

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE – YAUYOS - HUANCAYO DEL Km.163+500 AL
Km.163+800**

HIDROLOGÍA Y DRENAJE

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

DEMEL LAYNES DIAZ FARJE

Lima- Perú

2009

Dedico el presente informe de titulación, a mi padre Marcial Diaz Garro y a mi Abuela Olivia Garro Escobedo. En señal de mi agradecimiento por todo el apoyo brindado durante las diferentes etapas de mi carrera profesional.

INDICE

RESUMEN

LISTA DE CUADROS

INTRODUCCION

CAPITULO I	1
PERFIL DEL PROYECTO	1
1.1 ASPECTOS GENERALES	1
1.1.1 Nombre del proyecto	1
1.1.2 Unidad formuladora y ejecutora	1
1.1.3 Descripción del Proyecto.....	1
1.2 IDENTIFICACIÓN	2
1.2.1 Definición del problema y sus causas.....	2
1.2.2 Objetivo del Proyecto	2
1.2.3 Alternativas de solución	3
1.3 FORMULACIÓN Y COSTOS	4
1.3.1 Ciclo y horizonte del proyecto.....	4
1.3.2 Análisis de la demanda	4
1.3.3 Análisis de la oferta	5
1.3.4 Balance Oferta – Demanda	7
1.3.5 Costos estimados	8
1.4 EVALUACIÓN.....	9
CAPITULO II	11
HIDROLOGIA Y DRENAJE	11
2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO	11
2.1.1. Cuenca	11
2.1.2. Precipitación.....	14
2.1.3. Escorrentía.....	15
2.1.4. Relación precipitación escorrentía.....	16
2.2 CÁLCULOS HIDROLÓGICOS	17
2.2.1 Información básica	17
2.2.2 Precipitaciones máximas en 24 horas	18
2.2.3 Análisis de frecuencias	20
2.2.4 Precipitación máxima-periodo de retorno	22

2.2.5	Tiempo de concentración	23
2.2.6	Intensidad máxima	23
2.2.7	Coeficiente de escorrentía	27
2.2.8	Caudal de Diseño	27
2.3	DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	27
2.3.1	Estructuras de drenaje longitudinal	27
2.3.2	Estructuras de drenaje transversal	29
2.3.3	Defensa Ribereña	31
CAPITULO III		40
EXPEDIENTE TECNICO		40
3.1	Memoria descriptiva	40
3.1.1	Ubicación	40
3.1.2	Clima	40
3.1.3	Actividades económicas.....	41
3.1.4	Descripción del proyecto.....	41
3.2	Especificaciones técnicas de la obras de drenaje.....	42
3.2.1	Trabajos Preliminares.....	42
3.2.2	obras de Arte y Drenaje.....	44
3.3	Metrados.....	72
3.4	Presupuesto de obra.....	73
3.4.1	Análisis de costos unitarios.....	73
3.4.2	Costo Directo.....	73
3.5	Relación de equipo mínimo	73
3.5	Cronograma de ejecución de obra.....	73
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
BIBLIOGRAFIA		
ANEXO EVALUACION DE CAMPO		
ANEXO FOTOS		
ANEXO A		

ANEXO B

ANEXO C

PLANOS

RESUMEN

El presente estudio está enfocado a plantear una alternativa de mejoramiento o rehabilitación desde el punto de vista académico para la carretera Cañete – Yauyos-Huancayo. Para su desarrollo se tomó como base los estudios realizados previamente para el mejoramiento de la carretera a nivel de perfil de factibilidad. Ambos estudios se realizaron siguiendo el formato estándar de elaboración del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). El sistema fija un horizonte de proyecto o vida útil del proyecto de diez años fundamentado en que es un horizonte comparable para diversas alternativas.

Como punto de inicio para la elaboración del perfil se visitó diferentes instituciones estatales como el MTC, PROVIAS NACIONAL, SENAMHI, INEI ETC en busca de información respecto a población, Producto Bruto Interno, tráfico de vehículos, climatología de la zona, entre otros. Con esta información se identificaron los principales problemas que afectan la vía en estudio y se definió el problema central. ***“Falta de capacidad y deficiente transitabilidad de la vía que limita el traslado de carga y pasajeros”***. Se realizó un análisis de causa efecto y con esto se determinó los fines fundamentales y los medios adecuados para concretarlos.

Antes de plantear las alternativas de solución se realizó un análisis preliminar del tráfico generado por el proyecto, sin embargo este resultado es bajo, debido a que está basado en las condiciones actuales de la carretera que afecta considerablemente la demanda y no justifica inversiones iniciales altas.

De esta forma se plantearon tres alternativas de solución. Para efectuar la evaluación y posterior elección de la alternativa que sea más conveniente para su ejecución, se utilizó la demanda vehicular de la vía, los costos de operación vehicular, costos por mantenimiento para cada alternativa y costos de ejecución.

De la evaluación económica de cada una de las alternativas obtenemos que ninguna es rentable. Esto debido básicamente al bajo volumen de tráfico que existe por esta vía.

Seguidamente se realizó una visita a campo del tramo Km. 163+500 hasta Km. 163+800 con la finalidad de recopilar toda la información necesaria para poder elaborar el estudio de ingeniería de este tramo. Considerando la alternativa planteada en el perfil: **Mejoramiento de la superficie de rodadura con tratamiento superficial bicapa**. Además se plantea la construcción de un adecuado sistema de drenaje que consta de 1 alcantarilla de cruce de quebrada, cunetas a lo largo de la carretera adyacente al talud superior y defensas ribereñas del tipo muro enrocado en la progresiva 163+760 Km.

En el capítulo I se presenta el resumen del desarrollo del perfil.

El presente informe está enfocado al diseño de las estructuras hidráulicas de la carretera Cañete – Dv Yauyos-Huancayo del km 163+500 al km 163+800, y se muestran procedimientos adecuados y análisis más detallados de los que actualmente contemplan los manuales de diseño de carreteras vigentes (DG-2001 y de bajo volumen de tránsito) respecto al tema de manejo de aguas.

Se realizó un estudio hidrológico detallado, aplicando los métodos estadísticos conocidos para el análisis de los datos. Luego se utilizaron dos metodologías para el cálculo del escurrimiento, estas son: método racional (cunetas y alcantarillas) y diagrama unitario triangular - SCS (defensas ribereñas). En base a estos resultados se dimensionaron las estructuras de drenaje y evacuación de aguas superficiales. Las cunetas y estructuras de colección fueron diseñadas para un periodo de retorno de 10 años, la alcantarilla de cruce para un periodo de retorno de 50 años y las defensas ribereñas para un periodo de retorno de 100 años.

Se dimensionó un sistema de defensa ribereña del tipo de muros enrocados debido a que en la progresiva 163+760 el río está erosionando el talud poniendo en riesgo la plataforma de la carretera.

Finalmente, se elaboró el expediente técnico del proyecto, que para el diseño de estructuras hidráulicas de la carretera abarca las partidas de: Obras preliminares y movimiento de tierras, excavación, encofrado y desencofrado, colocación de concreto, colocación de acero, construcción de cunetas y

colocación de alcantarillas y construcción de muros enrocados. Dicho expediente técnico incluye memoria descriptiva, especificaciones técnicas, análisis de costos y presupuesto y cronograma de obra.

Las especificaciones técnicas se elaboraron de acuerdo a las “Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras EG-2000 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2000), considerando las partidas relacionadas a las estructuras de drenaje.

Con los metrados de las partidas de **Obras de Arte y Drenaje** se obtuvo el costo directo de ejecución correspondiente a esta especialidad. El monto asciende a la cantidad de **S/ 67 995,47** con los costos actualizados al mes mayo del 2009.

LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº 1.1. ESQUEMA DE FASES Y ETAPAS DEL HORIZONTE DEL PROYECTO.....	4
Cuadro Nº 1.2. PROYECCIONES DEL TRÁFICO NORMAL TRAMO 3: RONCHAS CHUPACAS.....	5
Cuadro Nº 1.3. RESUMEN DE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA.....	5
Cuadro Nº 1.4. COSTOS DE SITUACIÓN SIN PROYECTO.....	8
Cuadro Nº 1.5. COSTOS DE SITUACIÓN CON PROYECTO.....	8
Cuadro Nº 1.6. COSTOS DE INVERSIÓN DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO.....	9
Cuadro Nº 1.7. COSTO OPERATIVO VEHICULAR.....	9
Cuadro Nº 1.8. VALORES ACTUALES NETOS, TIR (%) Y B/C.....	10
Cuadro Nº 2.1. CARTA GEOGRÁFICA NACIONAL.....	17
Cuadro Nº 2.2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS Y PERIODOS DE REGISTRO.....	18
Cuadro Nº 2.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS POR ESTACIÓN (mm).....	19
Cuadro Nº 2.4. VALORES CRÍTICOS DE “D” PARA LA PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV.....	21
Cuadro Nº 2.5. TABLA RESUMEN APLICANDO KOLMOGOROV – SMIRNOV.....	22
Cuadro Nº 2.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS DE 24 HORAS PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO.....	22
Cuadro Nº 2.7. PERIODOS DE RETORNO PARA DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE EN CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.....	22
Cuadro Nº 2.8. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA.....	23
Cuadro Nº 2.9. RESUMEN DE VALORES DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	23
Cuadro Nº 2.10. RESUMEN DE VALORES DE INTENSIDAD (mm/hr).....	26
Cuadro Nº 3.1 CUADRO DE GRANULOMETRIA AGREGADO FINO PARA CONCRETO.....	53
Cuadro Nº 3.2. CUADRO DE GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO.....	54
Cuadro Nº 3.3. TOLERANCIAS DE AGUA PARA CONCRETO.....	54

INTRODUCCION

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) ha creado el Programa Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

El tramo de carretera motivo de estudio forma parte del Corredor Vial N° 13 el cual comprende los siguientes tramos:

- Carretera Lunahuaná – Pacarán (12,0 Km.), actualmente en ejecución.
- Carretera Pacarán – Zúñiga – Dv. Yauyos – Dv. Ronchas (202,3 Km.), actualmente en ejecución.
- Carretera Dv. Ronchas – Chupaca (16,5 Km.), actualmente está en revisión del Estudio

La carretera, motivo del presente estudio, se encuentra emplazada sobre terreno en corte a media ladera. La cual se desarrolla en la margen izquierda del río Cañete.

El Perú tiene un territorio difícil y variado. Sus diversos accidentes morfológicos constituyen un desafío permanente para la ingeniería de drenaje vial.

Una vía de comunicación no solo exige un adecuado planeamiento, sino el diseño racional de las estructuras de drenaje que sean capaces de evacuar en todo momento y en forma eficiente los pasos de volúmenes de escurrimientos aportados por las lluvias en los diversos tramos de las carreteras, que pueda deteriorar o destruir los pavimentos.

El desarrollo de este informe, responde a una propuesta de mejorar el sistema de drenaje de la carretera Cañete – Huancayo del Km.163+500 al Km. 163+800. Este tramo se encuentra a nivel de afirmado, posee un deficiente sistema de drenaje y en el km. 163 +760 la distancia entre la carretera y el río Cañete es

corta (10-12m); lo que causa finalmente rápido deterioro de la rasante y puntos críticos de erosión.

Las carreteras generalmente cruzan cauces de drenaje natural a los cuales se debe permitir pasar el agua que transportan a través del derecho de vía sin obstruir el escurrimiento en el cauce natural aguas arriba de la carretera y sin causar daño a la propiedad fuera del derecho de vía. El paso de cauces de drenaje natural a través del terraplén de la carretera se efectúa por medio de conductos cerrados o alcantarillas, los cuales varían en número y tamaño

Del análisis realizado se puede concluir que el problema es el siguiente: Sistema de drenaje deficiente y la falta de protección de la vía contra los daños que puede ocasionar el río. Lo cual trae como consecuencia el rápido deterioro de la carretera y perjudica su nivel de transitabilidad al causar la existencia de taludes inestables, acumulación de agua en diferentes puntos, circulación o evacuación del agua por lugares inadecuados influyendo directamente en la integración de los poblados entre Cañete y Huancayo.

Razón por la cual se ha optado por mejorar el sistema de drenaje y construir defensas ribereñas en los puntos propensos a erosión; para adecuar la vía a las condiciones meteorológicas y geomorfológicas de la zona.

CAPÍTULO I PERFIL DEL PROYECTO

1.1. ASPECTOS GENERALES

1.1.1. Nombre del proyecto.

“Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ruta 22 Tramo: Cañete – Huancayo”.

Ubicación	
Departamento /Región:	Lima - Junín
Provincia:	San Vicente de Cañete – Yauyos – Concepción – Chupaca - Huancayo
Distrito:	Imperial – Nuevo Imperial - Lunahuaná – Pacarán – Zuñiga – Alis – Ayauca – Carania – Catahuasi – Chocos – Colonia – Laraos – Tomás – Yauyos - Chambara – San José de Quero – Ahuac – Huachac - Chupaca – Pilcomayo
Localidad:	Varias
Región Geográfica:	Costa (x) Sierra (x) Selva ()
Altitud :	700.0 – 4360.0 m.s.n.m.
Latitud :	13° 04' 50" Sur – 12° 04' 35" Sur
Longitud	76° 23' 16" Oeste – 75° 12' 20" Oeste
Fecha de Elaboración:	Abril 2009

1.1.2. Unidades Formuladoras y Ejecutora.

Como Unidades formuladoras se considera a la Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil en asociación con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Y como Unidad Ejecutora se considera la Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil.

1.1.3. Descripción del Proyecto.

El mejoramiento y Rehabilitación de la carretera, se llevará a cabo mediante el mejoramiento de la transitabilidad y modificación del diseño geométrico de la vía. El mejoramiento de la transitabilidad se realizará mediante la rehabilitación de la superficie de rodadura, así como también la ampliación de la sección transversal y construcción de obras de drenaje.

Compatibilidad del Proyecto con el Plan de Desarrollo

La clasificación vial corresponde a una carretera departamental y compete al gobierno regional y al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El presente proyecto se encuentra enmarcado en los objetivos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante el plan de desarrollo vial denominado **“Integrando Nuestro País”** para contribuir con el programa Sierra exportadora cuyo objetivo es generar corredores económicos entre la costa sierra y selva, siendo el corredor N° 13 la carretera Cañete-Lunahuana-Huancayo.

1.2. IDENTIFICACION

1.2.1. Definición del problema y sus causas

Problema central

Con base en el diagnóstico realizado se ha identificado la existencia del siguiente problema central: **“Falta de capacidad y deficiente transitabilidad de la vía que limita el traslado de carga y pasajeros”**.

Ver Gráfico de causas y efectos en el Anexo A-1

Efecto Final

Los efectos directos e indirectos contribuyen a un efecto final expresado como: **“Bajo nivel de vida de los pobladores de la zona”**.

Ver Gráfico de medios y fines en el Anexo A-2

1.2.2. OBJETIVOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Objetivo central

El objetivo central del Proyecto es **“Mejorar la capacidad y transitabilidad de la vía que permita el traslado de carga y pasajeros”**. Y de esta manera propiciar mejores condiciones de vida para los pobladores de la zona.

Para lograr este objetivo central se requieren de ciertos medios fundamentales los cuales logran el medio de primer nivel, los cuales se observan en el gráfico de medios y fines del Anexo A-1

Fin último

Los fines directos e indirectos conllevan a un Fin Último expresado como: “Contribución en la mejora de la situación Socioeconómica de los pobladores de la zona”.

1.1.3. Alternativas de Solución

Alternativa 0

La alternativa optimizada sin proyecto consiste en el mantenimiento rutinario de todos los tramos para mantener la transitabilidad de la vía.

Alternativa 1

Se propone el mejoramiento y rehabilitación de la vía mediante la modificación del trazo geométrico de acuerdo a las normas establecidas en el manual DG 2001. Se dejará la superficie de rodadura a nivel de afirmado con ampliación de ancho de vía de acuerdo a las normas. Se construirán alcantarillas y cunetas además de un sistema de subdrenaje.

Alternativa 2

Se propone el mejoramiento y rehabilitación de la vía mediante la modificación del trazo geométrico de acuerdo a las normas establecidas en el manual DG 2001. Se dejará la superficie de rodadura a nivel de tratamiento bicapa con ampliación de ancho de vía de acuerdo a las normas. Se construirán alcantarillas y cunetas además de un sistema de subdrenaje.

Alternativa 3

Se propone el mejoramiento y rehabilitación de la vía mediante la modificación del trazo geométrico de acuerdo a las normas establecidas en el manual DG 2001. Se dejará la superficie de rodadura a nivel de carpeta asfáltica con ampliación de ancho de vía de acuerdo a las normas. Se construirán alcantarillas y cunetas además de un sistema de subdrenaje.

1.3. FORMULACIÓN Y COSTOS

1.3.1. Ciclo y horizonte del proyecto

El periodo de análisis para el presente estudio del Perfil de la carretera se ha considerado 10 años. A continuación se muestran los ciclos del proyecto cuya elaboración es propia para fines de estudio, en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1.1.

ESQUEMA DE FASES Y ETAPAS - PROYECTOS ALTERNATIVOS 1, 2 y 3																															
Año 0			Año 1										Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10										
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
PRE - INVERSIÓN			INVERSIÓN										POST - INVERSIÓN																		
Perfil y Aprobación del mismo			Expediente Técnico		Construcción de la Infraestructura								Operación y Mantenimiento																		

1.3.2. Análisis de la Demanda

Tráfico proyectado de la situación Sin Proyecto.

La demanda del proyecto está dada por el flujo vehicular existente en la actualidad, la misma que se muestra a través del cálculo del IMD actual al año de estudio.

Para el cálculo de la demanda proyectada se utilizan para el crecimiento del tráfico vehicular la tasa de 1.6% para vehículos de pasajeros, esto se obtuvo promediando las tasas de crecimiento poblacional de los departamentos de Lima y Junín; y la tasa de 3.7% para vehículos de carga, esto se obtuvo promediando los porcentajes de crecimiento del PBI en el escenario neutro de los departamentos de Lima y Junín para el año de ejecución del proyecto (2009).

Tráfico proyectado de la situación Con Proyecto.

Para el tráfico generado se considera una tasa de 20% del IMD en situación Sin Proyecto; el crecimiento del tráfico es el mismo que para el tráfico normal es decir: 1.6% para vehículos de pasajeros y 3.7% para vehículos de carga.

Para la proyección del tráfico desviado se utiliza el análisis de la encuesta Origen Destino realizada en la estación “Quiulla” en la Carretera Longitudinal de la Sierra Sur, tramo La Oroya – Huancayo.

El tráfico total proyectado para el tramo Yauyos-Roncha, se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.2.

**Proyecciones de Tráfico Total
Tramo 3: Dv. Yauyos - Roncha**

Tipo de Vehículo	Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Tasa	Tráfico Total									
Auto	1.016	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8
Camionetas	1.016	11	13	13	14	14	14	14	14	15	15
Bus Mediano	1.016	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bus Grande	1.016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camiones 2E	1.037	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Camiones 3E	1.037	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Articulados	1.037	0	10	10	11	11	12	12	12	13	13
TOTAL		22	36	37	38	39	40	41	42	43	44

1.3.3. Análisis de la Oferta

Se definen en el siguiente cuadro las longitudes de cada uno y el tipo de superficie de rodadura.

Cuadro N° 1.3.

Tramo	Km. Inicio	Km. Final	Long. Tramo (m)	Superficie
Pacaran - Zúñiga	54+662	58+405	3743,00	Afirmado
Zúñiga - Dv. Yauyos	58+405	128+805	70400,00	Afirmado
Dv. Yauyos - Roncha	128+805	256+990	128185,00	Afirmado
Roncha - Chupaca	256+990	273+531	16541,00	Afirmado

Fuente: Inventario vial elaborado por la empresa ICCGSA

Tramo I: Pacarán – Zúñiga

Conforme se avanza el valle se va estrechando y la carretera atraviesa una topografía a media ladera cuyo ancho útil de plataforma varía de 7.50 m hasta 5.5 m., hasta llegar al Distrito de Zúñiga, sobre la cota de 809 m.s.n.m., se han contabilizado 24 alcantarillas. El ancho útil de vía promedio es de 6.30 m.

En este tramo tenemos un puente definitivo el cual tiene una condición estructural preocupante y condición funcional buena. La señalización en este tramo es por lo general buena.

Tramo II: Zúñiga – Dv. Yauyos

La topografía es mas ondulada y accidentada con ancho útil de vía mas angosta entre 8.00 m a 3.50 m., el ancho útil de vía promedio es 4.70 m.

Existen canteras, botaderos y fuentes de agua próximos a la vía. Se tienen alcantarillas de tipo estructural artesanal de diámetros pequeños, también de concreto armado, y 2 badenes, este tramo presenta zonas de huaycos, vía angosta y topografía accidentada, erosión e inestabilidad de taludes.

Se tiene 5 puentes definitivos, de los cuales 4 de ellos se encuentran en una condición estructural preocupante y condición funcional buena, y sólo uno con buena condición estructural y funcional. La señalización en este tramo es por lo general buena.

Tramo III: Dv. Yauyos – Ronchas

Inicia sobre la margen derecha del río Cañete, sobre terreno deleznable con desprendimientos, con ancho útil de vía entre 7.00 m a 3.50 m., el ancho útil de vía promedio es 5.00 m. En el Km. 140+100, se encuentra el desvío a Yauyos que es una trocha carrozable.

La plataforma de la carretera en esta zona se encuentra erosionada por el río cañete, se aprecia hundimientos y charcos de agua acumulada.

La carretera recorre zona de Puna, pasando paraje de Negro Bueno en el Km. 225+300, sobre la cota de 4,676 m.s.n.m., se inicia en forma definitiva el descenso por una plataforma amplia pero en malas condiciones por falta de mantenimiento.

Sobre el tramo se desarrollan 20 pontones definitivos de los cuales 9 están en condición estructural excelente y 11 en condición estructural preocupante todos con condición funcional buena, también se tiene 3 puentes definitivos 2 en condición estructural excelente y 1 en condición estructural preocupante.

La señalización sobre este tramo es de mala a regular es decir que no se puede leer o que simplemente no existe.

Tramo IV: Ronchas - Chupaca

La clasificación del terreno es 60% Material Suelto, 30% Roca Suelta y 10% Roca Fija. En este tramo existe un puente y un pontón en condición estructural excelente, 36 alcantarillas definitivas de concreto y 40 alcantarillas estructurales artesanales. La carretera de ancho útil de vía entre 7,00 m. a 4,00 m., y un promedio de 5,50 m., la vía se desarrolla por la margen derecha del río Cunas, pasando por poblados y terrenos agrícolas circundantes a la carretera, para luego descender por una zona semi urbana hasta la entrada a la plaza de Armas de Chupaca Km. 285+900 y cota de 3312 m. s. n. m.

La señalización sobre este tramo es de mala a regular es decir que no se puede leer o que simplemente no existe.

1.3.4. Balance Oferta - Demanda

En base a la demanda descrita y la oferta vial existente, se plantea mejorar el servicio de la carretera con las nuevas características geométricas, a fin de elevar la transitabilidad entre Lunahuaná a Yauyos y hacer al tramo Chupaca – Magdalena – Pacarán una alternativa vial de transporte de la carretera Central.

TRAMOS: ZUNIGA (Km. 58+405) – DV. YAUYOS (Km. 128+805)

DV. YAUYOS (Km. 128+805) - RONCHA (Km. 256+990)

- Clasificación Vial : Tercera Clase, Doble Calzada
- Velocidad Directriz : 40 Km./h
- Radio mínimo (de vuelta) : 20 m.
- Radio mínimo (volteo) : 45 m.
- Ancho Sup. Rodadura : 6.0 m.
- Pendiente Máxima : 10%
- Bombeo : 2%
- Pavimento (CSR) : Variable, depende de la Alternativa
- Cunetas (Drenaje) : Triangular 0.50x0.30 Revestida
- Badenes : Afirmado
- Pontones : Concreto

1.3.5. Costos Estimados

Costos de la Situación SIN PROYECTO

Se considera que la situación sin proyecto es una situación optimizada de la carretera donde se considera un mantenimiento anual sin haber realizado mejora alguna adicional. Estos costos fueron estimados y se muestra en el cuadro sgte:

Cuadro N° 1.4.

Alternativa	Costo Referencial (US\$/km/año)	Costo Referencial (S./km/año)
Situación actual optimizada	14000	44800

Fuente: Curso Formulación de Proyectos. Ing. Oscar Salcedo.

Costos en la Situación CON PROYECTO

Los costos de inversión para los diferentes tramos y alternativas se han tomado del Estudio de Factibilidad de Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo Lunahuaná – Chupaca. Año 2005. Para cada alternativa se promediado el costo y este se ha empleado para todos los tramos.

A continuación se indica los costos de mantenimiento de la Situación Con Proyecto para las tres alternativas:

Cuadro N° 1.5.

Alternativa	Costo Referencial (US\$/km/año)	Costo Referencial (S./km/año)
Alternativa 1	11000	35200
Alternativa 2	8000	25600
Alternativa 3	5000	16000

Fuente: Curso Formulación de Proyectos. Ing. Oscar Salcedo.

A continuación se indica los costos de Inversión de la Situación Con Proyecto para las tres alternativas:

Cuadro N° 1.6.

Costo Total de Inversión	Total (S/. / Km)	% Refer.
Alternativa 1 (Afirmado)	1351371	80,65%
Alternativa 2 (Bicapa)	1584328	94,56%
Alternativa 3 (Asfalto)	1675527	100,00%

Fuente: Estudio de Factibilidad de Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo Lunahuaná – Chupaca. Año 2005

1.4. EVALUACIÓN

Beneficios

Los beneficios generados están dados por los ahorros en costos operativos vehiculares, ahorro de tiempo y ahorro por disminución de accidentes. A continuación se indica los costos modulares de operación vehicular a costos económicos.

Cuadro N° 1.7

Superficie	Auto-movil	Camio-neta	Bus Med.	Bus Gran.	Cam. 2E	Cam. 3E	Articulado
AFI	0,32	0,53	0,71	1,12	1,55	1,99	2,41
ASF	0,26	0,48	0,58	1,01	1,16	1,60	2,05
T.S.B.	0,27	0,50	0,63	1,06	1,32	1,77	2,21
TRO	0,44	0,62	0,94	1,32	2,13	2,58	2,95

Fuente: OPP – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

AFI: Afirmada, ASF:Asfaltada, T.S.B:Tratamiento superficial bicapa
TRO: Trocha.

Evaluación Social

Para la evaluación económica se consideraron como beneficios, el ahorro en costos de mantenimiento de la carretera. En este sentido, se puede considerar el grado de rentabilidad económica del proyecto en condición de beneficios esperados. La evaluación económica para este caso se realizó por el método del VAN (Valor actual neto) y el TIR (Tasa de interés de retorno). Considerando una tasa de descuento de 11%. En los siguientes cuadros se resume la evaluación económica para las tres alternativas planteadas.

Cuadro N° 1.8.

Valores Actuales Netos, TIR (%) y B/C				
Longitud (Km)	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Alternativa	3,74	70,40	128,19	16,54
Afirmado				
VAN	-635585	-19741793	-39051750	-1908524
TIR	-3,84%	-20,29%	-27,32%	1,56%
B/C	0,49	0,16	0,09	0,65
Bicapa				
VAN	-589858	-21839911	-44035213	-1320600
TIR	-0,24%	-17,06%	-23,72%	5,67%
B/C	0,60	0,21	0,12	0,80
Asfalto				
VAN	-508712	-21950865	-45041294	-1126722
TIR	2,07%	-14,75%	-21,30%	6,74%
B/C	0,67	0,25	0,,15	0,84

Realizada la evaluación económica a precios sociales del proyecto se determina que la alternativa más favorable desde el punto de vista social es la alternativa de asfalto en todos los tramos. Para fines educativos el presente informe se tomara al Tratamiento Superficial Bicapa (T.S.B.) como la alternativa ganadora

CAPITULO II.

HIDROLOGIA Y DRENAJE

En esta sección se hará mención a los conceptos más importantes para el manejo del agua superficial y subsuperficial aplicado a caminos.

Para una adecuada conservación de la carretera es necesario conocer el comportamiento de las componentes hidrológicas y climatológicas que permitirá diseñar estructuras a la medida de los eventos máximos o extraordinarios.

El reconocimiento de campo permite conocer el actual sistema de drenaje, así en el reconocimiento de campo realizado se ha observado que vía no cuenta con un sistema de drenaje eficiente, a lo largo de ella no se observan cunetas definidas y no se cuenta con alcantarillas que evacuen el agua que drena sobre la superficie de rodadura. Esto no solo afecta la vía sino que incrementa la pérdida de suelos.

2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.1. Cuenca

Se denomina cuenca vertiente o cuenca de drenaje, a la superficie de terreno limitada por un conjunto de cerros o superficies más altas. La precipitación caída sobre esta drena hacia una corriente común denominada **cauce principal**.

Esta es la definición más adecuada enfocada al diseño vial, debido a que cada tramo de la vía recibe el flujo de un área de contribución delimitada por las condiciones topográficas del tramo y la superficie impermeable de la vía que contribuyen a las cunetas laterales.

Morfología de la cuenca

La morfología de la cuenca esta definida por tres tipos de parámetros: los parámetros de forma, de relieve y de drenaje.

La forma de la cuenca influye sobre el escurrimiento. En una cuenca de forma alargada el agua discurre en general por un solo cauce principal, en

una de forma ovalada los escurrimientos recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal y la duración del escurrimiento es mayor.

La influencia del relieve es aun mas evidente, a mayor pendiente, menor duración de concentración de las aguas de esorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal.

Los parámetros de drenaje están referidos a la red de drenaje natural, permanente o temporal, por la que fluyen las aguas de escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos de la cuenca. A continuación definimos algunos parámetros:

Longitud de cauce principal

Se define como la distancia entre el punto mas alejado de la naciente de una cuenca hasta el punto de salida.

Pendiente del cauce principal

Existen muchas formulas para definir la pendiente media del cauce principal, la más general es:

$$j = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} \cdot 100$$

Donde:

j, pendiente media del cauce (%).

H_{max}, cota máxima del cauce principal (m).

H_{min}, cota mínima del cauce principal (m).

L, longitud del cauce principal (m).

Esta formula debe ser aplicada en cuencas pequeñas en las que se pueda asumir que la pendiente es uniforme a lo largo de todo el cauce principal, de lo contrario se debe utilizar otros criterios como por ejemplo el método de Taylor y Schwarz (propone calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión), entre otros que se ajusten a las condiciones topográficas.

Tiempo de concentración

El tiempo para el cual toda la cuenca empieza a contribuir es el *tiempo de concentración* t_c^3 . Este parámetro se define como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida una gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente mas alejado del cauce principal, para su determinación utilizamos las formulas planteadas por: Kirpich, Hathaway y el US Corps. Of. Engineers:

- **Fórmula de Kirpich [11]**

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

Donde:

T_c = Tiempo de concentración (h)

L = Longitud del cauce principal (Km)

S = Pendiente del cauce principal (m/m)

- **Fórmula de Hathaway [11]**

$$T_c = 0.606 \times (L \times N)^{0.467} \times S^{-0.234}$$

Donde:

T_c = tiempo de la concentración (h)

L = longitud del cauce principal (Km)

S = Pendiente del cauce principal (m/m)

N = Factor de rugosidad (ver anexo B-4)

- **Fórmula del US Corps. Of Engineers [11]**

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

Donde:

T_c = tiempo de la concentración (h)

L = longitud del cauce principal (Km)

S = Pendiente del cauce principal (m/m)

³ Ven Te Chow, "Hidrología aplicada", Colombia, 1994.

2.1.2. Precipitación

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre.

La lluvia promedio de una cuenca puede determinarse utilizando tres métodos, el primero es utilizando la **media aritmética**; este método no es muy representativo si no se cuenta con una cantidad de pluviómetros uniformemente distribuidos dentro de la cuenca.

Los polígonos de Thiesen, es una forma mas aproximada para determinar la precipitación promedio de la cuenca. Este método establece que en cualquier punto de la cuenca la lluvia es igual a la que se registra en el pluviómetro más cercano y los pesos relativos a cada pluviómetro se determinan de las correspondientes áreas de aplicación en una red de polígonos. Este método no toma en cuenta las influencias orográficas en la lluvia.

El método de las isoyetas en cambio, supera las dificultades orográficas interpolando las alturas de lluvia de cada estación. Para obtener mejores resultados es necesario contar con una densa red pluviométrica.

Un evento de lluvia o tormenta describe un periodo de tiempo en el cual la precipitación es significativa y medible. El tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final de un evento de precipitación es definido como la **duración de la precipitación**. La duración es usualmente medida en horas sin embargo para cuencas pequeñas puede ser medida en minutos y para cuencas grandes hasta en días. Las duraciones de precipitación de 6, 12 y 24 horas son comunes en el análisis y diseño hidrológico.

La altura de precipitación tiende a variar ampliamente dependiendo de la localización geográfica, el clima, el microclima y la época del año; La altura de precipitación esta muy relacionada con la frecuencia de su ocurrencia.

La intensidad de precipitación es la tasa temporal de precipitación, es

decir la altura de precipitación por unidad de tiempo, puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. La intensidad promedio es la relación entre la altura de precipitación y la duración de la misma. Sin embargo pueden variar ampliamente en el espacio y el tiempo.

La frecuencia de la precipitación se refiere al periodo de tiempo transcurrido entre las ocurrencias de dos eventos de precipitación de la misma profundidad y la misma duración, el recíproco a la frecuencia de precipitación es el periodo de retorno.

2.1.3. Escorrentía

Se refiere a toda el agua fluyendo sobre la superficie terrestre, es decir el flujo de laderas, quebradas, ríos, etc. El escurrimiento superficial es el proceso por el que el agua este fluyendo constantemente desde las alturas por acción de las fuerzas gravitacionales. La escorrentía es expresada en volúmenes o tasa de flujo.

La escorrentía tiene tres componentes: El flujo superficial, el interflujo y el flujo de aguas subterráneas.

El **flujo superficial** es producto de la precipitación efectiva y es llamado también escorrentía directa y tiene la capacidad de producir grandes cantidades de flujo en periodos cortos de tiempo

El **interflujo** es el flujo subsuperficial, el flujo que se produce en las capas de suelo no saturadas ubicadas debajo de la superficie del suelo. El interflujo consiste en el movimiento lateral del agua y la humedad que recorre hacia las elevaciones inferiores. Es un proceso lento pero eventualmente los volúmenes de interflujo fluyen hacia los cauces o ríos principales.

El **flujo subterráneo** toma lugar en forma de flujo saturado a través de depósitos aluviales y otras formaciones que dirigen el agua por debajo del manta de suelo. Al igual que el interflujo el flujo subterráneo es un proceso

lento que dirige el agua a zonas profundas que son llevadas hacia los océanos.

El escurrimiento es transportado por los cauces y ríos hacia los océanos. Existen tres tipos de cauces: los perennes, los efímeros y los intermitentes.

Los **cursos efímeros** son aquellos que tienen respuesta directa a la precipitación efectiva, no interceptan flujo subterráneo y no tienen flujo base. Además los cursos efímeros contribuyen al agua subterránea por la infiltración de los lechos de sus cauces por esto son llamados cauces influyentes. Estos cauces son típicos en regiones áridas y semiáridas.

Los **cursos intermitentes** son aquellos que tienen características mixtas portándose como perennes en ciertas temporadas del año y efímeras en otras. Dependiendo de las condiciones estacionales estos pueden alimentar o ser alimentados por el agua subterránea.

Los **cursos perennes** son aquellos que transportan agua durante todo el año y siempre están alimentadas, totalmente o en parte, por el agua subterránea. En una corriente perenne el punto más bajo del cauce se encuentra siempre abajo del nivel de aguas freáticas.

Los **antecedentes de humedad** y la tasa de infiltración pueden variar ampliamente y son altamente dependientes del contenido inicial de humedad del suelo.

2.1.4. Relación precipitación escorrentía

Existen una gran variedad de modelos que relacionan la precipitación con la escorrentía y muchos de ellos han sido desarrollados para simular los procesos de infiltración, humedad antecedente, etc.

La data de precipitación es más voluminosa que la data de escorrentía lo que ha conducido al cálculo de la escorrentía relacionando a la precipitación.

El exceso de precipitación, o precipitación efectiva, es la precipitación que

no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo. Después de fluir a través de la superficie de la cuenca. El exceso de precipitación se convierte en escorrentía directa a la salida de la cuenca.

En una cuenca no impermeable, sólo una parte de la lluvia con intensidad I escurre directamente hasta la salida. Si se acepta que durante la lluvia, o al menos una vez que se ha establecido el gasto de equilibrio, no cambia la capacidad de infiltración en la cuenca, se puede escribir la llamada fórmula racional:

$$Q = 0.278CIA$$

Donde:

Q = Descarga máxima de la cuenca (m³/s)

C = Coeficiente de escorrentía

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

A = Área de la cuenca (km²)

2.2. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

En esta sección se muestra el análisis y los resultados de la evaluación hidrológica del proyecto. La carretera recorre paralela al río Cañete hasta cruzar a la cuenca del Mantaro.

Se determinaron las precipitaciones máximas de diseño a lo largo de la carretera en base a lo cual se estimaron las descargas máximas para el diseño de las obras de arte para el drenaje transversal y longitudinal.

2.2.1. Información básica

Para el estudio se dispone de la carta geográfica digitalizada a escala 1:100000 del INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN). (ver plano PD-01)

Cuadro N° 2.1.

Hoja	Escala	Institución
25L	1 : 100000	IGN

La información de precipitación fue adquirida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI).

Para los fines del presente estudio, se dispone de los registros de precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones Yauricocha, Carania, Vilcas y Tanta ubicadas dentro de la cuenca del río Cañete.

Igualmente la información recopilada durante el reconocimiento de campo permite verificar y mejorar las obras de drenaje y protección de la carretera. A continuación se detalla el análisis de precipitaciones máximas y descargas máximas.

2.2.2. Precipitaciones máximas de 24 horas

La caracterización pluviométrica tiene por objetivo describir el patrón de las lluvias en el área del proyecto. El análisis de estos registros de precipitación, el conocimiento de la hidrológica regional y la apreciación obtenida en nuestras visitas de campo nos permiten estimar las precipitaciones representativas en la zona del proyecto y su variación temporal y espacial.

En el plano PD-02 de los anexos se muestra la ubicación de las estaciones disponibles, de lo cual se descarta las precipitaciones de las estaciones de Carania y Tanta por su lejanía al tramo en estudio. El periodo de registro de las series de precipitaciones máximas de 24 horas utilizadas en el presente estudio se muestra en el cuadro 2.2 y los datos originales de las estaciones Yauricocha y Vilcas se encuentran en el anexo B-1.

Para el diseño de estructuras de drenaje longitudinal y transversal se utiliza los datos de la estación de Yauricocha por ser la más cercana al tramo en estudio. En cambio para el diseño de la defensa ribereña se utilizará la precipitación obtenida por el método de Thiessen para Yauricocha y Vilcas.

Cuadro N° 2.2.

Estaciones Pluviométricas y periodos de registro

Estacion	Cuenca	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)	Periodo de Registro	Años de Registro
Yauricocha	Cañete	12°19'00"	75°43'00"	4522	1987-2000	14
Vilcas	Cañete	12°21'00"	75°52'10"	3816	1964-2000	37

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2.3.
Precipitaciones máximas por estación (mm)

Año	Vilca	Yauricocha
1964	17,6	
1965	19,6	
1966	33,5	
1967	44,8	
1968	29,0	
1969	15,3	
1970	20,0	
1971	23,0	
1972	19,8	
1973	22,9	
1974	25,1	
1975	24,8	
1976	23,6	
1977	21,7	
1978	18,5	
1979	24,1	
1980	22,9	
1981	28,3	
1982	30,5	
1983	20,0	
1984	32,8	
1985	27,7	
1986	30,8	
1987	35,7	37,6
1988	23,1	28,8
1989	21,8	26,1
1990	17,3	30,8
1991	15,5	24,0
1992	14,3	21,5
1993	55,0	40,5
1994	48,4	21,8
1995	42,0	20,2
1996	17,5	16,6
1997	34,0	28,2
1998	31,0	27,6
1999	18,2	24,4
2000	20,1	58,6

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. Análisis de frecuencias

El objetivo del análisis de frecuencia de valores extremos referido a precipitaciones máximas diarias, el caudal de diseño para diferentes periodos de retorno.

Los métodos probabilísticos analizados son:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal
- Distribución de Gumbel Original
- Distribución de Log Pearson III

La aplicación de la distribución de probabilidades al registro de precipitación máxima es para determinar la distribución de mejor ajuste.

Análisis de bondad de ajuste

Para el cálculo de la precipitación máxima para un periodo de retorno de 100 años se tiene que hacer la prueba de bondad de ajuste a las distribuciones estadísticas más usadas en hidrología tales como las mencionadas anteriormente, con la finalidad de ver cuál de estas distribuciones probabilísticas es la que mejor representa el comportamiento aleatorio de la precipitación máxima.

Para esta elaboración usaremos la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov.

Kolmogorov-Smirnov, 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 $F(X_m)$.

$$D = \max |F_o(X_m) - F(X_m)|$$

El valor de “d” del numero de datos y el nivel de significancia seleccionados del cuadro N° 2.4 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 aceptará todas las funciones de distribución consideradas para el nivel de significación $\alpha = 0.05$, para el cual el valor critico “d” es 0.354 con $n = 14$.

El cuadro 2.5, muestra el resultado de la prueba de bondad de ajuste 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.

Ver prueba de Bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov de la estación Yauricocha en el Anexo B-2.

Cuadro N° 2.4.

Valores críticos de “d” para la prueba de Kolmogorov - Smirnov

Tamaño de la Muestra	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
5	0,51	0,56	0,67
10	0,37	0,41	0,49
15	0,30	0,34	0,40
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	$1,22/\sqrt{n}$	$1,36/\sqrt{n}$	$1,63/\sqrt{n}$

Cuadro N° 2.5.
Tabla Resumen

Distribucion	Dmax	Dcritico	Ajuste	Observacion
Normal	0,1760	0,354	Bueno	La distribucion es Normal
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 Dmáx

2.2.4. Precipitación Máxima en 24 horas – Periodo de retorno

Las precipitaciones máximas para los distintos periodos de retorno evaluados para la estación Yauricocha mediante la distribución de probabilidades de mejor ajuste se muestra en el cuadro N° 2.6.:

Cuadro N° 2.6.

Precipitaciones máximas de 24 horas para diversos periodos de retorno

T (años)	Pmax. (mm)
2	26,36
5	35,30
10	42,32
20	49,93
25	52,55
50	61,25
100	70,96
500	98,31

Para definir el periodo de retorno a utilizar por tipo de obra de drenaje ver cuadro N° 2.7.

Cuadro N° 2.7.

Periodos de retorno para diseño de obras 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 para bajo volumen de tránsito

2.2.5. Tiempo de Concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración necesitamos valores respecto a los parámetros físicos y geomorfológicos:

- **Parámetros Físicos y geomorfológicos**

En el presente informe evaluaremos la quebrada ubicada en la progresiva del kilómetro 163+630, para la cual tenemos las siguientes características obtenidas del plano de topográfico de la zona:

Cuadro N° 2.8.

Resumen de los parámetros de la cuenca (Quebrada)

Quebrada	Área	L _c	Desnivel	Pendiente
<i>Sin</i>	km ²	Km	Km	%
Nombre	0.071	0.610	0.510	80.33

Luego de utilizar los métodos ya descritos en el capítulo 2.1.1, se obtiene los siguientes valores de tiempo de concentración:

Cuadro N° 2.9.

Resumen de valores de Tiempo de concentración

Método	T _c (horas)
Kirpich	0.05
Hathaway	0.13
USCE	0.21

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 T_c=0.17 horas.

2.2.6. Intensidad Máxima de Precipitación

La intensidad de lluvia es la altura de agua por unidad de tiempo que pasa por una determinada superficie, se vienen usando los siguientes métodos:

- **METODO 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 (h) correspondiente a la cuenca.

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

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

Donde:

I_{hora} = Intensidad en mm/hr

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

T_c = tiempo de concentración

- **ECUACION 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 realizada por el Ingeniero Yance Tueros.

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

$$I_{\text{hora}} = C \times (P_{\text{max24hr}})^n$$

Donde:

$C = 0.4602$

$n = 0.785$

- **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 usaremos la siguiente fórmula:

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

Donde:

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 123₁₁, a una altura de 3250 msnm, entonces obtenemos el siguiente cuadro siguiente (ver anexo B-5):

Para T=10 y 50 años

K	a	t	b	n
0.553	7.935	0.29	0.4	0.286

• 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 método conocido como método del Bloque Alterno, sirve para la transformación de la precipitación a intensidad donde usaremos la siguiente fórmula:

$$P = \left(\frac{d}{1440} \right)^{.25} \times P_{\max 24hr}$$

Donde:

d = Tiempo de evaluación menor a 24 hr en minutos

P = Precipitación mm

P_{max:24hr} = Precipitación máxima en 24 horas de un periodo de retorno específico

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

$$I = \frac{C^k \times T^m}{t^n}$$

Donde:

I=Intensidad

T=Periodo de retorno

t= Duración en minutos

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

De esto obtenemos lo siguiente (Ver cálculos en anexos B-6)

N	m	k
-0.7500	0.2348	2.3684

Luego de utilizar los métodos ya descritos, se obtiene los siguientes valores de Intensidad:

Cuadro N° 2.10.

Resumen de valores de Intensidad (mm/h)

T (años)	Ppmax (mm)	Tc (horas)	SCS	Yance Tueros	IILA Modificada	Dick&Pesche
10	42,32	0,10	30,23	12,19	16,06	70,27
50	61,25	0,17	49,66	16,85	20,06	102,53

De los valores de intensidad obtenidos por los distintos métodos elegimos el los valores de mayor intensidad (**método de Dick&Pesche**) y por consiguiente un mayor valor del caudal, obteniéndose de esta manera un valor mas conservador para el diseño

2.2.7 Coeficiente de Escorrentía

Del manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, podemos escoger cualquiera de los dos métodos que mencionan en la página 83 y 84, optando por la primera tabla (ver anexo B-7)

Donde para nuestro caso:

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

2.2.8 Caudal de Diseño

Para el diseño de cunetas y alcantarillas, usaremos el Método racional, el cual se aplica a cuencas de área menor a 10 km², 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:

$$Q = 0.278CIA$$

Donde:

Q= Descarga máxima de diseño (m³/s)

C= Coeficiente de escorrentía

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

A= Área de la cuenca (km²)

2.3 DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

El reconocimiento de campo del recorrido existente y proyectado de la carretera Cañete –Dv. Yauyos-Huancayo ha permitido identificar las características del actual sistema de drenaje, con lo cual es posible resumir la situación actual y proyectar las obras necesarias para los sistemas de drenaje de la carretera.

Para este informe diseñaremos los siguientes elementos:

- Cunetas, para todo el recorrido del tramo en estudio.
- Alcantarilla, que según inspección de campo sería del tipo alcantarilla de alivio ya que no tenemos presencia de alguna quebrada importante, esta se ubicara en la progresiva del km 163+630.

Muro de enrocado, necesario para el reforzamiento contra la erosión en la progresiva del km 163+760 con una longitud de 10m.

(Ver Anexo de fotos y Evaluación)

2.3.1. Estructuras de drenaje Longitudinal

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

Criterios de diseño

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 estimó considerando el tiempo de concentración de las zonas drenadas. Para el estudio se consideró 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

Formula de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Por continuidad:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Q = Capacidad de las cunetas en m³/s

A = Área hidráulica (m²)

P = Perímetro mojado (m)

V = Velocidad promedio (m/s)

R = Radio hidráulico (A/P)

S = Pendiente (%)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (Anexo B-8)

Velocidades Límites (superficie de concreto) (Ver anexo B-9)

Velocidad límite de sedimentación: 0.6m/s

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

Diseño de cunetas

Longitud del tramo (km) = 0.17 (desde km.163+800 hasta km.163 +630)

Ancho promedio (km) = 0.10 (variación de la longitud de franja de escurrimiento que va de 80 a 120 metros)

Área de escurrimiento (km²)= 0.017

Determinación del caudal Hidrológico de Diseño

Usaremos el método racional

$$Q = 0.278 \cdot (C \cdot I \cdot A)$$

Parámetros de Área de Influencia (T= 10 años)

Área Influencia (km ²)	Tc (hr)	Intensidad (mm/h)	C escorrentia (Adimensional)	Qcuneta m ³ /s
0.017	0.10	70.27	0.65	0.20

Donde obtendremos los siguientes valores:

- V(m/s)= 3,15 m/s Velocidad del flujo
- n= 0,017 Revestimiento de concreto (anexo B-8)
- S(%)= 8 Pendiente
- Y(m)= 0,20 m Tirante normal
- Fb = 0,10 m Borde Libre
- d(m)= 0,30 m Profundidad de cuneta
- a(m)= 0,60 m Pendiente 1:2

Según el cálculo realizado y cumpliendo las exigencias del Manual de Diseño de carreteras pavimentadas para bajo volumen de tránsito se asume una profundidad de cuneta de 0.30m de forma triangular con taludes H:V de 2:1 revestida con concreto.

El Ministerio de transportes establece una longitud máxima para las cunetas de 250 m, para fines de este estudio se consideraran los 170 m (Km. 163+800 - Km. 163 +630) de drenaje con pendiente de 8 % hasta la entrega en el buzón de la alcantarilla ubicada en el Km. 163+630. Y para el tramo restante hasta el Km. 163+500 con una pendiente promedio de 8% y un ancho de influencia promedio de 100m por tener las mismas características que el primer tramo contará con cunetas de las mismas dimensiones.

2.3.2. Estructuras de drenaje transversal

El sistema de drenaje transversal incluye obras de arte del tipo alcantarillas. El criterio de diseño del sistema se basa en permitir la evacuación ordenada de los

flujos de cursos naturales (ríos, quebradas, acequias, canales de riego, etc.) y la recolección del flujo del sistema de drenaje longitudinal.

Criterios de diseño

La sección hidráulica estará definida sobre la base de los siguientes parámetros:

- Caudales de diseño según el estudio hidrológico y compatibles con las secciones hidráulicas obtenidas del estudio de la fase de campo.
- Espacio necesario para realizar las actividades de limpieza y/o mantenimiento sin ningún problema para el operador.

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 verificará por cumplimiento de pendiente mínima y que el tirante comprenda entre el 20% y 80% del diámetro de la alcantarilla.

Diseño

Para el presente caso, tomando en consideración las características de la quebrada, con área de influencia menor a 10 km². Se tiene lo siguiente.

Cálculo de alcantarillas de TMC

Velocidades Límites (Ver anexo B-9)

Velocidad límite de sedimentación: 0.6m/s

Velocidad límite de erosión: 5m/s

Simplificando $0.2d < y/d < 0.8d$

DETERMINACION DEL CAUDAL HIDROLOGICO DE DISEÑO

Usaremos el método racional

$$Q = 0.278*(C*I*A)$$

Parámetros de la Quebrada

Quebrada	Área	Intensidad	C	Quebrada	Qcuneta	Qdis
Sin Nombre	km ²	mm/h	escorrentia	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
	0,071	102,53	0,65	1,11	0,20	1,31

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

Q(m ³ /s)=	1,31 m ³ /s	(Caudal de diseño)
N=	0,021	
S(%)=	2	
Y(m)=	0,62 m	De HCANALES (Ver anexo B-11)
D(m)=	0,90 m	
y/d =	0,68	
0.12 <	0,69	< 0.72

Según el manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, el diámetro mínimo es de 90cm.

Las estructuras de drenaje del tipo alcantarillas de metal corrugado (Tubería Metálica Corrugada - TMC) de D=36" (0.90 m) se recomiendan en los cruces de ríos y quebradas. La alcantarilla ha sido diseñada para un caudal de 1.31m³/s y una velocidad de 2.78m/s.

2.3.3 Defensa ribereña

Los enrocados son estructuras conformadas en base a 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.

Las canteras de roca deben ser de buena calidad y estar ubicadas a una determinada distancia, recomendándose los más cercanos a la zona de trabajo.

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

— 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 una 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 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:

$$B=2.667xQ^{1/3}$$

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.

$$B=3.26xQ^{0.5}$$

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.

$$B=AxQ^{0.5}xS^{-0.2}$$

Donde:

B= ancho de encauzamiento (m)

Q= caudal (m³/s)

S= pendiente del cauce (m/m)

A= coeficiente dado por la expresión:

$$A = \left(n K^{\frac{5}{3}} \right)^{\frac{3}{3+5m}}$$

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:

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

Donde:

Q = caudal de avenida del proyecto (m³/s)

A = área de sección (m²)

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.

$$H = h + B_L$$

$$B_L = \phi e$$

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

Donde:

H=altura del dique (m)

H=tirante de la máxima avenida (m)

B_L=bordo libre (m)

V=velocidad media del agua (m/s)

g=gravedad (m/s²)

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

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 acarreo. Deberá tomarse en consideración los tramos donde el río haya alcanzado su equilibrio.

Formula Manning Strickler:

$$V_m = K_s R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V_m = velocidad media (m/s)

R= radio hidráulico (m)

S=pendiente (%)

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

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

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

– **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. List Van 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:

$$V_e = 0.6 \gamma_s^{1.18} B. t_s^x$$

Esta velocidad V , se dará cuando se efectuó 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:

$$Q = K_s * B_o * t^{5/3} S^{1/2}$$

Haciendo

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

$$Q = a * b_o * t^{5/3}$$

Luego:

$$a = Q / b_o * t^{5/3}$$

La velocidad V , (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:

$$Q = V_r * t_s * b_o = a * b_o * t^{5/3}$$

Despejando V_r

$$V_r = a * b_o * t^{5/3} / t_s$$

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

$$V_e = V_r$$

Reemplazando valores de V_e y V_r

$$0.6 \gamma_s^{1.18} B \cdot t_s^x = a \cdot b_o \cdot t^{5/3} / t_s$$

Despejando t_s obtenemos:

$$\text{(Suelos Cohesivos) } t_s = ((a \cdot b_o \cdot t^{5/3}) / (0.6 \gamma_s^{1.18} B))^{1/(1+x)}$$

En forma similar para suelos no cohesivos:

$$V_e = 0.68 \cdot D_m^{0.28} \cdot t_s^x$$

Luego:

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

Luego la profundidad de socavación será:

$$H_s = t_s - t$$

Donde:

V_e = velocidad erosiva (m/s)

V_r = velocidad real (m/s)

γ_s = peso específico del suelo seco que se encuentra a la profundidad H, en Ton/m³. (Ver cuadro en anexos)

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

Q = descarga de diseño (m³ / seg.)

b_o = section 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)

H_s = profundidad de Socavación.

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

D_m = 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 (filtro) / D50 (suelo) mayor que 10

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 (filtro) / D50 (suelo) es mayor que 20

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 B-12.

DISEÑO

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 B13)

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:

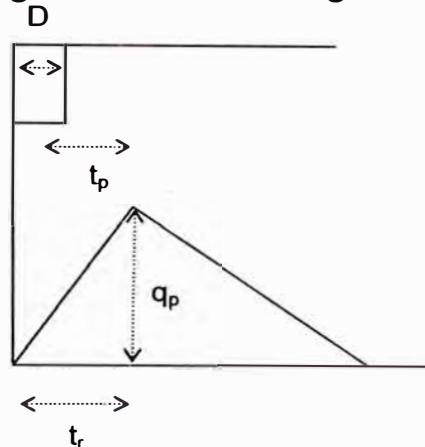
b) Hidrograma unitario triangular- S.C.S

Obtención de hidrogramas unitarios a partir de datos geomorfológicos e hidrológicos:

- 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 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° 1
Hidrograma unitario triangular



Luego:

$$q_p = 0.555 A / t_b$$

$$t_b = 2.67 t_p$$

$$t_p = t_c / 2 + t_r$$

$$t_p = \sqrt{t_c + t_r} \text{ (Por ser de area } > 5 \text{ km}^2 \text{)}$$

$$T_r = 0.6 * t_c$$

$$Q_{\max} = q_p * P_e$$

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

N es el número de escurrimiento, Pe y P están en cm. (Ver anexo B-14 para la determinación de N)

Donde:

q_p : caudal pico (m^3/s)

A: área de la cuenca (km^2)

t_p : tiempo al pico (hs)

t_r : tiempo de retardo (h)

t_c : tiempo de concentración de la cuenca (h)

Pe=precipitación efectiva

c) La característica de la cuenca de Alis (Ver plano PD-05)

Cota Max = 4750 m.s.n.m.

Cota Min = 3150 m.s.n.m.

L cau prin = 34,049 km

Area = 423,454 km^2

N = 60 (Ver anexo B-14)

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

Método	Tc(horas)
Kirpich	3,25
Hathaway	3,02
USCE	7,82

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

Luego:

$$P_e = 5.65 \text{ mm}$$

Finalmente:

$$q_p = 0,555 A / t_b$$

$$q_p = 20,90 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

$$Q_{\max} = q_p * P_e$$

$$Q_{\max} = 5,65 \text{ mm} * 20,90 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

$$Q_{\max} = 118,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con esto ingresamos al calculo de las medidas del dique de enrocado, el cual se encuentra en el anexo B-15.

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 necesitamos 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.

Finalmente se proyectara un muro enrocado en la progresiva 163+760 con una longitud de 10 metros, una altura de 2,00 m, talud H:V igual a 2:1, una profundidad de cimentación de 2.00 m x 3.00m de ancho en la base. Todo el muro se construirá con un diámetro de piedra igual a 0,60 m. ver los demás detalles en el plano PD-06.

CAPITULO III. EXPEDIENTE TECNICO

3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1.1. Ubicación

Ubicación política y Geográfica

País	: Perú
Departamento	: Lima
Provincia	: Yauyos
Distrito	: Alis

Extensión y altitud

Superficie	: 150 km ²
Altitud	: 3250 m.s.n.m.

Límites

Norte	: Distritos de Tomas y Huancaya
Sur y Este	: Distrito de Laraos
Oeste	: Distrito de Miraflores

El tramo en estudio está comprendido entre las progresivas Km. 163+500 y Km. 163+800 de la carretera Ruta 24: Cañete – Dv. Yauyos – Huancayo, se encuentra ubicado entre las coordenadas UTM: 415,519.8 (E) – 8'643,472.8 (N) y 415,686.9 (E) - 8'643,716.5 (N), del sistema WGS84. Este tramo se encuentra al margen derecho del Río Alis con una altitud promedio de 3,250 msnm.

3.1.2. Clima

El distrito de Alis se encuentra en el ecosistema; estepa montano tropical y entre los pisos ecológicos quechua y suni. Las características de su clima son precipitaciones pluviales intensas entre los meses de diciembre y abril, el resto

del año es de estiaje. La temperatura media entre los 9° y 21°, las mañanas son soleadas y las noches frías.

3.1.3 Actividades Económicas

- Actividad Agrícola

Constituyéndose el principal sostén económico de la población del área de influencia del proyecto. Todos los cultivos por lo general, se producen mediante el riego, aprovechando las aguas del río Alis. Aunque en otros casos la agricultura es de secano (con agua de lluvia), obteniéndose una sola cosecha al año.

- Actividad Ganadera

Esta actividad al igual que la agrícola, se desarrolla de acuerdo a las diferentes condiciones climáticas que imperan en el área de influencia de la zona comprendida entre Lunahuana y Tomas, se observa cultivos forrajeros, principalmente alfalfa, destinados a la crianza de ganado vacuno y caprino, así como zonas de pastos naturales para ovinos y camélidos (alpacas).

- Actividad Minera

Dentro de los centros mineros más importantes destaca la mina Yauricocha, ubicada en el distrito de Alis.

3.1.4 Descripción del Proyecto

Los trabajos proyectados a realizarse en el proyecto “Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del Km. 163+500 al Km. 163+800”, son los siguientes:

- Mejoramiento de la superficie de rodadura, a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa.

- Ampliación del ancho de la calzada a 5.50 m, con bermas laterales de 0.50 m, y bombeo en ambos lados de la carretera, esto se realizará en todo el largo del tramo.
- Construcción de muro de contención en la margen derecha de la vía, esto para poder contener el talud de relleno. El sistema constructivo de este muro es de gaviones. Entre las progresivas Km. 163+520 al Km. 163+684.
- Construcción de cuneta de concreto a lo largo de todo el tramo, en la margen izquierda de la vía.
- Construcción de una alcantarilla en la progresiva Km. 163+630.
- Protección del cauce del río mediante el sistema de enrocado. Entre las progresivas Km. 163+760 al Km. 163+770.
- Colocación de señalización vertical y horizontal.

3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS EN OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

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 615B: ACERO DE REFUERZO F'Y=4200KG/CM2
- SECCIÓN 611B: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
- SECCIÓN 622B: TUBERIA METALICA CORRUGADA
- SECCIÓN 624B: PINTURA ASFÁLTICA PARA ALCANTARILLAS METÁLICAS
- SECCIÓN 635B: CUNETAS REVESTIDAS TIPO I
- SECCIÓN 512B: REVESTIMIENTO DE PIEDRA EMBOQUILLADA E=0.15M.
- SECCIÓN 648B: DEFENSAS RIBEREÑAS

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 (m³). 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, bombes, 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/máquina)	Metro cúbico (m ³)

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 (m³), 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.

Ítem de pago	Unidad de Pago
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:

Cuadro N° 3.1

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.

Cuadro N° 3.2.

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.

Cuadro N° 3.3.

Ensayos	Tolerancias
Sólidos en Suspensión (ppm)	5000 máx.
Materia Orgánica (ppm)	3,00 máx.
Alcalinidad NaHCO ₃ (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 m³).

(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 (m³), 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.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
507 Concreto f'c =175 kg/cm ²	Metro cúbico (m ³)
508 Concreto f'c =210 kg/cm ²	Metro cúbico (m ³)
506.A Concreto f'c =140 kg/cm ²	Metro cúbico (m ³)

SECCION 615B ACERO DE REFUERZO F'Y = 4200 KG/CM²

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)

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 (m²).

Pago

El pago de los encofrados se hará en base a los precios unitarios del contrato por metro cuadrado (m²) 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 ²)

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.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
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/m², dependiendo de la rugosidad de la superficie y dejarla secar.

- Del mismo modo aplicar pintura bituminosa en cantidad aproximada de 1 Kg./m².
El espesor del revestimiento total será como mínimo 3.2 mm.

Medición

La unidad de medida será por metro cuadrado (m²) 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.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Pintura asfáltica para alcantarillas metálicas.	Metro cuadrado (m ²)

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.

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

- Ver en los anexos C-1 las demás especificaciones técnicas correspondiente a:

- SECCION 635B CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO
- SECCION 648B DEFENSAS RIBEREÑAS

3.3. 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, buzones de concreto armado y obras de protección contra erosión. En el anexo C-2 se muestra los metrados.

3.4. PRESUPUESTO DE OBRA

Indica el monto total de inversión calculado en base a los metrados obtenidos y el análisis de costos unitarios.

3.4.1 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-3.

3.4.2. COSTO DIRECTO

Con los metrados de las partidas de Obras de Arte y Drenaje se obtuvo el costo directo de ejecución correspondiente a esta especialidad. El detalle se muestra en el anexo C-3.

3.5. RELACION DE EQUIPO MINIMO

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-4.

3.6. CRONOGRAMA GENERAL DE EJECUCION OBRA

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-5.

CONCLUSIONES

- Para el cálculo de precipitaciones máximas en 24 horas en la quebrada donde se proyecta la alcantarilla se utilizaron los datos de la estación pluviométrica de Yauricocha por ser la más cercana al proyecto.

Mediante la prueba de bondad de ajuste de Smimov-Kolmogorov se analizó la distribución de probabilidades: normal, log normal, gumbel original y log pearson III; de los cuales el que mejor se ajusta fue el método estadístico log pearson III.

El análisis hidrológico es uno de los más importantes pasos necesarios para el diseño hidráulico de una estructura de drenaje de carreteras.

Al evaluar el tiempo de concentración de la cuenca en estudio con la fórmula de Kirpich, se obtiene un valor de 0.05 horas, que es muy pequeño comparado con los otros dos métodos mencionados en el ítem anterior. Al investigar el origen de la fórmula, se verificó que este brinda valores confiables cuando se trabaja con cuencas que poseen pendientes de 3 a 10%. La cuenca en estudio tiene una pendiente de 80.33%, por lo cual los resultados que nos brinde no serán confiables.

Por otro lado se usó las fórmulas de Hathaway y del U.S CORPS. OF ENGINNERS para hallar el tiempo de concentración de la cuenca en estudio, ya que son usados para cuencas y/o áreas pequeñas. Se obtiene para el caso en estudio un tiempo de concentración de 0.13 horas con la fórmula de Hathaway y 0.21 horas con la fórmula del U.S CORPS. OF ENGINNERS.

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 tenga mayor valor de intensidad en su respectivo período de evaluación, siendo para el caso en estudio el valor obtenido del método de Dick & Peschke ($I_{10\text{años}}=70,27\text{mm/h}$ y $I_{50\text{años}}=102,53\text{mm/h}$).

Para hallar el coeficiente de escorrentía de la cuenca en estudio, se utilizaron los cuadros del cuadro del anexo B-7 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.

Se cálculo un caudal de $0,20 \text{ m}^3/\text{se}$ para el dimensionamiento de las cunetas perteneciente a los elementos del drenaje longitudinal, su sección es de forma triangular de $0.30 \times 0.90 \text{ m}$ y será revestida de concreto.

Para el cálculo de caudal para la alcantarilla y cunetas, se utilizó el Método Racional, ya que la cuenca en estudio tiene un área menor a $12,5 \text{ km}^2$ (Dr. Ponce).

Se calculo un caudal de $1,31 \text{ m}^3/\text{s}$ para dimensionamiento de la alcantarilla perteneciente a los elementos del drenaje transversal, su sección es circular obteniendo una medida de diámetro de $0,90 \text{ m}$ (36"), será de material metálico corrugado (TMC).

Para el cálculo de la precipitación máxima con un período de retorno de 100 años para la cuenca de Alis, se tomo 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/h . Este valor servirá como parámetro para hallar el caudal máximo en el río.

- Con los metrados de las partidas de Obras de Arte y Drenaje se obtuvo el costo directo de ejecución correspondiente a esta especialidad. El monto asciende a la cantidad de S/ 67 995,47 con los costos actualizados al mes de mayo del 2009. Lo cual representa el 10% del costo directo total.

RECOMENDACIONES

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

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.

Para tener datos mas exactos respecto al comportamiento de las precipitaciones en una zona determinada (quebrada, cuenca) es sumamente importante tener una amplia red de estaciones pluviométrica esto nos llevara a que las estructuras de drenaje de una carretera tengan un diseño mas confiable. Teniendo siempre presente que cada zona o tramo en estudio tiene sus propias características: pluviométricas.

Para el diseño del sistema de drenaje es importante tener en cuenta todos los aportes de flujo de las quebradas por más pequeñas que sean y que demuestren que en caso de avenidas discurre flujo por ellas; ya que en caso de ignorar estos caudales el sistema de drenaje puede ser rebalsado y/o presentar otro tipo de problemas.

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", 1997-II
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 Zubiarte, 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.

ANEXO – EVALUACIÓN DE CAMPO

CUADRO DRENAJE LONGITUDINAL

Progresiva Inicio (km.)	Progresiva Final (km.)	Condición		Lado	Observaciones
		Inicial	Final		
163+500	163+530	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.60x0.40), talud estable s/vegetación (1:10), Cuneta revestidas
		Existe		Derecho	Talud estable c/vegetación (1:2), DHrio= 25mts
163+530	163+540	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.60x0.30), talud inestable c/vegetación (1:5), Cuneta revestidas
		Existe		Derecho	Talud estable c/vegetación y rocas (1:2), DHrio= 40mts
163+540	163+570	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.60x0.15), talud estable c/vegetación (1:10), Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud inestable c/vegetación y rocas (1:4), DHrio= 40mts
163+570	163+590	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.60x0.20), talud estable s/vegetación (1:10), Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud estable c/vegetación (1:5), DHrio= 10mts, prog. 590 se ubica roca de 5m de diámetro. Zona de curva con peralte
163+590	163+610	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.50x0.10), talud estable s/vegetación (1:10), Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud inestable c/vegetación (1:5), DHrio= 10mts, DVrio=50mts
163+610	163+620	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.60x0.20), talud estable s/vegetación (1:10), Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud estable c/vegetación (1:5), DHrio= 20mts, prog. 615 se ubica roca de 5m de diámetro. Zona de curva con peralte

CUADRO DRENAJE LONGITUDINAL					
Progresiva Inicio (km.)	Progresiva Final (km.)	Condición		Lado	Observaciones
		Inicial	Final		
163+620	163+640	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.90x0.20), talud estable s/vegetación (1:10). Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud inestable c/vegetación (1:2), seguido por terreno para pastos DHrio= 40mts.
163+640	163+670	Existe		Izquierdo	cuneta (0.70x0.10), talud inestable c/vegetación (1:2). Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud inestable c/vegetación (1:2), seguido por terreno para pastos DHrio= 40mts.
163+670	163+710	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta, a 1mts del borde de la via se ubica el macizo rocoso, formando un medio túnel Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud (cerco de rocas) estable s/vegetación (1:2), seguido por terreno para pastos DHrio= 40mts
163+710	163+730	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.80x0.15), a 1mts del borde de la via se ubica el macizo rocoso, formando un medio túnel Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud(cerco de rocas, Dvia-Terreno Pasto =2mts) estable s/vegetación (1:5), seguido por terreno para pastos, DHrio= 40mts
163+730	163+750	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.90x0.25), a 1mts del borde de la via se ubica el macizo rocoso, formando un medio túnel Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud(cerco de rocas, Dvia- Terreno pastos=2mts) estable s/vegetación (1: 5) DHrio= 40mts.
163+750	163+760	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.80x0.15), terreno p/pastos con poca pendiente, a Cunetas revestidas
		Existe		Derecho	Talud(cerco de rocas, Dvia-Terreno pastos=2mts) estable s/vegetación (1: 5) DHrio= 40mts.

CUADRO DRENAJE LONGITUDINAL

Progresiva Inicio (km.)	Progresiva Final (km.)	Condición		Lado	Observaciones
		Inicial	Final		
163+760	163+780	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (0.70x020), terreno p/pastos con poca pendiente, a 20mts del borde de la vía se ubica el macizo rocoso.
		Existe	Proyectar	Derecho	Cunetas revestidas Talud(cerco de rocas, Dvía-Terreno pastos=2mts) estable s/vegetación (1:5), Defensa ribereña (DHrío= 10mts.)
163+780	163+800	Existe	Proyectar	Izquierdo	cuneta (1.00x0.20), terreno p/pastos con poca pendiente, a 20mts del borde de la vía se ubica el macizo rocoso.
		Existe	Proyectar	Derecho	Cunetas revestidas Talud(cerco de rocas, Dvía-Terreno pastos=2mts) estable s/vegetación (1:5), DHrío= 40mts.

CUADRO DE DRENAJE TRANSVERSAL

Progresiva Km	Condición		Tipo Estruct	Función	Observaciones
	Inicial	Final			
163+630		Proyectar	Alcantarilla	Evacuar caudal que escurre por macizo rocoso	Es necesario la construcción de un alcantarilla, se observa que el agua esta escurriendo por encima de la vía, deteriorándola y provocando la inestabilidad en el talud ladera abajo
163+760		Proyectar	Defensa Ribereña	Proteger la erosión de las aguas del río sobre la plataforma de la carretera	Es necesario la construcción de una defensa ribereña, desde la prog. 163+770 el río se va acercando a la vía hasta una distancia de 10m en este punto y aguas abajo se va alejando de la vía

ANEXO – FOTOS



Fig.1, 2 y 3

La quebrada se encuentra en la progresiva de Km. 163+630. La cual tiene una pendiente de aprox. 100%



Debido a la falta de un estructura de drenaje transversal, el agua esta escurriendo por encima de la vía.



Generando un leve asentamiento al otro lado de la vía debido a que el agua esta lavando los finos.

Fig.4

En las progresiva Km. 163+670 – Km. 163+720 se observa que la vía atraviesa un macizo rocoso.

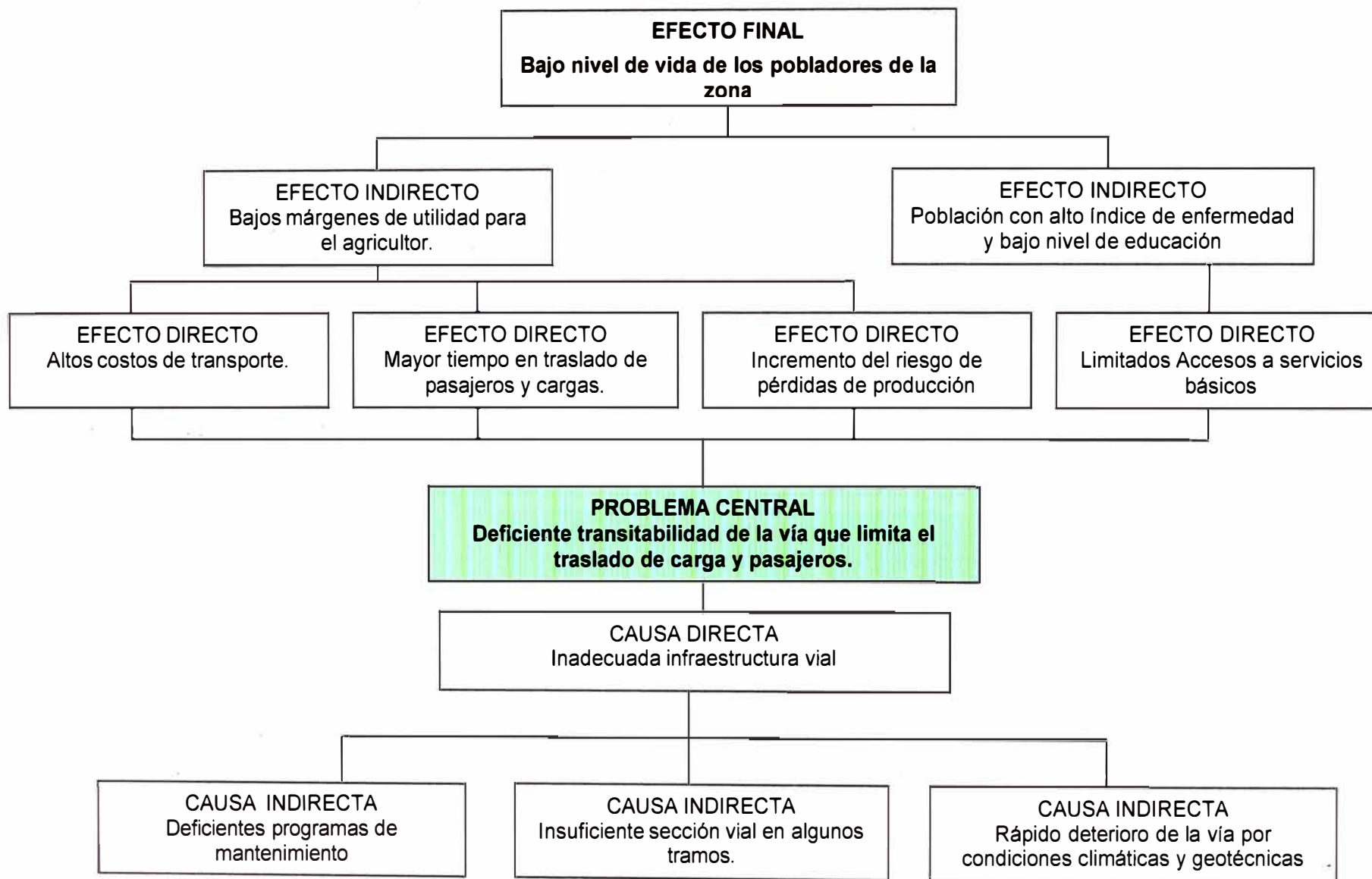


Fig.5

Imagen tomada desde la plataforma de la carretera. Se observa la dirección del río, que en la progresiva 163+760 cambia de dirección y empieza a alejarse de la vía.

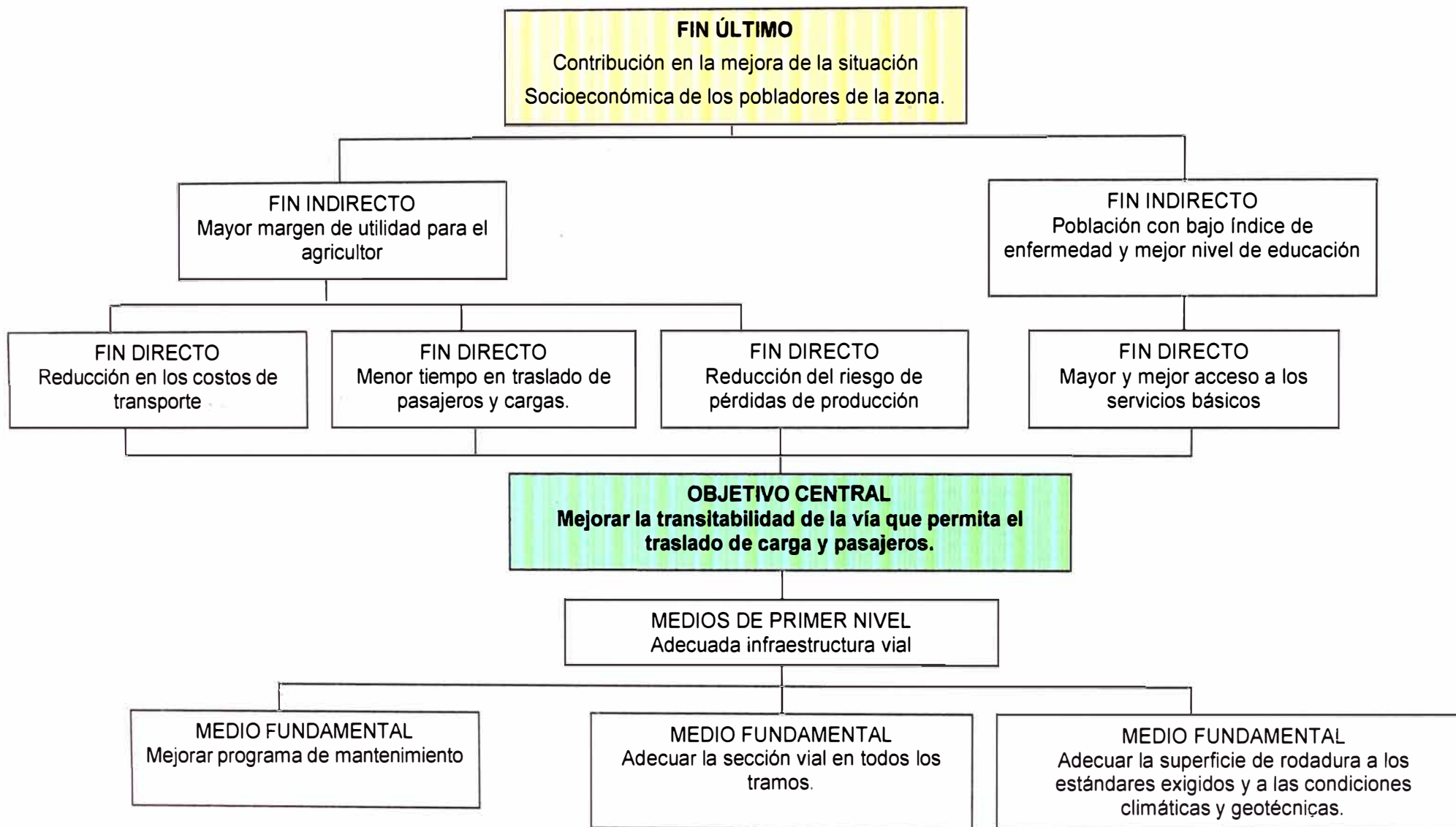
Anexo A-1

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



Anexo A-2

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



Anexo B-1
INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

ESTACION: YAUICOCHA LAT. : 12°19' S DPTO. : LIMA
PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA LONG. : 75°43' W PROV. : YAUYOS.
EN 24 HORAS (mm) ALT. : 4522 msnm DIST. : ALIS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Ppmáx(mm)
1987	37.6	24.5	24	8.2	5.4	4.5	30.8	4.4	6.3	12.4	8.1	17	37.60
1988	23.5	25	21.7	28.8	8	5.8	0	7.5	10	11	20	26.8	28.80
1989	18.2	26.1	20	14	5.9	14.8	4	14.2	13.5	15.9	12.2	13.2	26.10
1990	13.5	30.8	15	14.2	16	10.6	1	13.6	15.7	21.6	27	28.5	30.80
1991	24	17.5	19.1	16.6	6.5	20.5	5.3	5.6	10.1	14.8	13.8	12.5	24.00
1992	18.5	19.4	21.5	9	4.5	4.5	4.4	3.5	5.8	14	10.5	14	21.50
1993	14.6	22	24.4	40.5	11.3	2.1	6.4	7	6.2	12.4	14.2	17.2	40.50
1994	18.2	14.3	21.8	13.8	13	2.5	3.6	9.6	14.1	10.1	5.2	12.6	21.80
1995	19.5	19	20.2	10.5	4.5	2.3	7.6	1.5	6.6	11.8	16.8	20	20.20
1996	14.5	15.2	10.9	11.3	7	0.7	1.6	4	10.5	16.6	9.8	12.7	16.60
1997	21.6	25.4	11.5	5.8	2.4	1.8	0.7	11.1	12.3	13.5	16.5	28.2	28.20
1998	27.6	18.2	27.5	20.3	0.4	4.3	1.2	2.4	3.4	12.5	17.4	17.4	27.60
1999	20.8	24.4	17.9	15.9	12.1	1.3	4.5	3.7	4	24.4	11.4	23.1	24.40
2000	17.6	12.7	20.8	8.4	13.3	1.8	8	7.8	7.4	16.7	13	58.6	58.60

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI)

INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

ESTACION : VILCA
 PARAMETRO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
 LAT. : 12°07' S DPTO. : LIMA
 LONG. : 75°50' W PROV. :
 ALT. : 3816 msnm DIST. :

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Ppmáx(mm)
1964	17.6	16.2	11.9	15.2	6.7	0	0	0	6.1	5.3	6.3	6.2	17.60
1965	10.8	16.4	15.2	10.3	5.2	0	5.2	5.1	6.4	8.4	12.3	19.6	19.60
1966	22.2	15.2	28	12.8	5.6	5.8	3.2	1.4	9.2	33.5	23.5	22.2	33.50
1967	31.6	35.8	44.8	8	5.7	6.2	4	8.1	14.5	10.4	23.8	22.1	44.80
1968	27.5	29	17.7	9.6	1.5	4.2	0	0.3	4.3	6.2	10.9	3.2	29.00
1969	9.2	10.1	8	0	4.4	0.2	0	2.2	11.8	8.3	9.5	15.3	15.30
1970	16.1	14.6	16.2	19.4	5.3	0	0	0	6.8	15.1	12.7	20	20.00
1971	19	23	15.3	4.2	0	0	0	0	1.3	0	4.1	8.2	23.00
1972	15.2	14.5	19.8	8.9	0.3	0	0.4	0	2	12	13.1	12.6	19.80
1973	15.6	13.3	12	5.1	1.2	0	0	5.7	4	9.2	22.9	21.1	22.90
1974	25.1	19	17.8	6.3	3.1	4	0	10.2	0	9	3.2	9	25.10
1975	16	20.9	24.8	15.5	3.1	0	0	3.4	5.2	0	19.4	20.1	24.80
1976	23.6	14	22.5	10.7	0.9	0	0	7.5	11.3	0	3	5.4	23.60
1977	11.1	21.7	15	8	0	0	1.2	0	0.5	12.9	8	8.2	21.70
1978	18.5	17.3	10.2	5.7	0	0	2	2.8	1.5	3.1	5.5	9.6	18.50
1979	8	17.2	24.1	8.9	0.8	0	0	0.9	1.2	4.2	4	12.6	24.10
1980	11	11.1	22.9	8.3	3.1	0	1.5	0	3.2	19	11.2	19.4	22.90
1981	20.7	21.6	28.3	22.6	1	0	0	0	3	11.4	12.6	12.1	28.30
1982	29	30.4	30.5	13.1	0	7.4	0	0	2.1	6.1	13.4	14	30.50
1983	20	17.3	6	6.2	11	4.6	0	0	2.3	0	3.9	6.2	20.00
1984	14.6	32.8	27.6	26.4	17.5	16.1	0	0	0	8.1	10.2	20	32.80
1985	19.7	25.6	27.7	7.5	7.2	7	2.9	0	4.4	6.6	9.2	16.2	27.70
1986	24.4	30.8	25	25.5	16.9	0	2	0	4.2	0	3.2	15.6	30.80
1987	35.7	27.1	23.5	4.6	2	3.2	0	0	4.1	14.1	15.8	16.2	35.70
1988	20.8	22.6	20.7	23.1	15.2	3.1	0	0	6.1	6.1	7	19.1	23.10
1989	17.6	21.8	21.2	15.9	5.2	6.2	3.3	0	4	4.2	10.1	11.2	21.80
1990	17.3	12	9.6	10	3.4	2.3	5.2	4.1	4	6.9	8.2	11.4	17.30
1991	8.2	7.2	15.5	12	1.4	0.7	0	6.8	9.9	0	5.5	7.7	15.50
1992	14.3	8.5	8.5	6.4	5.9	4	4.2	2	0	0	3.2	6.4	14.30
1993	16.1	19.9	9	16.5	7.2	4	14.2	8.2	36.7	39.5	55	51.2	55.00
1994	48.4	34.6	39	40.5	23.5	12	12.7	21	30.2	30.5	15	27	48.40
1995	28.2	39.5	42	29.5	9.5	0	18	0	12	10.4	0	0	42.00
1996	17.5	10.3	15.7	11	2.7	0	0	10.2	3.7	5.2	16.5	10.3	17.50
1997	12	34	7.5	6.4	2	3	3.1	11.7	17.2	10.1	10.2	21	34.00
1998	20.3	31	12.1	11.1	0	2.8	0	1.5	5.1	10.8	12.8	13	31.00
1999	18	18.2	13.2	11.5	3.4	0.3	1.7	0	11.5	11.1	17.7	11.7	18.20
2000	20.1	14.3	14.8	6.4	1.6	0	5.1	-1	11.3	10.8	9	7.6	20.10

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI)

Anexo B-2 Pruebas de Smirnov-Kolmogorov

Teniendo en cuenta que el número de datos es 14 años; el valor crítico de D, es igual a 0.354 para un nivel de significancia igual a 0.05.

$$D_{\text{crítico}} = 0.354$$

Distribucion Normal

N°	P (mm)	P(x)	Z	F(Z)	Dx F(Z)-P(x)
1	16.60	0.0667	-1.17	0.1218	0.0551
2	20.20	0.1333	-0.83	0.2036	0.0703
3	21.50	0.2000	-0.71	0.2398	0.0398
4	21.80	0.2667	-0.68	0.2486	0.0181
5	24.00	0.3333	-0.47	0.3181	0.0152
6	24.40	0.4000	-0.44	0.3316	0.0684
7	26.10	0.4667	-0.28	0.3912	0.0755
8	27.60	0.5333	-0.14	0.4460	0.0873
9	28.20	0.6000	-0.08	0.4683	0.1317
10	28.80	0.6667	-0.02	0.4907	0.1760
11	30.80	0.7333	0.16	0.5651	0.1682
12	37.60	0.8000	0.80	0.7884	0.0116
13	40.50	0.8667	1.07	0.8582	0.0084
14	58.60	0.9333	2.77	0.9972	0.0638
Suma (mm)	406.70			$D_{\text{máx}} =$	0.1760 OK
Media (mm)	29.05				
D.Est. (mm)	10.68				

Distribucion Log-Normal

N°	P (mm) X	Ln P (Y)	P(x)	Z	F(Z)	Dx F(Z)-P(x)
1	16.60	2.8094	0.0667	-1.585	0.0565	0.0102
2	20.20	3.0057	0.1333	-0.973	0.1654	0.0321
3	21.50	3.0681	0.2000	-0.778	0.2183	0.0183
4	21.80	3.0819	0.2667	-0.735	0.2313	0.0354
5	24.00	3.1781	0.3333	-0.435	0.3319	0.0015
6	24.40	3.1946	0.4000	-0.383	0.3508	0.0492
7	26.10	3.2619	0.4667	-0.173	0.4313	0.0354
8	27.60	3.3178	0.5333	0.001	0.5005	0.0328
9	28.20	3.3393	0.6000	0.068	0.5273	0.0727
10	28.80	3.3604	0.6667	0.134	0.5533	0.1133
11	30.80	3.4275	0.7333	0.344	0.6344	0.0989
12	37.60	3.6270	0.8000	0.966	0.8329	0.0329
13	40.50	3.7013	0.8667	1.198	0.8845	0.0178
14	58.60	4.0707	0.9333	2.350	0.9906	0.0573
Suma (mm)	406.70	46.44			$D_{\text{máx}} =$	0.1133
Media (mm)	29.05	3.32				
D.Est. (mm)	10.68	0.32				

Distribucion Gumbel Original

N°	P (mm) (X)	P(X)	z	F(z)	Dx F(z)-P(x)
1	16.60	0.0667	-0.71	0.1304	0.0637
2	20.20	0.1333	-0.36	0.2391	0.1058
3	21.50	0.2000	-0.23	0.2838	0.0838
4	21.80	0.2667	-0.20	0.2943	0.0277
5	24.00	0.3333	0.01	0.3732	0.0399
6	24.40	0.4000	0.05	0.3876	0.0124
7	26.10	0.4667	0.22	0.4484	0.0183
8	27.60	0.5333	0.37	0.5004	0.0329
9	28.20	0.6000	0.43	0.5206	0.0794
10	28.80	0.6667	0.49	0.5404	0.1262
11	30.80	0.7333	0.68	0.6030	0.1303
12	37.60	0.8000	1.35	0.7714	0.0286
13	40.50	0.8667	1.63	0.8226	0.0440
14	58.60	0.9333	3.41	0.9675	0.0341
Suma (mm)	406.70			D _{máx} =	0.1303
Media (mm)	29.05				
D.Est. (S)	10.29		(Para N) poblacional		
alfa	10.19				
mu	23.85				

Distribucion Log-Pearson III

N°	P (mm) X	Log P (Log X)	k _T	F(k _T) (*)	P(x)	Dx F(k _T)- P(x)
1	58.60	1.7679	2.3502	0.0257	0.0667	0.0409
2	40.50	1.6075	1.1977	0.1125	0.1333	0.0208
3	37.60	1.5752	0.9659	0.1657	0.2000	0.0343
4	30.80	1.4886	0.3435	0.3404	0.2667	0.0737
5	28.80	1.4594	0.1341	0.4090	0.3333	0.0757
6	28.20	1.4502	0.0684	0.4305	0.4000	0.0305
7	27.60	1.4409	0.0013	0.4525	0.4667	0.0142
8	26.10	1.4166	-0.1731	0.5124	0.5333	0.0210
9	24.40	1.3874	-0.3832	0.6011	0.6000	0.0011
10	24.00	1.3802	-0.4348	0.6228	0.6667	0.0438
11	21.80	1.3385	-0.7347	0.7494	0.7333	0.0161
12	21.50	1.3324	-0.7779	0.7677	0.8000	0.0323
13	20.20	1.3054	-0.9725	0.8272	0.8667	0.0395
14	16.60	1.2201	-1.5849	0.9682	0.9333	0.0349
Suma (mm)	406.70	20.170			D _{máx} =	0.0757
Media (mm)	29.05	1.441				
D.Est. (mm)	10.68	0.139				
Coef. Asimetria		0.8734				

Anexo B-3
Distribución de Log Pearson III

T (años)	P	w	Z	KT	Log Pp	PP (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.142	1.4208994	26.36
5	0.2000	1.79412	0.841	0.769	1.5477531	35.30
10	0.1000	2.14597	1.282	1.334	1.6264974	42.32
20	0.0500	2.44775	1.645	1.851	1.6983849	49.93
25	0.0400	2.53727	1.751	2.010	1.7205364	52.55
50	0.0200	2.79715	2.054	2.488	1.7870836	61.25
100	0.0100	3.03485	2.327	2.947	1.8509904	70.96
500	0.0020	3.52551	2.879	3.964	1.9926015	98.31

ANEXO B-4

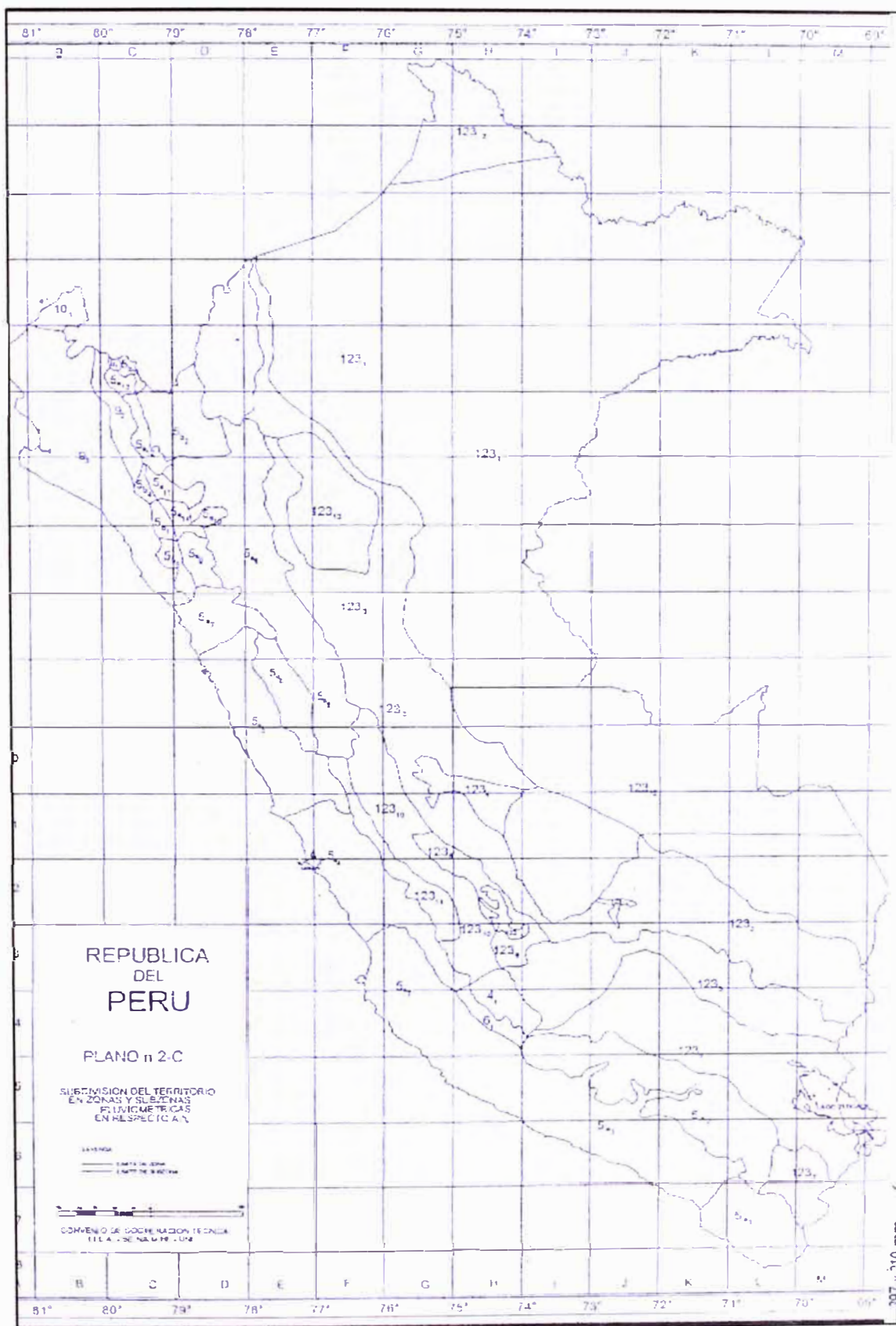
Tabla de Hathaway

Tipo de superficie	Valor de n
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.

ANEXO B-5

Mapa de subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas



Fuente: Norma S.110 Drenaje Pluvial Urbano.

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

ZONA	K'_g	Subzona	ϵ_g
123	$K'_g = 0,553$	123 ₁ 123 ₂ 123 ₃ 123 ₄ 123 ₅ 123 ₆ 123 ₇ 123 ₈ 123 ₉ 123 ₁₀ 123 ₁₁ 123 ₁₂ 123 ₁₃	$\epsilon_g = 85,0$ $\epsilon_g = 75,0$ $\epsilon_g = 100 - 0,022 Y$ $\epsilon_g = 70 - 0,019 Y$ $\epsilon_g = 24,0$ $\epsilon_g = 30,5$ $\epsilon_g = -2 + 0,006 Y$ $\epsilon_g = 26,6$ $\epsilon_g = 23,3$ $\epsilon_g = 6 + 0,005 Y$ $\epsilon_g = 1 + 0,005 Y$ $\epsilon_g = 75,0$ $\epsilon_g = 70$
4	$K'_g = 0,861$	4 ₁	$\epsilon_g = 20$
5a	$K'_g = 11 \cdot \epsilon_g^{-0,33}$	5a ₁ 5a ₂ 5a ₃ 5a ₄ 5a ₅ 5a ₆ 5a ₇ 5a ₈ 5a ₉ 5a ₁₀ 5a ₁₁ 5a ₁₂ 5a ₁₃ 5a ₁₄	$\epsilon_g = -7,6 + 0,006 Y$ (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) $\epsilon_g = 24 + 0,0025 Y$ $\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$ $\epsilon_g = 18,6 + 0,0028 Y$ $\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$ $\epsilon_g = 19,0 + 0,005 Y$ $\epsilon_g = 23,0 + 0,0143 Y$ $\epsilon_g = 4,0 + 0,010 Y$
5b	$K'_g = 130 \cdot \epsilon_g^{-1,4}$	5b ₁ 5b ₂ 5b ₃ 5b ₄ 5b ₅	$\epsilon_g = 4 + 0,010$ (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	$K'_g = 5,4 \cdot \epsilon_g^{-2,2}$	6 ₁	$\epsilon_g = 30 - 0,50 D_c$
9	$K'_g = 22,5 \cdot \epsilon_g^{-0,33}$	9 ₁ 9 ₂ 9 ₃	$\epsilon_g = 61,5$ $\epsilon_g = -4,5 + 0,323 D_m$ (30XD _m x110) $\epsilon_g = 31 - 0,475(D_m - 110)$ D _m x110)
10	$K'_g = 1,45$	10 ₁	$\epsilon_g = 12,5 + 0,95 D_m$

Fuente: Norma S.110 Drenaje Pluvial Urbano.

Donde:

K'_g = parámetro

ϵ_g = parámetro

D_c = distancia a la cordillera en Km.

D_m = distancia al mar en Km.

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 ₁	321-385	2	0.357	32.2
123 ₂	384-787-805	3	0.405	$a = 37,85 - 0,0083 Y$
123 ₁₃	244-193	2	0.432	
123 ₅	850-903	2	0.353	9.2
123 ₅	840-913-918	4	0.380	11.0
	958			
123 ₅	654-674-679	9	0.232	14.0
	709-713-714			
	732-745-752			
123 ₅	769	1	0.242	12.1
123 ₁₀	446-557-594	14	0.254	$a = 3,01 + 0,0025 Y$
	653-672-696			
	708-711-712			
	715-717-724			
	757-773			
123 ₁₁	508-567-719	5	0.286	$a = 0,46 + 0,0023 Y$
	750-771			
5a ₂	935-968	2	0.301	$a = 14,1 - 0,078 D_c$
5a ₅	559	1	0.303	$a = -2,6 + 0,0031 Y$
5a ₁₀	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 B-6
Calculo de la curva I-D-F

INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hr)								
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

Valores para la curva de relación Intensidad – duración – frecuencia

Tr	Duracion (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
			-0.75	0.2348	2.3684

n

m

k

Fuente: Elaboración propia

$$I = \frac{C^k \times T^m}{t^n}$$

Ecuación de curva I-D-F:

Donde:

I=Intensidad;

T=Periodo de retorno;

t= Duración en minutos;

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

Anexo B-7

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
K = K₁ + K₂ + K₃ + K₄		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

Anexo B-8

Valores del coeficiente de Manning

Tipo de canal	Minimo	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

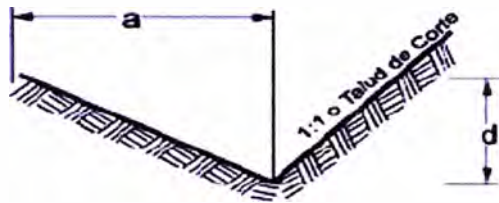
Anexo B-9 Velocidad máxima del agua

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

Anexo B-10 Diseño típico 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

Anexo B-11 Ingreso de datos – Software H CANALES

Calculadora

Cálculo del tirante Normal, sección Circular

Lugar: **Cañete-Yauyos-Huancayo** Proyecto: **Drenaje vial**

Tramo: **km. 163+630** Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Diámetro (d): m

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Resultados:

Tirante normal (y): m

Perímetro mojado (p): m

Área hidráulica (A): m²

Radio hidráulico (R): m

Espejo de agua (T): m

Velocidad (v): m/s

Número de Froude (F):

Energía específica (E): m-Kg/Kg

Tipo de flujo: **Supercrítico**

Ejecutar Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal

Realiza la impresión de la pantalla

ANEXO B12

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 B-13

Calculo de precipitación por el método de Thiessen.

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

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

Periodo de Retorno (años)	Estaciones				Sub Cuenca
	Vilca		Yauricocha		Alis
	Área (km2)	P mm	Área (km2)	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
100	137.36	61.19	281.93	70.96	67.76
500	137.36	73.85	281.93	89.38	84.29

ANEXO B-14

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.

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.

ANEXO B-15

Tablas para calcular las dimensiones del enrocado

Coefficiente recomendado para calcular el borde libre del muro de encauzamiento

Caudal máximo m ³ /seg	Coefficiente (ϕ)
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"

Coefficiente para socavación

Probabilidad Anual de que se presente el caudal de diseño (%)	Coefficiente β
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"

Valores de X y 1/(1+X)

Suelos cohesivos			Suelos no cohesivos		
Peso específico (T/m ³)	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".

X= exponente de material no cohesivo en función
Dm= diámetro medio (m)

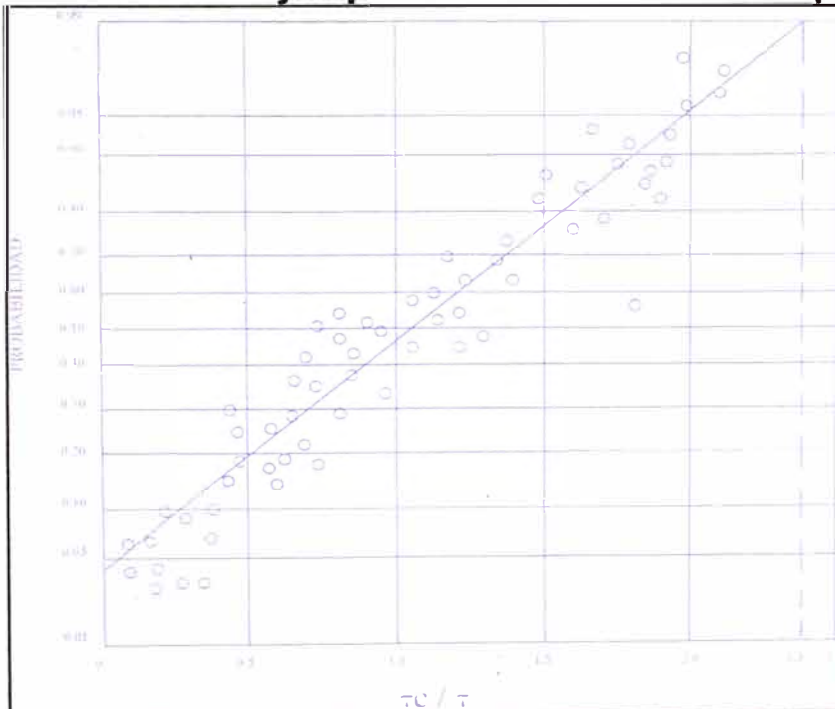
Valores de γ_s dependiendo del terreno

Clase de terreno	γ_s (Ton/m3)	α
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"

α = valores medios de ángulo de fricción del suelo
 γ_s = valores medios de peso específico del suelo

Relación entre τ_c / τ y la probabilidad de moverse la piedra



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

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=	19.00 m

PENDIENTE DEL TALUD

$$Z = 1.5$$

CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION

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

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

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

t= Tirante normal

Se tiene:

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

Para D_m (diámetro mediano de la muestra

tomada a Hs) = 20.00 mm, $\beta = 1.0$, $X = 0.32$

$$t_s = 2.84 \text{ m}$$

Luego la Profundidad será:

$$H_s = 1.74 \text{ m}$$

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 será:

$$\text{Puña} = T_s$$

$$\text{Puña} = 1,74 \text{ m} = 2,00 \text{ m}$$

Tramos rectos 2.00m y en curvas 2.50m de profundidad

$$\text{Auña} = 1,5 * \text{Puña}$$

$$\text{Auña} = 3,00 \text{ m}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE MURO

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

Luego:

La altura de muro será:

$$H_m = t + BL$$

$$BL = \Phi * (V^2 / 2g)$$

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

Luego:

$$\Phi = 1,100$$

$$t = 1,00 \text{ m (de campo)}$$

$$V = 3,91 \text{ m/s}$$

$$BL = 0,86 \text{ m}$$

$$H_m = 1,86 \text{ m}$$

$$H_m = 2,00 \text{ m}$$

CALCULO DEL DIÁMETRO DE ROCA (D50)

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

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

α = Angulo del talud

ϕ = Angulo de fricción interna del material

α = 26.57° (datos de río Mantaro)

ϕ = 41° (datos de río Mantaro)

$$f = 1.36$$

La densidad relativa del material será:

γ_s = 2650 Kg/m³ (Densidad de la roca)

γ_a = 1000 Kg/m³ (Densidad del agua)

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

Δ = Peso específico de los sólidos

$$\Delta = 1,65$$

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

$b = 1.4$ 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:

$n=0,56(V^2/2g\Delta D50)$
 $n= 0,55$

En el ábaco de relación de τ_c / τ 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 $1/n=2,30$

$D50=0.56(V^2/2g\Delta n)$
 $D50= 0,60m$

$D50=0,60 \text{ m}$

El peso de la piedra con diámetro D50 es:

$W50=\Delta\gamma sD50^3$

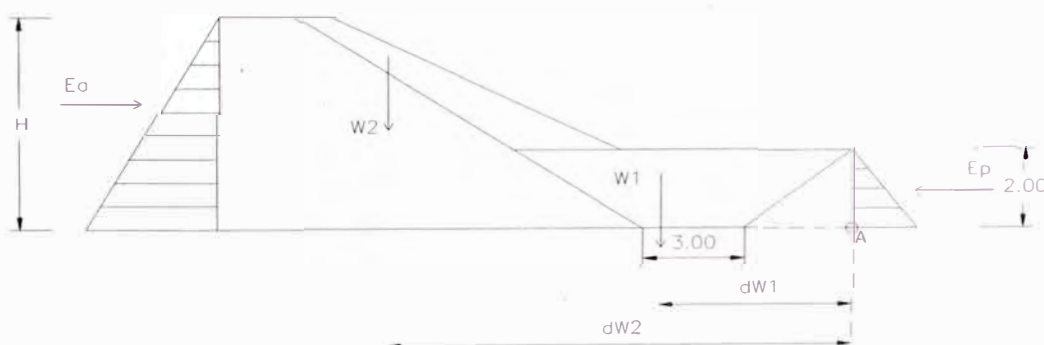
$\Delta=1,00$

$W50=596.36 \text{ kg}$

Factor que representa la aprox. Del volumen de la piedra,
 $A=1$ (cubo), $A=0.5$ (esfera),
 $A=0,65$ (Piedra chancada)

Ver detalle de características geométricas en el plano PD-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

dw1= distancia al centro de gravedad de la base del dique

dw2= 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 Cd mayor o igual a 1.5

$$Cd = \frac{\sum Fv \times f}{\sum Fh} \geq 1.5$$

Donde:

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

$\sum Fh = Ha$ = 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

$$Ea = \frac{1}{2} Ka \gamma_s h^2$$

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

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

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

ϕ =Angulo de fricción interna.

EMPUJE PASIVO

$$Ea = \frac{1}{2} Kp \gamma_s h^2$$

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

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

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

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
Huñã	2,00 m
Ep	17,33
W1	41,47 T/ m
W2	27,64 T/ m
Hr	41,47 T/ m
Cd	13,87 > 1,5

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.

$$Cv = \frac{Mr}{Mv} \geq 2.5$$

Donde:

Mr = Momento resistente.

Mv = Momento de volteo.

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

$$Mr = \frac{Ep \times h_{uñã}}{3} + W1 \times dw1 + W2 \times dw2$$

$$Mv = \frac{Ea \times h_{uñã}}{3}$$

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

$$\gamma_s = 2,65 \text{ T/m}^3, \phi = 41^\circ, \theta = 0, f = 0,6$$

Empuje Activo	
Ka	0,21
Htotal	4,00 m
Ea=Ha	2,99
Empuje Pasivo	
Kp	4,81
Huñã	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
Cv	89.97

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 tienen aristas vivas 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.



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 de 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

α (ángulo de fricción del suelo) = 26,57°

ϕ (ángulo de reposo del suelo) = 41°

Fuente: PROVIAS NACIONAL

ANEXO C-1

CONTINUACION DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS

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

(b) 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

Acondionadas 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 rellenos por rocas y piedras de menores dimensiones para acuar 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 (m³) 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:

Ítem 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	-	-	Clase 1 de la Tabla N° 1
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	-	-	Clase 2 de la Tabla N° 1		
Los otros geotextiles	-	-	Clase 1 de la Tabla N° 1		
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 usen 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	%	³ 50
Retención Asfalto	Texas DOT Ítem 3099	l/m ²	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 m² 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 (m²) 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 C-2

Planilla de metrados

05 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE			
05.01	ALCANTARILLAS		
05.01.01	ALCANTARILLA TMC 0=36" C=12 R=10 m/día	m	8.91
05.01.02	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m3	1.75
05.01.03	BUZON DE ALCANTARILLA	und	1.00
05.02	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO		
05.02.01	EXCAVACION A MANO PARA CUNETAS (M)	m	299.00
05.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA CUNETAS (M)	m	299.00
05.02.03	CONCRETO f _c =175 kg/cm ² PARA CUNETAS (M)	m	299.00
05.02.04	JUNTAS ASFALTICAS PARA CUNETAS (M)	m	299.00
05.03	DEFENSA RIBEREÑA		
05.03.01	MURO DE ENROCADO	m3	230.00

Anexo C-3 Análisis de Precios Unitarios

Partida		ALCANTARILLA TMC Ø=36" C=12 R=10 m/día					
Rendimiento	m/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m		332.67	
H.H.		H.M. 0.2431					
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ		hh	1.0000	0.8000	14.87	11.90
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.79	8.63
0147010004	PEON		hh	6.0000	4.8000	9.67	46.42
							66.95
		Materiales					
0209010041	ALCANTARILLA METALICA Ø=36" C=12		m		1.0000	216.10	216.10
							216.10
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	66.95	2.01
							2.01
		Subpartidas					
909701020424	PRESTAMO DE CANTERA (EXTRACCION Y APILAMIENTO) R=383		m3		1.0000	5.15	5.15
909701020434	PRESTAMO DE CANTERA (CARGUIO) R=625		m3/día		1.0000	2.38	2.38
909701031358	TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE R=40		m3/día		1.0000	40.08	40.08
							47.61

Partida		EMBOQUILLADO DE PIEDRA					
Rendimiento	m3/DIA	2.1000	EQ. 2.1000	Costo unitario directo por : m3	2.47.32		
H.H.		H.M. 0.4633					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.3810	14.87	5.67	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	3.8095	10.79	41.10	
0147010004	PEON	hh	2.0000	7.6190	9.67	73.68	
						120.45	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	120.45	3.61	
						3.61	
Subpartidas							
900504011501	EXCAVACION	m3		0.1500	18.39	2.76	
909701043306	CONCRETO f'c=175 kg/km2 PARA OBRAS DE ARTE R=18 m3/dia	m3		0.3000	336.05	100.82	
909801010407	PIEDRA MEDIANA	m3		0.7000	28.12	19.68	
						123.26	
Partida		CABEZAL DE ALCANTARILLA					
Rendimiento	u/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u	2.886.31		
H.H.		H.M. 15.9239					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subpartidas							
900401040816	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA CABEZAL	kg		376.5000	4.17	1.570.01	
900504011501	EXCAVACION	m3		4.7200	18.39	86.80	
900510030113	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CABEZAL	m2		6.1300	62.97	386.01	
909701043306	CONCRETO f'c=175 kg/km2 PARA OBRAS DE ARTE R=18 m3/dia	m3		2.5100	336.05	843.49	
						2.886.31	
Partida		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 18 km					
Rendimiento	m3/DIA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3	34.93		
H.H.		H.M. 0.1706					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	14.87	0.24	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1600	9.67	1.55	
						1.79	
Equipos							
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	1.0000	0.1600	200.38	32.06	
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.0660	0.0106	101.79	1.08	
						33.14	
Partida		EXCAVACION A MANO PARA CUNETAS (M)					
Rendimiento	m/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m	5.86		
H.H.		H.M.					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	14.87	0.74	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5000	9.67	4.84	
						5.58	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.58	0.28	
						0.28	

Partida		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS (M)					
Rendimiento	m/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m		38.65	
H.H.		H.M.					
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	14.87	1.19
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	12.21	9.77
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	10.79	8.63
							19.59
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0.2590	4.10	1.06
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2960	4.69	1.39
0230190000	ADITIVO CURADOR		gal		0.0500	10.56	0.53
0230990011	ADITIVO DESMOLDADOR		gal		0.0500	15.19	0.76
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		0.9880	5.35	5.29
0245010004	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO		pl		0.0889	106.21	9.44
							18.47
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	19.59	0.59
							0.59
Partida		CONCRETO Fc=175 kg/cm2 PARA CUNETAS (M)					
Rendimiento	m/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m		45.56	
H.H.		H.M. 0.2136					
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.3000	0.0200	14.87	0.30
0147010002	OPERARIO		hh	3.0000	0.2000	12.21	2.44
0147010003	OFICIAL		hh	3.0000	0.2000	10.79	2.16
0147010004	PEON		hh	6.0000	0.4000	9.67	3.87
							8.77
Materiales							
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bis		1.0900	20.89	22.77
							22.77
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	8.77	0.26
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"		hm	1.0000	0.0667	4.99	0.33
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1.0000	0.0667	22.50	1.50
							2.09
Subpartidas							
909701021403	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0300	15.42	0.46
909801010402	Agregado fino para concreto		m3		0.0700	49.39	3.46
909801010403	Agregado grueso para concreto		m3		0.0990	80.88	8.01
							11.93
Partida		JUNTAS ASFALTICAS PARA CUNETAS (M)					
Rendimiento	m/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m		3.52	
H.H.		H.M. 0.0004					
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0053	14.87	0.08
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0533	10.79	0.58
0147010004	PEON		hh	3.0000	0.1600	9.67	1.55
							2.21
Materiales							
0213000006	ASFALTO RC-250		gal		0.0820	10.75	0.88
0229120063	TECKNOPORT E= 1"		m2		0.0510	5.59	0.29
							1.17
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	2.21	0.07
							0.07
Subpartidas							
909801010402	Agregado fino para concreto		m3		0.0015	49.39	0.07
							0.07

Partida		MURO DE ENROCADO					
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3		141.33	
H.H.		H.M. 0.8580					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	05000	14.87	7.44	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	05000	10.79	5.40	
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.0000	9.67	9.67	
22.51							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		30000	22.51	0.68	
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	05000	101.79	50.90	
0349040023	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y	hm	0.5000	02500	192.98	48.25	
99.83							
Subpartidas							
900404000501	EXCAVACION CON ENLECHO DE RIO (SIERRA 3250 MSNM)	m3		1.0500	5.13	5.39	
909701020826	TRANSPORTE DE PIEDRA PARA ENROCADO R=88 m3/día	m3		1.0500	8.45	8.87	
909701031360	CARGUID R=200 m3/día	m3		1.0500	4.50	4.73	

Anexo C-4 Costo Directo

S10		Página				1
Subpresupuesto 001		CARRETERA TRAMO CAÑETE - YALUYOS - HUANCAYO DEL Km. 163+500 AL Km. 163+800				
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					67,995.47
04.01	ALCANTARILLAS					7,506.16
04.01.01	ALCANTARILLA TMC 0=36" C=12 R=10 m/día	m	11.1	332.67		3,692.64
04.01.02	EMBEDUILLADO DE PIEDRA	m ²	1.8	247.32		445.18
04.01.03	CABEZAL DE ALCANTARILLA	u	1.0	2,886.31		2,886.31
04.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 18 km	m ²	13.8	34.93		482.03
04.02	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO					27,983.41
04.02.01	EXCAVACION A MANO PARA CUNETAS (M)	m	299.0	5.86		1,752.14
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS (M)	m	299.0	38.65		11,556.35
04.02.03	CONCRETO f _c =175 kg/cm ² PARA CUNETAS (M)	m	299.0	45.56		13,622.44
04.02.04	JUNTAS ASFALTICAS PARA CUNETAS (M)	m	299.0	3.52		1,052.48
04.03	DEFENSA RIBERENA					32,505.90
04.03.01	MURO DE ENROCADO	m ²	230.0	141.33		32,505.90

Anexo C-5

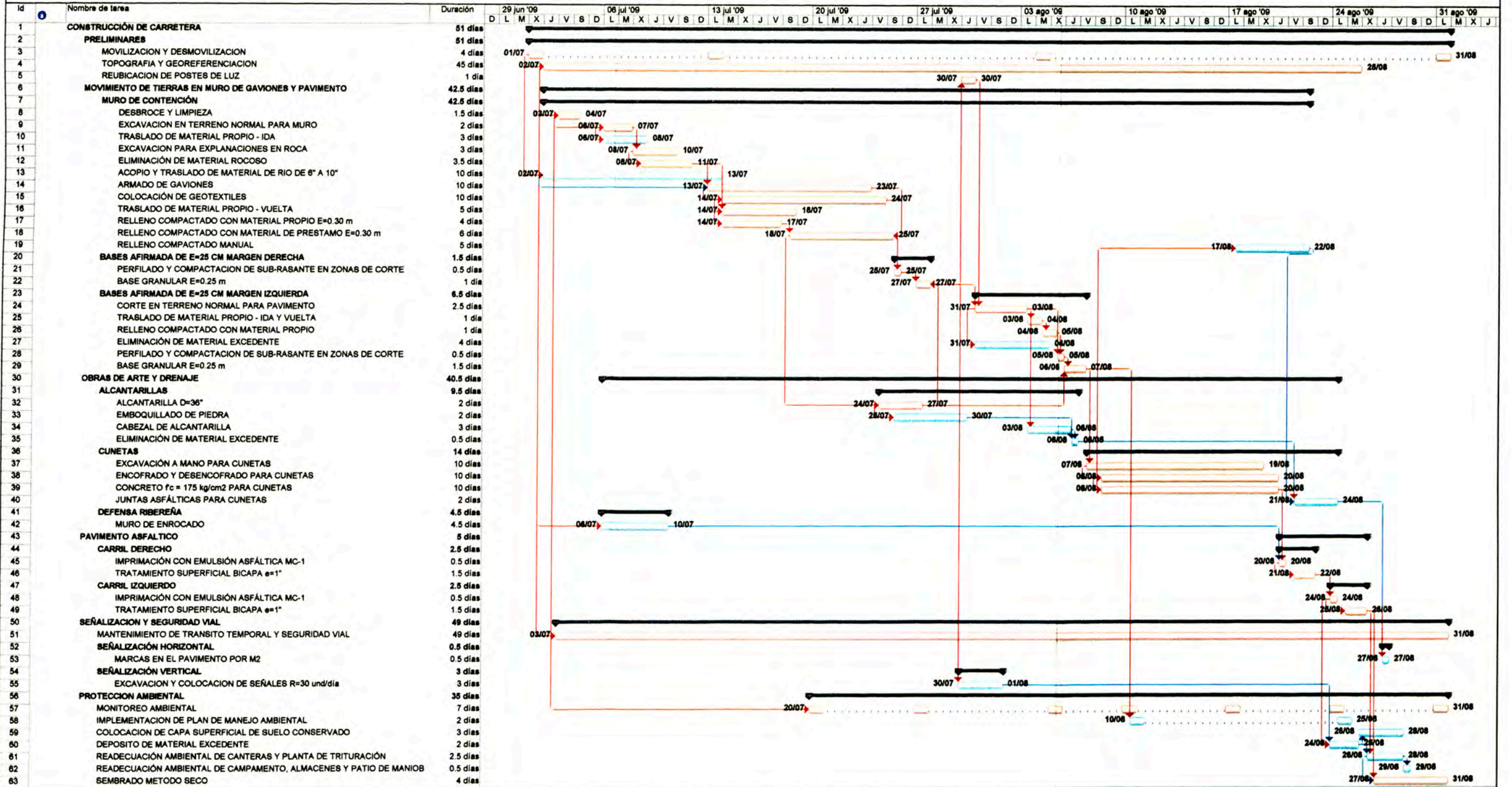
Relación de Equipo Mínimo para todo el Proyecto

Relacion de Equipo Mínimo			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gal	hm	55.9357
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	hm	23.1000
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m ³	hm	584.1852
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd ³	hm	169.6259
0349080097	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 5 FAJAS 75 HP 46 - 70 ton/h	hm	7.9408
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	12.0480
0349020002	COMPRESORA NEUMATICA 196 HP 600-690 PCM	hm	8.9925
0337900072	EQUIPO PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	10.4000
0349050030	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	15.4770
0349150008	GRUPO ELECTROGENO 380 HP 250 KW	hm	11.7243
0349060004	MARTILLO NEUMATICO DE 25 kg	hm	35.9700
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p ³	hm	21.8920
0337540001	MIRAS Y JALONES	hm	240.0000
0348080002	MOTOBOMBA 12 HP 4"	hm	55.9294
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	52.9400
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	120.0000
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	63.9427
0349040023	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y	hm	19.7280
0349030013	RODILLO ISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	108.1616
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100 HP 5.5-20 ton	hm	33.9569
0349880003	TEODOLITO	hm	120.0000
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	145.7488
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	21.2920
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" MOTORELECTRICO 15HP	hm	3.7836

Anexo C-6

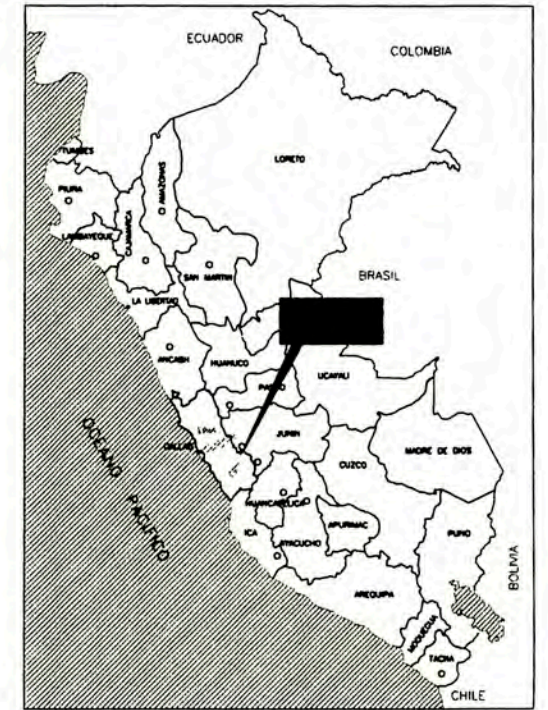
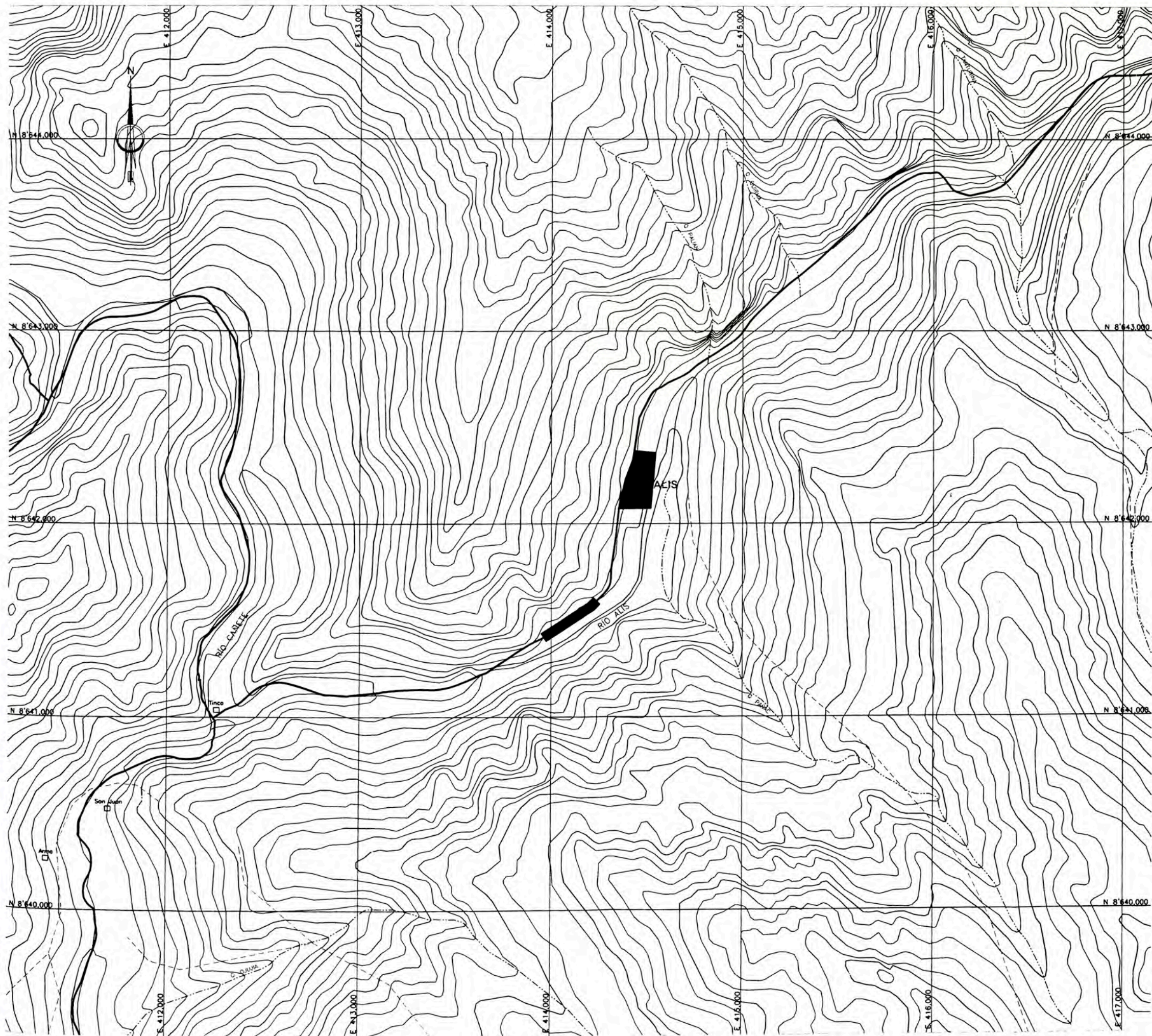
Cronograma de Ejecución de Obra

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA



Proyecto: Cronograma de Ejecuci
Fecha: sáb 27/06/09

Tarea Progreso Resumen Tarea crítica resumida Progreso resumido Tareas externas Agrupar por sintTarea
 Tarea crítica Hito Tarea resumida Hito resumido División Resumen del proyecto Tarea crítica



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CURVAS MAYORES
	CURVAS MENORES
	CENTRO POBLADO
	CAMINOS DE ACCESO
	CARRERA AFIRMADA
	QUEBRADAS
	RIOS
	TRAMO EN ESTUDIO
	DISTRITO

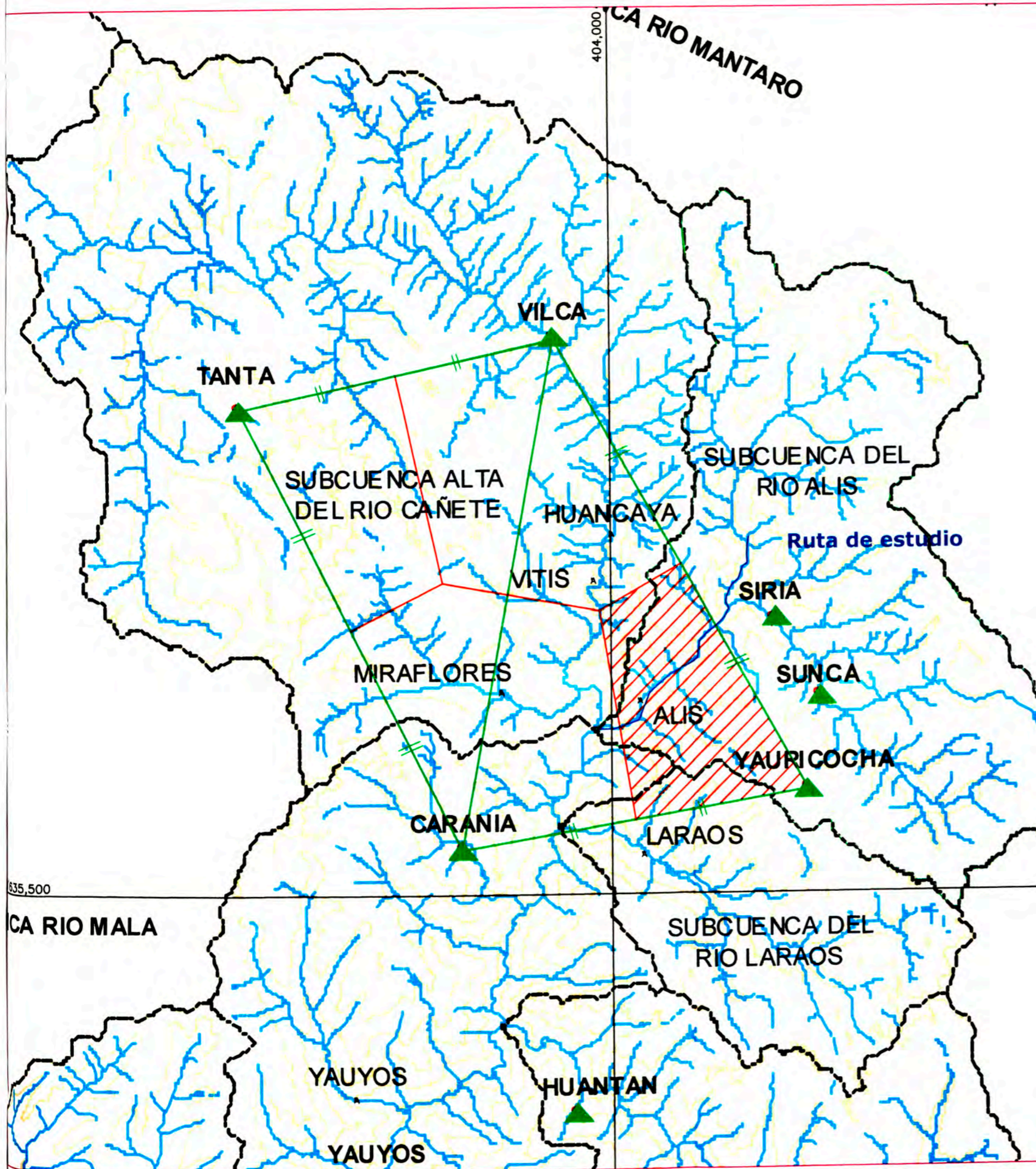
NOTAS :
 1.- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL CUADRUPLE
 2.- SISTEMA COORDENADAS PSAO 56 ZONA 18 S.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
 AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
 DEL KM 163+500 AL 163+800. HIDROLOGIA Y DRENAJE

TÍTULO: UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO			PLANO N°: PD-01
ELABORO : D.D.F.	REVISÓ : J.U.S.	ESCALA : 1:10 000	REV : 0
DIBUJO : D.D.F.	APROBO : FIC-UNI	FECHA : JUNIO 2005	



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
▲	ESTACIONES PLUVIOMETRICAS
—	RUTA EN ESTUDIO
▨	AREA DE INFLUENCIA

NOTAS :
1.-

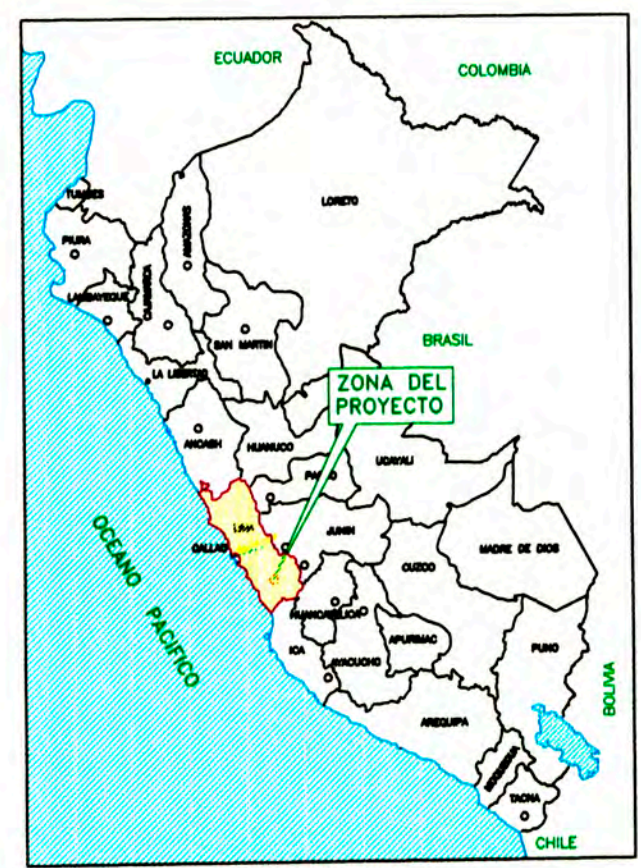
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		PLANO N° PD-02	
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+500 AL 163+800 - HIDROLOGIA Y DRENAJE			
HIDROLOGIA			
TÍTULO: AREA DE INFLUENCIA ESTACIÓN YAURICOCHA		REV. 0	
ELABORÓ: D.D.F.	REVISÓ: J.U.S.	ESCALA: S/E	FECHA: JUNIO 2009
DIBUJÓ: D.D.F.	APROBÓ: FIC-UNI		



CUENCA DEL RIO ALIS

**PROGRESIVA Km. 163+630
(3255 m.s.n.m.)**

**Aqueb=0.071 Km².
Lc = 0.610 Km.
Desnivel= 0.510 Km.**

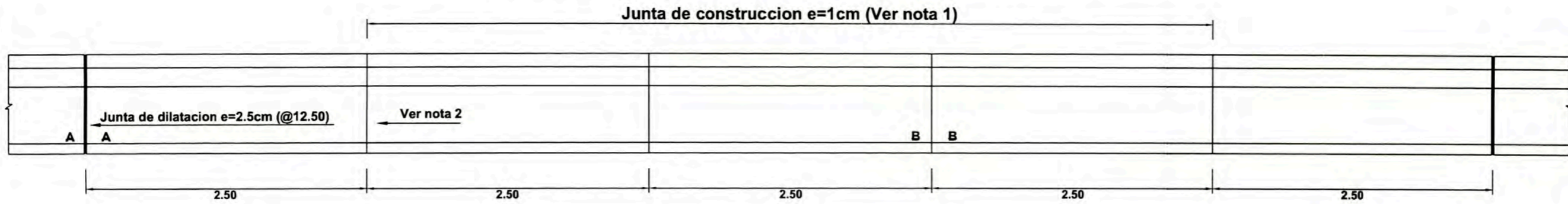


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	RIO
	AREA DE CUENCA
	RUTA EN ESTUDIO
	DIVISORA DE AGUAS

NOTAS :
1.-

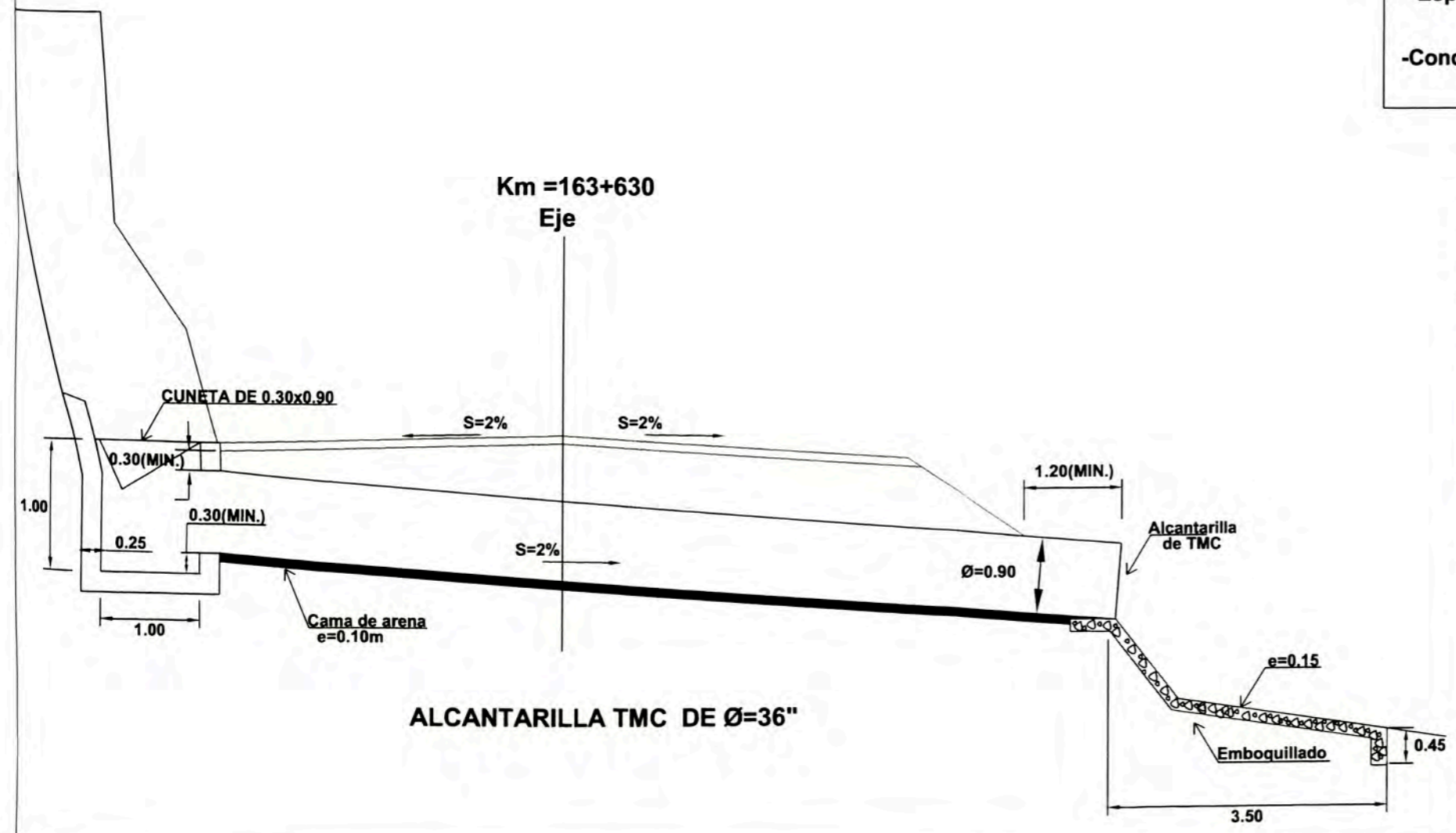
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+300 AL 163+800 - HIDROLOGIA Y DRENAJE				
HIDROLOGIA				
TITULO:			PLANO N°:	
AREA DE QUEBRADA			PD-03	
ELABORO	REVISO	ESCALA	REV. :	
D.D.F.	J.U.S.	S/E	0	
DIBUJO	APROBO	FECHA		
D.D.F.	FIG-UNI	JUNIO 2009		

DETALLES DE CUNETAS DE ACUERDO A ESPEFICACIONES TECNICAS



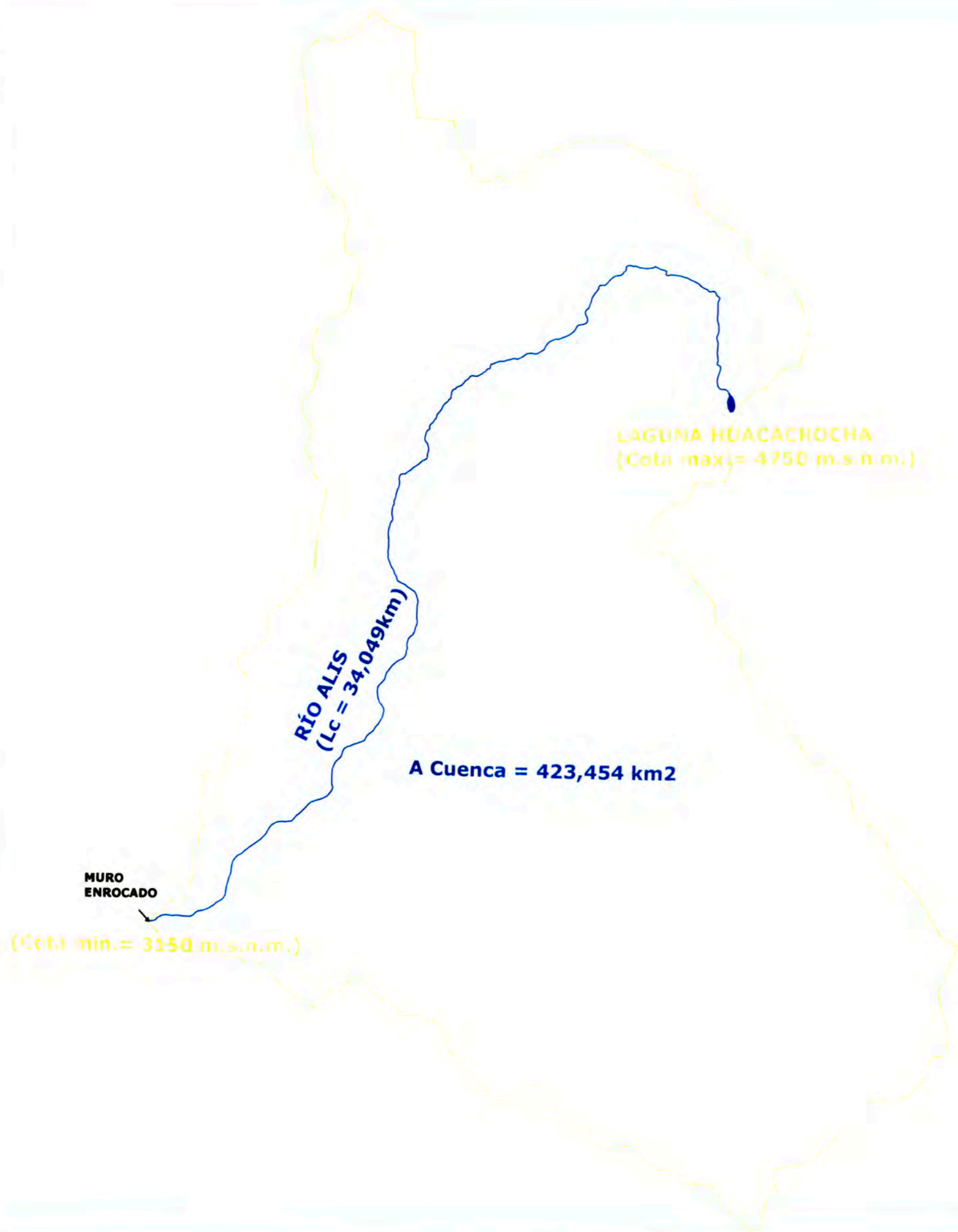
Especificaciones tecnicas
Cunetas
-Concreto : f'c=175 kg/cm2

- NOTAS:
- (1) Para paños cada metro, cada junta de construcción tendrá un ancho de 1cm y estará constituida por asfalto RC-250 de 1cm de espesor.
 - (2) Ubicar cada 12.5m, una junta de dilatación que tendrá un ancho de 2.5cm y estará constituida por asfalto RC-250 de 1cm de espesor.



NOTAS :
1.- ...

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+500 AL 163+800 - HIDROLOGIA y DRENAJE			
DRENAJE			
DETALLE DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE			PD-04
D.D.F.	J.U.S.	S/E	0
D.D.F.	FIC-UNI	JUNIO 2009	



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	RIO
	PERIMETRO DE LA CUENCA

NOTAS :
1.-

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

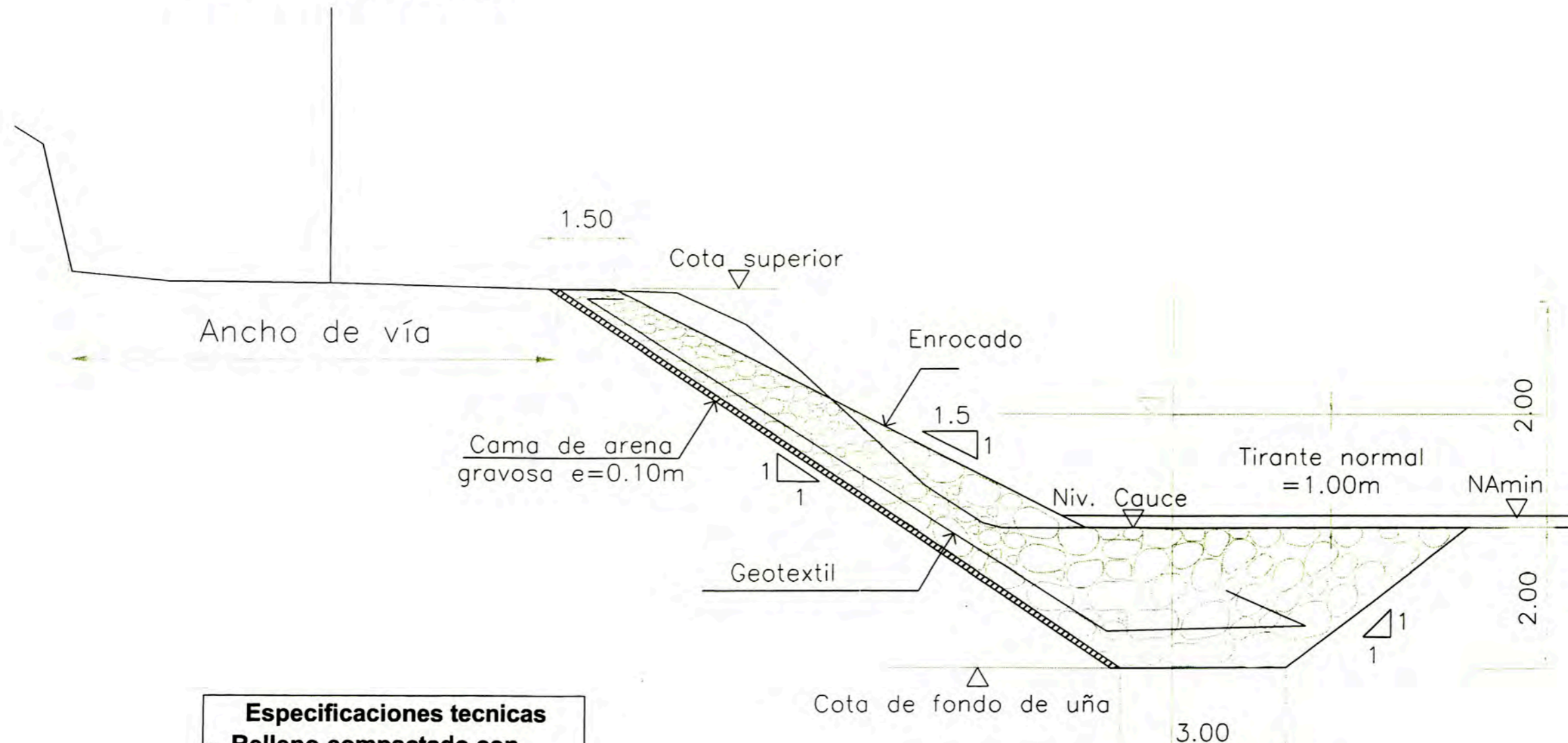
PROYECTO
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+300 AL 163+800 - HIDROLOGIA Y DRENAJE

HIDROLOGIA

TÍTULO: CUENCA DEL RIO ALIS	PLANO N°: PD-05
---------------------------------------	---------------------------


ELABORO: D.D.F.	REVISO: J.U.S.	ESCALA: S/E	REV. 0
DIBUJO: D.D.F.	APROBO: FIC-UNI	FECHA: JUNIO 2009	

KM = 163+760



- Especificaciones técnicas**
- Relleno compactado con material propio e=.10m.
 - Enrocado con piedra D50=0.60m
 - Geotextil debe cumplir con especificaciones técnicas

NOTAS :
1.-

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+500 AL 163+800 - HIDROLOGIA Y DRENAJE			
DRENAJE			
DEFENSA RIBEREÑA			PD-06
D.D.F.	J.U.S.	S/E	0
D.D.F.	FIC-UNI	JUNIO 2009	