual se desea trabajar.

Se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov para definir la distribución que más se ajusta. Para la estación de Yauricocha la distribución de Log Pearson III fue la función que más se ajustó a los valores. Se eligió la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov, debido a que al aplicar el método de error cuadrático mínimo a las distribuciones a evaluar, este valor es muy similar entre ellas, debiendo usar otra forma de evaluar la distribución que mejor se ajusta.

Se utilizó las fórmulas de Hathaway y del U.S CORPS. OF ENGINEERS para hallar el tiempo de concentración de la cuenca en estudio, debido a que son usados para cuencas y/o áreas pequeñas. Se obtiene para el caso en estudio un tiempo de concentración de 0.30 horas con la fórmula de Hathaway y 0.29 horas con la fórmula del U.S CORPS. OF ENGINEERS.

La cuenca en estudio tiene una pendiente de 52%, por lo cual los resultados que nos brinde no serán confiables.

Para el cálculo de la intensidad máxima de precipitación, se utilizaron los métodos de SOIL CONSERVATION SERVICE, Yance Tueros, IILA Modificado y la ecuación de Dick & Pesche, usando de manera conservadora aquella que brinde mayor valor de intensidad en su respectivo período de evaluación, siendo para el caso en estudio el valor obtenido del método de Dick & Pesche ( $I_{10\text{años}}=47.22\text{mm/hr}$  y  $I_{50\text{años}}=68.90\text{mm/hr}$ ). Si se evalúa con el promedio o el menor valor de intensidad, siempre se obtendrá una sección mínima igual al proporcionado por el manual de construcción de carreteras de bajo volumen de tránsito, tal como se verificará en los siguientes ítems.

Para hallar el coeficiente de escorrentía de la cuenca en estudio, se utilizó el cuadro del manual de construcción de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, que tiene en consideración el relieve, permeabilidad, vegetación y capacidad de retención del suelo de la cuenca, para el caso en estudio se tiene un valor final para el coeficiente



de escorrentía de 0.65. Este se determinó con parámetros observados y obtenidos de la zona.

Para el cálculo de la precipitación máxima con un período de retorno de 100 años para la cuenca de Alis, se consideró el promedio hallado por el método de Thiessen aplicado a las estaciones de Yauricocha y Vilcas (Mayor área de influencia), donde se obtuvo un valor de 67.76 mm/hr. Este valor servirá como parámetro para hallar el caudal máximo en el río. Se calculó un caudal de 0.128m<sup>3</sup>/seg para el dimensionamiento de las cunetas perteneciente a los elementos del drenaje longitudinal, su sección es de forma triangular de 0.30x0.90m y será revestida de concreto.

Se calculó un caudal de 1.036m<sup>3</sup>/seg para dimensionamiento de la alcantarilla perteneciente a los elementos del drenaje transversal, su sección es circular y tiene un diámetro de 0.90m (36"), será de metal corrugado (TMC).

El dique de enrocado es la opción que mejor se adapta a la zona, debido a que presenta las ventajas de que es flexible, el material es el mismo de la zona (cantera Huantan Km 138+000) y es fácil de construir.

Para el diseño de los sistemas de drenaje de agua superficial, se debe considerar también el aporte de la carpeta asfáltica, ya que por ser una capa impermeable puede conducir mayor cantidad de escorrentía y dañar el pavimento.

Las normas de diseño de carreteras, solo establecen dimensiones mínimas de cunetas y alcantarillas, estando generalizadas para todo el país, por esto es importante realizar una verificación de la capacidad de conducción de la sección a escoger.

## RECOMENDACIONES

Es necesario buscar diferentes metodologías de análisis de tiempo de concentración e intensidad de la lluvia, ya que dependiendo del lugar de origen del método este tendrá que ser evaluado para poder usarlo a nuestra realidad y así obtener resultados que se adecuan a la zona que se desea estudiar.

Se recomienda utilizar en este caso para la prueba de bondad de ajuste de la distribución de las precipitaciones máximas, la prueba de Kolmogorov – Smirnov, el cual es aplicable a cualquier distribución teórica.

Es muy recomendable que para proyectos de regular a gran envergadura, se invierta en equipos y estaciones pluviométricas que puedan brindar datos más reales y de acuerdo a la zona donde se desea trabajar.

Todo diseño va acompañado de un criterio ligado a las normas del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), debido que a la hora de escoger un resultado, este tendrá que cumplir con los requisitos ya establecidos en los acápite correspondientes.

Será necesario el vincular los trabajos a realizar con su respectivo trabajo de conservación, sino el elemento diseñado no rendirá tal y como lo proyectamos.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Aparicio Mijares, Francisco; "Fundamentos de hidrología de superficie"; Limusa; México; 1996.
2. Arancibia Samaniego, Ada; Tesis "Criterios para el manejo de quebradas y su aplicación a obras civil"; Universidad Nacional de Ingeniería-Lima; 1998.
3. Chow, Ven Te; David Maidment; "Hidrología aplicada"; Austin-Tejas, 1994.
4. Huacoto Diaz, Eduardo; Defensas ribereñas en el río Chillón "Tramo puente Panamericana-Puente Ica"; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima; 1997
5. Huaroc Cuicapuza, Marco; Informe de suficiencia "Proyecto de mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cócachacra-Matucana del Km 70+859.15 al Km 74+295.90. Análisis de influencia de precipitación máximas en 24 horas mediante hoja de cálculo"; Universidad Nacional de Ingeniería-Lima; 2006.
6. Ministerio de transportes y comunicaciones; Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito; Lima; 2008.
7. Ministerio de transportes y comunicaciones; Manual de diseño geométrico de carreteras (DG 2001); Lima; 2000.
8. Palacios Leon, Floriano; "Estudios de Preinversión a nivel perfil para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera Ruta 22, tramo: Lunahuana – Yuyos – Chupaca"; Ministerio de Transportes y comunicaciones; Lima; 1998.
9. Ponce, Victor; "Engineering Hydrology Principles and Practices"; New Jersey Estados Unidos; 1989.
10. Rodríguez Zubiato, Edgar; Diques de tierra y enrocado, Diseño de revestimientos con enrocado, Diseño de espigones con enrocado; Curso: Diseño de defensas ribereñas; Imefen Cismid; Lima; 2003.
11. Romero Machuca, Fernando Moisés; Apuntes de clase del Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos. Universidad Nacional de Ingeniería; Lima; 2009-I.
12. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI); Información meteorológica e hidrológica de estaciones pluviométricas.
13. Terán Adiazola, Rubén; "Diseño y construcción de defensas ribereñas"; Escuela Superior de Administración de Aguas "CHARLES SUTTON"; Lima, 1998.

## ANEXOS

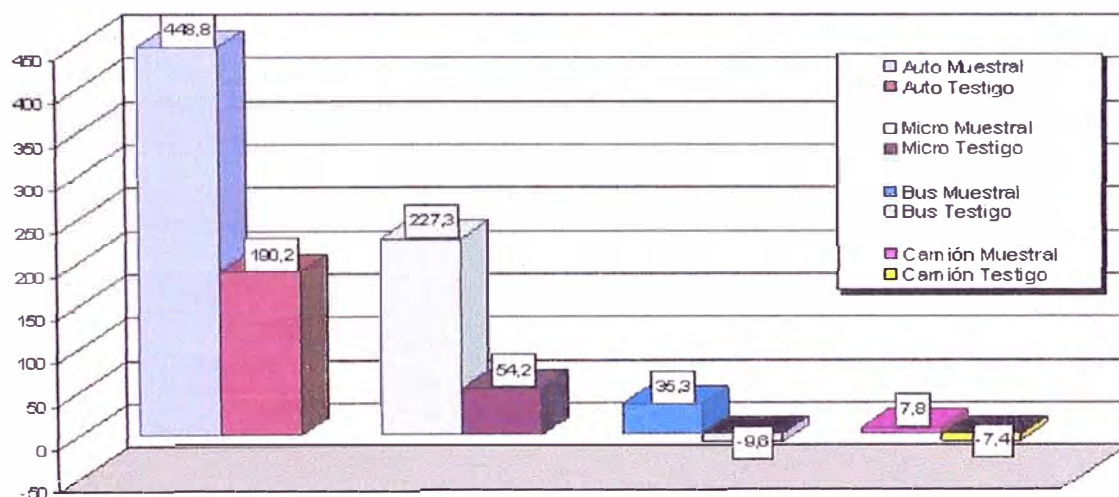
## ANEXO A

## Anexo A1

## Estudio de tráfico de Edgar Quispe Remon

Se ha considerado un tráfico generado por el proyecto del 30%. Se ha tomado como referencia el trabajo: "Monitoreo y evaluación de impacto de los Caminos rurales en el Perú", Provias descentralizado; Perú; 2004, de Edgar Quispe Remon, donde se indica un rango de incremento de tráfico de 15.2% a 258.6%, de forma conservadora se ha adoptado el valor de 30% para el incremento de tráfico generado por el proyecto.

### Incrementos en el Tránsito por Tipo de Vehículo (%)



Nota: Variación Neta o Doble Diferencia = Auto=258,6%, Micro=173,1%, Bus=44,8%, Camión=15,2.  
Fuente: Instituto Cuánto.

44



## ANEXO B

## ANEXO B1

## Distribución Normal

T (años)	P	w	Z	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	29.05
5	0.2000	1.79412	0.841	38.03
10	0.1000	2.14597	1.282	42.74
20	0.0500	2.44775	1.645	46.62
25	0.0400	2.53727	1.751	47.75
50	0.0200	2.79715	2.054	50.98
100	0.0100	3.03485	2.327	53.89
500	0.0020	3.52551	2.879	59.78

*Fuente: Elaboración propia*

**T= periodo de retorno**

**Pp= Precipitación máxima de 24 horas del período evaluado**

**P= probabilidad observada (1/T)**

**W= variable intermedia**

**Z= Factor de frecuencia**

## ANEXO B2

## Distribución Log Normal

T (años)	P	w	Z	Log Pp	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	1.44073126	27.59
5	0.2000	1.79412	0.841	1.55786683	36.13
10	0.1000	2.14597	1.282	1.61915520	41.61
20	0.0500	2.44775	1.645	1.66975405	46.75
25	0.0400	2.53727	1.751	1.68449107	48.36
50	0.0200	2.79715	2.054	1.72668599	53.29
100	0.0100	3.03485	2.327	1.76463301	58.16
500	0.0020	3.52551	2.879	1.84143568	69.41

*Fuente: Elaboración propia*

**T= periodo de retorno**

**Pp= Precipitación máxima de 24 horas del período evaluado**

**P= probabilidad observada (1/T)**

**W= variable intermedia**

**Z= Factor de frecuencia**

## ANEXO B3

## Distribución de Gumbel Original

T (años)	KT	Pp (mm)
2	-0.1421	27.53
5	0.9806	39.52
10	1.7240	47.46
20	2.4370	55.07
25	2.6632	57.49
50	3.3600	64.93
100	4.0517	72.31
500	5.6499	89.38

*Fuente: Elaboración propia*

**T= periodo de retorno**

**Pp= Precipitación máxima de 24 horas del período evaluado**

**KT= factor de frecuencia**

**ANEXO B4**  
**Distribución de Log Pearson III**

<b>T (años)</b>	<b>P</b>	<b>w</b>	<b>Z</b>	<b>KT</b>	<b>Log Pp</b>	<b>Pp (mm)</b>
2	0.5	1.17741	0	-0.142	1.4208994	26.36
5	0.2	1.79412	0.841	0.769	1.5477531	35.3
10	0.1	2.14597	1.282	1.334	1.6264974	42.32
20	0.05	2.44775	1.645	1.851	1.6983849	49.93
25	0.04	2.53727	1.751	2.01	1.7205364	52.55
50	0.02	2.79715	2.054	2.488	1.7870836	61.25
100	0.01	3.03485	2.327	2.947	1.8509904	70.96
200	0.005	3.25525	2.576	3.392	1.9129448	81.84

*Fuente: Elaboración propia*

**T= periodo de retorno**

**Pp= Precipitación máxima de 24 horas del período evaluado**

**P= probabilidad observada (1/T)**

**W= variable intermedia**

**Z= Factor de frecuencia**

**KT= factor de frecuencia**

**ANEXO B5**

**Método del error cuadrático mínimo**

Nº Orden	T	Pp (mm)	P(mm) Normal	Cua. Normal	P(mm) Log Normal	Cua. Log Normal	P(mm) Log. P. III	Cua. Log P. III	P(mm) Gumbel	Cua. Gumbel
1	15.00	58.60	45.08	182.77	44.64	194.86	46.68	141.97	51.94	44.41
2	1.61	40.50	25.75	217.61	24.99	240.71	24.07	269.85	23.94	274.10
3	1.58	37.60	25.39	149.04	24.72	165.91	23.85	189.05	23.58	196.63
4	1.49	30.80	24.34	41.79	23.95	46.96	23.22	57.51	22.51	68.68
5	1.46	28.80	23.94	23.61	23.67	26.36	22.99	33.77	22.12	44.57
6	1.45	28.20	23.81	19.25	23.57	21.39	22.92	27.92	22.00	38.46
7	1.44	27.60	23.68	15.37	23.48	16.97	22.84	22.65	21.87	32.86
8	1.42	26.10	23.32	7.73	23.23	8.24	22.64	11.97	21.52	20.98
9	1.39	24.40	22.86	2.36	22.91	2.21	22.39	4.03	21.08	11.02
10	1.38	24.00	22.75	1.57	22.83	1.37	22.33	2.79	20.97	9.19
11	1.34	21.80	22.02	0.05	22.34	0.29	21.95	0.02	20.29	2.28
12	1.33	21.50	21.91	0.17	22.27	0.59	21.89	0.16	20.19	1.73
13	1.31	20.20	21.40	1.43	21.92	2.97	21.63	2.05	19.71	0.24
14	1.22	16.60	19.46	8.19	20.69	16.71	20.72	16.99	17.97	1.86
				<b>C 26.90</b>		<b>C 27.30</b>		<b>C 27.94</b>		<b>C 27.33</b>

Fuente: Elaboración propia

**T= periodo de retorno**

**Pp= Precipitación máxima de 24 horas del período evaluado**

**Cua. Normal =  $(P_{Normal}-Pp)^2$**

**Cua. Log Normal =  $(P_{Log Normal}-Pp)^2$**

**Cua. Log P. III =  $(P_{Log Pearson III}-Pp)^2$**

**Cua. Gumbel=  $(P_{Gumbel}-Pp)^2$**

**C= error cuadrático de la distribución correspondiente.**



**ANEXO B6**  
**Tabla de Hathaway**

<b>Tipo de superficie</b>	<b>Valor de n</b>
Suelo liso impermeable	0,02
Suelo desnudo	0,10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso	0,20
Pastizales	0,40
Bosque de frondosas	0,60
Bosque de coníferas, o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos o de césped	0,80

*Fuente: Romero Machuca, Fernando Moisés; Apuntes de clase del Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos. [11]*



**Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas y valores de los parámetros respectivos.**

ZONA	$K'_g$	Subzona	$\epsilon_g$
123	$K'_g = 0,553$	123 <sub>1</sub> 123 <sub>2</sub> 123 <sub>3</sub> 123 <sub>4</sub> 123 <sub>5</sub> 123 <sub>6</sub> 123 <sub>7</sub> 123 <sub>8</sub> 123 <sub>9</sub> 123 <sub>10</sub> 123 <sub>11</sub> 123 <sub>12</sub> 123 <sub>13</sub>	$\epsilon_g = 85,0$ $\epsilon_g = 75,0$ $\epsilon_g = 100 - 0,022 Y$ $\epsilon_g = 70 - 0,019 Y$ $\epsilon_g = 24,0$ $\epsilon_g = 30,5$ $\epsilon_g = -2 + 0,006 Y$ $\epsilon_g = 26,6$ $\epsilon_g = 23,3$ $\epsilon_g = 6 + 0,005 Y$ $\epsilon_g = 1 + 0,005 Y$ $\epsilon_g = 75,0$ $\epsilon_g = 70$
4	$K'_g = 0,861$	4 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 20$
5a	$K'_g = 11 \cdot \epsilon_g^{-0,55}$	5a <sub>1</sub> 5a <sub>2</sub> 5a <sub>3</sub> 5a <sub>4</sub> 5a <sub>5</sub> 5a <sub>6</sub> 5a <sub>7</sub> 5a <sub>8</sub> 5a <sub>9</sub> 5a <sub>10</sub> 5a <sub>11</sub> 5a <sub>12</sub> 5a <sub>13</sub> 5a <sub>14</sub>	$\epsilon_g = -7,3 + 0,006 Y$ (Y>2300) $\epsilon_g = 32 - 0,177 D_c$ $\epsilon_g = -13 + 0,010 Y$ (Y>2300) $\epsilon_g = 3,8 + 0,0053 Y$ (Y>1500) $\epsilon_g = -6 + 0,007 Y$ (Y>2300) $\epsilon_g = 1,4 + 0,0067$ $\epsilon_g = -2 + 0,007 Y$ (Y>2000) $\epsilon_g = 24 + 0,0025 Y$ $\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$ $\epsilon_g = 18,8 + 0,0028 Y$ $\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$ $\epsilon_g = 19,0 + 0,005 Y$ $\epsilon_g = 23,0 + 0,0143 Y$ $\epsilon_g = 4,0 + 0,010 Y$
5b	$K'_g = 130 \cdot \epsilon_g^{-1,4}$	5b <sub>1</sub> 5b <sub>2</sub> 5b <sub>3</sub> 5b <sub>4</sub> 5b <sub>5</sub>	$\epsilon_g = 4 + 0,010$ (Y>1000) $\epsilon_g = 41,0$ $\epsilon_g = 23,0 + 0,143 Y$ $\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$ $\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$
6	$K'_g = 5,4 \cdot \epsilon_g^{-0,5}$	6 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 30 - 0,50 D_c$
9	$K'_g = 22,5 \cdot \epsilon_g^{-0,35}$	9 <sub>1</sub> 9 <sub>2</sub> 9 <sub>3</sub>	$\epsilon_g = 61,5$ $\epsilon_g = -4,5 + 0,323 D_m$ (30XD <sub>m</sub> x110) $\epsilon_g = 31 + 0,475(D_m - 110)$ D <sub>m</sub> x110)
10	$K'_g = 1,45$	10 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 12,5 + 0,95 D_m$

*Fuente: Norma S.110 Drenaje Pluvial Urbano.*

Donde:

$K'_g$  = parámetro

$\epsilon_g$  = parámetro

$D_c$  = distancia a la cordillera en Km.

$D_m$  = distancia al mar en Km.

Viene de página anterior

**Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas y valores de los parámetros respectivos.**

SUB ZONA	ESTACION	Nº TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE n	VALOR DE a
123 <sub>1</sub>	321-385	2	0.357	32.2
123 <sub>2</sub>	384-787-805	3	0.405	$a = 37,85 - 0,0083 Y$
123 <sub>13</sub>	244-193	2	0.432	
123 <sub>5</sub>	850-903	2	0.353	9.2
123 <sub>6</sub>	840-913-918 958	4	0.380	11.0
123 <sub>3</sub>	654-674-679 709-713-714 732-745-752	9	0.232	14.0
123 <sub>5</sub>	769	1	0.242	12.1
123 <sub>10</sub>	446-557-594 653-672-696 708-711-712 715-717-724 757-773	14	0.254	$a = 3,01 + 0,0025 Y$
123 <sub>11</sub>	508-667-719 750-771	5	0.286	$a = 0,46 + 0,0023 Y$
5a <sub>2</sub>	935-968	2	0.301	$a = 14,1 - 0,078 D_c$
5a <sub>5</sub>	559	1	0.303	$a = -2,6 + 0,0031 Y$
5a <sub>10</sub>	248	1	0.434	$a = 5,80 + 0,0009 Y$

Fuente: Norma S.110 Drenaje Pluvial Urbano.

Donde:

$D_c$  = distancia a la cordillera en Km.

$D_m$  = distancia al mar en Km.

a = parámetro zonal

Y = Altura en m.s.n.m

## ANEXO B8

## Calculo de la curva Intensidad-Duración-Frecuencia

## INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)

Duracion	Tr=2 años	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=20 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años	Tr=500 años
5 min	76.7772	102.8220	123.2624	145.4514	153.0628	178.4090	206.6920	286.3747
10 min	45.6520	61.1383	73.2922	86.4859	91.0117	106.0826	122.8998	170.2794
15 min	33.6815	45.1071	54.0741	63.8083	67.1473	78.2665	90.6740	125.6301
30 min	20.0271	26.8209	32.1527	37.9406	39.9260	46.5375	53.9151	74.7001
45 min	14.7758	19.7881	23.7219	27.9921	29.4569	34.3348	39.7779	55.1128
60 min	11.9082	15.9478	19.1181	22.5596	23.7402	27.6714	32.0581	44.4169
120 min	7.0807	9.4826	11.3677	13.4140	14.1160	16.4535	19.0619	26.4105
240 min	4.2102	5.6384	6.7593	7.9760	8.3934	9.7833	11.3342	15.7038
360 min	3.1062	4.1599	4.9869	5.8846	6.1926	7.2180	8.3623	11.5860
720 min	1.8470	2.4735	2.9652	3.4990	3.6821	4.2919	4.9722	6.8891
1440 min	1.0982	1.4708	1.7631	2.0805	2.1894	2.5520	2.9565	4.0963

Fuente: *Elaboración propia*

Continúa en siguiente página



Viene de página anterior

**Valores para la curva de relación Intensidad – Duración – Frecuencia**

Tr	Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	Log(I)	Log(Tr)	Log(D)
Tr=10 años	5 min	123.2624	2.0908	1	0.699
Tr=10 años	10 min	73.2922	1.8651	1	1
Tr=10 años	15 min	54.0741	1.733	1	1.1761
Tr=10 años	30 min	32.1527	1.5072	1	1.4771
Tr=10 años	45 min	23.7219	1.3751	1	1.6532
Tr=10 años	60 min	19.1181	1.2814	1	1.7782
Tr=10 años	120 min	11.3677	1.0557	1	2.0792
Tr=10 años	240 min	6.7593	0.8299	1	2.3802
Tr=10 años	360 min	4.9869	0.6978	1	2.5563
Tr=10 años	720 min	2.9652	0.4721	1	2.8573
Tr=10 años	1440 min	1.7631	0.2463	1	3.1584
Tr=20 años	5 min	145.4514	2.1627	1.301	0.699
Tr=50 años	5 min	178.409	2.2514	1.699	0.699
Tr=50 años	10 min	106.0826	2.0256	1.699	1
Tr=50 años	15 min	78.2665	1.8936	1.699	1.1761
Tr=50 años	30 min	46.5375	1.6678	1.699	1.4771
Tr=50 años	45 min	34.3348	1.5357	1.699	1.6532
Tr=50 años	60 min	27.6714	1.442	1.699	1.7782
Tr=50 años	120 min	16.4535	1.2163	1.699	2.0792
Tr=50 años	240 min	9.7833	0.9905	1.699	2.3802
Tr=50 años	360 min	7.218	0.8584	1.699	2.5563
Tr=50 años	720 min	4.2919	0.6326	1.699	2.8573
Tr=50 años	1440 min	2.552	0.4069	1.699	3.1584
			<b>-0.75</b>	<b>0.2348</b>	<b>2.3684</b>
			<b>n</b>	<b>m</b>	<b>k</b>

Fuente: Elaboración propia

Ecuación de curva I-D-F:

$$I = \frac{C^k \times T^m}{t^n} \quad (1)$$

Donde:

I=Intensidad;

T=Periodo de retorno;


t= Duración en minutos;

C, k, m y n Parámetros, usualmente C=10

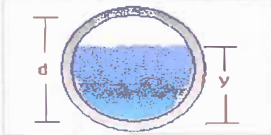
## ANEXO B9

## Cálculo de sección de alcantarilla con Hcanales

Cálculo del tirante Normal, sección Circular





Lugar:  Proyecto:   
 Tramo:  Revestimiento:  

**Datos:**  
 Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s  
 Diámetro (d):  m  
 Rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.5305"/> m	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="1.5756"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3901"/> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2476"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.0055"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.6555"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.2773"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.8899"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>		

Ejecuta las operaciones

Fuente: Elaboración propia (software Hcanales de Máximo Villón)



## ANEXO B10

### Requerimientos para el Geotextil\*

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento			
			Porcentajes de suelo a retener pasa la malla 0.075 min. (Nº200)			
			<15	15-50	>50	
Clase de geotextil	-	-				
Tejidos de monofilamento	-	-	Clase 2 de la tabla 650-1			
Los otros geotextiles	-	-	Clase 1 de la tabla 650-1			
Permitividad	ASTM D4491	seg-1	0.7	0.2	0.1	
Abertura aparente	ASTM D4751	Mn	0.43	0.25	0.22	
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición			
			Clase 1		Clase 2	
			E	E	E	E
			<50%	>50%	<50%	>50%
Resistencia Grab	ASTM D4632	N	1400	900	1100	700
Resistencia al razgado Trapezoidal	ASTM D4533	N	500	350	400	250
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N	500	350	400	250
Resistencia "Burst"	ASTM D3786	Kpa	3500	1700	2700	1300
Resistencia a la costura	ASTM D4632	N	12600	810	990	630

*Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones*

\*Revisar especificaciones técnicas.

## ANEXO B11

Con la siguiente formula obtenemos la precipitación de diseño para diferentes periodos de retorno.

$$\hat{P} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n a_i p_i, \text{ donde se tiene que } \sum a_i = A$$

## Calculo de precipitación por el método de Thiessen.

Periodo de Retorno (años)	Estaciones				Sub Cuenca
	Vilca		Yauricocha		Alis
	Área (km <sup>2</sup> )	P mm	Área (km <sup>2</sup> )	P mm	P mm
10	137.36	38.39	281.93	42.32	41.03
20	137.36	44.75	281.93	49.93	48.23
25	137.36	46.87	281.93	52.55	50.69
50	137.36	53.77	281.93	61.25	58.80
<b>100</b>	<b>137.36</b>	<b>61.19</b>	<b>281.93</b>	<b>70.96</b>	<b>67.76</b>
500	137.36	73.85	281.93	89.38	84.29

Fuente: Elaboración propia

A= area total de la cuenca (km<sup>2</sup>)

a<sub>i</sub>= area de influencia de la estación pluviométrica (km<sup>2</sup>)

p<sub>i</sub>= precipitación máxima de 24 horas de la estación pluviométrica (mm)

$\hat{P}$ = Precipitación media (mm)

## ANEXO 12

## Valores para la determinación del número de curva N.

Grupo	Velocidad de Infiltración (mm/hr)	Tipo de suelo
A	7.6-11.5	Estratos de arena profundos
B	3.8-7.6	Arena-limosa
C	1.3-3.8	Limos arcillosos, arenas limosas poco profundas
D	0.0-1.3	Suelos expansibles en condiciones de humedad, arcillas de alta plasticidad

Fuente: Romero Machuca, Fernando Moisés; Apuntes de clase del Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos 2009-I. [11].

## Valores para la determinación del número de curva N.

Cobertura	A	B	C	D
Arenas irrigadas	65	75	85	90
Pastos	40	60	75	80
Cuencas forestadas	35	55	70	80
Cuencas deforestadas	45	65	80	85
Áreas pavimentadas	75	85	90	95

Fuente: Romero Machuca, Fernando Moisés; Apuntes de clase del Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos 2009-I. [11].

## ANEXO B13

## Tablas para calcular las dimensiones del enrocado

## Coeficiente recomendado para calcular el borde libre del muro de encauzamiento

Caudal máximo m <sup>3</sup> /seg	Coeficiente ( $\phi$ )
3000-4000	2.00
2000-3000	1.70
1000-2000	1.40
500-1000	1.20
100-500	1.10

Fuente: Terán Adriazola, Rubén; "Diseño y construcción de defensas ribereñas [13]

## Coeficiente para socavación

Probabilidad Anual de que se presente el caudal de diseño (%)	Coeficiente $\beta$
00	0.77
50	0.82
20	0.86
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

Fuente: Terán Adriazola, Rubén; "Diseño y construcción de defensas ribereñas [13]

Viene de página anterior

Valores de X y  $1/(1+X)$ 

Suelos cohesivos			Suelos no cohesivos		
Peso específico (T/m <sup>3</sup> )	X	$1/(1+X)$	D(mm)	X	$1/(1+X)$
0.8	0.52	0.66	0.05	0.43	0.7
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.7
0.86	0.5	0.67	0.5	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1	0.4	0.71
0.9	0.48	0.68	1.5	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.5	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6	0.36	0.74
1	0.44	0.69	8	0.35	0.74
1.04	0.43	0.7	10	0.34	0.75
1.08	0.42	0.7	15	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20	0.32	0.76
1.16	0.4	0.71	25	0.31	0.76
1.2	0.39	0.72	40	0.3	0.77
1.24	0.38	0.72	60	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140	0.27	0.79
1.4	0.35	0.74	190	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250	0.25	0.8
1.52	0.33	0.75	310	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450	0.22	0.82
1.71	0.3	0.77	570	0.21	0.83
1.8	0.29	0.78	750	0.2	0.83
1.89	0.28	0.78	1000	0.19	0.84
2	0.27	0.79			

Fuente: Terán Adriazola, Rubén; "Diseño y construcción de defensas ribereñas".[13]

X= exponente de material no cohesivo en función

Dm= diámetro medio (m)

Continúa en siguiente página

Viene de página anterior

**Valores de  $\gamma_s$  dependiendo del terreno**

Clase de terreno	$\gamma_s$ (Ton/m <sup>3</sup> )	$\alpha$
Tierra de terraplén seca	1.4	37°
Tierra de terraplén húmeda	1.6	45°
Tierra de terraplén empapada	1.8	30°
Arena seca	1.6	33°
Arena húmeda	1.8	40°
Arena empapada	2	25°
Légamo diluvial seco	1.5	43°
Légamo diluvial húmedo	1.9	20°
Arcilla seca	1.6	45°
Arcilla húmeda	2	22°
Gravilla seca	1.83	37°
Gravilla húmeda	1.86	25°
Grava de cantos vivos	1.8	45°
Grava de cantos rodados	1.8	30°

*Fuente: Terán Adriazola, Rubén; "Diseño y construcción de defensas ribereñas"[13]*

$\alpha$  = valores medios de ángulo de fricción del suelo

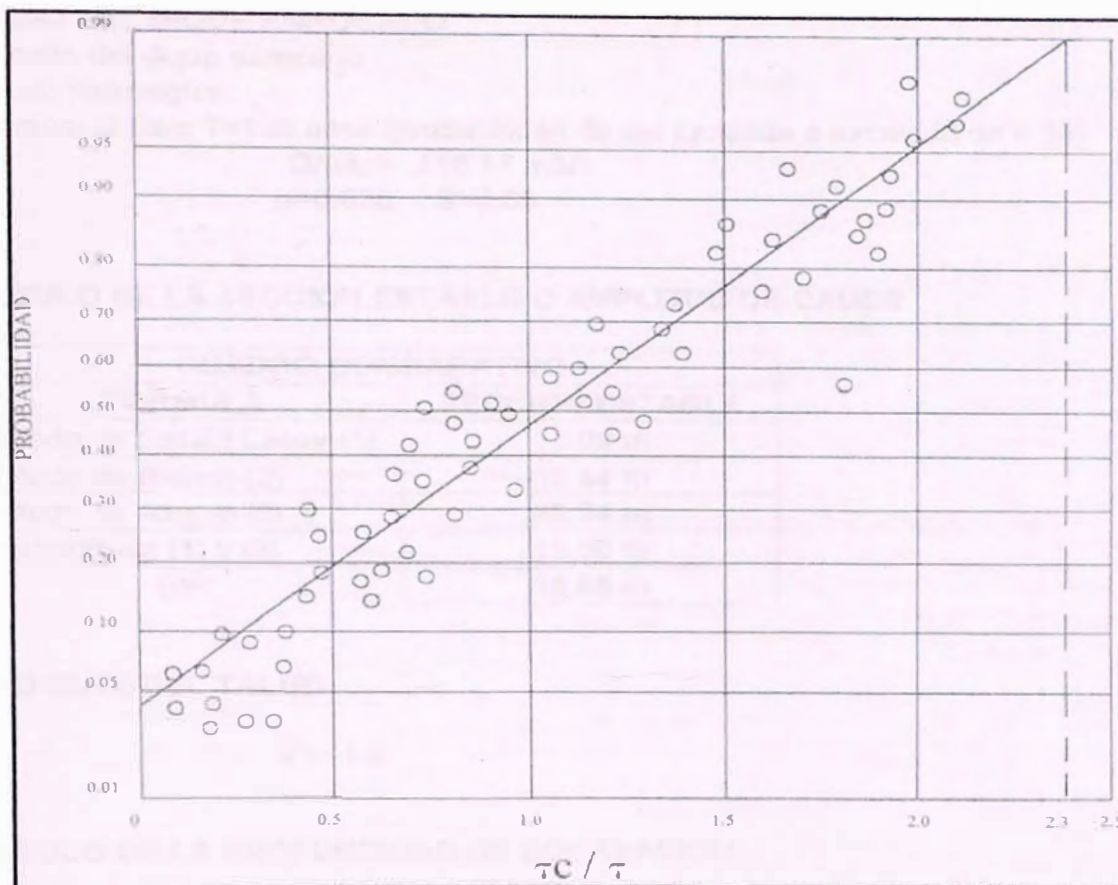
$\gamma_s$  = valores medios de peso específico del suelo

Continúa en siguiente página



Viene de página anterior

### Relación entre $\tau_c / \tau$ y la probabilidad de moverse la piedra



Fuentes: Defensas ribereñas en el río Chillón "Tramo puente Panamericana-Puente Ica" [5]

Continúa en siguiente página

Viene de página anterior

**DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO**

a) Diseño del dique enrocado

-Cálculo hidrológico

Calcular Q para T=100 años (probabilidad de ser igualada o excedida de 0.05)

$$Q_{\text{máx}} = 118.17 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n=0.035, S=0.05$$

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN ESTABLE O AMPLITUD DE CAUCE**

CUADRO COMPARATIVO	
FORMULA	SECCION ESTABLE
Método de Gerald Lacey (1)	13.09 m
Método de Blench (2)	35.44 m
Método de Altunin (3)	23.74 m
Promedio de (1) y (3)	15.00 m
bo=	<b>19.00 m</b>

**PENDIENTE DEL TALUD**

$$Z = 1.5 \quad (1)$$

**CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION**

Este se determina, con el método propuesto por L.L LIST VAN LEBEDIEV :

$$t = 1.00 \text{ m (Ver Anexo de fotos)}$$

$$a = Q / (t^{5/3} \times b_o) \quad (2)$$

t = Tirante normal

Se tiene:

$$t_s = (a \times t^{5/3} / 0.68 D_m^{0.28} \times \beta)^{1/(1+x)} \quad (3)$$

Para D<sub>m</sub> (diámetro mediano de la muestratomada a H<sub>s</sub>) = 20.00 mm, β = 1.0, X = 0.32

$$t_s = 2.84 \text{ m} \quad (4)$$

Luego la Profundidad (H<sub>s</sub>) será:

$$H_s = 1.84 \text{ m} \quad (5)$$

**PROFUNDIDAD DE UÑA**

Determinada la profundidad de socavación, este indica hasta donde excavaría el río la profundidad hasta la cual deberán llegar las cimentaciones de las estructuras.

La profundidad de la uña (Puña) será:

$$\text{Puña} = t_s \quad (6)$$

$$\text{Puña} = 1.84 \text{ m} = 2.00 \text{ m}$$

Tramos rectos 2.00m y en curvas 2.50m de profundidad

$$\text{Área de uña} = 1.5 * \text{Puña} \quad (7)$$

$$\text{Área de uña} = 3.00 \text{ m}$$

### CALCULO DE LA ALTURA DE MURO

También se pueden considerar el tirante normal, teniendo en consideración el perfil normal.

Luego:

La altura de muro (Hm) será:

$$H_m = t + BL \quad (8)$$

$$BL \text{ (borde libre)} = \Phi * (V^2 / 2g) \quad (9)$$

$\Phi$  = coeficiente en función de la máxima descarga y pendiente, para el caso según tabla

Luego:

$$\Phi = 1.100$$

$$t = 1.00 \text{ m (ver fotos)}$$

$$V = 3.91 \text{ m/s}$$

$$BL = 0.86 \text{ m}$$

$$H_m = 1.86 \text{ m}$$

$$H_m = 2.00 \text{ m}$$

### CALCULO DEL DIÁMETRO DE ROCA (D50)

Para calcular el tamaño de roca y peso, este se evalúa en función al factor talud.

$$f = ((1 - \text{sen}^2 \alpha) / \text{sen}^2 \phi)^{0.5} \quad (10)$$

$\alpha$  = Angulo del talud

$\phi$  = Angulo de fricción interna del material

$\alpha$  = 26.57° (datos de río Mantaro)

$\phi$  = 41° (datos de río Mantaro)

$$f = 1.36$$

La densidad relativa del material será:

$$\gamma_s = 2650 \text{ Kg/m}^3 \text{ (Densidad de la roca)}$$

$$\gamma_a = 1000 \text{ Kg/m}^3 \text{ (Densidad del agua)}$$

$$\Delta = (\gamma_s - \gamma_a) / \gamma_a \quad (11)$$

$\Delta$  = Peso específico de los sólidos

$$\Delta = 1.65$$

$$D50 \geq (b * V^2) / (2g \Delta f) \quad (12)$$

- $b = 1.4$  para condiciones de mucha turbulencia  
 $V =$  Velocidad máxima del agua  
 $g =$  Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

$$D50=0.48 \text{ m}$$

$$D50=0.50 \text{ m}$$

Luego se calcula la probabilidad que se moviese una piedra con un diámetro mediano para lo cual se usa la fórmula para calcular el factor de estabilidad:

$$n=0.56(V^2/2g\Delta D50) \quad (13)$$

$$n=0.55$$

En el ábaco de relación de  $\tau_c / \tau$  se tiene:

$\tau_c / \tau = 1/n = 1.83$	equivale a una	probabilidad de movimiento de
	la roca de	91.00%
$\tau_c / \tau = 1/n = 2.3$	pero este tipo	de obras, la probabilidad de
	movimiento de	la roca debe ser de 99.00%,
	donde $1/n=2.30$	donde $1/n=2.30$

$$D50=0.56(V^2/2g\Delta n)$$

$$D50=0.60 \text{ m}$$

$$D50=0.60 \text{ m}$$

El peso de la piedra con diámetro D50 es:

$$W50=\Delta\gamma_s D50^3 \quad (15)$$

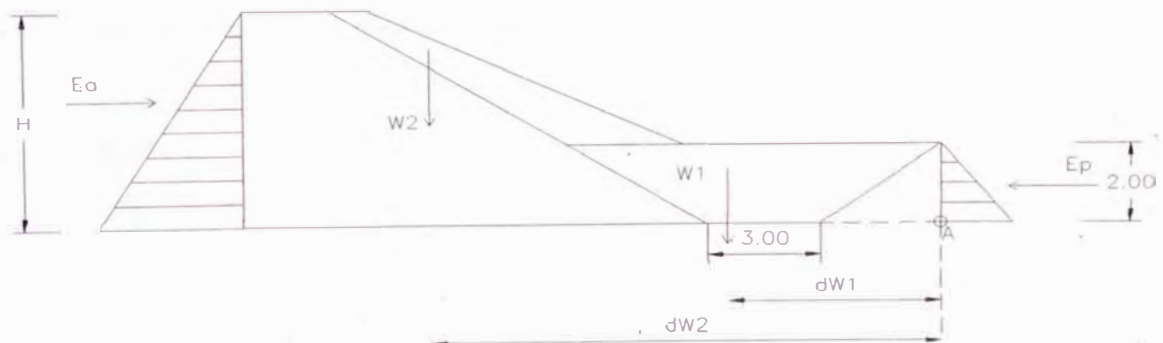
$$\Delta=1.00$$

Factor que representa la aprox. Del volumen de la piedra,  $A=1$ (cubo),  $A=0.5$ (esfera),  $A=.65$ (Piedra chancada)

$$W50=596.36 \text{ kg}$$

Ver detalle de características geométricas en el plano PH-06.

## ESTABILIDAD DEL DIQUE DE ENROCADO



Donde:

$E_a$  = Empuje activo

$E_p$  = Empuje pasivo

$H$  = altura total del dique

$W_1$  = Peso de la base del dique

$W_2$  = Peso del muro del dique

$dw_1$  = distancia al centro de gravedad de la base del dique

$dw_2$  = distancia al centro de gravedad del muro del dique

### 1. Análisis al deslizamiento:

Cualquier estructura sujeta a diferentes presiones laterales, tiene que ser capaz de resistir a los deslizamientos. La resistencia al deslizamiento es producida por la fuerza cortante a lo largo de la superficie de contacto entre la base de la estructura y la fundación.

Se usa un coeficiente de deslizamiento  $C_d$  mayor o igual a 1.5

$$C_d = \frac{\sum F_v \times f}{\sum F_h} \geq 1.5 \quad (16)$$

Donde:

$\sum F_v \times f = H_r$  = Sumatoria de las fuerzas verticales actuando perpendicularmente al plano de deslizamiento asumido.

$\sum F_h = H_a$  = Sumatoria de las fuerzas horizontales actuando paralelamente al plano de deslizamiento asumido.

$F$  = Coeficiente de fricción que depende de las características del suelo.

### EMPUJE ACTIVO

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s h^2 \quad (17)$$

$$K_a = \cos \theta \frac{(\cos \theta - (\cos^2 \theta - \cos^2 \phi)^{0.5})}{(\cos \theta + (\cos^2 \theta - \cos^2 \phi)^{0.5})} \quad (18)$$

Si  $\theta = 0$  (talud horizontal), entonces:

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (19)$$

$\phi$  = Angulo de fricción interna.

## EMPUJE PASIVO

$$Ea = \frac{1}{2} Kp \gamma_s h^2 \quad (20)$$

$$Kp = \cos \theta \frac{(\cos \theta + (\cos^2 \theta - \cos^2 \phi)^{0.5})}{(\cos \theta - (\cos^2 \theta - \cos^2 \phi)^{0.5})} \quad (21)$$

Si  $\theta = 0$  (talud horizontal), entonces:

$$Kp = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \quad (22)$$

Para el cálculo de estabilidad al deslizamiento se tienen los siguientes datos:

$$\gamma_s = 2.65 \text{ T/m}^3.$$

$$\phi = 41^\circ$$

$$\theta = 0$$

$$f = 0.6$$

Empuje Activo	
Ka	0.21
Htotal	4.00 m
Ea=Ha	2.99
Empuje Pasivo	
Kp	4.81
Huña	2.00 m
Ep	17.33
W1	41.47 T/m
W2	27.64 T/m
Hr	41.47 T/m
<b>Cd</b>	<b>13.87 &gt; 1.5</b>

## 2. Análisis al volteo

Para evitar el volteo de la estructura se debe hacer que la suma de los momentos estabilizadores sea mayor que la suma de los momentos de volteo. Se usará un coeficiente de volteo Cv mayor o igual a 2.50.

$$Cv = \frac{Mr}{Mv} \geq 2.5 \quad (23)$$

Donde:

$Mr$  = Momento resistente.

$Mv$  = Momento de volteo.

Tomando como referencia para la suma de momentos el punto A.

$$Mr = \frac{Ep \times h_{uña}}{3} + W1 \times dw1 + W2 \times dw2 \quad (24)$$

$$Mv = \frac{Ea \times h_{uña}}{3} \quad (25)$$

Para el cálculo de estabilidad al volteo se tienen los siguientes datos:

$$\gamma_s = 2.65 \text{ T/m}^3.$$

$$\phi = 41^\circ$$

$$\theta = 0$$

$$f = 0.6$$

<b>Empuje Activo</b>	
Ka	0.21
Htotal	4.00 m
Ea=Ha	2.99
<b>Empuje Pasivo</b>	
Kp	4.81
Huña	2.00 m
Ep	17.33
W1	41.47 T/m
dw1	3.50 m
W2	27.64 T/m
dw2	7.31 m
Mr	358.75 T/m*m
Mv	3.99 T/m*m
<b>Cv</b>	<b>89.97</b>

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

### Trabajos Preliminares

Al empezar una obra de protección, es fundamental realizar un correcto replanteo del trazo en planta como estipulan los planos, teniendo especial cuidado con las estructuras que se encontraran integradas a la obra como en éste caso, tener bien definido el trazo de los Estribos del Puente a construir será la primera tarea a realizar.

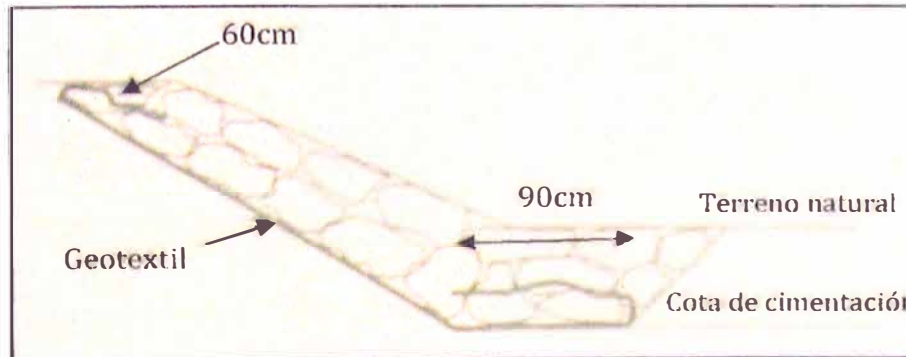
En segundo lugar, se debe marcar con cal sobre el terreno, los límites de corte que se llevarán a cabo, con un previo desbroce de malezas y/o plantaciones si las hubiera.



Paralelamente a ésta labor se puede ir explotando el material (roca) de la cantera, teniendo cuidado si es necesario realizar voladuras ya que si no se realizan éstas de manera uniforme, podría obtenerse rocas muy fracturadas las cuales al contacto con el agua del río tienden a quebrarse y romperse.

### Colocación del Geotextil

- Un buen contacto entre el geotextil y el suelo es esencial. Por esta razón la superficie de la ribera o del dique debe ser una superficie lisa, libre de protuberancias, depresiones y lentes de material suelto.
- Debe ser colocado suavemente, sin pliegues, de arriba hacia abajo.
- Se debe tener mucho cuidado al colocar el enrocado, pues puede romperse el geotextil.
- Si las rocas tiene aristas fluidas se debe colocar una subcapa granular entre el enrocado y el geotextil.
- Después de colocar el enrocado, el geotextil debe asegurarse al pie de este tal como se indica en la figura y anclado en la parte alta de la ribera del dique.



Esquema de colocación de geotextil

### Colocación de la roca

Se ubicarán las canteras de las cuales serán transportadas las rocas adecuadas. La roca de la cantera seleccionada deberá encontrarse en volúmenes necesarios sin presentar erosión ni fracturamiento y por ende que sean duras y resistentes a la abrasión, intemperismo e impacto.

En cuanto a la calidad de la roca, esta debe ser ígnea de preferencia granítica y de un peso específico que oscile entre 2 a 5 TM.

## Datos del Puente Stuart (1999)

V (Velocidad media) = 3.91 m/s

T (tirante normal) = 0.75m

n (coeficiente de manning) = 0.035

Dm (diámetro medio de material de lecho) = 20mm

$\alpha$  (ángulo de fricción del suelo) = 26.57°

$\phi$  (ángulo de reposo del suelo) = 41°

Fuente: PROVIAS NACIONAL

## ANEXO C

## ANEXO C1

### SECCION 622B TUBERIA METALICA CORRUGADA (TMC)

#### Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Supervisor. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos, las conexiones de ésta a los cabezales. Comprende también, la construcción del solado a lo largo de la tubería; las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas; y, la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

#### Materiales

Los materiales para la instalación de tubería corrugada deben satisfacer los siguientes requerimientos

**(a) Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente**

Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos y tuercas) entre el rango de doscientos milímetros (200 mm) y un metro ochenta y tres (1.83 m) de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36.

Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-444. Los pernos deberán cumplir con la especificación ASTM A-307, A-449 y las tuercas con la especificación ASTM A-563.

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a AASHTO M-36.

**(b) Estructuras conformadas por planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente**

Para las estructuras y sus accesorios (pernos y tuercas) de más de un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro o luz las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-569 y AASHTO M-167 y pernos con la especificación ASTM A-563 Grado C.

El galvanizado de las planchas o láminas deberá cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-123 ó ASTM A-444, y para pernos y tuercas con la especificación ASTM A-153 ó AASHTO M-232.

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a AASHTO M-36.

**(c) Tubos de planchas y estructuras de planchas con recubrimiento bituminoso**

Deberán cumplir los requisitos indicados en la especificación AASHTO M-190 y las normas y especificaciones que se deriven de su aplicación. Salvo que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, el recubrimiento será del tipo A.

**(d) Material para solado y sujeción**

El solado y la sujeción se construirán con material para sub-base granular.

**Equipo**

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular. Cuando los planos exijan apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de gatas para dicha labor.

**Requerimientos de Construcción**

**Calidad de los tubos y del material**

**(a) Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos**

Antes de comenzar los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que

llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para el MTC, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y recubrimiento galvanizado especificados.

Ningún tubo (o plancha) será aceptado sino hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor.

### **(b) Manejo, transporte, entrega y almacenamiento**

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Supervisor, serán rechazados, aún cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

### **Preparación del terreno base**

El terreno base se preparará de acuerdo con lo indicado en la **Sección 601B** la excavación deberá tener una amplitud tal, que el ancho total de la excavación

tenga una vez y media (1,5) el diámetro del tubo como mínimo.

### **Solado**

El solado se construirá con material de sub-base granular.

### **Instalación de la tubería**

La tubería de acero corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La tubería se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba.

### **Relleno**

La zona de terraplén adyacente al tubo, con las dimensiones indicadas en los planos se ejecutará de acuerdo a esta especificación. Su compactación se

efectuará en capas horizontales de ciento cincuenta a doscientos milímetros (150 mm – 200 mm) de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos.

## **Aceptación de los trabajos**

### **(a) Controles**

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

Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.

Comprobar que los tubos y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.

Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.

Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.

Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

### **(b) Marcas**

No se aceptará ningún tubo, a menos que el metal esté identificado por un sello en cada sección que indique:

Nombre del fabricante de la lámina

Marca y clase del metal básico

Calibre o espesor

Peso del galvanizado

Las marcas de identificación deberán ser colocadas por el fabricante de tal manera, que aparezcan en la parte exterior de cada sección de cada tubo.

### **(c) Calidad de la tubería**

Constituirán causal de rechazo de los tubos, los siguientes defectos:



Traslapes desiguales  
Forma defectuosa  
Variación de la línea recta central  
Bordes dañados  
Marcas ilegibles  
Láminas de metal abollado o roto

La tubería metálica deberá satisfacer los requisitos de todas las pruebas de calidad mencionadas en la especificación ASTM A-444.

Además, el Supervisor tomará, al azar, muestras cuadradas de lado igual a cincuenta y siete milímetros y una décima, más o menos tres décimas de milímetro ( $57,1 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ ), para someterlas a análisis químicos y determinación del peso del galvanizado, cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias de la especificación ASTM A-444. El peso del galvanizado se determinará en acuerdo a la norma ASTM A-525. Las muestras para estos ensayos se podrán tomar de la tubería ya fabricada o de láminas o rollos del mismo material usado en su fabricación.

#### **(d) Calidad del recubrimiento bituminoso**

Cuando los planos requieran la colocación de tubería con revestimiento bituminoso, tanto en la superficie exterior como interior dicho material deberá satisfacer las exigencias de calidad impuestas por la especificación AASHTO M-190.

#### **(e) Tamaño y variación permisibles**

La longitud especificada de la tubería será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado al tubo.

#### **(f) Solado y relleno**

El material para el solado deberá satisfacer los requisitos establecidos para la Subbase Granular y el del relleno, los de las pruebas establecidas en las **Secciones 605B**.

La frecuencia de las verificaciones de compactación será establecida por el Supervisor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe, no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno.

Todos los materiales que resulten defectuosos de acuerdo con lo prescrito en esta especificación deberán ser reemplazados por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

Así mismo, el Contratista deberá reparar, a sus expensas, las deficiencias que presenten las obras ejecutadas, que superen las tolerancias establecidas en esta especificación y en aquellas que la complementan.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro lineal (m), de tubería metálica corrugada, suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Supervisor, a plena satisfacción de éste.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Supervisor.

### **Pago**

El pago se hará al precio unitario real, según el diámetro y espesor o calibre de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, aceptada a satisfacción por el Supervisor.

La excavación de las zanjas y el relleno se pagarán de acuerdo a lo establecido en las **Secciones 601B y 605B** respectivamente.

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Alcantarilla TMC D:36"	Metro lineal (m)

## SECCION 624B PINTURA ASFALTICA PARA TUBERIAS METALICAS CORRUGADAS

### Descripción

Esta partida consiste en la aplicación de un recubrimiento asfáltico en la parte exterior e interior de las alcantarillas metálicas, a fin de protegerlas de la oxidación, suelos ácidos, aguas agresivas y abrasión.

### Materiales

En toda la superficie interior y exterior de las TMC se aplicará un imprimante asfáltico de alto poder adhesivo. Después del secado de este producto se aplicará una capa de pintura bituminosa de 2 a 3 mm de espesor, a fin de proteger las superficies metálicas de la oxidación, aguas agresivas, así como la abrasión.

### Método de Construcción

- Limpiar la superficie interior de la TMC de modo de obtener una superficie exenta de grasa, óxido, polvo y otros materiales extraños, dejándola limpia y seca.
- Aplicación con brocha de una capa de pintura anticorrosiva sobre toda la superficie en una cantidad entre 150 y 200 gr/m<sup>2</sup>, dependiendo de la rugosidad de la superficie y dejarla secar.
- Del mismo modo aplicar pintura bituminosa en cantidad aproximada de 1 Kg./m<sup>2</sup>. El espesor del revestimiento total será como mínimo 3.2 mm.

### Medición

La unidad de medida será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie interna y externa de alcantarilla TMC, debidamente tratada y aprobada por el Supervisor.

### Bases de Pago

Se pagará los metros cuadrados de superficie pintada al precio unitario real, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor. Este precio y pago constituirá compensación total por todos los materiales, herramientas, equipos, mano de obra, leyes sociales e imprevistas necesaria para la correcta y completa ejecución de los trabajos de acuerdo a lo especificado.

Item de Pago	Unidad de Pago
Pintura asfáltica para alcantarillas metálicas.	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

## SECCION 635B CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO

### Descripción

La construcción de cuneta o zanja se hará utilizando mezcla de concreto de cemento Pórtland, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos, además de los anexos que incluye la presente especificación.

### Materiales

Los materiales para las cunetas revestidas deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

#### (a) Concreto

El concreto será de clase definida en el proyecto

#### (a) Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie

Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales apropiados, según lo apruebe el supervisor

#### (c) Sellante para juntas

Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

#### (d) Traslado de concreto y material de relleno

Desde la zona de préstamo al lugar de las obras, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado y evitar afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

### Equipo

Al respecto, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, carga y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con adecuados sistemas de silenciamiento, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

## **Requerimientos de Construcción**

### **Acondicionamiento de la cuneta en tierra**

El Contratista deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o establecidas por el Supervisor.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, carga, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, a juicio del Supervisor, para obtener la sección típica prevista.

### **Colocación de Encofrados**

Acondicionadas las cunetas en tierra, el Contratista instalará los encofrados de manera de garantizar que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Supervisor.

Durante la instalación del encofrado, se tendrá cuidado de no contaminar fuentes de agua cercanas, suelos y de retirar los excedentes y depositarlos en los lugares de disposición final para este tipo de residuos.

Para las labores de encofrado se utilizarán madera, aserradas, de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos.

### **Elaboración del concreto**

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en la sección 610B de este documento.

Durante el traslado de los materiales, se tendrá cuidado en que no emitan partículas a la atmósfera, humedeciendo el material y cubriéndolo con una lona. En la mezcla del concreto tendrá cuidado de no contaminar el entorno (fuentes de agua, humedales, suelo, flora, etc.).

### **Construcción de la cuneta**

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo 0.10m.

Las cunetas revestidas incluirán juntas de construcción de cada 2.50 m y juntas de dilatación cada 12.50 m

### **Aceptación de los trabajos**

#### **(a) Controles**

En adición a los descritos en la sección 610B de este documento, el Supervisor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar el encofrado y vaciar el concreto.

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados, se aplicarán los criterios expuestos en la sección 610B de este documento.

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Supervisor sólo aceptará cunetas cuya forma y dimensión corresponda a la indicada en los planos o autorizadas por él.

Tampoco aceptará trabajos terminados con depresiones excesivas, traslapes desiguales o variaciones apreciables en la sección de la cuneta, que impidan el normal escurrimiento de las aguas superficiales. Las deficiencias superficiales que, a juicio del Supervisor, sean pequeñas, serán corregidas por el Contratista, a su costo.

Además el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Verificar que se realice el traslado de los excedentes a los lugares de disposición final de desechos. Así también, verificará que se limpie el lugar de trabajo y los lugares que hayan sido contaminados.
- En el caso de las cunetas y otras obras de drenaje que confluyen directamente a un río o quebrada, se deberán realizar obras civiles para decantar los sedimentos.
- Verificar se cumplan con las demás consideraciones ambientales incluidas en la Sección 900 del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

-

### Medición

Este trabajo será medido por metro lineal (m) de cuneta terminada, debidamente aprobada por el supervisor.

### Pago

La cantidad determinada según el método de medición antes descrito, se pagará al precio unitario por partida:

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  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , encofrado y desencofrado, curado, junta de construcción y dilatación, rellenos estructurales que sean necesarios y toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida, a entera satisfacción de la supervisión.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Cuneta revestida triangular	Metro lineal (m)



## **SECCION 648B DEFENSAS RIBEREÑAS**

### **Descripción**

Este trabajo consistirá en el suministro, transporte y colocación de rocas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones, y en los sitios indicados en los planos o expediente técnico.

Se trata de la construcción de una estructura conformada por rocas colocadas o acomodadas con ayuda de equipos mecánicos como tractores, cargadores frontales, retro-excavadoras o grúas, con el objeto de proteger taludes de la plataforma vial, evitando la erosión, socavación, o desprendimiento, que producen las aguas en las riberas de los ríos.

Los enrocados se colocan pie de los taludes; en zonas críticas o como lo disponga la Supervisión, como protección de riberas, asimismo en las entradas y salidas de badenes, pontones, alcantarillas, etc.

### **Materiales**

El material de enrocado para las defensas ribereñas, se obtendrá de las canteras autorizadas por el Supervisor. El material utilizado para la defensa ribereña será roca sólida y no deleznable resistente a la abrasión de grado "A" según se determina por el "Ensayo de Los Angeles" (menos de 35% de pérdidas en peso después de 500 revoluciones).

Graduación y Dimensiones: las rocas o fragmentos de roca de tamaño similar, deberán estar razonablemente bien graduados dentro de los límites permitidos para diámetros nominales, entre 0.50 m y 1.00 m; los intersticios o vacíos entre las rocas de tamaño mayor, serán rellenados por fragmentos de roca de tamaños menores.

Selección de Canteras: las fuentes de préstamos serán las indicadas en los planos o expediente técnico de acuerdo a las especificaciones del material a utilizarse en enrocados.

El Supervisor se reserva el derecho de realizar inspecciones de las canteras. La aprobación por el Supervisor de algunos fragmentos de roca, para una cantera en particular, no será interpretado como la aprobación de todos los fragmentos de roca obtenidas de la cantera y el Contratista mantendrá la responsabilidad respecto a la graduación y calidad especificada de los fragmentos de roca descargada en el lugar de utilización.

Todos los fragmentos de roca que no alcancen los requerimientos de estas especificaciones, de acuerdo a lo determinado por las pruebas y/o por la inspección de las canteras y del enrocado, serán rechazados.

Explotación: el Contratista deberá limpiar, explotar y operar las canteras, eliminar el material de desperdicio y realizar todas las operaciones requeridas para producir aceptables materiales para el enrocado.

Los materiales de desecho deberán ser colocados en las áreas agotadas o en áreas aprobadas adyacentes a las canteras.

### **Equipo**

El Contratista deberá suministrar los equipos que garanticen la colocación y acomodo de las rocas para la conformación de la defensa ribereña, empleándose tractores, cargadores frontales, retro-excavadoras o grúas que permitan el correcto cumplimiento de la ejecución de los trabajos. En general el equipo empleado para la construcción de la defensa ribereña, deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

### **Requerimientos de Construcción**

Conformación de la Superficie de Fundación: Cuando las defensas ribereñas requieran una base firme y lisa para apoyarse, ésta podrá consistir en una simple adecuación del terreno o una fundación diseñada y construida de acuerdo con los detalles de los planos del proyecto.

Previa a la iniciación de los trabajos, el Contratista solicitará al Supervisor la verificación de las secciones del terreno y la planificación del trabajo a realizar.

Colocación de las rocas: La construcción de las defensas ribereñas mediante enrocado se realizará de acuerdo a las dimensiones mínimas y a lo establecido en los planos.

La colocación de las rocas, se efectuará mediante el uso de una grúa u otro medio que permita el izaje; colocación y entrase de las rocas, utilizando rocas más pequeñas, en los lugares o vacíos dejados por las rocas de mayor tamaño, la distribución se ajustará a las medidas dispuestas en los planos.

La colocación de las rocas se hará en forma progresiva, logrando de esta

manera que los intersticios existentes entre las rocas de mayor tamaño puedan ser rellenados por los fragmentos de roca de tamaño menor.

Se deberá evitar la excesiva fracturación de las rocas al momento de la locación en su alineamiento con los equipos indicados.

Los fragmentos de roca colocados no tendrán una compactación especial y serán acomodados de manera que queden regularmente distribuidos, con el menor porcentaje de vacíos posible entre ellos a fin de lograr una buena trabazón, para controlar la estabilidad y evitar la erosión lateral.

Los huecos deberán ser evitados en lo posible o rellenados por rocas y piedras de menores dimensiones para acuñaer sólidamente las rocas mayores lográndose así un cuerpo estable y compacto.

Aprobación de los trabajos y tolerancias: El Supervisor aprobará los trabajos si se satisfacen las exigencias de los planos y de esta especificación, y si la defensa ribereña construida se ajusta a los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los planos del proyecto.

En caso de deficiencias de los materiales o de la ejecución del trabajo, el Contratista deberá realizar por su cuenta, las correcciones necesarias hasta cumplir lo especificado.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de defensa ribereña ejecutada en el sitio y aceptada por el Supervisor.

El cálculo del volumen se realizará empleando el método de las áreas medias de las secciones transversales por la longitud, de acuerdo a las secciones tipo indicadas en los planos y expediente técnico.

### **Pago**

El pago se efectuará al precio unitario del contrato, por el trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptada por el Supervisor.

Las cantidades aceptadas, determinadas de acuerdo con la subsección anterior, se pagarán al precio del contrato por unidad de medida, para el renglón de pago establecido en el contrato.

El precio unitario y pago será la compensación total por todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con los planos, especificaciones descritas en esta sección y expediente técnico. Incluyendo toda

mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas, suministro de los materiales y colocación del enrocado así como su transporte pagado, hasta completar la ejecución de ésta partida y sea aceptada por el Supervisor.

El pago se hará según:

Item de pago	Unidad de Pago
Defensas Ribereñas	Metro cúbico (m )

## SECCIÓN 650B: GEOTEXTILES

### Descripción

Esta especificación comprende los requisitos para el uso de geotextiles en trabajos de drenaje, separación, estabilización, control permanente de erosión, defensas temporales de finos; en pavimentación para atenuar la reflexión de grietas y en refuerzo.

Las condiciones para ejecución de los trabajos serán presentados en las especificaciones especiales (EE) dentro del Expediente Técnico.

### Materiales

Los materiales propósito de esta especificación pueden estar fabricados por polímeros sintéticos, tejidos o no tejidos, de las características que se van a solicitar en este documento para cada una de las aplicaciones.

Los geotextiles tejidos podrán ser fabricados con cintas planas o con cintas fibriladas, para obtener en estos últimos geotextiles de alto módulo.

Los geotextiles no tejidos podrán ser fabricados con fibras largas o fibras cortas punzonadas o termo fundidas, dependiendo del uso requerido.

Todos los parámetros exigidos en esta norma corresponden a valores mínimos promedios del rollo (MARV). Su uso es de carácter obligatorio. Por lo tanto no se permite el uso de valores promedios o típicos. De acuerdo con lo anterior, el Contratista se obliga a presentarle al Supervisor para su aprobación los resultados suministrados por el proveedor, quedando en potestad de la Supervisión ordenarle su verificación.

### -Requerimientos Generales de Resistencia para asegurar Supervivencia de los Geotextiles

Los geotextiles usados en los trabajos especificados en este artículo deben cumplir los requerimientos que se presentan en la Tabla N° 1.

Estos requerimientos están dados en valores mínimos promedios del rollo (MARV) y no en valores típicos o promedios.

**Tabla N° 1**  
**Geotextiles - Requerimientos de Supervivencia**

Propiedad	Ensayo	Unid.	Requerimiento Geotextil (MARV)*					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			E	E	E	E	E	E
			< 50%	> 50%	< 50%	> 50%	< 50%	> 50%
Resistencia Grab	ASTM D4632	N	1400	900	1100	700	800	500
Resistencia al razgado trapezoidal	ASTM D4533	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia "Burst"	ASTM D3786	Kpa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Resistencia a la costura	ASTM D4632	N	12600	810	990	630	720	450

E = Elongación

### -Geotextiles usados en Subdrenaje

Los geotextiles usados en subdrenaje deben cumplir las exigencias mostradas en la Tabla N° 2. Si se hace una evaluación detallada de las condiciones del sitio, se podrán disminuir los requerimientos a los exigidos para la clase 3 de la Tabla N° 1. para Construcción de Carreteras

**Tabla N° 2**  
**Geotextiles para Subdrenaje - Requerimientos**

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento ( MARV ** )		
			Porcentaje de suelo a retener que pasa la malla 0.075 min. (N° 200)		
			< 15	15 – 50	> 50
Clase de Geotextil			Clase 2 de la Tabla N° 1		
Permitividad	ASTM D4491	seg -1	0.5	0.2	0.1
Abertura aparente	ASTM D4751	Mm	0.43	0.25	0.22
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

**-Geotextiles usados en Separación**

Los geotextiles que se aplicarán como separación de dos materiales, para evitar la penetración o migración de uno al otro, cumplirán las exigencias mostradas en la Tabla N° 3. Debe entenderse que en este aspecto los geotextiles no están aplicados como refuerzo.

**Tabla N° 3**  
**Geotextiles para Separación – Requerimientos**

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento (MARV **)
Clase de Geotextil	-	-	Clase 2 de la Tabla N° 1
Permitividad	ASTM D4491	seg -1	0.02
Abertura aparente	ASTM D4751	mm	0.6
Resistencia retenida	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición.

**-Geotextiles usados en Estabilización**

Cuando se usen geotextiles para estabilizar materiales, fundamentalmente para aumentar su resistencia al corte y a la deformación, deberán cumplir como mínimo los requerimientos que se muestran en la Tabla N° 4.



**Tabla N° 4**  
**Geotextiles para Estabilización - Requerimientos**

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento (MARV ** )
Clase de Geotextil	-	-	<a href="#">Clase 1 de la Tabla N° 1</a>
Permitividad	ASTM D4491	seg -1	0.05
Abertura aparente *	ASTM D4751	mm	0.43
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición

**-Geotextiles usados en Control permanente de Erosión**

Los geotextiles usados directamente para control de erosión superficial e indirectamente, bajo enrocados de protección (tipo rip-rap), debe cumplir los requerimientos que se muestran en la **Tabla N° 5**.

**Tabla N° 5**  
**Geotextiles para control permanente de Erosión - Requerimientos**

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento (MARV ** )		
			Porcentajes de suelo a retener que pasa la malla 0.075 min. (N° 200)		
			< 15	15 - 50	> 50
Clase de Geotextil	-	-			
Tejidos de monofilamento	-	-	<a href="#">Clase 2 de la Tabla N° 1</a>		
Los otros geotextiles	-	-	<a href="#">Clase 1 de la Tabla N° 1</a>		
Permitividad	ASTM D4491	seg -1	0.7	0.2	0.1
Abertura aparente (AOS)*	ASTM D4751	Mm	0.43	0.25	0.22
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

**-Geotextiles usados en Defensas Temporales de Lodos**

Los geotextiles que se usan temporalmente durante construcción para proteger los cauces naturales y las obras de drenaje de materiales finos transportados por agua de escorrentía, deberán cumplir los requerimientos mostrados en la **Tabla N° 6**.



Tabla N° 6

## Geotextiles usados en defensas temporales - Requerimientos

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento (MARV)*		
			Defensa soportada	Defensa no soportada	
				E > = 50%	E < 50%
Espaciamiento máximo entre Postes	-	m	1.2	1.2	2
Resistencia Grab	ASTM D4632	N			
En la dirección de maquina	-	N	400	550	
En la dirección transversal	-	N	400	450	
Permitividad	ASTM D4632	seg-1	0.05		
Abertura aparente	ASTM D4632	Mm	0.6		
Resistencia retenida UV	ASTM D4632	%	70% después de 500 horas de exposición		

**Nota:** El soporte de la defensa consiste en una malla metálica con alambres de acero calibre 14 esparcidos a 150 mm en ambas direcciones o una malla prefabricada con polímeros de la misma resistencia.

**-Geotextiles usados para pavimentación**

Para aplicaciones de geotextil en contacto con capas de concreto asfáltico, para disminuir la posibilidad de grietas en refuerzo de pavimentos antiguos, se deberán cumplir los requerimientos que se muestran en la **Tabla N° 7**.

Tabla N° 7

## Geotextiles para Pavimentación (MARV \*)

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento
Resistencia Grab.	ASTM D4632	N 450	450
Masa por unidad de área	ASTM D776	gm/m	2 140
Deformación última	ASTM D4632	%	<sup>3</sup> 50
Retención Asfalto	Texas DOT Ítem 3099	l/m <sup>2</sup>	Certificación del Fabricante
Punto de Fusión	ASTM D276	°C	150

\* MARV = Promedio - 2 (Desviación Estándar). No se permite el uso de valores típicos o promedios.

### **-Geotextiles para Refuerzo**

En general los geotextiles usados en tierra reforzada, bien sea en terraplenes o en estructuras de contención, deberán cumplir los requerimientos estipulados en esta sección para geotextiles usados en estabilización (Tabla N° 4).

Para obras de envergadura donde la obra se encuentre como parte de la carretera, tales como estructuras de contención, estribos de puentes y terraplenes donde la calzada se encuentre en la corona, deben utilizarse geotextiles de alto módulo, con los parámetros de resistencia solicitados por el diseñador, para garantizar una baja deformación de la obra.

### **Control de Calidad**

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, el geotextil que utilizará en la obra, de acuerdo con la aplicación y lo exigido en estas especificaciones.

Los valores presentados deben corresponder a los últimos de la producción de la planta, es decir, deben estar actualizados. Por lo tanto, no se aceptan valores de catálogo.

Todos los geotextiles deben llegar a la obra perfectamente referenciados y el Contratista exigirá a su Proveedor, el envío de los resultados correspondientes a cada rollo. No se permitirán valores de catálogo. Verificando que se encuentre entre las especificaciones, se permitirá su uso en obra. Por cada 1 500 m<sup>2</sup> de un geotextil del mismo tipo, el Contratista enviará a un laboratorio especializado, muestras para verificación de resultados. Este laboratorio debe ser diferente del que posee el proveedor o el productor. Las muestras serán tomadas en presencia del Supervisor, de acuerdo con los procedimientos de muestreo solicitados en la Norma AASHTO-D4354.

Además de la aprobación de la calidad del geotextil, el supervisor deberá tomar las medidas necesarias para que el cemento, arcilla, limos, y demás desechos no tengan como receptor final lechos o cursos de agua.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>2</sup>) de geotextil instalado en el sitio y aceptado por el Supervisor.

## Pago

El pago se efectuará al precio unitario del contrato, por el trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptada por el Supervisor.

Las cantidades aceptadas, determinadas de acuerdo con la subsección anterior, se pagarán al precio del contrato por unidad de medida, para el renglón de pago establecido en el contrato.

El precio unitario y pago será la compensación total por todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con los planos, especificaciones descritas en esta sección y expediente técnico. Incluyendo toda mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas, suministro de los materiales y colocación del enrocado así como su transporte pagado, hasta completar la ejecución de ésta partida y sea aceptada por el Supervisor.

El pago se hará según:

Ítem de pago	Unidad de Pago
Geotextil	Metro cuadrado (m2)

## ANEXO C2

### Análisis de precios unitarios

Partida	05.01.01	EXCAVACION MANUAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000		EQ. 30.0000	o directo por : m3	34.04	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recun</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh		10.0000	2.6667	10.47	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		1.0000	0.2667	16.89	
						32.42	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	32.42	
						1.62	
Partida	05.01.02	ALCANTARILLA TMC D=36" C=12 R=10 m/día					
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000		EQ. 10.0000	o directo por : m	429.85	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recun</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	11.58	
0147010004	PEON	hh		6.0000	4.8000	10.47	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		1.0000	0.8000	16.89	
						73.03	
	<b>Materiales</b>						
0209010041	ALCANTARILLA METALICA D=36" C=12 m				1.0000	235.26	
						235.26	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	73.03	
						2.19	
	<b>Subpartidas</b>						
909701043158	ARENA GRUESA PARA LA OBRA	m3			2.2000	54.26	
						119.37	
Partida	05.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS C/EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000		EQ. 60.0000	o directo por : m3	24.24	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recun</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh		3.0000	0.4000	11.58	
0147010004	PEON	hh		3.0000	0.4000	10.47	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.5000	0.0667	16.89	
						9.95	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	9.95	
0349030003	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PL	hm		3.0000	0.4000	22.73	
						9.59	
	<b>Subpartidas</b>						
909701044001	AGUA PARA LA OBRA	m3			0.3000	15.67	
						4.70	
Partida	05.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BUZON ALCANTARILLA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000		EQ. 15.0000	o directo por : m2	58.16	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recun</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh		2.0000	1.0667	12.99	
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	0.5333	11.58	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		1.0000	0.5333	16.89	
						29.05	
	<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg			0.2500	4.10	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg			0.2500	4.10	
0243040005	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2			5.0000	4.05	
0245010004	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRAD	pl			0.0600	98.68	
						28.23	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	29.05	
						0.87	

Partida	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> PARA PARA BUZON DE ALCANTARILLA					
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	MO. 28.0000	EQ. 28.0000	o directo por : m3	298.42	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh		2.0000	0.5714	12.99
0147010003	OFICIAL	hh		2.0000	0.5714	11.58
0147010004	PEON	hh		10.0000	2.8571	29.91
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		1.0000	0.2857	16.89
						<b>48.78</b>
<b>Materiales</b>						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls			7.0000	21.32
						<b>149.24</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	48.78
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm		1.0000	0.2857	4.80
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOF	hm		1.0000	0.2857	21.80
						<b>9.00</b>
<b>Subpartidas</b>						
909701043158	ARENA GRUESA PARA LA OBRA	m <sup>3</sup>			0.5000	54.26
909701043162	PIEDRA CHANCADA PARA LA OBRA	m <sup>3</sup>			0.8000	77.40
909701044001	AGUA PARA LA OBRA	m <sup>3</sup>			0.1500	15.67
						<b>91.40</b>

Partida	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> PARA BUZON DE ALCANTARILLA					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	o directo por : kg	4.63	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	0.0320	12.99
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	0.0320	11.58
0147010004	PEON	hh		1.0000	0.0320	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.1000	0.0032	16.89
						<b>1.18</b>
<b>Materiales</b>						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg			0.0500	4.10
0203020003	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	Gl kg			1.0500	2.92
						<b>3.28</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	1.18
03489600060001	CIZALLA ELECTRICA	hm		1.0000	0.0320	4.14
						<b>0.17</b>

Partida	EXCAVACION MANUAL					
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	o directo por : m3	34.04	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh		10.0000	2.6667	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		1.0000	0.2667	16.89
						<b>32.42</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	32.42
						<b>1.62</b>

Partida	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.15m					
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	MO. 2.1000	EQ. 2.1000	o directo por : m3	180.57	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	3.8095	11.58
0147010004	PEON	hh		2.0000	7.6190	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.1000	0.3810	16.89
						<b>130.32</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	130.32
						<b>3.91</b>
<b>Subpartidas</b>						
909701043164	PIEDRA MEDIANA PARA LA OBRA	m <sup>3</sup>			0.7000	66.20
						<b>46.34</b>

Partida	COLOCACION DE CONCRETO FC=175 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	o directo por : m3	330.53	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh		2.0000	0.8889	12.99
0147010003	OFICIAL	hh		2.0000	0.8889	11.58
0147010004	PEON	hh		10.0000	4.4444	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		1.0000	0.4444	16.89
						75.88
<b>Materiales</b>						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls			7.0000	21.32
						149.24
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	75.88
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm		1.0000	0.4444	4.80
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOF	hm		1.0000	0.4444	21.60
						14.01
<b>Subpartidas</b>						
909701043158	ARENA GRUESA PARA LA OBRA	m3			0.5000	54.26
909701043162	PIEDRA CHANCAOA PARA LA OBRA	m3			0.8000	77.40
909701044001	AGUA PARA LA OBRA	m3			0.1500	15.67
						91.40
Partida	05.01.05.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (TRANSPORTE) R=56 m3/dia					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m3	31.87	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
<b>Subpartidas</b>						
909701020617	TRANSPORTE R=56 m3/dia	m3			1.0000	30.06
909701031355	CARGUIO R= 700 m3/dia	m3			1.0000	1.81
						31.87
Partida	05.02.01 EXCAVACION A MANO PARA CUNETAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	o directo por : m	6.26	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh		1.0000	0.5000	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.1000	0.0500	16.89
						6.08
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	6.08
						0.18
Partida	05.02.02 REFINE Y COMPACTACION DE TERRENO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	o directo por : m2	24.64	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	0.2667	11.58
0147010004	PEON	hh		4.0000	1.0667	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.1000	0.0267	16.89
						14.71
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	14.71
0349030003	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PL2	hm		1.0000	0.2667	22.73
						6.80
<b>Subpartidas</b>						
909701044001	AGUA PARA LA OBRA	m3			0.2000	15.67
						3.13

Partida	05.02.03 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA CUNETAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	no directo por : m	36.67	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	12.99
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	11.58
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.1000	0.0800	16.89
						21.00
<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg			0.2590	4.10
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA I	kg			0.2960	4.10
0243040005	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2			0.9880	4.05
0245010004	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO	pl			0.0889	98.68
						15.04
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	21.00
						0.63
						0.63
Partida	05.02.04 CONCRETO F'C=175 kg/cm2 PARA CUNETAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	no directo por : m	46.66	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh		3.0000	0.2000	12.99
0147010003	OFICIAL	hh		3.0000	0.2000	11.58
0147010004	PEON	hh		6.0000	0.4000	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.3000	0.0200	16.89
						0.34
						9.45
<b>Materiales</b>						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls			1.0900	21.32
						23.24
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	9.45
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm		1.0000	0.0667	4.80
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOF	hm		1.0000	0.0667	21.60
						1.44
						2.04
<b>Subpartidas</b>						
909701043158	ARENA GRUESA PARA LA OBRA	m3			0.0700	54.26
909701043162	PIEDRA CHANCADA PARA LA OBRA	m3			0.0990	77.40
909701044001	AGUA PARA LA OBRA	m3			0.0300	15.67
						0.47
						11.93
Partida	05.02.05 JUNTAS ASFALTICAS PARA CUNETAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	no directo por : m	3.42	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	0.0533	11.58
0147010004	PEON	hh		3.0000	0.1600	10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		0.1000	0.0053	16.89
						0.09
						2.39
<b>Materiales</b>						
0213000006	ASFALTO RC-250	gal			0.0820	10.75
						0.88
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	2.39
						0.07
						0.07
<b>Subpartidas</b>						
909701043158	ARENA GRUESA PARA LA OBRA	m3			0.0015	54.26
						0.08
						0.08
Partida	05.02.06 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (TRANSPORTE) R=56 m3/día					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m3	31.87	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subpartidas</b>						
909701020617	TRANSPORTE R=56 m3/día	m3			1.0000	30.06
909701031355	CARGUIO R= 700 m3/día	m3			1.0000	1.81
						1.81
						31.87



Partida	DIQUE DE ENROCADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	o directo por : m3	312.22	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh		1.0000	0.5000	11.58 5.79
0147010004	PEON	hh		2.0000	1.0000	10.47 10.47
0147010031	CAPATAZ "A"	hh		1.0000	0.5000	16.89 8.45
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	24.71 0.74
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 l	hm		1.0000	0.5000	152.34 76.17
0349040023	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 11	hm		1.0000	0.5000	195.54 97.77
<b>Subpartidas</b>						
909701031222	MATERIAL DE RELLENO PARA OBRA	m3			0.3000	14.91 4.47
909701043166	PIEDRA PARA ENROCADO	m3			1.0500	103.20 108.36
						<b>112.83</b>

## ANEXO C-3

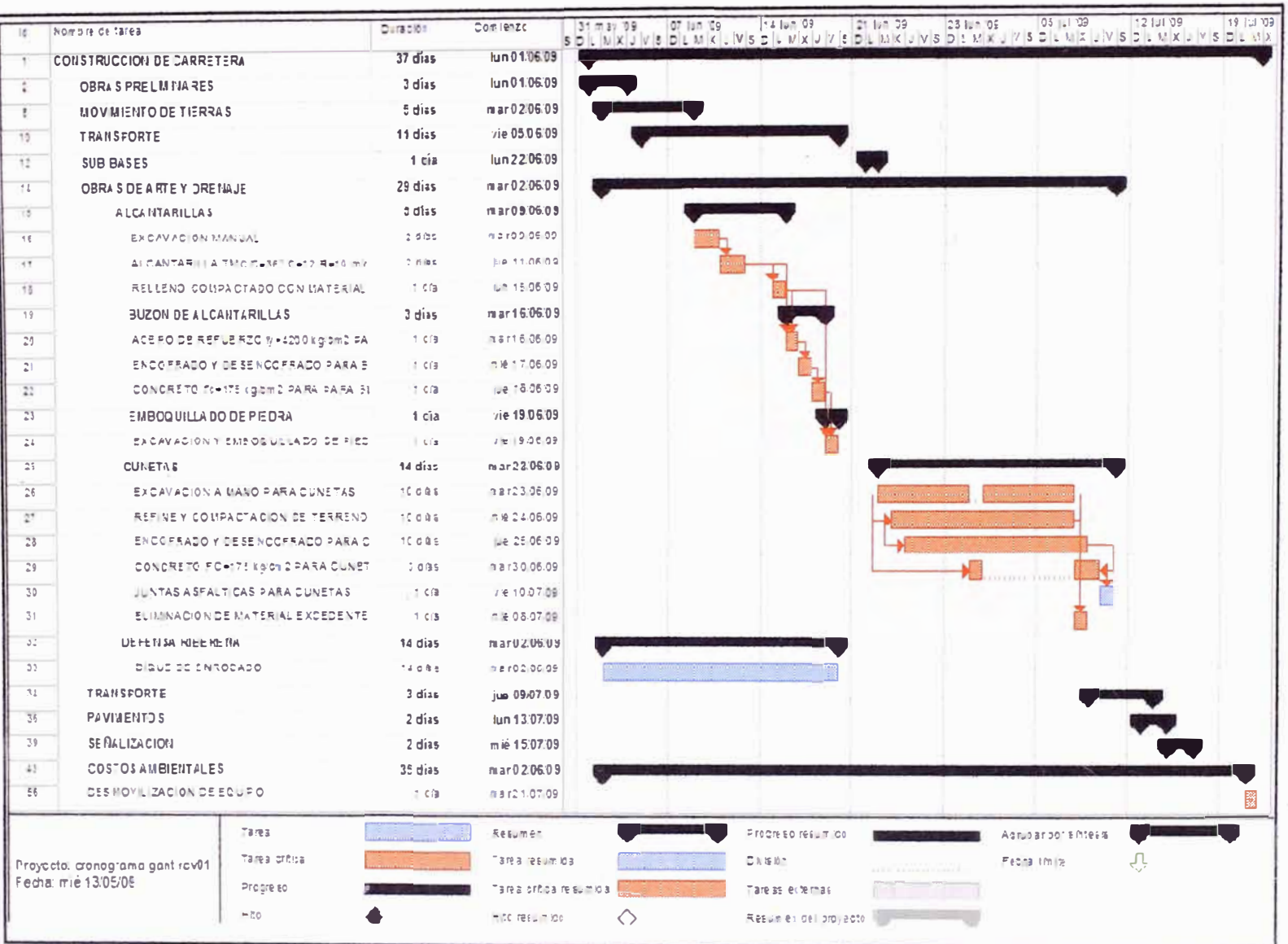
## RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO

EQUIPO	CANTIDAD
BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD	1
CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	1
CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	1
CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	2
CAMIONETA PICK UP 4 X 2 90 HP 1 ton	1
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3. yd3	1
CARGADOR SOBRE ORUGAS 190-225HP	1
CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA (azteca) 80tn/h	1
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	1
FAJA TRANSPORTADORA 18" X 40' MOTOR ELECTRICO 3 KW 150 ton/h	1
GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	1
MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	1
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11 p3	1
MOTONIVELADORA DE 125 HP	1
MOTOBOMBA 7-10HP	1
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	1
RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 75 -1.4 yd3	1
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	1
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	1
RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 ton	1
EQUIPO TOPOGRAFICO	1
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	1
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	1
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	2
ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" MOTOR ELECTRICO 15 HP	1

Fuente: Elaboración propia

ANEXO C-4

Cronograma de ejecución de obra



Fuente: Elaboración propia

\*Ampliación Y Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyas-Huancayo del Km 164+100 al km 184+400. Hidrología, Drenaje e Hidráulica\*  
 Javier Alberto Girao Orellana

## ANEXO D

## ANEXO E

## FOTOS



Foto N° 1: Progresiva 164+400, cunetas colapsadas por falta de mantenimiento.



Foto N° 2: Tramo final, vista de ladera de la vía con el río,





Foto N° 3: Vista de las características del cerro ubicado en la zona de estudio.



Foto N° 4: Se debera dar mantenimiento continuo de las laderas del cerro, debido que el material que cae obstaculiza el paso del agua por las cunetas.





Foto N° 5: Vista de laderas del río, donde se aprecia que el tirante es pequeño, se asumirá para el estudio un tirante normal de 1.00m.



Foto N° 6: Se puede apreciar el estado de las cunetas de material de terreno natural, se considera que estos no existen para el diseño de nuevas cunetas.