

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



**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA CAÑETE – YAUYOS – HUANCAYO
DEL KM. 163+800 AL KM. 164+100**

ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DRENAJE

INFORME DE SUFICIENCIA

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

JOHN PAUL LLACZA MEDINA

Lima- Perú

2009

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho cariño a mis padres Juan y Zenaida, a mi hermana Jeanette, que con tanto esfuerzo y dedicación hicieron que termine mis estudios universitarios y cumplir los objetivos deseados, además también a los profesores de la FIC de mi alma mater UÑI por los conocimientos brindados durante mi formación profesional.

ÍNDICE DEL INFORME DE SUFICIENCIA

Índice.....	Pág. 01
Resumen.....	Pág. 03
Lista de Cuadros	Pág. 04
Lista de Figuras.....	Pág. 07
Lista de Símbolos y de Siglas.....	Pág. 09
Introducción.....	Pág. 10
CAPITULO I: Resumen del Perfil Técnico.	Pág. 11
1.1 Aspectos Generales.....	Pág. 11
1.2 Identificación.....	Pág. 12
1.2.1 Diagnostico de la Situación Actual.....	Pág. 12
1.2.2 Descripción del Problema y sus Causas.....	Pág. 13
1.2.3 Objetivo del Proyecto.....	Pág. 14
1.2.4 Alternativas de Solución.....	Pág. 15
1.3 Formulación y Evaluación.....	Pág. 15
1.3.1 Horizonte del Proyecto.....	Pág. 15
1.3.2 Análisis de la Demanda.....	Pág. 15
1.3.3 Análisis de la Oferta.....	Pág. 16
1.3.4 Balance Oferta-Demanda.....	Pág. 17
1.3.5 Costos Estimados.....	Pág. 18
1.4 Evaluación Económica.....	Pág. 19
1.5 Matriz Marco Lógico.....	Pág. 21
CAPITULO II: Diseño de Obras de Arte y Drenaje.....	Pág. 22
2.1 Introducción.....	Pág. 22
2.2 Descripción General de la Cuenca.....	Pág. 22
2.3 Análisis Hidrológico.....	Pág. 24
2.3.1 Introducción	Pág. 24
2.3.2 Recopilación de información básica.....	Pág.24
2.3.3 Análisis de la Información Pluviométrica e Hidrométrica.....	Pág. 26
2.3.4 Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca.....	Pág. 36
2.3.5 Tiempo de concentración.....	Pág. 37

2.3.6 Estimación de la Intensidad.....	Pág. 38
2.3.7 Estimación de Caudales Máximos.....	Pág. 42
2.4 Diseño de Alcantarillas.....	Pág. 50
2.5 Diseño de Cuneta.....	Pág. 59
2.6 Diseño de Defensa Ribereña.....	Pág. 62
2.6.1 Muro de contención en mampostería de piedra.....	Pág. 62
2.6.2 Enrocados.....	Pág. 67

CAPITULO III: Expediente Técnico

3.1 Memoria descriptiva.....	Pág. 79
3.1.1 Objetivos del Estudio.....	Pág. 79
3.1.2 Recopilación y análisis de información.....	Pág. 79
3.1.3 Descripción y Localización del Proyecto.....	Pág. 80
3.1.4 Alcances de los Servicios.....	Pág. 81
3.2 Especificaciones Técnicas.....	Pág. 85
3.3 Resumen de Metrados.....	Pág. 125
3.4 Análisis de Precio Unitarios.....	Pág. 126
3.5 Presupuesto referencial de Obras de Arte.....	Pág. 130
3.6 Fórmula Polinómica de Reajuste.....	Pág. 131
3.7 Relación de Equipo Mínimo de Obras de Arte	Pág. 132
3.8 Cronograma de Desembolsos Mensuales.....	Pág. 133
3.9 Programa General de Ejecución de Obras de Arte	Pág. 134
3.10 Planos de Obras de Obras de Arte	Pág. 134

CONCLUSIONES..... Pag. 135

RECOMENDACIONES..... Pag. 137

BIBLIOGRAFÍA..... Pag. 138

ANEXOS

RESUMEN

El presente trabajo nace de la iniciativa de evaluar si la Carretera Cañete - Huancayo es rentable en el Tiempo y los beneficios socioeconómicos que se iban a obtener, es por ello que en el primer capítulo se realiza un estudio de Preinversión detallando todo el análisis necesario, para luego proceder con la elaboración del expediente técnico.

Dentro del capítulo II se inicia la Elaboración del Expediente Técnico, el cual este se subdivide en 5 grupos: Área de Costos y Presupuestos, Área de Geotecnia y Pavimentos, Área de Hidrología y Drenaje, Área de impacto Ambiental y el Área de Conservación Vial.

El presente trabajo realiza solo el Área de Hidrología y Drenaje, es por ello que dentro del contenido se realizó un Estudio Hidrológico y la proyección de estructuras hidráulicas para el tramo en estudio (Carretera Cañete-Huancayo Km 163+800 hasta Km 164+100).

Dentro del Estudio Hidrológico se contó con 2 estaciones pluviométricas Carania y Yauricocha, el cuales fueron analizadas mediante métodos probabilísticos y procesadas para calcular los caudales de diseño para las estructuras propuestas.

Dentro del Estudio de Drenaje, se propusieron Obras de arte como: Alcantarillas, Cunetas y un Muro de Contención para protección ribereña con su respectivo enrocado, para los fines de drenar o encausar las aguas superficiales fuera de la superficie de rodadura y evitar que la fuerza erosionadora del río produzca socavaciones en el tiempo y no colapsen por este fenómeno los taludes de las plataformas proyectadas.

También se hace en mención que el correcto funcionamiento del sistema de drenaje se da en la etapa de post construcción, donde las estructuras requieren del mantenimiento necesario para que las condiciones hidráulicas funcionen lo mas cercano a lo estimado en el diseño.

LISTA DE CUADROS

CAPITULO I

Cuadro N° 1.1	Determinación de %PBI.....	Pag. 16
Cuadro N° 1.2	Resumen IMD por Tramos de Estudio.....	Pag. 16
Cuadro N° 1.3	Costos Financieros y Económicos de Inversión de las Alternativas x Km.	Pag. 18
Cuadro N° 1.4	Costos Financieros y Económicos de Mantenimiento (Km-año).....	Pag. 19
Cuadro N° 1.5	Resumen de Alternativas Elegidas.....	Pag. 20
Cuadro N° 1.6	Análisis de Sensibilidad Alternativas Elegidas.....	Pag. 20
Cuadro N° 1.7	Matriz Marco Lógico.....	Pag. 21

CAPITULO II

Cuadro 2.1	Información Cartográfica Utilizada.....	Pag. 24
Cuadro 2.2	Estaciones Pluviométricas de Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)	Pag. 25
Cuadro 2.3	Parámetros estadísticos Estación Carania.....	Pag. 28
Cuadro 2.4	Tiempo de Retorno Gumbel Estación Catania.....	Pag. 29
Cuadro 2.5:	Tiempo de Retorno LogPearson III - Estación Carania.....	Pag. 30
Cuadro 2.6:	Parámetros estadísticos Estación Yauricocha.	Pag. 31
Cuadro 2.7:	Tiempo de Retorno Gumbel - Estación Yauricocha.....	Pag. 32
Cuadro 2.8:	Tiempo de Retorno LogPearson III - Estación Yauricocha.....	Pag. 33
Cuadro 2.9:	Resultado del análisis del error cuadrático para la estación Carania.	Pag. 35
Cuadro 2.10:	Resultado del análisis del error cuadrático para la estación Yauricocha.	Pag. 35
Cuadro 2.11:	Resumen de los tiempos de retorno para las estaciones es Catania y Yauricocha.....	Pag. 35
Cuadro 2.12:	Resumen de la Precipitación de Diseño.	Pag. 36

Cuadro 2.13:	Datos Geomorfológicos para: Área de Influencia 01.	Pag. 36
Cuadro 2.14:	Datos Geomorfológicos para: Área de Influencia 02.	Pag. 36
Cuadro 2.15:	Datos Geomorfológicos para: Área de Influencia 03.	Pag. 37
Cuadro 2.16:	Parámetros hidrológicos para las áreas de influencia mencionadas.	Pag. 38
Cuadro 2.17:	Duración de precipitación (min.) según Dick y Peschke.	Pag. 40
Cuadro 2.18:	Intensidades mm/hr según modelo de Dick y Peschke.	Pag. 40
Cuadro 2.19:	Intensidades mm/hr vs Tiempo de Retorno según modelo de Dick y Peschke.	Pag. 41
Cuadro 2.20:	Distribución del Método de Estimación de caudales para las estructuras hidráulicas.	Pag. 42
Cuadro 2.21:	Coeficientes de Escorrentía (C) – “Hidrología Aplicada” de Ven Te Chow.....	Pag. 43
Cuadro 2.22:	Numero de Curva de Escorrentía (CN) - “Hidrología Aplicada” de Ven Te Chow.....	Pag. 47
Cuadro 2.23:	Diseño de Alcantarilla 01 – Tipo TMC 36”	Pag. 52
Cuadro 2.24:	Diseño de Alcantarilla 02 – Tipo TMC 24”	Pag. 53
Cuadro 2.25:	Diseño de Alcantarilla 01 – Tipo MCA - Concreto Armado.....	Pag. 54
Cuadro 2.26:	Diseño de Alcantarilla 02 – Tipo MCA - Concreto Armado.....	Pag. 55
Cuadro 2.27:	Presupuesto para alternativa alcantarilla 01 - Tipo TMC	Pag. 57
Cuadro 2.28:	Presupuesto para alternativa alcantarilla 01 - Tipo MCA	Pag. 58
Cuadro 2.29:	Diseño de Cunetas.	Pag. 61
Cuadro 2.30:	Resumen de los Caudales máx. para río modelo Alis según el Tiempo de Retorno.....	Pag. 69

CAPITULO III

Cuadro 3.1:	Requisitos de designación AASTHO-M-6 – Agregado Fino.....	Pag. 89
Cuadro 3.2:	Limites de aceptación de sustancias permisibles para agregado grueso	Pag. 90
Cuadro 3.3:	Sustancias perjudiciales en el agregado grueso.....	Pag. 92
Cuadro 3.4:	Huso granulométrico para diseño de mezclas.	Pag. 93
Cuadro 3.5:	Agua que sea apta para consumo humano.	Pag. 93
Cuadro 3.6:	Requisitos de Material de Relleno.....	Pag. 107
Cuadro 3.7:	Geotextiles - Requerimientos de Supervivencia	Pag. 123
Cuadro 3.8:	Geotextiles para control permanente de Erosión – Requerimientos.....	Pag. 123
Cuadro 3.9:	Resumen de Metrados Obras de Arte.	Pag. 125
Cuadro 3.10:	Presupuesto Obras de Arte.	Pag. 130
Cuadro 3.11:	Formula Polinómica Obras de Arte.	Pag. 131
Cuadro 3.12:	Listado de equipos mínimos.....	Pag. 132
Cuadro 3.13:	Cronograma de desembolsos.....	Pag. 133

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1.0 Mapa de la Vía en el Contexto Distrital.Pag. 12

CAPITULO II

Figura 2.1 Área de Influencia del tramo en estudio.Pag. 23

Figura 2.2 Fuente: INRENA – DGAS – ATDR-MOC.....Pag. 25

Figura 2.3 Diagrama de Precipitación máx. y año de registro – Estación Catania.....Pag. 29

Figura 2.4 Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia –Método Gumbel – Estación Carania.Pag. 30

Figura 2.5 Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia –Método Logpearson III – Estación Carania.Pag. 31

Figura 2.6 Diagrama de Precipitación máx. y año de registro – Estación Yauricocha.....Pag. 32

Figura 2.7: Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia – Método Gumbel – Estación Yauricocha.Pag. 33

Figura 2.8: Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia–Metodo Logpearson III – Estación Yauricocha.Pag. 34

Figura 2.9 Figura del Hidrograma Unitario Triangular del SCS.....Pag. 45

Figura 2.10 Resultado de comprobación con Software H-Canales-Alcantarilla 01.....Pag. 53

Figura 2.11 Resultado de comprobación con Software H-Canales-Alcantarilla 02.....Pag. 54

Figura 2.12: Resultado de comprobación con Software H-Canales-Alcantarilla 01 Tipo MCA.....Pag. 55

Figura 2.13	Resultado de comprobación con Software H-Canales- Alcantarilla 02 Tipo MCA.....Pag. 56
Figura 2.14	Defensa ribereña Rio Paucartambo – Cerro de Pasco.....Pag. 63
Figura 2.15:	Esquema y terminología de un muro gravedad.....Pag. 64
Figura 2.16	Esquema y predimensionamiento de un muro gravedad.....Pag. 65
Figura 2.17	Esquema 01 y distribución de fuerzas de un muro gravedad.....Pag. 65
Figura 2.18	Esquema 02 y distribución de fuerzas de un muro gravedad.....Pag. 66
Figura 2.19	Resultado del software H-Canales para el cálculo de la Velocidad erosiva del modelo del Río Alis.....Pag. 72
Figura 2.20	Resultado del análisis de diseño del muro de contención.....Pag. 78

CAPITULO III

Figura 3.1	Esquema de Ubicación del Tramo en estudio.....Pag. 81
------------	---

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

Cv	Coeficiente de variación
Cs	Coeficiente de Asimetría
Ck	Coeficiente de curtosis
Xei	Es el i-ésimo dato estimado – Método Error Cuadrático
Xo	Es el i-ésimo dato calculado - Método Error Cuadrático
L	Longitud del cauce principal en km
S	Pendiente entre altitudes máx. y mín. del cauce m/m
Pd	Precipitación total (mm)
P24h	Precipitación máxima en 24 horas (mm)
I	Intensidad máxima (mm/h)
T	Período de retorno en años
Q	Descarga pico en m ³ /seg (Método Racional)
C	Coeficiente de escorrentía (Método Racional)
A	Área de cuenca en Km ² .
Tp	Es el tiempo de ocurrencia del pico en horas (Método SCS)
Tr	Tiempo de retardo (h) (Método SCS)
Tc	Tiempo de concentración de la cuenca.
Pe	Precipitación Efectiva mm (Método SCS)
Qp	Caudal unitario m ³ /s/cm (Método SCS)
CN	Numero adimensional de curva.
Qd	Caudal de diseño
W	Peso del muro aplicado en el centro de gravedad
Ws	Peso del suelo actuante sobre la cimentación
Ea	Empuje activo (Muro Contención)
Ep	Empuje pasivo (Muro Contención)
QTR=200:	Caudal de diseño para un tiempo de retorno de 200 años
Fs	Factor de orilla
Dm	Diámetro medio del lecho del rio
t	Tirante normal del rio (m) (Análisis de Socavación)
ts	Tirante que corresponde a la profundidad socavacion.
bo	Sección estable o amplitud Cauce (Análisis de Socavación)
Hs	Profundidad de Socavación

INTRODUCCION

GENERALIDADES.

El presente informe es el resultado de los trabajos de la visita de campo y gabinete de los alcances relacionados a Hidrología y Drenaje para el Informe **AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE- YAUYOS – HUANCAYO DEL KM. 163+800 AL KM. 164+100 ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DRENAJE**, que integra los Estudios Necesarios para el desarrollo de esta.

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.

La carretera Cañete - Huancayo, atraviesa geopolíticamente:

- Provincias de Cañete y Yauyos en el Departamento de Lima
- Provincias de Concepción y Chupaca en el Departamento de Junín.

El tramo del estudio, se caracteriza por una topografía predominantemente accidentada por la serie de curvas continuas y con taludes pronunciadas en materiales predominantemente arenosos-gravosos.

PROPOSITO DE ESTUDIO

El presente informe corresponde al Expediente Técnico de Hidrología y Drenaje de la Carretera Cañete Huancayo en el tramo Km. 163+800 – Km. 164+100, con el propósito de determinar los requerimientos y características de las obras de drenaje y de arte para la correspondiente vida útil estimada de la obra, según los términos de referencia del Estudio.

Así el presente Informe Final, de acuerdo a los términos de referencia, considera:

- Informe Final del estudio hidráulico para el dimensionamiento de obras de drenaje, los resultados son sustentados con la presentación de las respectivas hojas de cálculo.

ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DRENAJE

CAPITULO I: RESUMEN DEL PERFIL TÉCNICO.

1.1 ASPECTOS GENERALES

La Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo, ha sido construida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con el objetivo de integrar la costa con la sierra, con la posibilidad futura de lograr el intercambio de las producciones hacia el mercado interno y externo, dentro de un marco de eficiencia económica y preservación del medio ambiente.

De acuerdo al contexto descrito, el siguiente perfil se encuentra inmerso dentro del marco de Ley 27293, Ley del Sistema Nacional de la Inversión Pública (SNIP), su Reglamento el Decreto Supremo N° 157-2002-EF y la Directiva Aprobada mediante Resolución Directoral N° 012-2002-EF/68.01.

Nombre del Proyecto:

- ✓ Estudio de Pre Inversión a nivel de Perfil de la Carretera: Pacarán - Zúñiga - Ronchas - Chupaca.

La principal entidad involucrada es el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - PROVIAS NACIONAL, cuya responsabilidad es la gestión de la Red Vial Nacional.

La Vía Pacarán – Zúñiga – Ronchas – Chupaca, pertenece a la Carretera con código de Ruta RN 022, cuya extensión es de 245.15 Km fue construida por el MTC. El tramo que pertenece al Dpto. de Lima va desde Cañete, pasando por Lunahuaná, la desviación a Yauyos (Magdalena) hasta Tinco y el tramo que pertenece al Dpto. de Junín va desde Tinco hasta Chupaca.

Los beneficiarios principales están conformados por los pobladores de todos los centros poblados de la zona de influencia del Proyecto, siendo éstos las localidades de Pacarán, Zúñiga, San Juan, Catahuasi, Capillucas, Calachota, Puente Auco, Magdalena, Yauyos, Tinco Huantán, Alis, Tomas, Tinco de

Yauricocha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa, Roncha, Angasmayo, Huarisca, Chupaca y zonas aledañas.

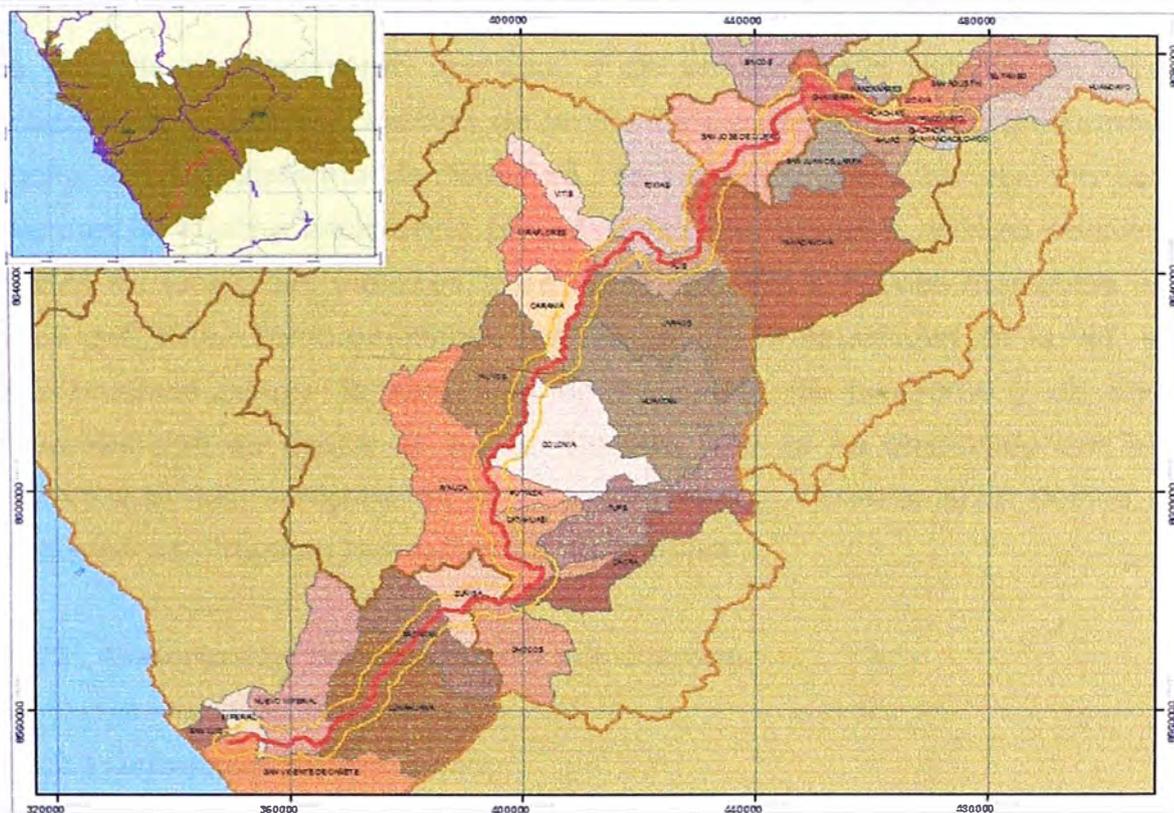


Figura 1.0: Mapa de la Vía en el Contexto Distrital

1.2 IDENTIFICACIÓN

1.2.1 Diagnostico de la Situación Actual

Los tramos considerados en el perfil se encuentran en proceso de rehabilitación y mejoramiento.

Para el tramo que corresponde a la región Costa, de Pacarán a Zúñiga, con longitud de 21.15 km, presenta una condición regular, de topografía ondulada y superficie de rodadura predominante de afirmado estabilizado.

Para los tramos que se desarrollan en la región Sierra tenemos:

- ✓ De Zúñiga a Ronchas, con longitud de 207.73 km, presenta condición regular, de topografía accidentada y superficie de rodadura predominante de afirmado perfilado y compactado.

- ✓ De Ronchas a Chupaca, con longitud de 16.27 km, presenta condición mala, de topografía accidentada y superficie de rodadura predominante de afirmado.

La falta de mantenimiento oportuno, y de un adecuado sistema de drenaje ocasiona el deterioro acelerado de la vía. La carretera presenta problemas de ancho en la plataforma de rodadura, se ha evidenciado curvas con radios menores al mínimo establecido para este tipo de carretera; existen pendientes fuertes en longitudes menores a las recomendadas y taludes inestables entre otros que están comprometiendo y deteriorando la estabilidad de la vía, y en consecuencia pelagra la seguridad de transporte de pasajeros y de cargas especialmente en época de lluvias. De otro lado se ha observado que en la carretera el flujo vehicular es mínimo y se ha ido incrementando debido a la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico "El Platanal".

1.2.2 Descripción del Problema y sus Causas

1.2.2.1 Definición del Problema

Los distritos de Zúñiga, Pacarán y Lunahuaná destinan la mayor parte de su producción agrícola para ser vendida principalmente en el mercado de Cañete y Lima, siendo el deterioro de la vía el problema que ocasiona en el poblador rural, en su condición de agricultor, dificultades para el traslado de sus productos, prolongando el tiempo de traslado y un elevado costo, colocando al agricultor en una situación desventajosa, ya que los precios de sus productos no compensan el incremento de los costos, lo que ocasiona un bajo nivel de vida de los pobladores.

Los distritos que se conforman a lo largo del valle del Río Cañete, desde el desvío a Yauyos hasta Zúñiga, destinan su producción al autoconsumo principalmente. Por tanto la relación con la Costa se da solamente por el acceso a servicios y a la gestión administrativa. Lo mismo sucede con la relación existente entre Yauyos y Huancayo, y en los centros poblados del abra Negro Mayo hasta Ronchas.

Ronchas, mantiene un vínculo económico muy marcado con Huancayo.

Por lo tanto el problema en este caso se puede definir como: "Deficiente Nivel de Transitabilidad y Deficiente Integración económica de los centros poblados del valle del Río Cañete con los corredores económicos de Lima - Cañete y Huancayo - Lima".

1.2.2.2 Análisis de las Causas

Definiendo el problema central, se han identificado las siguientes causas:

Causas Indirectas:

- ✓ Deficiente Geometría Vial.
- ✓ Fragilidad a los embalses de la naturaleza.
- ✓ Carencia de obras de infraestructura vial.

Causas directas:

- ✓ Vía en regular condiciones de transitabilidad.

1.2.2.3 Análisis de los Efectos

Definiendo el problema central, se han identificado los siguientes efectos:

Efectos indirectos:

- ✓ Flujo vehicular restringido.
- ✓ Pérdida y reducción de la producción.
- ✓ Aumento de los tiempos de viaje.

Efectos Directos:

- ✓ Aumento de los costos de transporte.
- ✓ Pérdida de competitividad de los productores.
- ✓ Deficiente acceso a servicios administrativos.
- ✓ Costos operativos vehiculares altos.

Lo que contribuye a un efecto final expresado como: "Bajo Nivel Socioeconómico de la Población Rural".

Se presenta el diagrama Árbol de Causas y Efectos en el Anexo

1.2.3 Objetivo del Proyecto

El objetivo del presente proyecto luego de la identificación del problema principal es plantear una adecuada solución para mejorar el Nivel de Transitabilidad y Optimizar los Costos de Transportes entre los departamentos de Lima y Junín a través de la Ruta 22, Carretera Cañete - Huancayo.

La realización de un adecuado mantenimiento de la vía y un óptimo diseño geométrico de la vía, permitirá contar con una buena infraestructura vial, la cual como un beneficio indirecto será descongestionar la Carretera Central. Se presenta el diagrama Árbol de Medios y Fines en el Anexo

1.2.4 Alternativas de Solución

Se plantea realizar el estudio en tres diferentes tramos, Pacarán – Zúñiga, Zúñiga – Ronchas y Ronchas – Chupaca. Donde las posibles alternativas planteadas para el mejoramiento de la carretera en cada uno de los tres tramos indicados son las siguientes:

- ALTERNATIVA 1** : Rehabilitación a nivel de Afirmado
- ALTERNATIVA 2** : Rehabilitación y Mejoramiento de los tramos a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa.
- ALTERNATIVA 3** : Rehabilitación y Mejoramiento de los tramos a nivel de Carpeta Asfáltica en Caliente.

1.3 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

1.3.1 Horizonte del Proyecto

El horizonte de evaluación del proyecto se ha considerado 10 años en el cual se prevé la operatividad y mantenimiento del proyecto en condiciones optimas de servicio para la obtención sucesiva de los beneficios sociales y económicos planteados.

1.3.2 Análisis de la Demanda

La demanda está determinada por el flujo de vehículos que transitan por las vías a mejorar. En la actualidad estas son transitadas por un número regular de vehículos como automóviles (privado y servicio colectivo), combis, microbús, ómnibus y camiones.

Para tener como dato los IMD de la zona en estudio se tomaron los datos realizados en un estudio anterior (Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca. PROVIAS NACIONAL – MTC - BORRADOR DEL INFORME FINAL VOL. II – FACTIBILIDAD TÉCNICA – ECONÓMICA Julio -05). Los cuales fueron actualizados al año 2008 en función al valor de %PBI nacional entre los años

2,002 y 2,008, obtenidos de la base de datos del INEI, el cual como dato promedio se utilizo 6.74%.

Cuadro N° 1.1

Determinación de %PBI a utilizar

ITEM	AÑO	% PBI
1	2002	5.00%
2	2003	4.00%
3	2004	5.10%
4	2005	6.70%
5	2006	7.60%
6	2007	9.00%
7	2008	9.80%
Promedio		6.74%

Fuente: INEI

Con estas consideraciones se obtuvieron para los tramos en análisis los siguientes valores del IMD proyectados al 2008:

Cuadro N° 1.2

Resumen IMD por Tramos de Estudio

TRAMOS	TIPO DE VEHÍCULO							IMD (veh/día)
	Auto móvil	Camioneta	Bus Mediano	Bus Grande	Camión 2E	Camión 3E	Articulado	
Tramo I: Pacarán - Zúñiga	69	50	124	22	47	4	7	323
Tramo II: Zúñiga - Ronchas	1	9	1	16	9	6	1	43
Tramo III: Ronchas - Chupaca	293	26	16	6	29	4	45	419

Fuente: Propia

1.3.3 Análisis de la Oferta

Existe deficiente transitabilidad para llegar desde Cañete hasta Huancayo; para el estudio a nivel perfil se considero las siguientes características:

Tramo I, de 4.15 km entre Pacarán (Km 57+750), y Zúñiga (Km 61+900) se está considerando que se desarrolla en una topografía ondulada, y se encuentra a nivel de trocha en mal estado.

Tramo II, de 207.73 km entre Zúñiga (Km 61+900), y Ronchas (Km 269+630) se está considerando que se desarrolla en una topografía accidentada, y se encuentra a nivel afirmado en mal estado.

Tramo III, de 16.27 km entre Ronchas (Km 269+630), y Chupaca (Km 285+900) se está considerando que se desarrolla en una topografía ondulada, y se encuentra a nivel de trocha en mal estado.

1.3.4 Balance Oferta-Demanda

Frente a la demanda descrita y la oferta vial existente, se plantea mejorar la carretera en base a las siguientes características principales de proyecto:

Tramo I: Pacarán (km 57+750) – Zúñiga (km 61+900)

Clasificación Vial	:	Tercera Clase, doble calzada
Velocidad Directriz	:	60 km/hr.
Radios Mínimos	:	105 m
Ancho superficie rodadura	:	6.0 m
Pendiente máxima	:	12 %
Superficie Rodadura	:	Variable dependiendo de la alternativa
Sistema de drenaje	:	Cunetas triangulares revestidas

Tramo II: Zúñiga (km 61+900) – Ronchas (km 269+630)

Clasificación Vial	:	Tercera Clase, doble calzada
Velocidad Directriz	:	30 km/hr.
Radios Mínimos	:	45 m
Ancho superficie rodadura	:	6.0 m
Pendiente máxima	:	12 %
Superficie Rodadura	:	Variable dependiendo de la alternativa
Sistema de drenaje	:	Cunetas triangulares revestidas

Tramo III: Ronchas (km 269+630) – Chupaca (km 285+900)

Clasificación Vial	:	Segunda Clase, doble calzada
Velocidad Directriz	:	60 km/hr.

Radio Mínimo	:	105 m
Ancho superficie rodadura	:	6.0 m
Pendiente máxima	:	12 %
Superficie Rodadura	:	Variable dependiendo de la alternativa
Sistema de drenaje	:	Cunetas triangulares revestidas

1.3.5 Costos Estimados

Se considero, los Costos Operativos Vehiculares en base a los costos modulares elaborados por la Oficina General de Presupuesto y Planificación del MTC.

Los costos de inversión a nivel de asfaltado han sido tomados del borrador del Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca, estimado en base a experiencias anteriores en zonas similares el costo de inversión a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa y a nivel de Afirmado han estimados afectando por un porcentaje de 85% y 80% respectivamente del costo de inversión a nivel de asfaltado.

Para la conversión de precios de mercado (financieros) a precios económicos se han utilizado los factores de 0.75 para los costos de mantenimiento y 0.79 para los de inversión.

Cuadro N° 1.3

Costos Financieros y Económicos de Inversión de las Alternativas x Km

TRAMOS	Alternativas del Proyecto	Longitud (km)	Costo Construccion (miles US\$/km a precios financieros)	Costo Construccion (miles US\$/km a precios economicos)
	Situacion Base	228.15		
I (57+750 - 61+900)	A nivel de afirmado	4.15	379,580.94	299,868.94
	A nivel de TSB		403,304.75	318,610.75
	A nivel de asfaltado		474,476.18	374,836.18
II (61+900 - 269+630)	A nivel de afirmado	207.73	379,580.94	299,868.94
	A nivel de TSB		403,304.75	318,610.75
	A nivel de asfaltado		474,476.18	374,836.18
III (269+630-285+900)	A nivel de afirmado	16.27	379,580.94	299,868.94
	A nivel de TSB		403,304.75	318,610.75
	A nivel de asfaltado		474,476.18	374,836.18

Fuente: Propia

Para el análisis del presente perfil se plantea que la inversión se ejecutara en dos años, con el 50% de avance en el primer año 2009 y 50% en el segundo el 2010 teniendo como horizonte del proyecto 10 años.

Cuadro N° 1.4

Costos Financieros y Económicos de Mantenimiento (km – año)

Tramo	Alternativas del proyecto	Longitud (km)	Costo de Mantenimiento (miles US\$/km a precios financieros)	Costo de Mantenimiento (miles US\$/km a precios economicos)
	Situacion Base	228.15	14,000.00	10,500.00
I (57+750 - 61+900)	A nivel de afirmado	4.15	11,000.00	8,250.00
	A nivel de TSB		8,000.00	6,000.00
	A nivel de asfaltado		5,000.00	3,750.00
II (61+900 - 269+630)	A nivel de afirmado	207.73	11,000.00	8,250.00
	A nivel de TSB		8,000.00	6,000.00
	A nivel de asfaltado		5,000.00	3,750.00
III (269+630-285+900)	A nivel de afirmado	16.27	11,000.00	8,250.00
	A nivel de TSB		8,000.00	6,000.00
	A nivel de asfaltado		5,000.00	3,750.00

Fuente: Propia

1.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para obtener los beneficios del proyecto, se comparó los flujos de costos de la situación "Sin Proyecto" con los flujos de costos de la situación "Con Proyecto" (costos de mantenimiento y de operación vehicular) luego se restan los costos de la inversión y de esa diferencia se obtiene el flujo de beneficios netos que permitió conocer el grado de rentabilidad del proyecto, medido mediante los indicadores Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN). Para el cálculo los flujos se actualizan con una tasa de descuento social igual al 11% Este procedimiento se empleó para cada alternativa planteada.

Luego de los cálculos realizados se determinaron los siguientes resultados finales, mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1.5
Resumen de Alternativas Elegidas

TIPO DE VEHÍCULO	ALTERNATIVA ELEGIDA	VAN (S/.)	TIR (%)
Tramo I: Pacarán - Zúñiga	TSB	211,110.48	14.7%
Tramo II: Zúñiga - Ronchas	Afirmado	-43,471,542.10	-13.2%
Tramo III: Ronchas - Chupaca	Carpeta Asfáltica	2,259,820.50	19.2%

Fuente: Propia

En la evaluación económica del Tramo II (Zúñiga-Ronchas), se obtuvo para cada una de las alternativas planteadas que no era rentable, en los casos propuestos. Sin embargo a modo de solución social en este tramo se eligió rehabilitar la vía a nivel de una superficie de rodadura de Afirmado.

Realizando para cada alternativa elegida un análisis de sensibilidad, que consto en variar el monto de la inversión incrementándolo o disminuyéndolo en un rango de -20% y 20% se obtuvieron los resultados presentados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1.6
Análisis de Sensibilidad Alternativas Elegidas

TRAMO I: PACARÁN - ZÚÑIGA (TSB)				
INDICADORES	INVERSIÓN			
	20%	10%	-10%	-20%
	483,966.70	443,636.22	362,974.27	322,643.80
VAN (S/.)	-40,233.21	85,438.63	336,782.33	462,454.18
TIR	10.38%	12.40%	17.38%	20.52%

TRAMO II: ZÚÑIGA - RONCHAS (Afirmado)				
INDICADORES	INVERSIÓN			
	20%	10%	-10%	-20%
	466,497.13	417,639.03	341,622.86	303,664.76
VAN (S/.)	-55,312,591.32	-49,392,066.71	-37,551,017.49	-31,630,492.87
TIR			-11.64%	-9.84%

TRAMO III: RONCHAS - CHUPACA (Carpeta Asfáltica)				
INDICADORES	INVERSIÓN			
	20%	10%	-10%	-20%
	669,371.41	621,923.79	427,028.66	379,680.94
VAN (S/.)	1,100,540.00	1,680,180.25	2,839,460.75	3,419,101.00
TIR	14.51%	16.69%	22.08%	25.49%

1.5 MATRIZ MARCO LÓGICO

Con todo el análisis realizado tanto del problema como de las soluciones alternativas, es posible determinar el marco lógico del proyecto, el cual se presenta a continuación:

Cuadro N° 1.7 Matriz Marco Lógico

SECTOR	TRANSPORTE	ENTIDAD RESPONSABLE	GOBIERNO REGIONAL DE LIMA Y JUNIN	
NOMBRE RESUMIDO DEL PROYECTO		REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-PACARAN-ZUÑIGA-DV. YAUYOS-CHUPACA		
	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
FIN	Mejorar la calidad de la vida de la población de Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv Yauyos-Chupaca	Baja un 20% los COV en el primer año. Baja un 10% los tiempos de viaje de los usuarios	Censos Nacionales (Indicadores estadísticos) Encuesta nacional de hogares (Enho)	
PROPÓSITO	Adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular	Empresas de transporte de carga y pasajeros Ahorro COV.	Encuestas de pasajeros y usuarios Conteos de Trafico Presupuesto de Obra	Se continua con las actividades de rehabilitación y mejoramiento carretera Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv. Yauyos-Chupaca
COMPONENTE	Tramos críticos de calzada vehicular en buen estado. Tramos de la vía se encuentra con protección Suficiente obras de arte. Veredas existentes en buen estado. Suficientes paraderos y basureros. Programas de arborización	284 km de la vía rehabilitada y mejorada 284 km. De la vía mantenida por año.	Inventario vial Informes de obra Valorizaciones de Obra Costos de mantenimiento por km.	Se implementa actividades de mantenimiento y asignación del presupuesto para actividades de mantenimiento. Recurso presupuestal oportuno
ACCIONES	Elaboración de estudios definitivos Ejecución de obra Supervisión de obra Gastos generales Mitigación de Impacto Ambiental negativo	01 Expediente técnico 01 avenida principal de acceso debidamente viabilizada 01 responsable de supervisión de obra 15% del costo directo para gastos generales 5% del costo directo para mitigar el Impacto ambiental negativo	Cuadernos de obra Monitoreo y control de avance de elaboración de los estudios definitivos (obras civiles) y supervisión por parte de la Unidad Ejecutora Liquidación de Obra	Participación activa de Municipios de Cañete-Lunahuana-Pacaran-Zuñiga-Dv. Yauyos-Chupaca Los precios de los materiales e insumos no deben tener un incremento alarmante que garantice la culminación de la obra No se producirá un desastre natural que dañe la infraestructura a construir.

CAPITULO II: DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

2.1 Introducción

El presente informe dentro de los aspectos de hidrología, hidráulica y drenaje, realiza el Estudio Hidrológico para determinar el régimen pluvial del tramo de estudio de la progresiva 163+800 hasta 164+100 así como las características físicas e hidrológicas de las cuencas que llevarán el flujo a la estructura de drenaje transversal, y luego obtener la estimación de la descarga máxima.

El estudio hidrológico consiste en estimar la descarga del curso de agua, a partir de un análisis estadístico de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones seleccionadas.

Y posteriormente se procede al planteamiento de las soluciones a problemas hidrodinámicos locales u otros que se presenten en el tramo y lo afecten, con la proyección de Alcantarillas, cunetas y defensas ribereñas.

2.2. Descripción General de la Area de Influencia

El tramo en estudio cuenta con dos quebradas, la primera denominada Quebrada #01 de 170,867.66 m² y la otra Quebrada #02 de 32543.03 m², que están localizadas en los 12° 17' 09" de latitud sur y entre los 75° 47' 38" de longitud oeste, con taludes de 45°, ubicada en el distrito de Alis la provincia de Cañete, Departamento de Lima.

La QUEBRADA 01 se encuentra en la Progresiva 163 + 870

La QUEBRADA 02 se encuentra en la Progresiva 164 + 100

Altitudinalmente se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 3850 msnm.

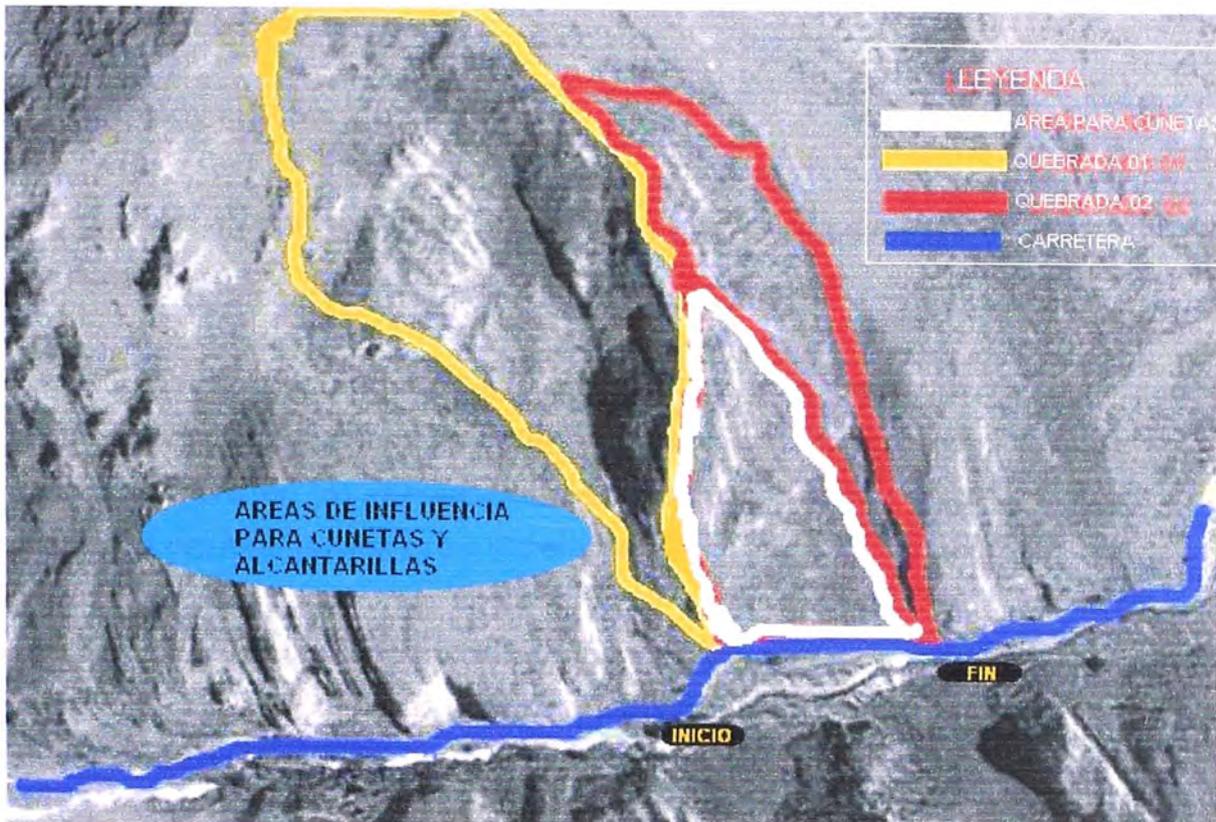


Figura 2.1- Área de Influencia del tramo en estudio.

2.2.1 Climatología

Clima de la Zona de Estudio

Presenta un clima sub-húmedo y frío, con temperatura promedio de 10°C y precipitaciones promedio que oscilan entre los 50 y 1000 mm.

Estas características, unidas a otros factores ecológicos, favorecen el desarrollo de la agricultura andina, siendo en esta formación en donde se encuentra la mayor extensión del área agrícola.

Según las formaciones ecológicas básicas el tramo en estudio se clasifica como: Estepa Montano, que está ubicada entre los 3.000 y 4.000 m.s.n.m.,

2.3 Análisis Hidrológico

2.3.1 Introducción

El presente estudio rige el comportamiento hidrológico del área de influencia del tramo en estudio.

De acuerdo con la información pluviométrica estudiada se puede observar que la zona del proyecto se caracteriza por la presencia de dos períodos lluviosos en el año, el primero en los meses de enero, febrero y marzo y el segundo en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Las precipitaciones pluviométricas anuales mas cercanas a la zona de estudio fluctúa entre los 989.6 mm para la estación de Yauricocha y 671.1 mm para la estación de Carania.

Este comportamiento no exceptúa la ocurrencia de grandes lluvias, aunque con menos frecuencia, en el resto del año, ya que la ocurrencia de eventos extremos de lluvia está asociado en mayor grado a los fenómenos atmosféricos de tipo convectivo y en menor grado a la convergencia de vientos

Por tanto el presente informe se refiere al estudio hidrológico de eventos máximos de la cuenca del río Cañete y de las pequeñas cuencas.

2.3.2 Recopilación de la información básica

a) Información Cartográfica

Para el estudio se cuenta con hojas de la carta nacional a la escala 1:100,000 del IGN

Cuadro 2.1 Información Cartográfica Utilizada

SUBCUENCA	AREA (Ha)	Escala	Institucion	Sistema de Coordenadas
CAÑETE	680, 220.00	1:300000	CESEL	PSAD 56 ZONA 18 S

b) Información Pluviométrica

Los registros de precipitación para la elaboración del estudio son los de precipitación máxima en 24 horas.

Las estaciones consideradas son:

Cuadro 2.2

Estaciones Pluviométricas de Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)

Nombre	Coordenadas		Altitud (msnm)	Tipo	Operador
	Latitud	Longitud			
Carania	12°21'	75°52'	3835	PLU	Senamhi
Yauricocha	12°19'	75°42'	4522	PLU	ElectroAndes

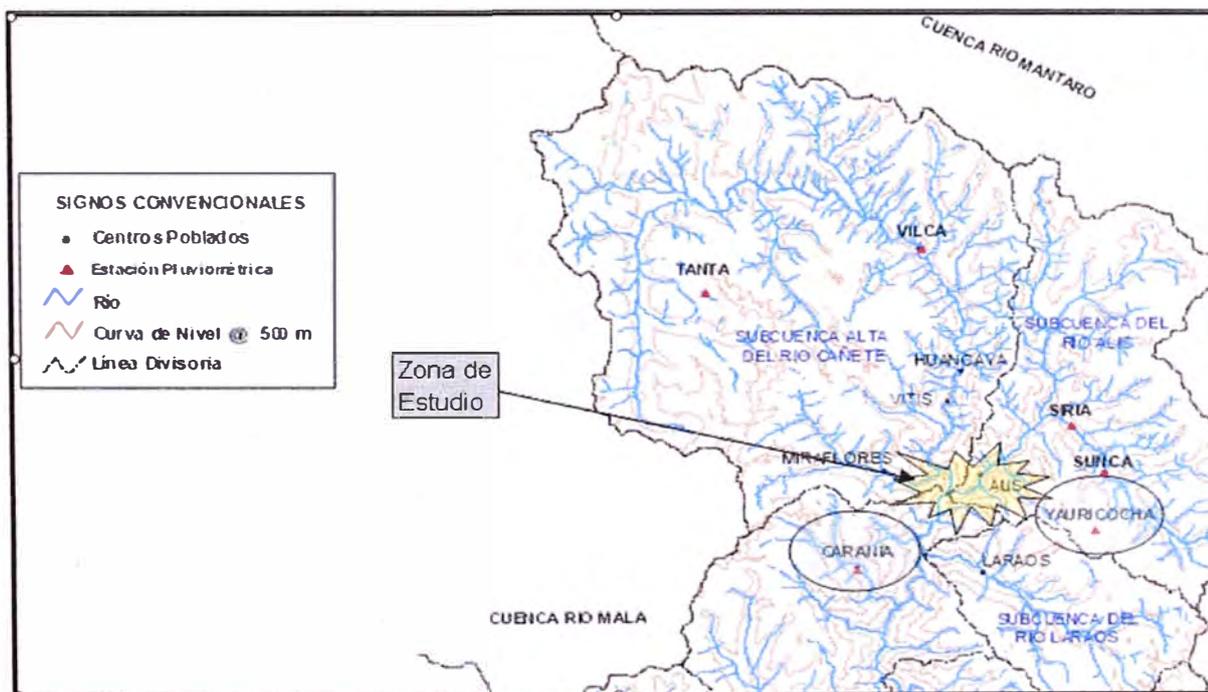


Figura 2.2 Fuente: INRENA – DGAS – ATDR-MOC

2.3.3 Análisis de la información Pluviométrica E Hidrométrica

Para la estimación de caudales se efectuó un análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. Se consideró el siguiente procedimiento:

Uso de registros de precipitación máxima en 24 hrs.

- ◆ Uso de registros de precipitación máxima en 24 hrs.
- ◆ Procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usuales y obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.
- ◆ Análisis estadístico de precipitaciones máximas para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 años.
- ◆ Aplicación del modelo precipitación - escorrentía

a) Análisis de Frecuencia

El procedimiento está basado en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos.

Las distribuciones de frecuencia más usuales son:

- ◆ Distribución Gumbel.
- ◆ Distribución LogPearson III.

Para el cálculo se empleó el programa de Cómputo HYFRAN (Hydrologic Frequency Analysis). Los parámetros de las distribuciones se hallaron por los métodos de Momentos.

(i) **Distribución Gumbel.**

Supóngase que se tienen N muestras, cada una de las cuales contiene "n" eventos. Si se selecciona el máximo "x" de los "n" eventos de cada muestra, es posible demostrar que, a medida que "n" aumenta, la función de distribución de probabilidad de "x" tiende a:

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

La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta) - e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Donde α y β son los parámetros de la función.

Los parámetros α y β , se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S}$$

$$\beta = \bar{x} - 0.45 S$$

Para muestras relativamente pequeñas, se tiene:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S}$$

$$\beta = \bar{x} - u_y / \alpha$$

los valores de μ_y y σ_y se encuentra en tablas.

(ii) Distribución LogPearson III (LP3)

Esta distribución es una de las series de funciones derivadas por Pearson. Ha sido usada en el análisis de avenidas con buenos resultados sobre todo en Canadá y Estados Unidos de Norteamérica.

La función de distribución de probabilidades es:

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

en este caso se tienen las relaciones adicionales:

$$\mu = \alpha\beta + \delta$$
$$\sigma^2 = \alpha^2 \beta$$
$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}}$$

Siendo γ el sesgo.

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

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

De los datos originales se puede obtener la distribución de probabilidad de no-excedencia versus precipitación. La fórmula de probabilidad empírica utilizada fue la de Weibull.

Para los datos Pluviométricos se muestra los parámetros estadísticos y las distribuciones probabilísticas para los métodos elegidos:

Estación Carania

Numero de Datos	37.00
Mínimo	12.40
Máximo	44.30
Promedio	19.30
Desviación estándar	6.59
Mediana	16.80
Coficiente de variación (Cv)	0.34
Coficiente de Asimetría (Cs)	1.96
Coficiente de curtosis (Ck)	6.58

Cuadro 2.3 Parámetros estadísticos Estación Carania



Figura 2.3 Diagrama de Precipitación máx. y año de registro – Estación Carania

Gumbel (Method of moments)

Number of observations 37

Parameters

u= 16.35212
alpha= 5.139853

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard deviation
10000	0.9999	63.7	8.29
2000	0.9995	55.4	6.87
1000	0.999	51.9	6.27
500	0.998	48.3	5.66
200	0.995	43.6	4.86
100	0.99	40	4.25
50	0.98	36.4	3.65
25	0.96	32.8	3.05
20	0.95	31.6	2.86
10	0.9	27.9	2.26
5	0.8	24.1	1.68
3	0.6667	21	1.26
2	0.5	18.2	0.995

Cuadro 2.4 Tiempo de Retorno Gumbel Estación Carania

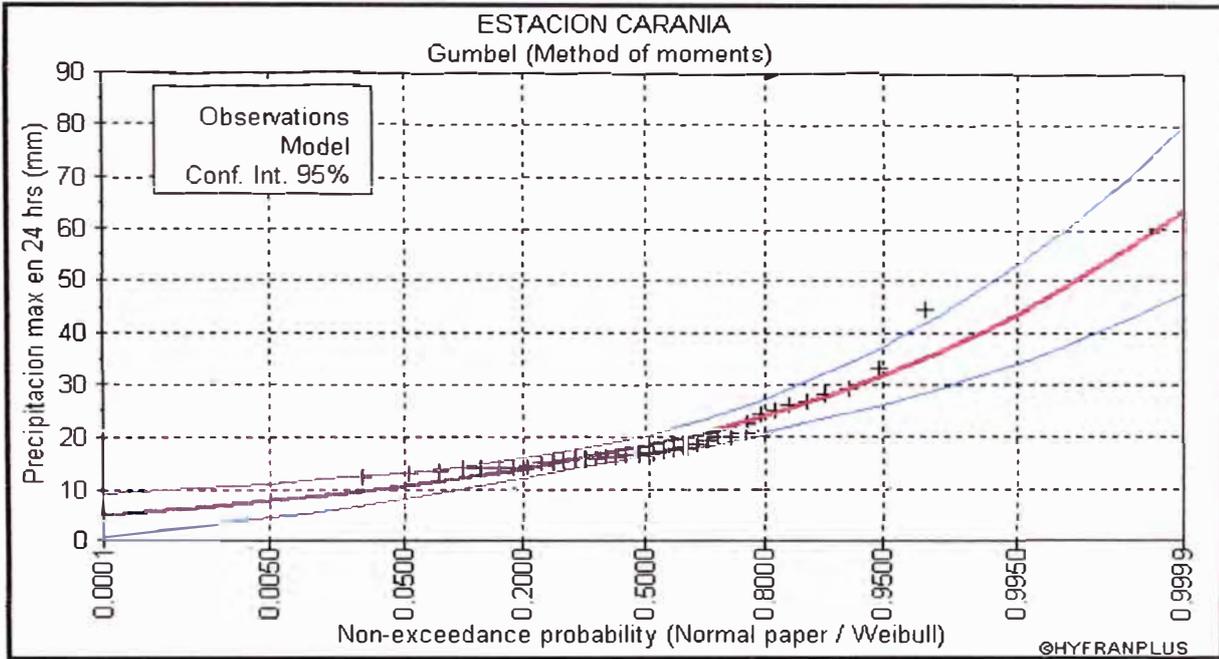


Figura 2.4 : Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia –Método Gumbel – Estación Carania.

**Log-Pearson type 3
(Method of moments (BOB), base = 10)**

Number of observations 37

Parameters

alpha 27.527007

lambda 12.825319

m 0.799419

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard deviation
10000	0.9999	81.3	82.4
2000	0.9995	65.3	48.5
1000	0.999	59.2	37.3
500	0.998	53.5	27.8
200	0.995	46.6	17.9
100	0.99	41.7	12
50	0.98	37.1	7.51
25	0.96	32.8	4.32
20	0.95	31.5	3.66
10	0.9	27.4	2.57
5	0.8	23.4	2.47
3	0.6667	20.5	2.16
2	0.5	17.9	1.58

Cuadro 2.5 : Tiempo de Retorno LogPearson III - Estación Carania

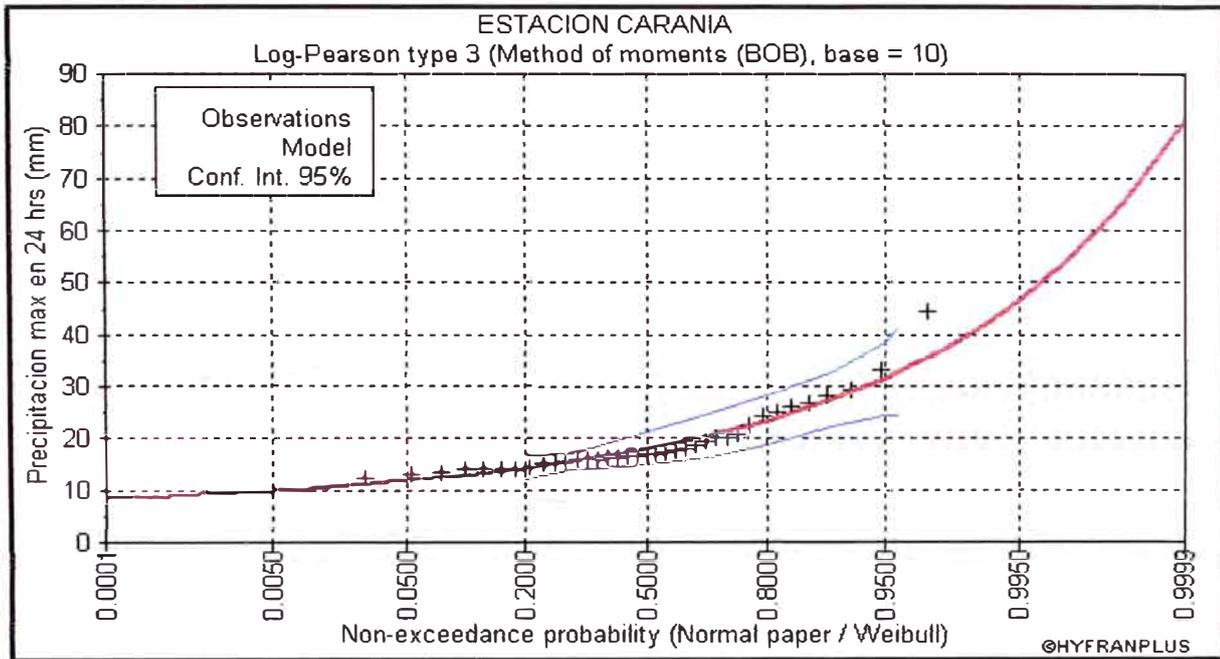


Figura 2.5 : Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia – Método Logpearson III – Estación Carania.

Estación Yauricocha

Número de datos	14
Mínimo	16.6
Máximo	58.6
Promedio	29.1
Desviación estándar	10.7
Mediana	26.9
Coficiente de variación (Cv)	0.368
Coficiente de Asimetría (Cs)	1.79
Coficiente de curtosis (Ck)	4.52

Cuadro 2.6: Parámetros estadísticos Estación Yauricocha.

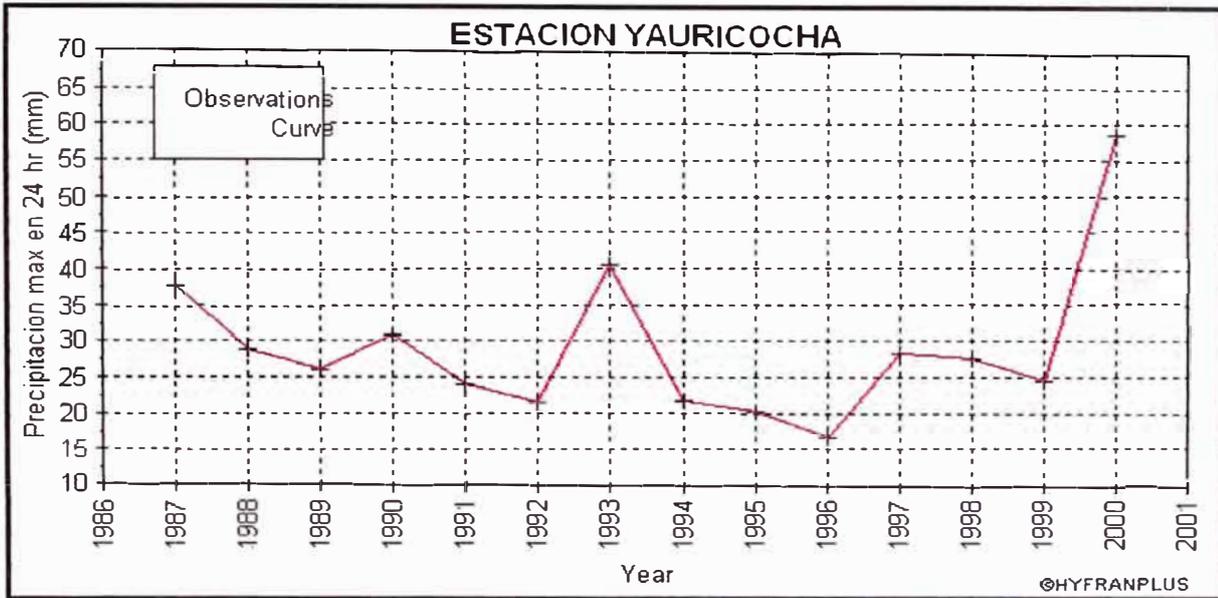


Figura 2.6 Diagrama de Precipitación máx. y año de registro – Estación Yauricocha

Gumbel (Method of moments)

Number of observations 14

Parameters

u 24.244625
alpha 8.325094

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability
T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard deviation
10000	0.9999	101	21.8
2000	0.9995	87.5	18.1
1000	0.999	81.7	16.5
500	0.998	76	14.9
200	0.995	68.3	12.8
100	0.99	62.5	11.2
50	0.98	56.7	9.61
25	0.96	50.9	8.03
20	0.95	49	7.53
10	0.9	43	5.96
5	0.8	36.7	4.41
3	0.6667	31.8	3.33
2	0.5	27.3	2.62

Cuadro 2.7: Tiempo de Retorno Gumbel - Estación Yauricocha

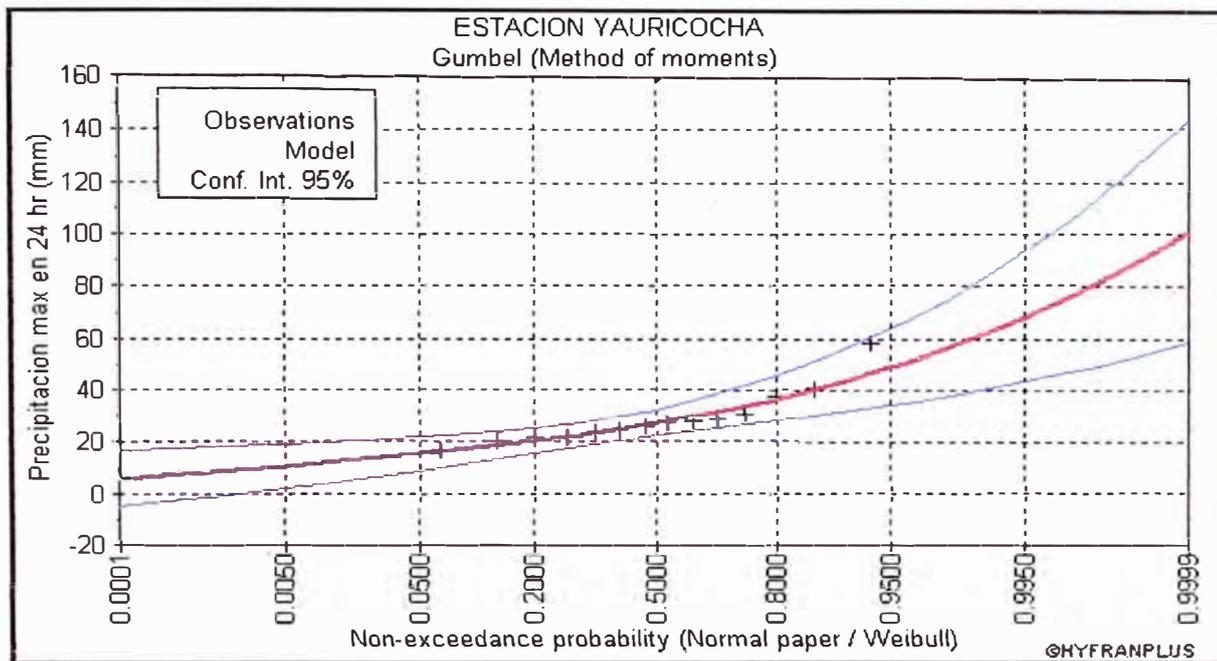


Figura 2.7 : Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia – Método Gumbel – Estación Yauricocha.

Log-Pearson type 3 (Method of moments (BOB), base = 10)

Number of observations 14

Parameters

alpha 42.233153
lambda 35.480666
m 0.599262

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability
T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard deviation
10000	0.9999	117	144
2000	0.9995	96	88.3
1000	0.999	87.8	69.3
500	0.998	80	53
200	0.995	70.3	35.5
100	0.99	63.4	24.8
50	0.98	56.7	16.4
25	0.96	50.3	10.3
20	0.95	48.3	8.84
10	0.9	42.1	5.95
5	0.8	35.9	4.98
3	0.6667	31.2	4.29
2	0.5	27	3.34

Cuadro 2.8: Tiempo de Retorno LogPearson III - Estación Yauricocha

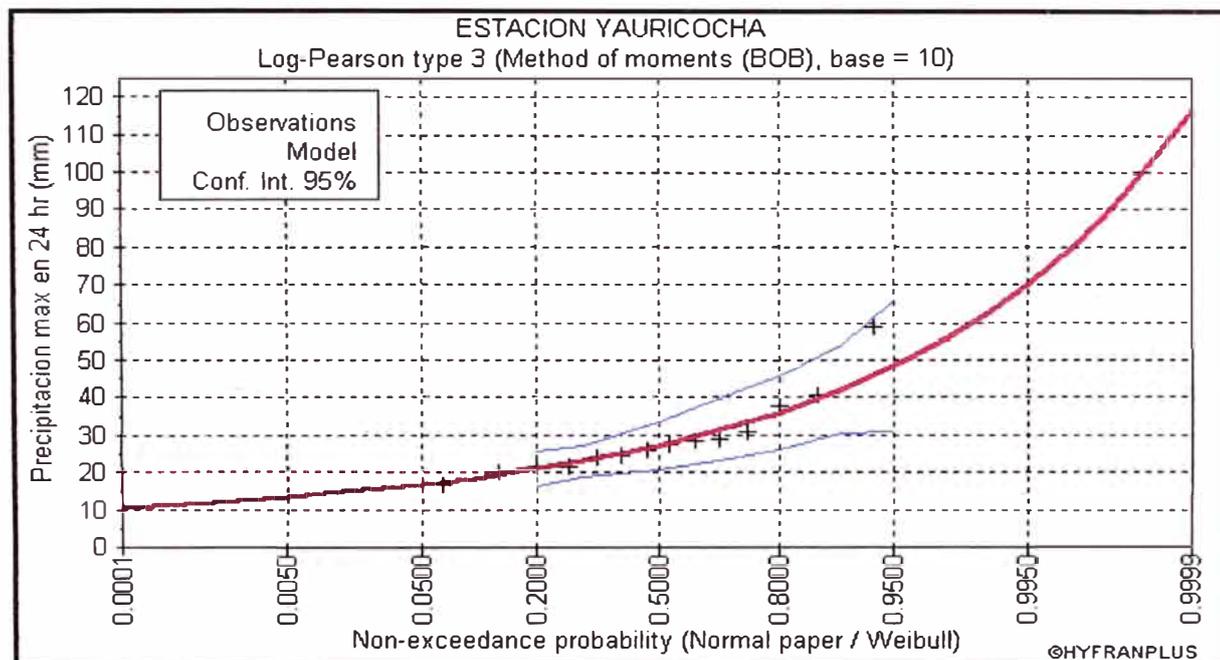


Figura 2.8: Diagrama de Precipitación máx. vs Probabilidad de no excedencia – Método Logpearson III – Estación Yauricocha.

b) Análisis para la elección del método con la mejor distribución representativa.

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas. se adaptan mejor a la información histórica, se tienen diferentes métodos:

- Método del error cuadrático mínimo

Este método es menos subjetivo que el anterior. Consiste en calcular, para cada función de distribución, el error cuadrático

$$C = \left[\sum_{i=1}^n (x_{ei} - x_{oi})^2 \right]^{1/2}$$

donde X_{ei} es el i -ésimo dato estimado y X_{oi} es el i -ésimo dato calculado con la función de distribución bajo análisis.

Entonces analizamos para:

I) Estación Carania

EN RESUMEN:

METODO	ERROR CUADRATICO
GUMBEL	10.574
LOG PEARSON III	8.106

Cuadro 2.9: Resultado del análisis del error cuadrático para la estación Carania.

De las cuales se elige el que obtiene el menor valor.

Entonces para esta estación se elige el **método Log Pearson III**.

II) Estación Yauricocha

EN RESUMEN:

METODO	ERROR CUADRATICO
GUMBEL	13.24
LOG PEARSON III	13.65

Cuadro 2.10: Resultado del análisis del error cuadrático para la estación Yauricocha.

De las cuales se elige el que obtiene el menor valor.

Entonces para esta estación se elige el **método Gumbel**

En Resumen mostramos los resultados:

TR	CARANIA LOG PEARSON III	YAURICOCHA GUMBEL	MAX
2	17.90	27.30	27.30
5	23.40	36.70	36.70
10	27.40	43.00	43.00
20	31.50	49.00	49.00
25	32.80	50.90	50.90
50	37.10	56.70	56.70
100	41.70	62.50	62.50
200	46.60	68.30	68.30
500	53.50	76.00	76.00
1000	59.20	81.70	81.70
PARA DISEÑO SE TOMARÁ LA PRECIPITACIÓN MAS CRÍTICA Y MAS CONSERVADORA			

Cuadro 2.11: Resumen de los tiempos de retorno para las estaciones es Carania y Yauricocha

Se concluye:

TR	PRECIPITACION DISEÑO
2	27.30
5	36.70
10	43.00
20	49.00
25	50.90
50	56.70
100	62.50
200	68.30
500	76.00
1000	81.70

Cuadro 2.12: Resumen de la Precipitación de Diseño.

2.3.4. Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca

Para el cálculo y estimación de caudales es necesario obtener los parámetros hidrológicos de la cuenca, determinó el área, longitud de cauce principal, pendiente, entre otros.

Para este caso se delimito en tres Áreas de Influencia, para los cuales se determinara sus parámetros correspondientes.

i) Para la Quebrada 01 (Grande) se tiene:

Obra de arte proyectada: Alcantarilla

AREA=	0.17	Km2
LONGITUD=	1.94	Km
COTA MAX=	3850.00	m
COTA MIN=	3250.00	m
ALTURA=	600.00	m
DIST. HORIZ.=	751.26	m
PENDIENTE%=	79.87%	m/m*100

Cuadro 2.13: Datos Geomorfológicos para: Área de Influencia 01.

ii) Para la Quebrada 02 (Pequeña) se tiene:

Obra de arte proyectada: Alcantarilla

AREA=	0.03	Km2
LONGITUD=	0.69	Km
COTA MAX=	3660.00	m
COTA MIN=	3220.00	m
ALTURA=	440.00	m
DIST. HORIZ.=	500.65	m
PENDIENTE%=	87.89%	m/m*100

Cuadro 2.14 : Datos Geomorfológicos para: Área de Influencia 02.

iii) Para la Ladera del Cerro colindante al tramo en estudio.

Obra de arte proyectada: Cuneta

AREA=	0.05	Km2
LONGITUD=	0.66	km
COTA MAX=	3670.00	m
COTA MIN=	3230.00	m
ALTURA	440.00	m
DIST. HORIZ.=	477.91	m
PENDIENTE%=	92.07%	m/m

Cuadro 2.15: Datos Geomorfológicos para: Área de Influencia 03.

2.3.5. Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración es una de los principales parámetros de cuenca que representa el tiempo de respuesta de un sistema de escurrimiento de lluvias. La precisión de la estimación del volumen máximo de descarga o hidrograma es sensible a la exactitud del tiempo de de concentración. Existen comúnmente modelos empíricos para estimar el tiempo de concentración que toman en cuenta factores como área y pendiente.

Una de las variables que caracteriza la escorrentía superficial es el tiempo de concentración.

El tiempo de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda la cuenca contribuya con escorrentía superficial. Para su determinación se utilizan las conocidas formulas planteadas por Kirpich, el US Corps. Of Engineers y de Bransby-Williams.

Fórmula de Kirpich:

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

donde:

T_c = tiempo de concentración en horas

L = longitud del cauce principal en km

S = pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce en m/m

Fórmula del US Corps of Engineers:

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

donde:

T_c = Tiempo de concentración en hs.

L = Longitud del cauce en km.

S = Pendiente en m/m.

Fórmula de Bransby - Williams:

$$T_c = 0.2433LA^{-0.1} \frac{L^{-0.1}}{S^{0.2}}$$

donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce en km.

S = Pendiente en m/m.

A = Área Km².

Cuenca	Área (Km ²)	Longitud (Km)	S (m/m)	Tiempo de Concentración (hr)			Promedio =(2+3)/2
				Kirpich (1)	Corps of Engineers (2)	B-W (3)	
Quebrada 01	0.17	0.91	0.80	0.12	0.52	0.59	0.55
Quebrada 02	0.03	0.57	0.88	0.05	0.23	0.24	0.24
Cunetas	0.05	0.66	0.92	0.05	0.22	0.22	0.22

Cuadro 2.16: Parámetros hidrológicos para las áreas de influencia mencionadas.

Nota: Cabe resaltar que para el T_c se promedia las formulas elaboradas por US Corps of Engineers y fórmula de Bransby - Williams .

2.3.6. Estimación de la Intensidad

Se recurrió al principio conceptual, referente a que los valores extremos de lluvias de alta intensidad y corta duración aparecen, en la mayoría de los casos, marginalmente dependientes de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo.

Con registros pluviográficos que se obtuvo, podemos obtener las intensidades

máximas. Sin embargo éstas pueden ser calculadas a partir de las lluvias máximas en base al modelo de Dick y Peschke (Guevara, 1991). Este modelo permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

P_d = precipitación total (mm)

d = duración en minutos

P_{24h} = precipitación máxima en 24 horas (mm)

La intensidad se halla dividiendo la precipitación P_d entre la duración. El procedimiento se presenta en los Cuadros N°6 y 7.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

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

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = periodo de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min.)

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log}(I) = \text{Log}(K) + m \text{Log}(T) - n \text{Log}(t)$$

O bien: $Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$

Donde:

$Y = \text{Log}(p)$, $a_0 = \text{Log} K$

$X_1 = \text{Log}(T)$ $a_1 = m$

$X_2 = \text{Log}(t)$ $a_2 = -n$

Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de los datos existentes. El procedimiento seguido se muestra en los Cuadros (ver anexos)

Con los resultados obtenidos de la precipitación máxima 24 hrs. discriminados por el tiempo de Retorno y usando las ecuaciones se obtuvieron lo siguiente:

N° de orden	T años	Duración (minutos)					
		15	30	60	120	180	240
1	200	21.8	25.9	30.9	36.7	40.6	43.6
2	100	20.0	23.7	28.2	33.6	37.2	39.9
3	50	18.1	21.5	25.6	30.5	33.7	36.2
4	25	16.3	19.3	23.0	27.3	30.3	32.5
5	20	15.7	18.6	22.1	26.3	29.1	31.3
6	10	13.7	16.3	19.4	23.1	25.6	27.5
7	5	11.7	13.9	16.6	19.7	21.8	23.4
8	2	8.7	10.4	12.3	14.7	16.2	17.4

Cuadro 2.17: Duración de precipitación (min.) según modelo de Dick y Peschke.

No. orden (m)	T (años)	Duración (mm/h)					
		15	30	60	120	180	240
1	200.00	87.28	51.90	30.86	18.35	13.54	10.91
2	100.00	79.87	47.49	28.24	16.79	12.39	9.98
3	50.00	72.46	43.08	25.62	15.23	11.24	9.06
4	25.00	65.04	38.68	23.00	13.67	10.09	8.13
5	20.00	62.62	37.23	22.14	13.16	9.71	7.83
6	10.00	54.95	32.67	19.43	11.55	8.52	6.87
7	5.00	46.90	27.89	16.58	9.86	7.27	5.86
8	2.00	34.89	20.74	12.33	7.33	5.41	4.36

Cuadro 2.18: Intensidades mm/hr según modelo de Dick y Peschke.

Con estos cuadros se realiza la regresión lineal logarítmica y se obtiene la siguiente ecuación: (Ver Anexos Calculos)

$$i = \frac{256.13 * T^{0.19}}{d^{0.75}}$$

Con esta Ecuación podemos determinar la intensidad para una duración pedida Tc (hr) y el Tiempo de retorno de la estructura proyectada.

Duración (min)	Intensidades (mm/hr)				
	Periodo de retorno (años)				
	10	25	50	100	500
1	399	475	543	621	845
2	237	283	323	369	503
3	175	209	238	272	371
4	141	168	192	219	299
5	119	142	162	186	253
6	104	124	142	162	221
7	93	110	126	144	196
8	84	100	114	130	178
9	77	91	105	119	163
10	71	85	97	110	150
20	42	50	57	66	89
30	31	37	42	48	66
40	25	30	34	39	53
50	21	25	29	33	45
60	18	22	25	29	39
70	16	20	22	26	35
80	15	18	20	23	32
90	14	16	19	21	29
100	13	15	17	20	27
200	7	9	10	12	16
300	6	7	8	9	12
400	4	5	6	7	9
500	4	4	5	6	8
600	3	4	4	5	7
700	3	3	4	5	6
800	3	3	4	4	6
900	2	3	3	4	5
1000	2	3	3	3	5
1440	2	2	2	3	4

Cuadro 2.19: Intensidades mm/hr vs Tiempo de Retorno según modelo de Dick y Peschke.

2.3.7. Estimación de Caudales Máximos.

La estimación de los caudales máximos se pueden realizar por diferentes métodos, pero siguiendo la recomendación bibliográfica de Ventte chow, se presenta los métodos de análisis s a usar para el presente estudio.

TIPO DE DRENAJE	METODO DE CALCULO	ESTRUTURA A DISEÑAR
LONGITUDINAL	Racional	Cunetas
TRANSVERSAL	H.U. S.C.S	Alcantarillas

Cuadro 2.20: Distribución del Método de Estimación de caudales para las estructuras hidráulicas.

a) Método Racional (Para tipo de Drenaje Longitudinal)

Este método que empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para la estimación de caudales máximos en cuencas de poca extensión, en el presente caso se ha aplicado para superficies menores a 3 km².⁽¹⁾ A pesar de que han surgido críticas válidas acerca de lo adecuado de este método, se sigue utilizando debido a su simplicidad. La descarga máxima instantánea es determinada sobre la base de la intensidad máxima de precipitación y según la relación:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q = Descarga pico en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación en mm/hora.

A = Área de cuenca en Km².

Las premisas en que se basa este método son las siguientes:

- La magnitud de una descarga originada por cualquier intensidad de precipitación alcanza su máximo cuando esta tiene un tiempo de duración igual o mayor que el tiempo de concentración.
- La frecuencia de ocurrencia de la descarga máxima es igual a la de la precipitación para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre la descarga máxima y tamaño de la cuenca es la misma que entre la duración e intensidad de la precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las tormentas que se produzcan en una cuenca dada.

Para efectos de la aplicabilidad de ésta fórmula el coeficiente de escorrentía "C" y la intensidad de la precipitación varía de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca.

Los coeficientes de escorrentía para su uso en el Método Racional, son los que se muestran en el Cuadro.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C – MÉTODO RACIONAL (*)

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	60	100	600
Area de cultivos							
Plano 0.-2%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.57
Promedio 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.6
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0.-2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
Bosques							
Plano 0.-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Cuadro 2.21: Coeficientes de Escorrentia (C) – "Hidrología Aplicada" de Ven Te Chow

La duración de la intensidad de lluvia corresponde a la duración del tiempo de concentración de la cuenca, T_c .

Para nuestro Caso el caudal se estimó:

i) Para la ladera del Cerro.

METODO RACIONAL (Caudal de la Ladera del Cerro)

$Q = 0.278 C.i.A \text{ [m}^3/\text{s]}$ C : coeficiente de escorrentía i : intensidad (mm/h) A : área (Km ²)	C= 0.41 A= 0.05 i= 58.00 Q(m ³ /s)= 0.325
--	---

NOTA: Para $t_c=0.220$ hr ó 13.22 min en la tabla de IDF equivale a $i=58.00$

ii) Para el Pavimento.

METODO RACIONAL (Caudal del Pavimento)

$Q = 0.278 C.i.A \text{ [m}^3/\text{s]}$ C : coeficiente de escorrentía i : intensidad (mm/h) A : área (Km ²)	C= 0.70 A= 0.0010 i= 58.00 Q(m ³ /s)= 0.011
--	---

NOTA: Se asume la misma intensidad calculada equivalente a $i=58.00$

Donde: "i" se calculo mediante la ecuación generada por el método IDF, para un periodo de Retorno de 10 años y una duración igual al Tiempo de concentración.

**b) Metodo Hidrograma Sintetico SCS o Triangular
(Para tipo de drenaje Transversal)**

Con base en la revisión de un gran número de HU, el SCS sugiere este hidrograma donde el tiempo está dado en horas y el caudal en m³/s.cm.

El volumen generado por la separación de la lluvia en neta y abstracciones es propagado a través del río mediante el uso del hidrograma unitario.

El tiempo de recesión, t_r , puede aproximarse a:

$$t_r = 1.67 T_p$$

Como el área bajo el HU debe ser igual a una escorrentía de 1 cm, puede demostrarse que:

$$q_p = \frac{2.08A}{T_p}$$

donde:

A : es el área de drenaje en Km² y

T_p ; es el tiempo de ocurrencia del pico en horas

Adicionalmente, un estudio de muchas cuencas ha demostrado que:

$$t_p = 0,6t_c$$

donde:

t_p : Tiempo de retardo (entre el centroide del hietograma y el pico de caudal) (h)

t_c : Tiempo de concentración de la cuenca.

El tiempo de ocurrencia del pico, T_p , puede expresarse como:

$$T_p = \frac{D}{2} + t_p$$

donde:

D: duración de la lluvia (h)

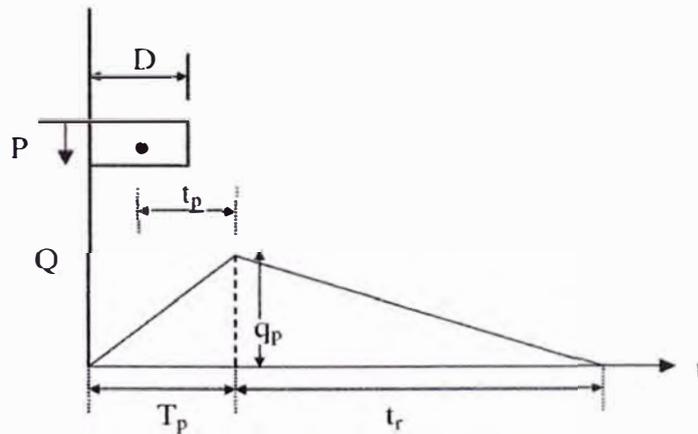


Figura 2.9: Figura del Hidrograma Unitario Triangular del SCS

Este método es aplicable para cuencas pequeñas, menores a 8 Km². Es muy usado en cuencas sin muchos datos hidrológicos.

Donde: $Q_p = q_p * P_e$

P_e = Precipitación Efectiva mm

q_p = caudal unitario m³/s/cm

El Servicio de Conservación de Suelos (Soil Conservation Service) de los Estados Unidos desarrolló un método para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta. Para la tormenta como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa P_e es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P ; de manera similar, después de que la escorrentía

se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca F_a es menor o igual a alguna retención potencial máxima S

Existe una cierta cantidad de precipitación I_a (Abstracción inicial antes del encharcamiento) para la cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es la diferencia entre P e I_a . La hipótesis del método del SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir,

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

$$P = P_e + I_a + F_a$$

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Donde:

$$I_a = 0,2S$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

S: Expresado en pulgadas.

I_a : Abstracción Inicial.

P: Profundidad de Precipitación (mm)

P_e : Precipitación efectiva (mm)

CN: Numero adimensional de curva.

TABLA 5.5.2
Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a = 0.25$)

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo				Porcentaje Area %
	A	B	C	D	
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91	5.00%
con tratamientos de conservación	62	71	78	81	
Pastizales: condiciones pobres	68	77	86	89	40.00%
condiciones óptimas	39	47	54	60	
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	38	41	48	50.00%
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena ⁶	45	66	77	83	
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80	5.00%
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	60	79	84	
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95	5.00%
Districtos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93	
Residencial ³ :					5.00%
Tamaño promedio del lote Porcentaje promedio impermeable ⁴					
1/8 acre o menos 65	77	85	90	92	
1/4 acre 38	61	75	83	87	
1/3 acre 30	57	72	81	86	
1/2 acre 25	54	70	80	85	
1 acre 20	51	68	79	84	
Parquederos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98	
Calles y carreteras:					5.00%
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98	
grava	76	85	89	91	
tierra	72	82	87	89	

CN= 72.1

Cuadro 2.22: Numero de Curva de Escorrentia (CN) - "Hidrología Aplicada" de Ven Te Chow

Para nuestro Caso el caudal se estimó:

i) Para la Quebrada 01

1) METODO SCS

$$I_a = 0.25$$

$$P_e = \frac{(P - 0.25)^2}{P + 0.85}$$

$$\text{Número de curva CN} = \frac{1,000}{10 + S}$$

$$S = \frac{1,000}{\text{CN}} - 10$$

Cálculo de la Precipitación efectiva	
CN=	72.10
S=	3.87
para: Duración = tc=	33.28 min
entonces I=	38.50 mm/hr
Por tanto P=	21.36 mm
Pe=	17.33 mm

Cálculo del Caudal Unitario	
Siendo: D=Tc	$t_p = 0.6 * T_c$
D: Duración (Hr)	$T_p = \frac{D}{2} + t_p$
tp=	0.33 hr
D=	0.55 hr
Entonces: Tp=	0.61 hr
	$q_p = \frac{2.08 * A}{T_p}$
Siendo:	
A=	0.17 km ²
Tp=	0.61 hr
Entonces: qp=	0.56 m ³ /s.cm

Por lo Tanto el Qmax de diseño es:	
Qmax= (qp * Pe)/10	0.68 m ³ /s
Pe expresado en mm	
(para Quebrada 01)	

ii) Para la Quebrada 02

1) METODO SCS

$i_a = 0.25$	Número de curva CN = $\frac{1,000}{10 + S}$
$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$	$S = \frac{1,000}{CN} - 10$

Calculo de la Precipitacion efectiva	
CN=	69.50
S=	4.39
para: Duracion = tc=	14.23 min
entonces I=	74.00 mm/hr
Por tanto P=	17.55 mm
Pe=	13.20 mm

Calculo del Caudal Unitario	
Siendo: D=Tc	tp=0.6*Tc
D: Duración (Hr)	$T_p = \frac{D}{2} + t_p$
tp=	0.14 hr
D=	0.24 hr
Entonces: Tp=	0.26 hr
	$q_p = \frac{2.08 * A}{T_p}$
Siendo:	
A=	0.03 km ²
Tp=	0.26 hr
Entonces: qp=	0.26 m ³ /s.cm

Por lo Tanto el Qmax de diseño es:	
Qmax= (qp * Pe)/10	0.24 m ³ /s
Pe expresado en mm	
(para Quebrada 02)	

2.4 Diseño de Alcantarillas

Introducción:

Las alcantarillas son estructuras que conforman la mayor parte del sistema de drenaje transversal de la vía en estudio. Para el tramo Km 163+800 – Km 164+100 se han considerado estructuras del tipo TMC, las cuales estas sustentadas en los análisis posteriores.

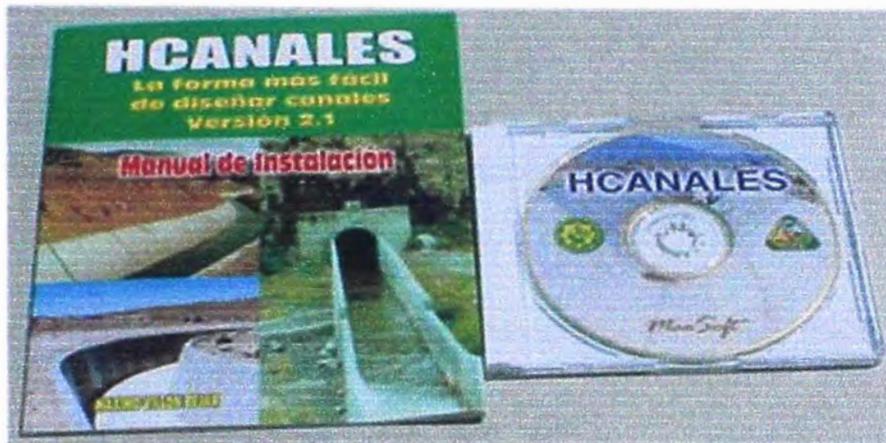
Consideraciones de Diseño:

Las consideraciones que se ha tenido para el diseño hidráulico son las siguientes:

- Se ha proyectado alcantarillas en los cursos de agua permanente o temporal (quebradas) y también en los lugares donde por la longitud de las cunetas es necesario ejecutar alcantarillas de alivio para las descargar de éstas.
- Para las alcantarillas proyectadas en quebradas se ha propuesto colocar en el ingreso y salida cabezales tipo alas. En las alcantarillas de alivio se propone ejecutar en el ingreso una cajatoma y en la salida un cabezal tipo alas o salida en muro. Esta posibilidad en la salida de estas estructuras dependerán de la sección topográfica por donde se desarrolla el trazo de la carretera.
- La distribución de estas estructuras se ha realizado de tal forma que la distancia entre alcantarillas esté comprendida entre 200 a 250 ml o que cumpla las condiciones topográficas e hidráulicas del tramo.
- El Borde libre se ha considerado que no debe ser menor al 25% del tirante.
- Los caudales se han obtenido del estudio de Hidrología.
- Coeficientes de rugosidad: Para el caso de alcantarillas el coeficiente de rugosidad de Manning, depende del tipo de material a usar, así tenemos que para las alcantarillas TMC el coeficiente de rugosidad utilizado es 0.030.
- Caudales de diseño: Para el tramo Km 163+800 – Km 164+100, se han considerado los caudales presentados en el cuadro 2.23.

Diseño hidráulico:

Para el cálculo del diámetro de la tubería TMC o las dimensiones geométricas para una alcantarilla MCA – C^oA^o. se uso el Software H-Canales.



Constituye una herramienta muy poderosa de cálculo, fácil de utilizar que permite:

- ✓ Simplificar los cálculos tediosos que se requieren en el diseño de canales y estructuras hidráulicas.
- ✓ Realizar simulaciones, variando cualquier parámetro hidráulico como: diferentes condiciones de rugosidad, pendiente, forma y dimensiones del canal.
- ✓ Reducir enormemente el tiempo de cálculo.
- ✓ Optimizar técnica y económicamente el diseño de un canal.

El sistema permite resolver los problemas más frecuentes que se presentan en el diseño de canales y estructuras hidráulicas, las cuales son:

- ✓ Calcular el tirante normal
- ✓ Calcular el tirante crítico
- ✓ Calcular el resalto hidráulico
- ✓ Calcular la curva de remanso
- ✓ Calcular caudales
- ✓ Cálculos variados, como pendiente, ancho de solera, coeficiente de rugosidad, diámetros de tuberías para las secciones transversales artificiales de uso común: triangular, rectangular, trapezoidal, parabólica y circular.

Análisis del Tipo de Alcantarilla para elección:

Para el diseño de alcantarillas se optó por dos tipos de las cuales se analizó cada una para su elección:

- Alcantarilla TMC Corrugada.
- Alcantarilla MCA de Concreto Armado.

Para la elección se realizó el Diseño para ambos tipos y se eligió el más económico y de fácil de instalación.

Para los cuales mostramos los diseños de ambos tipos de Alcantarillas:

A) DISEÑO DE ALCANTARILLAS TIPO TMC 36"

1)

DISEÑO DE ALCANTARILLA 01

CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO "Qd"		
DESCRIPCION	CAUDAL	UNID.
Quebrada 01	0.682	m ³ /s
Cunetas	0.336	m ³ /s
Total:	1.018	m ³ /s

PREDIMENSIONAMIENTO:

Alcantarilla TMC 36"	0.914	m
Tirante y / D = 75%	0.686	m
Rugosidad n:	0.030	
Pendiente:	0.020	m/m

RESULTADOS:

Caudal Q alc=	1.055	m ³ /s
Velocidad V alc=	1.998	m/s
Radio Hidraulico R=	0.276	m
Numero Froude F=	0.7809	
Tipo Flujo=	Subcritico	
Se concluye		
Q alc > Qd	1.055 > 1.018	OK!!

Por tanto se elige Alcantarilla de 36" !!!

TIPO CORRUGADA

Cuadro 2.23: Diseño de Alcantarilla 01 – Tipo TMC 36"

Resultado del Software

Cálculo del Caudal: sección Circular

Lugar: YAUYOS Proyecto: ALCANTARILLA 01
Tramo: CAÑETE-100 Revestimiento: ACERO

Datos:
 Fuente (s): 0.6058 m
 Diámetro (d): 0.9144 m
 Rugosidad (n): 0.05
 Pendiente (S): 0.02 m/m



Resultados:
 Caudal (Q): 1.0564 m³/s Velocidad (v): 1.8677 m/s
 Área hidráulica (A): 0.5283 m² Perímetro mojado (p): 1.8161 m
 Radio hidráulico (R): 0.2759 m Espejo de agua (Y): 0.7519 m
 Número de Froude (F): 0.7809 Energía específica (E): 0.8862 m-Ra/2g
 Tipo de flujo: Subcrítico

Esquema Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal

Ingresar el tipo de material del canal

Figura 2.10: Resultado de comprobación con Software H-Canales-Alcantarilla 01

II)

DISEÑO DE ALCANTARILLA 02

CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO "Qd"

DESCRIPCION	CAUDAL	UNID.
Quebrada 02	0.240	m ³ /s
Cuneta (164+100 adelante)	0.100	m ³ /s
Total:	0.340	m³/s

PREDIMENSIONAMIENTO:

Alcantarilla TMC 24"	0.610	m
Tirante y / D = 75%	0.457	m
Rugosidad n:	0.030	
Pendiente:	0.020	m/m

RESULTADOS:

Caudal Q alc=	0.358	m ³ /s
Velocidad V alc=	1.525	m/s
Radio Hidraulico R=	0.184	m
Numero Froude F=	0.730	
Tipo Flujo=	Subcrítico	
Se concluye		
Q alc > Qd	0.36 > 0.34	OK!!

Por tanto de elige Alcantarilla de 24" !!!

TIPO CORRUGADA

Cuadro 2.24: Diseño de Alcantarilla 02 – Tipo TMC 24"

Resultado del Software

Figura 2.11: Resultado de comprobación con Software H-Canales-Alcantarilla 02.

B) DISEÑO DE ALCANTARILLAS TIPO MCA

1) Cuadro 2.25: Diseño de Alcantarilla 01 – Tipo MCA - Concreto Armado

DISEÑO DE ALCANTARILLA MCA 1.0 x 1.0

CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO "Qd"

DESCRIPCION	CAUDAL	UNID.
Quebrada 01	0.682	m3/s
Cunetas	0.336	m3/s
Total:	1.018	m3/s

PREDIMENSIONAMIENTO:

Alcantarilla MCA		
ancho:	1.000	m
alto:	1.000	m
Tirante	0.500	m
Rugosidad n:	0.012	
Pendiente:	0.015	m/m

RESULTADOS:

Caudal Q alc=	2.02	m3/s
Velocidad V alc=	4.05	m/s
Radio Hidraulico R=	0.25	m
Numero Froude F=	1.83	
Tipo Flujo=	Subcritico	
Se concluye		
Q alc > Qd	2.02 > 1.018	OK!!

Por tanto cumple Alcantarilla 1.0 x 1.0 !!!

Resultado del Software

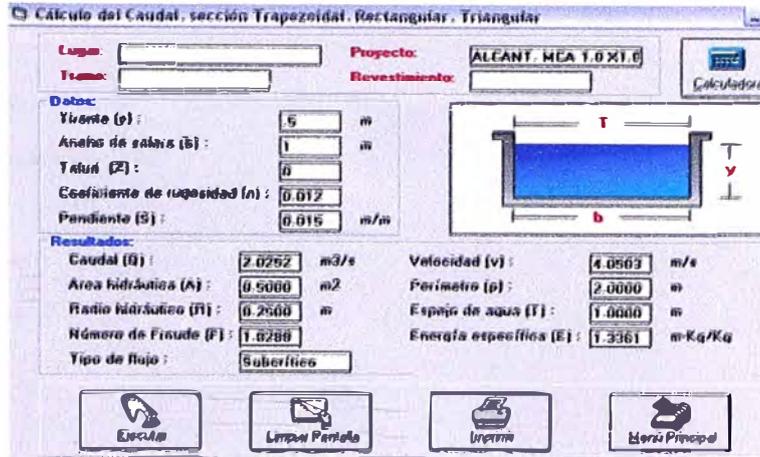


Figura 2.12: Resultado de comprobación con Software H-Canales-Alcantarilla 01
Tipo MCA

II) Cuadro 2.26: Diseño de Alcantarilla 02 – Tipo MCA - Concreto Armado

**DISEÑO DE ALCANTARILLA MCA
0.7 x 0.7**

CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO "Qd"

DESCRIPCION	CAUDAL	UNID.
Quebrada 02	0.240	m3/s
Cuneta (164+100 adelante)	0.100	m3/s
Total:	0.340	m3/s

PREDIMENSIONAMIENTO:

Alcantarilla MCA		
ancho:	0.700	m
alto:	0.700	m
Tirante	0.350	m
Rugosidad n:	0.012	
Pendiente:	0.015	m/m

RESULTADOS:

Caudal Q alc=	0.78	m3/s
Velocidad V alc=	3.19	m/s
Radio Hidraulico R=	0.175	m
Numero Froude F=	1.72	
Tipo Flujo=	Subcritico	
Se concluye		
Q alc > Qd	0.78 > 0.34	OK!!

Por tanto cumple Alcantarilla 0.70 x 0.70 !!!

Resultado del Software

Lugar:	DISTRITO ALIS	Proyecto:	ALCANTARILLA 0.7x0.7		
Trama:	164+100	Revestimiento:	CONCRETO		
Datos:					
Tirante (y):	0.35	m			
Ancho de soledad (b):	7	m			
Talud (Z):	0				
Coefficiente de rugosidad (n):	0.012				
Pendiente (S):	0.015	m/m			
Resultados:					
Caudal (Q):	0.7823	m ³ /s	Velocidad (v):	3.1932	m/s
Area hidráulica (A):	0.2450	m ²	Perímetro (p):	1.4000	m
Radio hidráulico (R):	0.1750	m	Espejo de agua (T):	0.7000	m
Número de Froude (F):	1.7233		Energía específica (E):	0.8697	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Figura 2.13: Resultado de comprobación con Software H-Canales-Alcantarilla 02
Tipo MCA

Una vez Diseñado la parte hidráulica para la alcantarilla MCA, procedemos al diseño Estructural. (VER ANEXOS).

Análisis económico independiente para cada tipo de alcantarilla propuesta:

Una vez diseñado las dos alternativas analizaremos Económicamente cual es la alternativa más rentable:

Para lo cual se elaboró un presupuesto individual para cada una de estas estructuras (alcantarillas), las cuales mostramos lo siguiente:

a) Presupuesto para alcantarilla TMC 36"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+800 AL KM 164+100					
PRESUPUESTO DE ALCANTARILLA TMC 36"					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
06	OBRAS DE ARTE				
601	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3	31.41	10.26	322.25
602	CONCRETO CICLOPEO FC=175 KG/CM2 + 30% PM	M3	7.74	311.98	2,414.43
603	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	34.90	60.31	2,104.53
604	ALCANTARILLA TMC Ø=24"	ML	0.00	218.31	0.00
605	ALCANTARILLA TMC Ø=36"	ML	6.60	358.80	2,368.08
606	PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS	M2	37.32	10.88	406.06
607	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	28.27	31.45	889.00
608	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	16.10	153.73	2,475.05
609	CUNETAS TRIANGULAR	ML	0.00	80.15	0.00
610	MURO DE CONTENCIÓN EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA: CONCRETO+70% P	ML	0.00	1,796.33	0.00
611	ENROCADOS DE PROTECCIÓN	M3	0.00	75.19	0.00
612	GEOTEXTIL	M2	0.00	7.87	0.00
			0.00		
	COSTO DIRECTO				10,979.42
	GASTOS GENERALES	44.51%			4,886.61
	UTILIDAD	5.00%			548.97
	SUBTOTAL				16,415.00
	IMPUESTO (IGV)	19.00%			3,118.85
	TOTAL PRESUPUESTO				19,533.85
	SON : DIECINUEVEMIL, QUINIENTOS TRENTITRES CON 85/100 NUEVOS SOLES				

Cuadro 2.27: Presupuesto para alternativa alcantarilla 01 - Tipo TMC

b) Presupuesto para Alcantarilla MCA 1.0 x1.0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+800 AL KM 164+100					
PRESUPUESTO DE ALCANTARILLA MCA 1.0 x1.0					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO SI.	PARCIAL SI.
06	OBRAS DE ARTE				
601	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3	46.89	28.19	1,321.74
602	CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	M3	10.41	312.03	3,248.66
603	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	95.26	60.31	5,745.31
604	ALCANTARILLA MCA 1X1	ML	0.00	218.31	0.00
605	ALCANTARILLA TMC Ø=36"	ML	0.00	358.80	0.00
606	PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS	M2	0.00	10.88	0.00
607	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	22.91	31.45	720.61
608	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	28.70	153.76	4,412.91
609	CUNETAS TRIANGULAR	ML	0.00	80.17	0.00
610	MURO DE CONTENCIÓN EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA. CONCRETO+70%	ML	0.00	1,796.33	0.00
611	ENROCADOS DE PROTECCION	M3	0.00	75.19	0.00
612	GEOTEXTIL	M2	0.00	7.87	0.00
613	ACERO DE REFUERZO	KG	652.69	4.80	3,132.92
			0.00		
	COSTO DIRECTO				18,582.16
	GASTOS GENERALES	44.51%			8,270.37
	UTILIDAD	5.00%			929.11
	SUBTOTAL				27,781.64
	IMPUESTO (IGV)	19.00%			5,278.51
	TOTAL PRESUPUESTO				33,060.15
	SON : TRENTITRESMIL, SESENTA CON 15/100 NUEVOS SOLES				

Cuadro 2.28: Presupuesto para alternativa alcantarilla 01 - Tipo MCA

El mismo Procedimiento se realiza al comparar la alcantarilla TMC 24" con la Alcantarilla MCA 0.7 x 0.7 m.

Ahora una vez observado los costos, es claro que la alcantarilla TMC es mas rentable:

Costo Alcantarilla. MCA 1.0 x1.0	>	Costo Alcantarilla TMC 36"
S/. 18, 582.16	>	S/. 10,979.42

(a nivel de Costo Directo)

Además es claro que el tiempo de instalación de una alcantarilla MCA es mucho mayor que una alcantarilla TMC.

Por tanto se elige para este Proyecto:

ALCANTARILLA TMC – Corrugada – 24" y 36"

2.5 Diseño de Cuneta

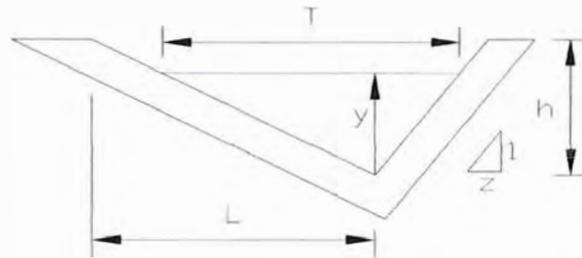
El sistema de drenaje longitudinal, tienen como función la recolección del agua pluvial producida de manera temporal, que incide directamente sobre la superficie de rodadura y sobre las laderas adyacentes a la carretera. Dicho flujo superficial debe ser ordenadamente evacuado con estructuras de drenaje que siguen el sentido longitudinal de la carretera y que serán evacuadas por las estructuras de drenaje transversal que se proyecten. Tales estructuras para el Sistema de Drenaje Longitudinal son las denominadas cunetas revestidas.

Las cunetas revestidas, o cunetas de base, sirven para conducir las aguas de escorrentía superficial en aquellas zonas donde la carretera se desarrolla adyacente a una ladera y no tienen restricciones críticas de estrechamiento del trazo que impida su colocación.

Diseño hidráulico:

Para todos los casos emplearemos la ecuación de Manning:

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

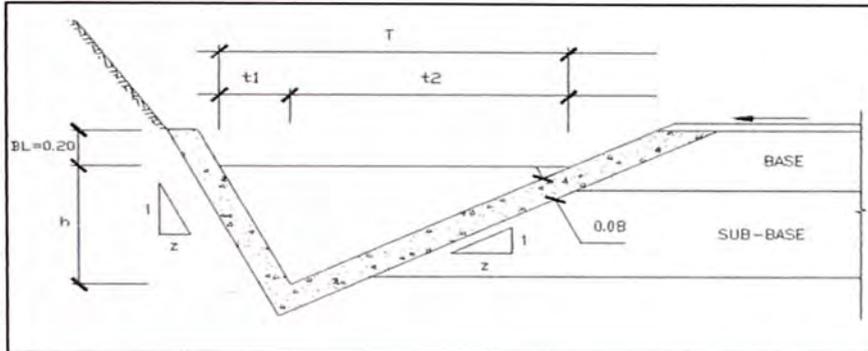


donde:

Q	=	Caudal de diseño (m ³ /s)
A	=	Area hidráulica (m ²)
R	=	Radio hidráulico (m)
n	=	Coficiente de rugosidad de Manning
S	=	Pendiente de la cuneta (m/m)
Ac	=	Ancho de la cuneta (m)
Hc	=	Profundidad de la cuneta (m)
y	=	Tirante normal (m)
T	=	Espejo de agua (m)
Z	=	Talud

Para el caso de las cunetas triangulares revestidas de concreto se procedió a tomar el valor de $n = 0.012$

DISEÑO DE CUNETA



PREDIMENSIONAMIENTO:

h=	0.235	m
z1=	1.000	m
z2=	2.000	m
t1=h*z1	0.235	m
t2=h*z2	0.470	m

AREA: A=	0.083	m²
PERIMETRO MOJADO: P=	0.858	m
RADIO HIDRAUL: R=A/P	0.097	
S	0.060	m/m
n manning=	0.012	

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

$$F = \frac{V}{\sqrt{gd}} = \frac{V}{\sqrt{gA/T}}$$

CAUDAL: Qd=	0.336	m³/s
CAUDAL: Qc=	0.356	m³/s
VELOCIDAD V=	4.293	m/s
T=	0.705	m
Nro. Froude=	3.999	
Tipo flujo=	Supercritico	
Borde Libre: BL=	0.2	m
Qc>Qd	0.356>0.336	OK!!

DIMENSION TOTAL DE CUNETA:		
ANCHO:	1.305	m
PROFUNDIDAD:	0.435	m

Cuadro 2.29: Diseño de Cunetas.

2.6 Diseño de Defensa Ribereña (Muro de Contención en Mampostería de Piedra - Enrocado).

En el tramo de estudio se observa que en los últimos 20 mts (164+080 y 164+100), se inicia un tramo en Curva hacia las progresivas posteriores y en ese mismo tramo concurre el río Alis interceptándolo con un ángulo de 20°, produciéndose grandes remolinos turbulentos y erosión en el talud de la carretera existente.

En vista que la diferencia de alturas del tirante del río con respecto a la plataforma proyectada están en promedio de los 6.00 mts. Ha sido conveniente proyectar en este tramo un muro de protección en mampostería piedra con un Enrocado.

Las funciones del Muro son de sostenimiento del talud de la carretera proyectada y de protección Ribereña.

La función del Enrocado es de evitar la Socavación de la cimentación del muro de protección.

Para ello se diseño ambas estructuras para los fines descritos, de los cuales describo lo siguiente:

2.6.1 Muro de Contención en Mampostería de Piedra.

Los muros de contención de Mampostería, son los que se construyen para retener un terraplén de tierra, como también como protección ribereña para dimensiones medianas, funcionan estructuralmente por gravedad y son muy usuales por lo económico.

Actualmente, este tipo de estructura no es tan común como los métodos de piedra embolsada y/o gaviones, pero la ventaja es que estas en cuanto se refiere a la durabilidad, son mas durables para un flujo de régimen turbulento ya que no sufren mucho el desgaste como los métodos embolsados y la mallas metálicas del gavión.

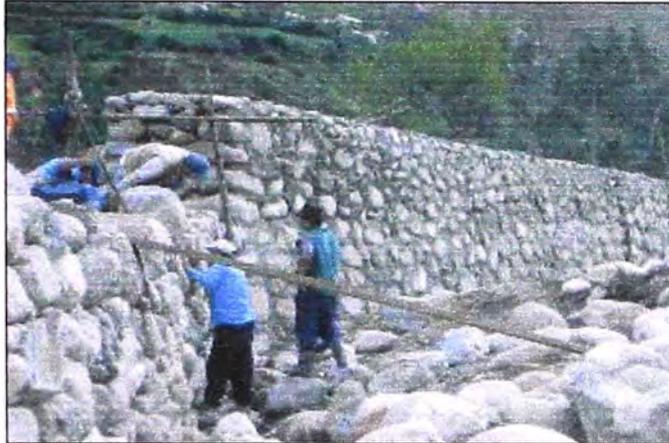


Figura 2.14: Defensa ribereña Rio Paucartambo – Cerro de Pasco

Además este sistema de defensa ribereña han sido aplicados en varios países tales como:

Argentina:

- Obra: Defensas de muro de hormigón ciclópeo y encauce de río Medina – Alpachiri – Dpto. Chicligasta - Tucuman.
- Control de la erosión en el cauce del río Grande-Pueblo de Volcán- Jujuy- Tumbaya.

Colombia:

- Construcción de un Muro en Concreto Ciclópeo como Obra de Control de Erosión sobre La Quebrada Ambala, sector urbanización Ambala Municipio de Ibagué.

En la actualidad, para unir las piezas pétreas se utiliza generalmente un mortero de cemento y arena o un Concreto Simple de resistencia mínima de $f'c = 100$ kg/cm², según la NTP 400.011.

Por tanto se procede al diseño estructural para las condiciones actuales.

Muro de gravedad.

Terminología

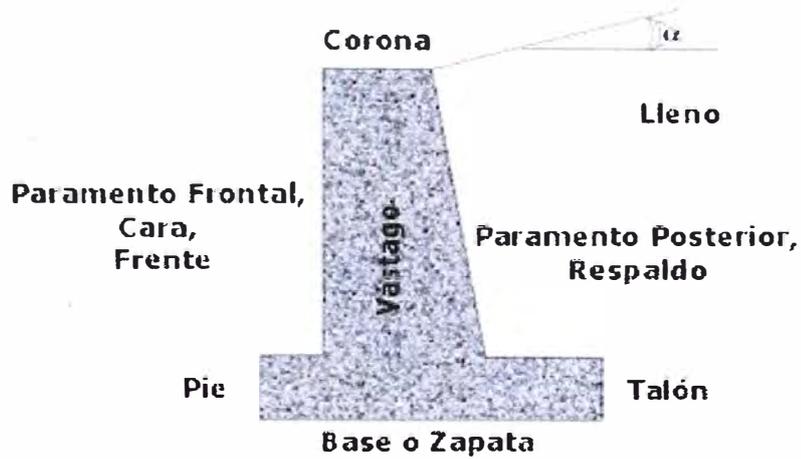


Figura 2.15: Esquema y terminología de un muro gravedad

Diseño de muros

- ✓ Topografía del sitio
- ✓ Sobrecargas del muro
- ✓ Tipo de muro y predimensionamiento
- ✓ Cálculo de empujes
- ✓ Análisis de estabilidad (FS volcamiento, FS deslizamiento, FS por capacidad de soporte del suelo)
- ✓ Diseño estructural de cada uno de los elementos
- ✓ Diseño de los drenajes
- ✓ Cálculo de los asentamientos

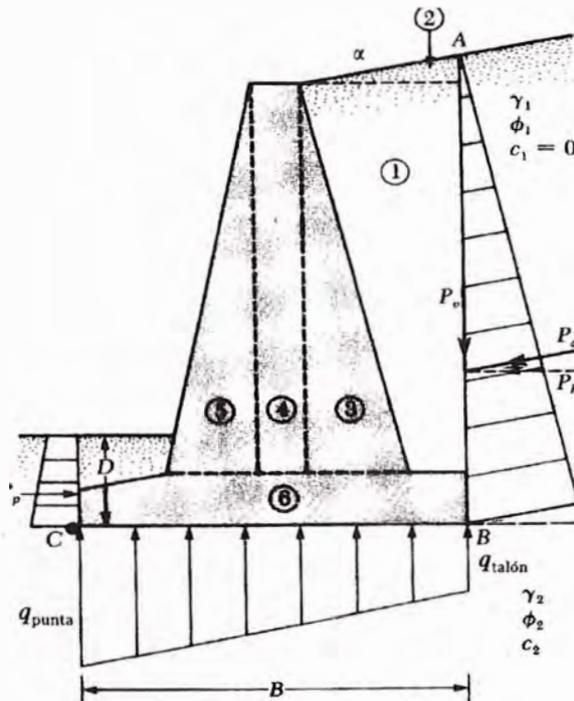


Figura 2.18: Esquema 02 y distribución de fuerzas de un muro gravedad

- ✓ W : peso del muro aplicado en el centro de gravedad
- ✓ W_s : peso del suelo actuante sobre la pata
- ✓ E_a : Empuje activo
- ✓ E_p : Empuje pasivo
- ✓ Reacción del suelo en la base
- ✓ F : reacción al deslizamiento $F = f * \sum F_v$

($0.2 < f < 0.6$, para arcillas y gravas respectivamente)

Factores de seguridad

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = \frac{\sum F_{R'}}{\sum F_d}$$

donde $\sum F_{R'}$ = suma de las fuerzas horizontales resistentes
 $\sum F_d$ = suma de las fuerzas horizontales de empuje

$$FS_{(\text{volteo})} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O} \quad (7.2)$$

donde $\sum M_O$ = suma de los momentos de las fuerzas que tienden a voltear el muro respecto al punto C
 $\sum M_R$ = suma de los momentos de las fuerzas que tienden a resistir el volteo respecto al punto C

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{máx}}}$$

Generalmente se requiere un factor de seguridad de 3.

2.6.2 Enrocados.

Los enrocados en ríos son usados para proteger la superficie del lecho de la acción erosionadora del agua cuando trae una velocidad considerable, sin embargo al colocar rocas en el fondo del lecho, el flujo ejerce una fuerza de arrastre sobre estas que es necesario contrarrestar, definiendo el tamaño y peso del enrocado.

Básicamente existen dos situaciones distintas: taludes laterales y taludes de fondo. Los primeros corresponden a muros de defensa fluvial y los segundos a barreras transversales al flujo, del tipo barreras fijas utilizadas comúnmente en bocatomas.

El uso de enrocados es generalmente más económico que otros tipos de revestimiento, además de ser fácil de reparar y tener mayor flexibilidad.

La estabilidad de un enrocado depende, en gran parte, de la magnitud de la velocidad del flujo tangencial, de la dirección de la corriente principal en relación con el plano del enrocado, el ángulo del talud del enrocado y de las características de la roca.

Estudios Básicos para Diseño de Defensa Ribereñas:

Erosión y/o Socavación: Se analizarán las siguientes fórmulas:

- Erosión generalizada y por contracción:
 - Fórmula de Régimen modificada de Blench.
 - Fórmula de Litschvan-Levediev.
- Erosión localizada en pilas:
 - Fórmula de Laursen.
 - Método Yaroslavtsiev.
 - Criterio de Breusers, Nicollet y Shen.
- Erosión localizada en estribos:
 - Fórmulas de Laursen.
 - Método de Artamonov.

Para el Presente trabajo solo se analizara para Erosión Tipo General y no Local ya que en el análisis no existen pilares.

Por tanto se utilizaron las ecuaciones de régimen estable de Blench - Altumin , Simons – Albertson y para el calculo de profundidad de socavación de L.L. List Van Lebediev.

En base a datos visuales de la geomorfología y estado actual del Río, se definieron parámetros que obligaron a concluir una propuesta de solución para un tramo donde los regimenes de agua son muy turbulentos.

Ahora se procede al

- Calculo de la Socavación.
- Diseño de Enrocado
- Diseño de Muro en mampostería de piedra.

CALCULO DE LA SOCAVACION

DATOS

Caudales Max del Modelo del Rio Alis para periodos de retorno desde 2 hasta 10000 años

	TR	F(x):probabilidad	QT
Periodo de Retorno en años	10000	0.9999	40.8
	2000	0.9995	35.5
	1000	0.999	33.3
	200	0.995	28
	100	0.99	25.8
	50	0.98	23.5
	20	0.95	20.5
	10	0.9	18.1
	5	0.8	15.7
	3	0.6667	13.8
	2	0.5	12

Para un Tiempo de Retorno de 200 años se calcula Q:

$Q_{TR=200}$: 28.00 m³/s

F_s = 0.10

D_{50} = 14.00 mm

$F_{bo} = D_m^{1/3}$ 2.41 mm

Cuadro 2.30: Resumen de los Caudales máx. para río modelo Alis según el Tiempo de Retorno

A) CALCULO DE LA SECCION ESTABLE O AMPLITUD DEL CAUCE

(*) Empleando el regimen estable de BLENCH - ALTUMIN

Como el suelo inferior resulto ser un suelo arenoso gravoso de acuerdo al ensayo granulometrico se asume:

* Para el Caso de Gravas:

D_{50} = 14.00 mm

$$Fb = Fbo(1 + 0.12C)$$

entonces: F_b = 2.41 mm

Entonces el ancho estable sera:

$$bo = 1.81(Q * Fb / Fs)^{0.5}$$

bo = 47.04 m

() Empleando el regimen estable de SIMONS Y ALBERTSON**

k1: Para fondo y orillas de grava

$$K1 = 4.20$$

$$b_o = K1 * (Q)^{0.5}$$

Entonces el ancho estable sera:

$$b_o = 22.22 \text{ m}$$

CUADRO COMPARATIVO

FORMULA	SECCION ESTABLE
BLENCH Y ALTUMIN	47.04
SIMONS Y ALBERTSON	22.22
Visita en Campo	15 - 25

En base a los calculos efectuados se puede indicar que la formula de SIMONS se ajusta mas.

Por tanto: $b_o = 22.22 \text{ m}$

B) CALCULO DE LA PROFUNDIDAD MEDIA (Tirante)

Viene a ser la profundidad necesaria para la estructura:

Aplicando la Formula de BLENCH Y ALTUMIN

$$t = 1.02 * \left[\frac{(Q * F_s)^{1/3}}{F_b^2} \right]$$

Con los Factores de fondo y Orilla

$$F_s = 0.10$$

$$F_b = 2.41$$

Entonces: $t = 0.80 \text{ m}$

C) CALCULO DE LA PENDIENTE HIDRAULICA

Para las condiciones del rio y las características del material y aplicando la formula:

$$S = \frac{(0.55 * Fb^{5/6} * Fs^{1/12})}{\left[\left(1 + \frac{C}{233} \right) * K * Q^{1/6} \right]}$$

Donde:

C: Concentración del material de fondo en 10 E-5

K: Factor Secundario

$$K = \frac{6.6 * g}{\gamma^{0.25}}$$

Donde:

g: Gravedas en m2/s

γ: Peso específico del agua

entonces:

$$K = 11.51$$

$$C = 0.14$$

Entonces se calcula S:

$$S = 0.0472 \text{ m/m}$$

D) CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION

Aplicando la formula de propuesta por L.L. LIST VAN LEBEDIEV

$$a = \frac{Q}{b_0 * t^{5/3}}$$

$$t_s = \left(\frac{a * t^{5/3}}{0.68 * Dm^{0.28} * B} \right)^{\frac{1}{1+x}}$$

$$H_s = t_s - t$$

donde:

t: Tirante normal del rio (m)

ts: Tirante que corresponde a la profundidad la que se desea evaluar la velocidad erosiva.

bo: Seccion estable o amplitud Cauce

B: Coeficiente de Socavacion

Hs: Profundidad de Socavacion

Para un suelo no Cohesivo (Caso tramo rio Carretera Cañete- Huancayo)

Entonces:

Si:	t=	0.80 m
	bo=	22.22 m
	Dm=	14.00 mm
	Q=	28.00 m ³ /s
	B=	0.77 (Para 200 años de T. Retomo)
	1/1+x=	0.75 (Ver tabla de x y 1/1+x)

Se Calcula:

a=	2.19
ts=	1.27

Por tanto:

Hs=	0.47 m
-----	--------

Se aproxima con margen de seguridad de 25%:

Hs=	0.59 m
-----	--------

(Profundidad de Socavacion)

DISEÑO DEL ENROCADO

A) CALCULO DE LA ALTURA DEL MURO

Datos:	bo=	22.22 m
	S=	0.05 m/m
	Ks=	19.00 (ver tabla)
	Q=	28.00 m ³ /s
	γ=	1.80 Tn/m ³
	B=	0.77
	ts=	1.27 m

Calculo de la Velocidad en el Lecho del Rio.

Lugar: DISTRITO ALIS-YAUYS **Proyecto:** ENROCADO **Revestimiento:** RIO ALIS

Datos:
 Caudal (Q): 28 m³/s
 Ancho de sofera (b): 22 m
 Talud (Z): 0.5
 Rugosidad (n): 0.035
 Pendiente (S): 0.05 m/m

Resultados:
 Tirante normal (y): 0.3823 m
 Area hidráulica (A): 8.4847 m²
 Espejo de agua (T): 22.3823 m
 Número de Froude (F): 1.7113
 Tipo de flujo: Supercrítico

Perímetro (p): 22.8550 m
Radio hidráulico (R): 0.3712 m
Velocidad (v): 3.3001 m/s
Energía específica (E): 0.9374 m·Kg/Kg

Cuidado velocidad erosiva

Figura 2.19: Resultado del software H-Canales para el calculo de la Velocidad erosiva del modelo del río Alis

Se sabe:

$$B_L = \Phi * \left(\frac{V_c^2}{2g} \right)$$

t= 0.80 m
 Φ = 1.10 (ver tabla)

Veloc. Erosiva: V_e = 3.30 m/s
 Borde Libre: Bl = 0.61 m

Por tato la altura del muro se calcula:

$$Hm = t + B_L$$

entonces **Hm= 1.41 m**
 (altura del muro)

B) CALCULO DEL TAMAÑO DE LA ROCA

$$d_{50} = \left(\frac{b}{\Delta} \right) * \left(\frac{V}{2g} \right) * \left(\frac{1}{f} \right)$$

* Calculo del Factor de talud:

$$f = \sqrt{\left[\frac{\text{sen}^2 \alpha}{\text{sen}^2 \phi} \right]}$$

α = Angulo del Talud en grados sexagesimales= 26.50
 ϕ = Angulo de Friccion interna del material en grados sexag.= 35.00
 (Considerando Roca Granito)

Entonces: f= 0.63

* Calculo de la densidad relativa del material

$$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_a}$$

γ_s = Densidad del suelo Tn/m³ 2600.00 tn/m³
 γ_a = Densidad del agua Tn/m³ 1000.00 tn/m³

Δ = 1.60
 b= 1.40

Por Tanto se obtiene: (Condic de mucha turbilencia, piedras redondas)

d₅₀= 0.77 m

Se aproxima :

d₅₀= 0.80 m

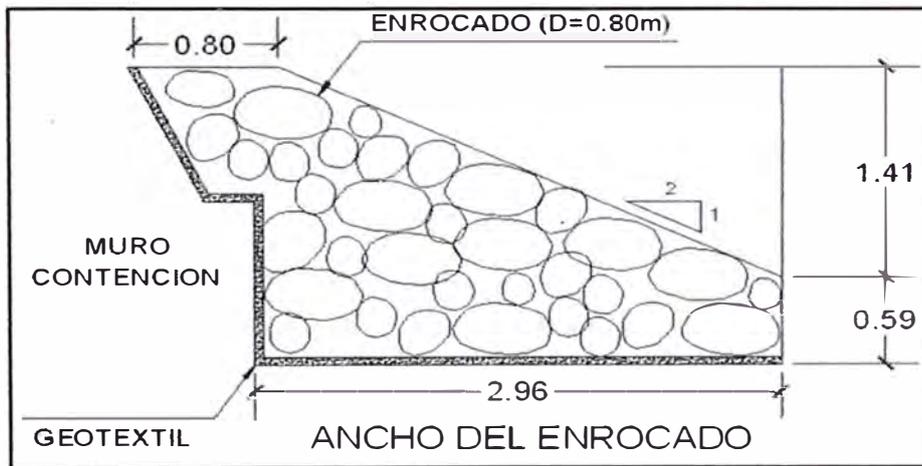
C) CALCULO DEL ANCHO DEL ENROCADO

Para el calculo del ancho del Enrocado consideraremos lo siguiente:
donde:

Hs: Profundidad del Socavacion:	0.59 m
Hm: Altura del Muro:	1.41 m
Z: Talud del Enrocado (Recomendat	2.00 talud: Z : 1
d50: Tamaño de la Roca	0.80 m

De acuerdo a los datos geometricos calculados y el talud de reposo del enrocado se calcula el Ancho del enrocado: (ver Grafica)

Ancho Enrocado= 2.96 m



ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE GRAVEDAD DE CONCRETO CICLÓPEO H = 4.00 m

Datos Relativos al Suelo

Peso específico terreno seco	$\gamma = 2.00$	t/m ³
Peso específico terreno saturado	$\gamma_s = 0.00$	t/m ³
		grados
Ángulo de fricción interna	$\phi = 31$	tablas
Ángulo de inclinación del relleno para verificar est. Id. para determinación del refuerzo en el muro	$i = 18$	plano
	0	
Coeficiente de fricción zapata - suelo	$\mu = 0.60$	tablas
Coeficiente de fricción muro - relleno	$\delta = 0.30$	
Fracción del empuje pasivo considerada para esta	1.000	

Análisis Sísmico Estático (Mononobe-Okabe)

Coeficiente sísmico horizontal	$k_h \leq (1 - k_v) \tan(\phi - i)$	$K_h = 0.15$
Coeficiente sísmico vertical		$K_v = 0.04$

Valores Calculados

Ángulo de inclinación del muro (0 = vertical)	$\beta = 32$
Coeficiente de empuje activo ($\alpha=0$)	$K_a = 0.380$
Id. para determinación del refuerzo en el muro	
Coeficiente de empuje pasivo ($\alpha=0, \beta=0, \delta=0$)	$K_p = 3.124$
Coeficiente de empuje activo con sismo - terreno :	$K_{ae} = 0.605$
Id. para determinación del refuerzo en el muro	0.779
Coeficiente de empuje activo c. sismo - terreno sa	$K_{ae}^s = 0.365$
Id. para determinación del refuerzo en el muro	0.615

Dimensiones de la Sección Transversal

Nivel de la corona del muro	4.00 m
Nivel de cimentación del muro	0.00 m
Nivel del relleno posterior	4.00 m
Nivel del terreno hacia el lado externo o del agua	1.41 m
Nivel de saturación del relleno posterior	0.00 m
Nivel del agua en condiciones de operación	1.41 m
Nivel del agua en condiciones excepcionales	1.90 m
Espesor del muro en la corona	0.40 m
Espesor del muro en la base	2.50 m
Espesor del cimiento	0.70 m
Longitud del talón (hacia el lado del relleno)	0.70 m
Longitud del pie (hacia el lado externo o del agua)	0.30 m

Sobrecargas

Sobrecarga durante la construcción	0.5 t/m ²
Sobrecarga en operación normal	1 t/m ²

Valores Calculados

Altura del muro (sobre la zapata)	3.30 m
Altura de relleno en contacto con muro	3.30 m
Altura de relleno para estabilidad	4.00 m
Altura de relleno saturado	0.00 m
Altura del terreno hacia el lado del agua	1.41 m
Altura de agua (operación normal)	0.00 m
Altura de agua (extraordinaria)	0.49 m
Subpresión en operación normal	1.41 t/m ²

Condiciones Analizadas	
1:	condición al terminar la construcción
2:	condición de operación normal
3:	condición 2 más acciones sísmicas

Factores de Seguridad		
	Deslizamiento	Volteo
1	3.6	6.0
2	2.9	3.0
3	1.5	1.8

Esfuerzos Efectivos en el Suelo (t/m ²)		
	σ_{\min}	σ_{\max}
1	6.3	11.1
2	5.1	9.7
3	0.0	16.6

Esfuerzos Totales en el Suelo (t/m ²)		
	σ_{\min}	σ_{\max}
1	6.3	11.1
2	6.5	11.1
3	1.4	18.0

** Para muros menores 8 m podemos asumir:
 En un terreno areno gravosc 45 t/m²
 (Fuente: diseño en Concreto Armado-Ing Roberto Morales)

Fs (capacidad) 4.05 > 3
OK!!

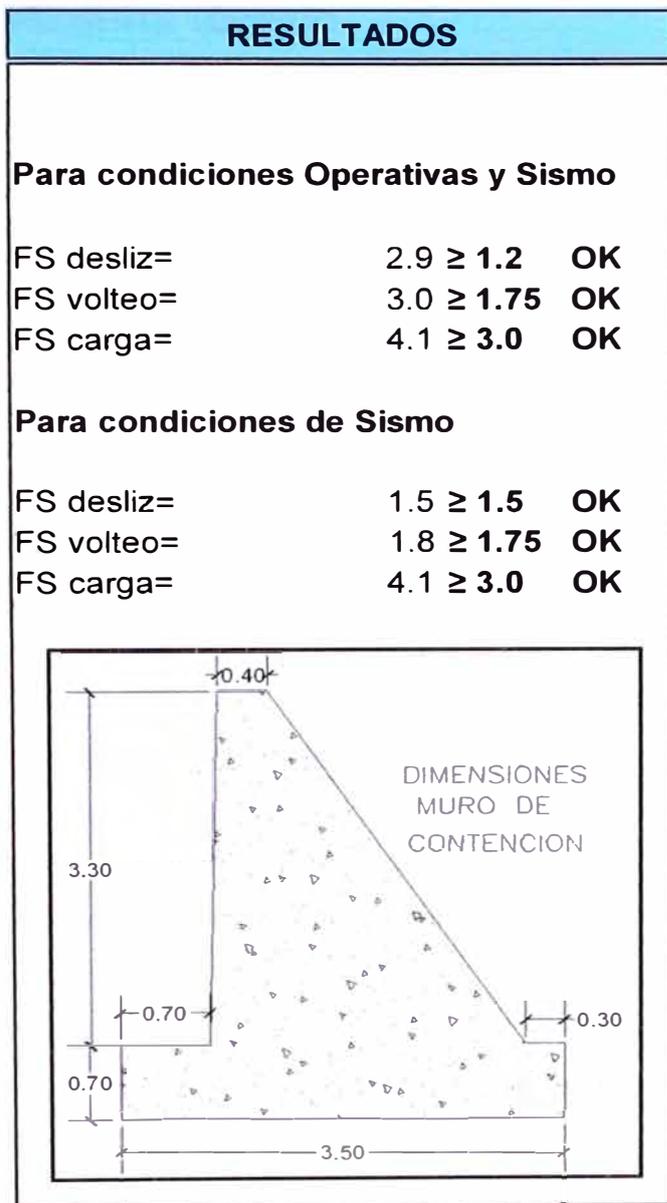


Figura 2.20: Resultado del análisis de diseño del muro de contención.

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

3.1 Memoria descriptiva.

3.1.1 Objetivos del Estudio

El objetivo del Estudio es elaborar el expediente Técnico, con el propósito de "plantear las soluciones o tratamientos más adecuados para conservar la Infraestructura Vial de cada sector del tramo", seleccionando la alternativa que permita la maximización de la rentabilidad del proyecto Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del Km 163+800 al Km 164+100, de acuerdo a los Terminos de Referencia establecidos para el presente Proyecto.

3.1.2 Recopilación y Análisis de Información

Una de las primeras actividades han sido la recopilación y análisis de información relativa a los diversos componentes del Estudio, para lo cual se han realizado visitas institucionales y también la búsqueda de data de estudios anteriores.

Con el fin de reunir los criterios adecuados para conocer las características de la zona se ha recopilado la siguiente información:

a) Cartografía

- Plano de influencia directa del proyecto a escala 1/2000– MTC Provias Nacional
- Plano de ubicacion a Escala 1/2000 – MTC Provias Nacional
- Plano Geopoitico a Escala 1/2000 - – MTC Provias Nacional

b) Meteorología

Las estaciones pluviométricas localizadas en la zona de estudio (Distrito de Alis) son las mismas que las indicadas para los Estudios de Hidrología y Climatología pertenecientes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI

- Se tiene la carta hidrológica a escala 1/300,000
- Data pluviométrica proporcionada por instituciones Privadas CESEL

c) Geología

- Se adquirió un plano de Uso de Suelos a escala 1:100000. pertenecientes a MTC-Provias Nacional.

3.1.3 Descripción y Localización del Proyecto

3.1.3.1 Estado actual de la carretera

Distrito Alis - Km. 163+800 – Km. 164+100

En este tramo de gradiente suave hacia la Cordillera Central (Cañete hasta Huancayo) presenta un ancho de la vía bastante reducido, variando desde 4.50 y 6.00 m. y no tiene obras de drenaje y de arte.

La pendiente media de este tramo es de 6.0%. La vía existente tiene alineamientos muy tortuosos, con numerosas curvas de vuelta (desarrollos), con superficie de rodadura de afirmado pobre, los cuales necesariamente deben mejorarse.

3.1.3.2 Localización del Proyecto

La Carretera Cañete – Yauyos - Huancayo se desarrolla íntegramente entre los Departamentos de Lima y Junín.

El tramo en estudio , se localiza en la Región Lima, entre la longitudes geográficas, que están ubicadas en los $12^{\circ}17'20.95''S$ - $75^{\circ}47'29.79''O$ y $12^{\circ}17'16.33''S$ - $75^{\circ}47'22.57''O$ en el distrito de Alis.

PLANO GENERAL

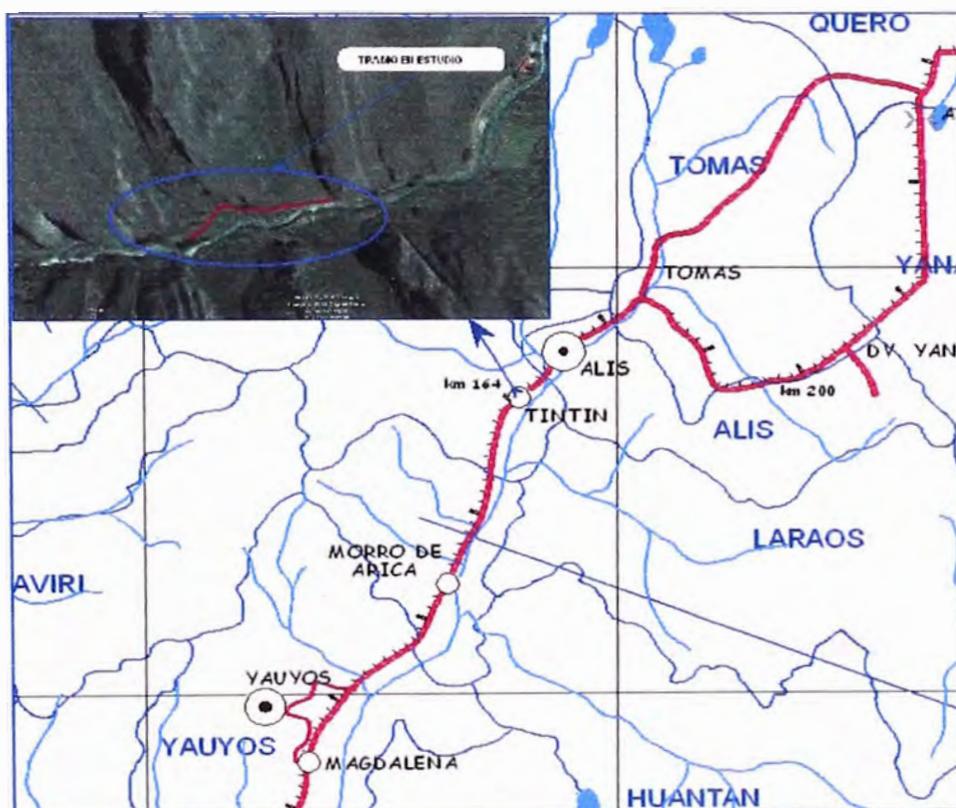


Figura 3.1: Esquema de Ubicación del Tramo en estudio

3.1.4 Alcances de los Servicios

Se presenta el Estudio Básico, en concordancia con los estándares actuales de diseño en todas las especialidades de Ingeniería y de acuerdo a los Términos de Referencia., que han permitido el desarrollo del estudio en todas las fases de su programación, aplicando las normas de diseño especificadas.

3.1.4.1 Hidrología e Hidráulica

Propósito del Estudio

Determinar los requerimientos y características de las obras de drenaje y de arte para la correspondiente vida útil estimada del proyecto, según y en cumplimiento de los términos de referencia del estudio.

Dimensionamiento de las obras de drenaje transversal.

El tramo se desarrolla mayormente en corte a media ladera con pendientes muy pronunciado de 80% – 90 % cuyo escurrimiento de dichas influencian negativamente sobre la carretera, dificultando el tránsito de vehículos.

Para ello se proyectó Alcantarillas y Cunetas a lo largo del tramo.

Para el diseño de la estructuras hidráulicas se optó en seleccionar tres períodos de retorno para las obras de infraestructura.

TR=10 años. Obra de Arte: Cunetas.

TR=50 años. Obra de Arte: Alcantarillas.

TR= 100 años. Obra de Arte: Enrocado y Muro de Protección Ribereña.

De las cuales describo lo siguiente:

- **Cunetas**

En el tramo considerado, no existen cunetas y requiere la proyección de estas Obras para que las aguas que se escurren sobre la plataforma y los taludes laterales sean encauzados a uno de los lados de la misma, de forma que su desagüe se efectúe en sitios preparados especialmente y se evite la erosión de los taludes.

La sección optada para el tramo son del tipo triangular cuyas dimensiones son de 0.43 m de profundidad y 1.30m de ancho, suficientes para las condiciones pluviométricas de la zona.

- **Alcantarillas**

Las obras de drenaje transversal, se refieren a las alcantarillas de tipo Tubular de 24" y 36" de diámetro diseñados con el fin de evacuar las aguas provenientes de las laderas y cunetas.

Además estas permiten su limpieza y optimizan las operaciones de conservación garantizando la estabilidad y transitabilidad de la carretera.

Alcantarilla tipo 1

Ubicación

La alcantarilla 01 se encuentra ubicado en el Km. 163+870

Quebrada	:	"Quebrada 01"
Cuenca	:	Río Cañete
Altitud	:	3850 m.s.n.m.

Alcantarilla tipo 2

Ubicación

La alcantarilla 02 se encuentra ubicado en el Km. 164+100

Quebrada	:	"Quebrada 02"
Cuenca	:	Río Cañete
Altitud	:	3660 m.s.n.m.

Dimensionamiento de las obras de drenaje longitudinal.

Básicamente el drenaje longitudinal se refiere al sistema de cunetas laterales.

Las cunetas existentes son de tierra y normalmente siguen la pendiente de la carretera, la sección hidráulica actual no es la adecuada y en diversos tramos se hallan con necesidad de mantenimiento.

Por lo que las cunetas son de reemplazo revestidas con concreto.

Obras de Protección de la Via.

Debido a la fuerte turbulencia por parte del río entre el km 164+080 y 164+100 consecuencia de la topografía accidentada del sitio se proyectó obras de Protección Ribereña como: Enrocado y Muro de Gravedad en mampostería de Piedra

Para el diseño de estas Obras se realizó estudios de la socavación general que ha sido estimada en base al método propuesto por Lisschtvan-Lebediev. No se consideró socavación local porque en el tramo estudiado no existen pilares.

Este método se basa en determinar la condición de equilibrio entre la velocidad media de la corriente y la velocidad media del flujo que se requiere para erosionar el material del lecho del cauce para un diámetro y peso específico conocido, aplicable para cualquier material del subsuelo.

El valor calculado es el descenso del fondo del cauce durante una avenida como consecuencia de la mayor capacidad de arrastre del sedimento.

3.2 Especificaciones Técnicas

3.2.1 Excavación no clasificadas para estructuras

Descripción:

Esta partida comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la colocación e instalación de las estructuras de alcantarillas nuevas y las que se deban reemplazar, muros de sostenimiento, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los planos del proyecto, o lo que indique el Supervisor.

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 las órdenes del Supervisor.

Equipo:

Todos los equipos empleados deberán ser 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.

Método de ejecución:

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos. En general, los lados de la excavación tendrán las caras inclinadas de acuerdo a las pendientes indicadas en los planos.

Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta 50 cm fuera de las caras del pie de la excavación. El fondo de las excavaciones deberá terminarse cuidadosamente a mano, hasta darle las dimensiones indicadas en los planos.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes. Todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, será a su costo. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas definidas en el proyecto que sea atribuible a descuido del Contratista, deberá ser rellenada por su cuenta.

El Contratista deberá ejecutar todas las construcciones temporales y usar todo el equipo y métodos de construcción que se requieran para drenar las excavaciones y mantener su estabilidad, tales como desviación de los cursos de agua, utilización de entibados y la extracción del agua por bombeo. El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para garantizar que sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos que transiten cerca de las excavaciones, no sufran accidentes. Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos. Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones. En caso de excavaciones que se efectúe sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer 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.

Tolerancias:

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

Medición:

La medición de las excavaciones para estructuras se hará en m³, en su posición original determinado dentro de las líneas indicadas en los planos y en esta

especificación o autorizadas por el Supervisor. La línea de pago no excederá la vertical proyectada a 0.50 m más allá de las dimensiones de la estructura. Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines del pago.

Bases de Pago:

El volumen determinado será pagado al precio unitario del contrato para la partida 06.01 Excavación no clasificada para estructuras. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de excavación, los equipos, bombeo, entibamiento, herramientas, materiales, mano de obra, eliminación, la limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El material excavado será transportado a los depósitos de material excedentes (DME) aprobados por el Supervisor, cuyo reconocimiento de pago se efectuará mediante las partidas 07.05 Transporte de material excedente para $D \leq 1\text{km}$ y 07.06 Transporte de material excedente para $D > 1\text{km}$, según corresponda.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida 01.03 Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.

Item de Pago	Unidad de Pago
06.01 Excavación no clasificada para estructuras	Metro cúbico (m ³)

3.2.2 Concreto Ciclópeo $F'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$

Descripción:

Esta partida genérica, consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de las diferentes clases de concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción las estructuras de obras de arte y drenaje, preparados de acuerdo con estas especificaciones, en los sitios, forma, dimensiones y clases indicadas en los planos, o como lo indique, por escrito, el Ingeniero Supervisor.

La clase de concreto a utilizar en las estructuras, deberá ser la indicada en los planos o las especificaciones, o la ordenada por el Ingeniero Supervisor.

El contratista deberá preparar la mezcla de prueba y someterla a la aprobación del Ingeniero Supervisor antes de mezclar y vaciar el concreto. Los agregados, cemento y agua deberán ser proporcionados por peso, pudiendo el Supervisor permitir la producción por volumen.

Materiales:

- Cemento:

El cemento a usarse será Pórtland Tipo I que cumpla con las Normas ASTM-C-150 ó AASHTO-M-85, sólo podrá usarse cemento envasado. En todo caso el cemento deberá contar con la aprobación específica del Ingeniero Supervisor.

El cemento no será usado en la obra hasta que lo autorice el Ingeniero Supervisor. El Contratista en ningún caso podrá eximirse de la obligación y responsabilidad de proveer el concreto con la resistencia especificada.

El cemento debe almacenarse y manipularse de manera que siempre esté protegido de la humedad y sea posible su utilización según el orden de llegada a la obra. La inspección e identificación debe poder efectuarse fácilmente.

No deberá usarse cementos que se hayan aterronado o deteriorado de alguna forma, pasado o recuperado de la limpieza de los sacos.

- **Aditivos:**

Solo se podrá usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura a construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra. Los métodos y el equipo para añadir sustancias incorporadoras de aire, impermeabilizante, aceleradores de fragua, etc., u otras sustancias a la mezcladora, cuando fuera necesario, deberán ser medidos con una tolerancia de exactitud de tres por ciento (3%) en más o menos, antes de agregarse a la mezcladora.

- **Agregado fino**

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

El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos de designación AASTHO-M-6 y deberá estar de acuerdo con la siguiente graduación:

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

Cuadro 3.1: Requisitos de designación AASTHO-M-6 – Agregado Fino

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

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

Además deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro señala los requisitos de límites de aceptación.

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	1.00% máx.
Material que pasa el Tamiz de 75um (N°200)	MTC E 202	5.00 % máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 211	0.50% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO ₄		0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión Cl		0.10% máx.

Cuadro 3.2: Límites de aceptación de sustancias permisibles para agregado grueso

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

Reactividad:

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al

determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C84, se obtienen los siguientes resultados:

SiO₂ > R cuando R > 70

SiO₂ > 35 + 0,5 R cuando R < 70

Durabilidad:

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

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

Limpieza:

El Equivalente de Arena, medido según la Norma MTC E 114, será sesenta por ciento (60%) mínimo para concretos de f'c < 210kg/cm² y para resistencias mayores de setenticinco por ciento (75%) como mínimo.

- 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.

El agregado grueso deberá cumplir los siguientes requisitos:

Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro, señala los límites de aceptación.

Sustancias Perjudiciales

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	0.25% máx.
Contenido de Carbón y lignito	MTC E 215	0.5% máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 202	1.0% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO ₄ =		0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión Cl		0.10% máx.

Cuadro 3.3: Sustancias perjudiciales en el agregado grueso

Reactividad

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

Durabilidad

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.

Abrasión.

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

Granulometría

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

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	-	-	-	-

Cuadro 3.4: Huso granulométrico para diseño de mezclas.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua, sin discontinuidades que puedan generar segregación de la mezcla.

- Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano.

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

Ensayos	Tolerancias
Suspensión (ppm)	5000 máx.
(ppm)	3,00 máx.
(ppm)	1000 máx.
(ppm)	1000 máx.
pH	5,5 a 8

Cuadro 3.5: Agua que sea apta para consumo humano.

El agua para el curado del concreto no deberá tener un Ph más bajo de 5, ni contener impurezas en tal cantidad que puedan provocar la decoloración del concreto. Las fuentes del agua deberán mantenerse y ser utilizadas de modo tal que se puedan apartar sedimentos, fangos, hierbas y cualquier otra materia.

Método de Ejecución:

- Diseño de Mezcla

Con antelación al inicio de los trabajos, el Contratista definirá un diseño de mezcla, que someterá a consideración del Supervisor. Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua /cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a 28 días. La curva se deberá basar en no menos de 3 puntos, que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por o menos 3 cilindros ensayados a 28 días. La máxima relación agua /cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda suficientemente la resistencia de diseño del elemento.

- Preparación de la Zona de los Trabajos

Con la excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme a los planos del Proyecto y de la partida 06.01 Excavación no clasificada para Estructuras.

- Almacenamiento de los agregados

Los agregados se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados. Si los acopios, se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los 20 cm inferiores de los mismos.

- Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en bolsas se deberá almacenar en sitios secos aislados del suelo, en rumas de no más de 8 bolsas. Todo cemento que tenga más de 3 meses de almacenamiento en sacos, deberá ser examinado por el Supervisor, para

verificar si aún es susceptible de utilizarse. Este examen incluirá pruebas de laboratorio para determinar su conformidad con los requisitos de la Norma Técnica Peruana.

- Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos.

- Elaboración de la mezcla

Antes de cargar la mezcladora se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso se permitirá el remezclado del concreto que haya fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua. Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de 30 minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella.

El Contratista, con la aprobación del Supervisor, podrá transformar las cantidades correspondientes de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

- Descarga, transporte y entrega de la mezcla

Estas actividades deberán ser completados en un tiempo máximo de 30 minutos considerando que los trabajos se realizarán en un clima cálido, desde el momento de adición del agua. A su entrega en la obra, se 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. Las superficies deberán encontrarse libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. Así mismo, el suelo contra el cual se coloque el mortero, será humedecido.

- Colocación del concreto.

El concreto no se podrá colocar durante una lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas adecuadas para protegerlo desde su colocación hasta su fraguado. En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. No se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a 1.50 m. No se permitirá la colocación de mortero al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre mezcla total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

- 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 y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla. No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada. La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados.

- Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos.

- Curado

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados. No se permitirá el humedecimiento periódico: éste debe ser continuo. El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla. Cuando el curado se realice con productos químicos que forman película impermeable, ellos se deberán aplicar inmediatamente hayan concluido las labores de colocación y acabado del concreto y el agua libre de la superficie haya desaparecido completamente. El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie de tal manera que se obtenga una lámina impermeable y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación.

- Resistencia

La muestra estará compuesta por 6 especímenes, los cuales se fabricarán en probetas cilíndricas, para ensayos de resistencia a compresión, de las cuales se probarán tres a 7 días y tres a 28 días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de 7 días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción, mientras que los obtenidos a 28 días se emplearán para la comprobación de la resistencia.

El promedio de resistencia de los 3 especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia será considerada satisfactoria, si ningún ensayo individual presenta una resistencia inferior en más de 35 kg/cm² de la resistencia especificada y simultáneamente si el promedio de 3 ensayos consecutivos de resistencia, iguala o excede la resistencia de diseño indicada en los planos. Si las 2 exigencias así indicadas son incumplidas, el Supervisor ordenará una revisión de la parte del elemento que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas débiles. Se considerará aceptable la resistencia del concreto en evaluación, si el promedio de los resultados de resistencia efectuados en núcleos de concreto, es

al menos igual al 85% de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún resultado tenga menos del 75% de dicha resistencia. Si estas pruebas no dan un resultado satisfactorio, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Supervisor las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario y su posterior reconstrucción sin costo alguno para la Entidad.

Medición:

La unidad de medida será el m³ de concreto suministrado, colocado y consolidado en su posición final de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos y autorizadas por el Supervisor.

Bases de Pago:

El pago se hará al precio unitario pactado en el contrato para la partida 05.04 Concreto Clase I (f'c = 175 kg/cm² + 30% PM). Dicho precio constituirá compensación total por, toda mano de obra, cemento, agregados, agua, almacenamiento, cargas, transportes, descargas y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla aprobada y los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto, y cualquier imprevisto para ejecutar la partida de acuerdo con esta especificación.

Item de Pago	Unidad de Pago
06.02 Concreto Clase I (f'c = 175 kg/cm ² + 30% PM)	Metro cúbico (m ³)

3.2.3 Encofrado y desencofrado

Descripción:

Esta partida comprende el suministro, ejecución, colocación y retiro de las formas de madera y/o metal, necesarias para la construcción de los diferentes elementos que conforman las estructuras.

Materiales:

Se podrán emplear encofrados de madera o metal.

Método de Ejecución:

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos en tal forma que resistan plenamente, sin deformarse, los empujes producidos. Los encofrados deberán ser ejecutados, de tal manera que se obtengan las formas, niveles, alineamientos y dimensiones indicadas en los planos.

Los encofrados serán adecuadamente arriostrados y unidos entre sí, con el propósito de mantener su posición y forma. Todo encofrado, para volver a ser usado, no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado y tratado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

Los encofrados de superficies no visibles pueden ser construidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente tratadas para evitar fugas de la pasta. Los encofrados de elementos de concreto que van a estar expuestos en forma permanente a la vista, serán hechos de madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada o metal. Las juntas de unión deberán ser tratadas de modo que no se permita la fuga de la pasta. En la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas convenientemente sujetas para evitar la formación de rebabas. Las aristas visibles del concreto deben ser ejecutadas en chaflán o bisel a 45°, para lo cual se colocarán listones de madera para su construcción.

Seguridad en la Construcción:

Se tendrá especial consideración con el empleo de personal competente para las labores de habilitado del encofrado, sobre todo en el uso de sierras eléctricas. En tal sentido, el personal además de tener sumo cuidado en el uso del equipo deberá utilizar mascarillas antipolvo y guantes apropiados.

No se permitirá que el personal utilice los puntales o elementos de arriostre para subir o bajar en los encofrados, de manera que se disminuya el riesgo de caídas y aflojamiento del encofrado. En el izado de elementos pesados, tales como paneles y otros, se evitará en lo posible el paso de la carga sobre personas. Cuando en las fases de construcción sea preciso trabajar en alturas superiores a 3 m sin protección de barandillas, andamios o dispositivos equivalentes, será obligatorio que los operarios estén provistos de cinturones de seguridad anclados a punto fijos.

El proceso de desencofrado será efectuado siempre bajo la vigilancia de un encargado. Las maderas y puntales retirados de los encofrados, se apilarán de modo conveniente fuera de las zonas de circulación y trabajo, de tal forma que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores.

Se tendrá especial cuidado con las maderas que ya han sido utilizadas en otros encofrados y puedan tener clavos salientes que pudieran ocasionar hincaduras. Por lo que el personal obrero debe utilizar en forma obligatoria zapatos de seguridad y guantes de protección para evitar posibles accidentes.

La remoción de los encofrados y demás soportes se podrá efectuar de acuerdo al siguiente cuadro, teniendo en cuenta que en obra no están controladas por pruebas de laboratorio; para ello se considera el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de los encofrados y soportes:

Estructura para arcos	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas	14 días
Superficies de muros verticales	24 horas

Se podrá efectuar trabajos nocturnos para la habilitación de encofrados, siempre y cuando disponga de un adecuado sistema de alumbrado en los talleres construidos para tal fin, de manera que en todo momento se proporcione al personal los niveles de iluminación adecuados.

Se dictará medidas de protección contra incendios al personal de obra, a fin de disminuir al mínimo los riesgos de combustión debido a la presencia de materiales combustibles (madera apilada).

Medidas Correctoras de Impacto Ambiental:

El Contratista deberá dictar dispositivos a su personal, a fin de evitar que sus trabajadores corten la vegetación existente para proveerse de elementos de encofrados, estacas y leña fuera de los límites de la vía. Los materiales de desecho de los encofrados no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua existentes, porque pueden ocasionar problemas en la estabilidad de las tierras afectadas, interrupciones del drenaje natural, destrucción de la vegetación natural o destrucción de tierras con valor económico. Dichos materiales no deben ser quemados, salvo disposición expresa del Supervisor de Obra, en casos de justificada excepción.

Medición:

Se considerará como área de encofrado, la superficie de la estructura que esté cubierta directamente por dicho encofrado y será medida en m², de acuerdo a lo indicado en los planos.

Bases de Pago:

La cantidad de metros cuadrados obtenida en la forma anteriormente descrita, será valorizada al precio unitario del contrato para la partida 05.05 Encofrado y desencofrado. Dicho precio constituirá compensación total por los materiales, mano de obra y equipo necesario para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo, apuntalamiento y andamiaje, así como de accesos

indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente, incluirá el costo total del desencofrado respectivo.

Item de Pago	Unidad de Pago
06.03 Encofrado y desencofrado	Metro cuadrado (m ²)

3.2.4 Tubería metálica corrugada de Φ 24" y Φ 36"

Descripción:

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo 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. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas las conexiones, juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

Materiales:

Los materiales para la instalación de tubería corrugada deben satisfacer los requerimientos establecidos en el proyecto.

La tubería que suministre el Contratista deberá cumplir los requisitos de materiales, diseño y manufactura establecidos en la especificación AASHTO M-170M. La clase de tubería y su diámetro interno, se deberán indicar en los planos del proyecto. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deberán ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera de formar un conducto continuo, libre de irregularidades en la línea de flujo.

Método de Ejecución:

Antes de comenzar los trabajos, el contratista deberá entregar al Supervisor un certificado del Fabricante, indicando el nombre y marca de fábrica del metal que suministrará, análisis típico del mismo, estableciendo que todo el material que suministrará satisface las Especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para la Entidad, cualquier metal que no este de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y recubrimiento galvanizado especificados.

Cada vez que el Supervisor lo considere necesario, inspeccionará y tomará muestras del material en la planta de laminación o en el taller de fabricación de las tuberías. Además podrá requerir de la fábrica el análisis químico de cualquier lote de fundición, y las pruebas de resistencia y de galvanizado de los tubos que este fabricando con destino a la obra. El Supervisor deberá tener libre acceso a la fábrica o taller para la inspección y el contratista deberá obtener las facilidades para este objeto.

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Previo a su armado y colocación.

La tubería de acero corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo a las instrucciones del fabricante. La tubería se colocará sobre una cama de arena de 0.20 metros de espesor, conformada y compactada, el relleno se ejecutará empezando 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.

La zona de terraplén adyacente al tubo, con las dimensiones y materiales indicados en los planos, se ejecutará de acuerdo a lo especificado. Su compactación se efectuará en capas horizontales de 0.15 a 0.20 metros 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, determinándose la densidad de campo por cada

capa, aceptándose como mínimo el 95% del MDS obtenida del ensayo Proctor modificado.

Si las aguas que han de conducir los tubos presentan un pH menor de 6 ó que los suelos circundantes presenten sustancias agresivas, los planos indicaran la protección requerida por ellas.

Medición:

La unidad de medida será el metro lineal (m) de tubería metálica corrugada, suministrada y colocada de acuerdo con los planos y esta especificación. La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según sea el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

Bases de Pago:

El pago se hará al precio unitario pactado en el Contrato, por unidad de medida. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, patentes e instalación de las tuberías; el apuntalamiento de estas cuando se requiera; la limpieza de la zona de ejecución de los trabajos al termino de los mismos; el transporte y adecuada disposición de los materiales sobrantes y en general, todo costo relacionado con al correcta ejecución de los trabajos especificados.

Item de Pago	Unidad de Pago
06.04 Tubería metálica corrugada de Ø 24"	Metro lineal (m)
06.05 Tubería metálica corrugada de Ø 36"	Metro lineal (m)

3.2.5 Pintura asfáltica para alcantarillas metálicas

Descripción:

Esta partida consiste en la aplicación de productos asfálticos en la parte interior de las alcantarillas metálicas existentes y las nuevas a instalar, a fin de protegerlas de la oxidación, suelos, ácidos y aguas agresivas.

Materiales:

En toda el área de las los tubos TMC se aplicará un imprimante asfáltico de alto poder adhesivo. Después del secado de este producto se aplicará una pintura asfáltica que contenga productos adhesivos y plastificantes que no sean emulsión ni contengan alquitranes.

Procedimiento Constructivo:

Restregar con cepillo de alambre u otros herramientas, la superficie de las tuberías T.M.C. de modo de obtener una superficie, limpia de grasas, óxido, polvo y otros materiales extraños dejándola limpia y seca.

Aplicación con brocha o rodillo una capa de imprimante asfáltico sobre toda la superficie en una cantidad entre 150 y 200 gr/m² dependiendo de la rugosidad de la superficie y dejarla secar, según lo indique el Ing. Supervisor.

Del mismo modo aplicar pintura asfáltica en cantidad aproximada de 1 kg/m², según lo indique el Ing. Supervisor.

Medición:

La medida para el pago será la superficie en metros cuadrados (m²), correspondiente al producto del perímetro de la tubería TMC por la longitud de la superficie debidamente pintada y aceptada por el Ing. Supervisor.

El perímetro se calculan, teniendo en cuenta el diámetro nominal de la tubería y la longitud será medida de extremo a extremo de cada alcantarilla conforme el metrado de la partida 06.06 Tubería metálica corrugada de Ø24" y Ø36".

Bases de Pago:

La cantidad de metros cuadrados imprimada y pintada se pagará al precio unitario del contrato para la partida 06.06 Pintura asfáltica para alcantarillas metálicas. Este precio y pago constituirá compensación total por todos los materiales, herramientas, equipos, mano de obra, e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos de acuerdo a lo especificado.

Item de Pago	Unidad de Pago
06.06 Pintura asfáltica para alcantarillas metálicas Ø36".	Metro cuadrado (m2)

3.2.6 Relleno para estructuras

Descripción:

Esta partida comprende todo relleno de material de préstamo relacionado con la construcción de las alcantarillas y muros. Todo trabajo referido a este ítem se realizará de acuerdo a las presentes especificaciones y en conformidad con el diseño del Proyecto.

Materiales:

Los materiales de relleno provendrán de canteras de río y tendrán las características señaladas en el Proyecto.

Requisitos de los Materiales

Condición	Partes del Relleno		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	-,-
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Cuadro 3.6: Requisitos de Material de Relleno

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- * Desgaste de los Ángeles : 60% máx. (MTC E 207)
- * Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Método de Ejecución:

Una vez concluida la colocación de la alcantarilla sobre la cama de arena de 0.20 m. de espesor, se procederá a colocar el relleno en capas horizontales no mayores de 20 cm, siendo compactadas como mínimo al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado.

El equipo de compactación puede ser manual para zonas de difícil acceso, para lo cual se pueden usar pisones con pesos mayores de 30 kg y con una superficie para compactar no mayor de 25 x 25 cm. Ante tal situación, el material de relleno para la cama de arena debe ser depositado en capas no mayores de 15 cm de espesor, antes de la compactación. Para zonas de fácil acceso, se podrán utilizar compactadores vibratorios, apisonadores mecánicos o rodillos apisonadores.

El Supervisor autorizará la ejecución de trabajos de relleno de la cama de arena para estructuras en horario nocturno, solamente en los casos que el Contratista cumpla con establecer en las zonas de trabajo un nivel de iluminación adecuado.

Medición:

El relleno será medido para valorizarse en metros cúbicos (m³) de material de préstamo de cantera, colocado y compactado, de acuerdo con las secciones transversales y medidas en su posición final, de conformidad con lo indicado en los planos. Los volúmenes serán determinados, por el método de las áreas medias, en su posición final, el supervisor verificará las secciones transversales antes y después de ser ejecutados los trabajos.

Bases de Pago:

El volumen determinado será pagado al precio unitario del contrato para la partida 06.07 Relleno para estructuras. Dicho precio constituirá compensación completa por toda mano de obra, material y equipo necesario para el transporte y colocación del material procedente de las canteras, así como la compactación, agua para riego, herramientas, e imprevistos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Item de Pago	Unidad de Pago
06.07 Relleno para estructuras	Metro cúbico (m ³)

3.2.7 Emboquillado de piedra e = 0.30 m ; (m²)

Descripción:

Esta partida comprende el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra, para protegerlas contra la erosión y socavación, de acuerdo con lo indicado en los planos y/o lo ordenado por el Supervisor

Las estructuras donde se empleará este tipo de recubrimiento serán los siguientes:

- Aliviadero para piso de cabezal
- Otras estructuras que a criterio del Supervisor crea conveniente colocar protección con emboquillado de piedra.

Materiales:

- **Piedra**

Las piedras a utilizar en el emboquillado deberán tener dimensiones tales, que la menor dimensión sea inferior al espesor del emboquillado en cinco (5) centímetros. Se recomienda no emplear piedras con forma y texturas que no favorezcan una buena adherencia con el mortero, tales como piedras redondeadas o cantos rodados sin fragmentar. No se utilizarán piedras intemperizadas ni piedras frágiles. De preferencia las piedras deberán ser de forma prismática, tener una cara plana como mínimo, la cual será colocada en el lado del emboquillado.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Si sus superficies tienen cualquier materia extraña que reduzca la adherencia, se limpiarán o lavarán. Serán rechazadas si tienen grasas, aceites y/o si las materias extrañas no son removidas.

Las piedras a emplearse pueden ser seleccionadas de tres fuentes, previa autorización del Supervisor:

- Canteras
- Cortes y excavaciones para explanaciones y obras de arte
- Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

- **Concreto**

Debe cumplir con lo indicado en la especificación técnica de concreto de cemento Pórtland para una resistencia mínima de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

Método de Ejecución:

El emboquillado se construirá según lo indicado en los planos del proyecto, en su ubicación, dimensionamiento y demás características. Cualquier modificación deberá ser aprobada por el Supervisor.

- **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 pisón de mano de peso mínimo veinte (20) kilogramos, o bien con equipo mecánico vibratorio. Previamente a la compactación el material deberá humedecerse.

- **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 concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ de 15 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 $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Antes del endurecimiento del concreto, se deberá enrasar la superficie del emboquillado.

En caso de que una piedra se afloje o quede mal asentada o se abra una de las juntas, dicha piedra será retirada, así como el mortero del lecho y las juntas, volviendo a asentar con mortero nuevo, humedeciendo el sitio del asiento.

- Control de Trabajos

Para dar por terminado la construcción del emboquillado se verificará el alineamiento, espesor y acabado, de acuerdo a lo fijado en los planos y/o lo ordenado por la Supervisión, dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

- Espesor del emboquillado +4 cm
- Coronamiento al nivel de enrase +3 cm
- Salientes aisladas en caras visibies con respecto a la sección del proyecto +4 cm
- Salientes aisladas en caras no visibles con respecto a la sección del proyecto +10 cm

- Aceptación de los Trabajos

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

Medición:

La unidad de medida para los trabajos de emboquillado, aprobados por el Supervisor, será el metro cuadrado (m²), para capa de 0.15 m de espesor.

Bases de Pago:

La cantidad de metros cuadrados de canal revestido será pagada al precio unitario establecido en el Contrato para la partida " Canal revestido de piedra emboquillada" el que incluirá todos los trabajos de excavación, eliminación y conformación del material sobrante, suministro de los materiales hasta el lugar de ubicación de estas estructuras, mano de obra, equipos, herramientas y en general todo los trabajos e insumos requeridos para la ejecución de la partida de acuerdo a estas Especificaciones.

Item de Pago	Unidad de Pago
06.08 Emboquillado de Piedra	Metro cúbico (m ²)

3.2.8 Cunetas revestidas en concreto

Descripción:

Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con concreto de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas, dimensiones y en los sitios señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

Materiales:

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

- Concreto

El concreto será de calidad $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para las cunetas de concreto simple.

- 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, según lo determine el Supervisor.

- Sellante para juntas

Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico consistente de mezcla arena asfalto.

- 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.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

- Equipo

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

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.

Se deberá tener en consideración los residuos que generen la sobras de excavación y depositar los excedentes en lugares de disposición final. 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.

- Colocación de Encofrados

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

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

Para las labores de encofrado, se utilizará únicamente la madera talada en la etapa de desbroce y limpieza, no debiendo bajo ningún motivo talar nuevos árboles para este fin. Si la madera es insuficiente se tendrá que reciclar al máximo o comprar madera ya aserrada.

- Elaboración del concreto

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla.

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, el señalado en los planos.

Durante la construcción, se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que indiquen los planos u ordene el Supervisor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento de la cuneta.

El Contratista deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la cuneta quede con las verdaderas forma y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante la aplicación de un mortero de cemento de un tipo aprobado por el Supervisor.

- Aceptación de los trabajos

(a) Controles

El Supervisor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar el encofrado y verter el concreto.

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en las Sección 6.02 "Concreto".

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Supervisor sólo aceptará cunetas cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no sean inferiores a las señaladas 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.

Medición:

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al décimo de metro, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

La longitud se determinará midiendo en forma paralela a las líneas netas de las cunetas señaladas en los planos u ordenados por el Supervisor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de la medida se deberán incluir, también, los desagües de agua revestidos en concreto, correctamente construidos.

El Supervisor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de cunetas cuyas dimensiones sean inferiores a las de diseño.

La medición se efectuará según el tipo de cuneta:

- * Cuneta triangular tipo T1

Pago:

El pago se hará al precio unitario del contrato, para cada partida de pago, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación aceptada a satisfacción del Supervisor.

Dichos precios deberán cubrir todo costo por:

Excavación de la sección de la cuneta

Perfilado y compactación de superficie para construcción de la cuneta

Suministro y colocación del encofrado hasta su posición final en la estructura.

Suministro y colocación del concreto hasta su posición final en la estructura.

Suministro y colocación del material asfáltico para las juntas.
Eliminación y conformación del material sobrante.

Item de Pago	Unidad de Pago
6.09 Cuneta Triangular Tipo T1	Metro lineal (ml)

3.2.9 Muros de Concreto Ciclópeo

Descripción:

La partida consiste en la construcción de muros de sostenimiento, tal como se muestra en los planos del Proyecto.

Los trabajos y obras que comprende la ejecución de esta partida son los siguientes:

- Excavación para cimentación de la estructura
- Construcción del muro de concreto
- Construcción de juntas.
- Suministro e instalación de tubería de drenaje
- Relleno de filtro tras el muro.
- Material Impermeable.
- Relleno hasta nivel de subrasante tras el muro.

Materiales:

Los materiales a ser utilizados y que comprenden esta partida, deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- a) Concreto: cumplirá la especificación de la Sección 6.02 para concreto de 175 Kg/cm² de resistencia a la compresión con adición de 30% de (P.M.) de hasta 30 cm. ó según la dimensión de la estructura a vaciar.
- b) Encofrado y desencofrado; según Sección 6.03

- d) Relleno de filtro: consistirá en una mezcla de grava y arena, limpia de materias orgánicas, duras y estables que cumplan con requisitos de material para filtro y, salvo que los planos especifiquen otra gradación, estarán en los límites granulométricos indicados :

Malla % que pasa

#3	100
#4	50 (min.)
#50	10-30
#100	0-10
#200	0-2

- d) Relleno impermeable: Consistirá en una capa de 10 cm. de espesor de material impermeable (arcilla, asfáltico u otro), aprobado por el Supervisor.
- e) Tubería de drenaje: serán tubos de p.v.c. clase 5 de 4" de diámetro, perforados para los longitudinales.
- f) Material para juntas: serán de tecnopor a colocar en toda el área de la sección del muro, de 15 mm. de espesor mínimo, y en los sectores indicados en los Planos.

Requerimientos de Construcción:

Los procedimientos constructivos a utilizar se ajustarán a las especificaciones siguientes:

- Excavación: Especificación Sección 6.01
- Encofrado y desencofrado : Especificación Sección 6.03
- Concreto: Especificación Sección 6.02
- Juntas: Que podrán ser de construcción, contracción o de dilatación, a ejecutarse según las dimensiones y secciones indicadas en los Planos. En todo

caso, siempre se proveerá de juntas de construcción cuando la altura y nivel de cimentación. El espesor mínimo de la junta será de 15mm.

- Rellenos: los rellenos de material de filtro serán realizados en capas de no más de 0.25 m. de espesor compactados con plancha vibratoria hasta la altura indicada en los planos. Sobre la última capa se colocará una capa de material impermeable de 10cm. de espesor.

Medición:

La medición para el pago será realizada por metro cúbico (m^3) de muro de concreto construido, calculado mediante el producto del área de la sección del muro por su longitud.

Pago:

La cantidad determinada de metros cúbicos de muro medida según el método descrito en el acápite anterior se pagará al precio unitario del contrato para la partida. El precio unitario por metro cúbico de muro de concreto comprenderá el:

- Encofrado y desencofrado para el muro.
- Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$ para el muro
- Juntas para el muro.
- Relleno de filtro detrás del muro
- Relleno de material impermeable
- Tubo de drenaje detrás y en el muro

Es decir, todo el suministro de materiales hasta el lugar de ubicación de estas estructuras, y la mano de Obra, Equipo y herramientas, así como cualquier actividad e imprevisto necesario para la completa ejecución de la partida.

Item de Pago	Unidad de Pago
6.10 Muro de Concreto Ciclópeo	Metros cúbicos (m^3)

3.2.10 Enrocado de protección

Descripción:

Comprende la explotación, selección, transporte y colocación de enrocado de protección en las ubicaciones y dentro de los límites mostrados en los planos. Asimismo, comprende la preparación del terreno para recibir el enrocado de acuerdo a lo establecido en las presentes especificaciones. El enrocado a colocar se refiere también a lo indicado en la salida de protección de los canales disipadores de energía.

Materiales:

El material a ser utilizado para la construcción de enrocados de protección estará constituido por elementos de roca sólida y estable de forma redondeada o angular y que se conforme a la distribución siguiente :

$$20\% = \text{ó } />0.5 d_{50}$$

$$50\% = 1.0 d_{50}$$

$$100\% = \text{ó } > 2.0 d_{50}$$

Siendo d_{50} el diámetro que corresponde al 50% en la curva de graduación. El material enrocado será asentado con mortero de cemento conforme lo indica los planos.

Para el enrocado a colocar en la salida de protección de las cajas disipadoras, este será hecho por agregados de tamaño conforme a lo indicado en los Planos de de las cajas disipadoras.

Requerimientos de Construcción:

Como tarea inicial, el terreno donde vaya a ser construido el enrocado será limpiado eliminándose todo material orgánico, suelto o prominente

procediéndose, a continuación a nivelar el terreno hasta lograr una superficie más o menos uniforme pero rugosa.

El enrocado será colocado tal como el diseño lo indica sobre la superficie preparada, acomodándolo para conseguir una adecuada distribución y amarre entre los elementos de roca y evitando la concentración de rocas de diámetro similar.

Medición:

Los enrocados de protección serán medidos de acuerdo al número de metros cúbicos (m^3), colocados en su posición final de acuerdo con las instrucciones y detalles de los planos y las presentes especificaciones. Para efectos de medición se considerarán los niveles del terreno y los del enrocado colocado en su ubicación definitiva.

Pago:

La cantidad de metros cúbicos de "Enrocado de protección" colocado será pagada de acuerdo al precio unitario consignado en el Contrato para esta partida, el que incluirá también el costo de preparación del terreno. Dicho precio y pago constituirán la compensación total por el costo los equipos, herramientas, mano de obra, suministro de materiales hasta el lugar de ubicación de estas estructuras y en general todos los recursos necesarios para la ejecución de la partida de acuerdo con lo estipulado en los planos y en las presentes especificaciones.

Item de Pago	Unidad de Pago
6.12 Enrocado de Protección	Metros cúbicos (m^3)

3.2.11 Geotextil

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:

Generalidades

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 Cuadro 3.7.

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

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

Cuadro 3.7 : Geotextiles - Requerimientos de Supervivencia E = Elongación

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 Cuadro 3.8.

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 650-1		
Los otros geotextiles	-	-	Clase 1 de la Tabla 650-1		
Permitividad	D4491	seg -1	0.7	0.2	0.1
Abertura aparente (AOS)*	D4751	mm	0.43	0.25	0.22
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

Cuadro 3.8: Geotextiles para control permanente de Erosión – Requerimientos

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:

Para todas las aplicaciones de geotextiles mencionados en esta sección la unidad de medida será el metro cuadrado (m²). Los traslapes no se diferenciarán en la medida y estarán incluidos en ella.

Pago:

El pago de los geotextiles para las aplicaciones indicadas en esta sección, se pagarán a los precios unitarios respectivos que se han pactado en el contrato, los que incluirán todas las operaciones para suministrar, transportar, colocar en el punto de aplicación, control de calidad y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo aceptado, a satisfacción del Supervisor. También incluye el costo de traslapes y costuras que se requieran para el cumplimiento de las especificaciones.

Item de Pago	Unidad de Pago
6.12 Geotextil	Metros cúbicos (m ³)

3.3 Resumen de Metrados

Se muestra el Resumen de Metrados.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+800 AL KM 164+10			
RESUMEN DE METRADOS			
ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO
06	OBRAS DE ARTE		
601	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3	358.26
602	CONCRETO CICLOPEO F'C=175 KG/CM2 + 30% PM	M3	53.45
603	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	60.46
604	ALCANTARILLA TMC Ø=24"	ML	6.60
605	ALCANTARILLA TMC Ø=36"	ML	6.60
606	PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS	M2	62.20
607	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	281.11
608	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	24.10
609	CUNETAS TRIANGULAR	ML	300.00
610	MURO DE CONTENCION EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA: CONCRETO+70% PM	ML	20.00
611	ENROCADOS DE PROTECCION	M3	170.45
612	GEOTEXTIL	M2	170.00

Cuadro 3.9: Resumen de Metrados Obras de Arte.

El Sustento del metrado se encuentra en la sección de Anexos

3.4 Análisis de Precios Unitarios

Partida	601 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : M3			10.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0044	14.37	0.06	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	11.66	0.52	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0444	10.54	0.47	
							1.05
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.05	0.03	
0349730016	EXCAVADORA DE ORUGAS 115-165 HP	H.M	1.0000	0.0444	206.65	9.18	
							9.21

Partida	602 CONCRETO CICLOPEO F'c=175 KG/CM2 + 30% PM						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : M3			311.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.4444	14.37	6.39	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	13.07	11.62	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	11.66	5.18	
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.5556	10.54	37.48	
							60.67
Materiales							
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bls		6.0000	21.51	129.06	
							129.06
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	60.67	3.03	
0348010094	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 23 HP 11-12P3	H.M	1.0000	0.4444	29.49	13.11	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	4.80	2.13	
							18.27
Subpartidas							
900701031001	CURADO DE CONCRETO	m2		5.0000	3.81	19.05	
930101910280	PIEDRA CHANGADA	m3		0.5850	82.07	48.01	
930101910705	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1840	15.29	2.81	
930101922521	ARENA GRUESA	m3		0.2350	67.57	15.88	
930101972088	PIEDRA MEDIANA	m3		0.3750	48.62	18.23	
							103.98

Partida	603 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : M2			60.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	14.37	0.77	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	13.07	6.97	
0147010004	PEON	hh	4.0000	2.1333	10.54	22.48	
							30.22
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.2000	2.89	0.58	
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.2000	3.36	0.67	
0243000025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	P2.		6.4000	3.99	25.54	
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2	gin		0.2500	9.56	2.39	
							29.18
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	30.22	0.91	
							0.91

Partida	604		ALCANTARILLA TMC Ø=24"					
Rendimiento	M/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : M			218.31	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ		hh	0 1000	0 0667	14 37	0 96	
0147010003	OFICIAL		hh	1 0000	0 6667	11 66	7 77	
0147010004	PEON		hh	4 0000	2 6667	10 54	28 11	
							36 84	
Materiales								
0209140024	ALCANTARILLA METALICA 0=24" C=14		ML		1 0000	156 00	156 00	
							156.00	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3 0000	36 84	1 11	
0349030004	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1 0000	0 6667	22 33	14 89	
							16 00	
Subpartidas								
930101910705	AGUA PARA LA OBRA		m3		0 1500	15 29	2 29	
930101930618	MATERIAL ZARANDEADO DE CANTERA		m3		0 3140	22 88	7 18	
							9.47	

Partida	605		ALCANTARILLA TMC Ø 36"					
Rendimiento	M/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : M			358.80	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ		hh	0 1000	0 0800	14 37	1 15	
0147010003	OFICIAL		hh	1 0000	0 8000	11 66	9 33	
0147010004	PEON		hh	4 0000	3 2000	10 54	33 73	
							44.21	
Materiales								
0209140036	ALCANTARILLA METALICA 0=36" C=14		ML		1 0000	228 31	228 31	
							228.31	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3 0000	44 21	1 33	
0349030004	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1 0000	0 8000	22 33	17 86	
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3		hm	0 2000	0 1600	114 71	18 35	
							37 54	
Subpartidas								
930101910705	AGUA PARA LA OBRA		m3		0 1500	15 29	2 29	
930101930618	MATERIAL ZARANDEADO DE CANTERA		m3		2 0300	22 88	46 45	
							48.74	

Partida	606		PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : M2			10.88	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ		hh	0 2000	0 0160	14 37	0 23	
0147010002	OPERARIO		hh	1 0000	0 0800	13 07	1 05	
0147010003	OFICIAL		hh	2 0000	0 1600	11 66	1 87	
0147010004	PEON		hh	2 0000	0 1600	10 54	1 69	
							4.84	
Materiales								
0213010088	ASFALTO LIQUIDO RC 250		gln		0 1500	5 60	0 84	
0254710001	IMPRIMANTE ASFALTICO		kg		0 2300	21 57	4 96	
							5.80	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5 0000	4 84	0 24	
							0.24	

Partida	607 RELLENO PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	M3/DIA	MO 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : M3			31.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	0 0133	14.37	0.19	
0147010002	OPERARIO	hh	1 0000	0.1333	13.07	1.74	
0147010004	PEON	hh	2 0000	0.2667	10.54	2.81	
							4.74
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	4.74	0.24	
0349030004	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0 5000	0 0667	22.33	1.49	
0349030017	RODILLO LISO VIBR MANUAL 10 8HP 0.8-1.1T	hm	0 5000	0 0667	28.11	1.87	
							3.60
Subpartidas							
930101910705	AGUA PARA LA OBRA	m3		0 0150	15.29	0.23	
930101930618	MATERIAL ZARANDEADO DE CANTERA	m3		1 0000	22.88	22.88	
							23.11

Partida	608 EMBOQUILLADO DE PIEDRA						
Rendimiento	M2/DIA	MO 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : M2			153.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	14.37	0.57	
0147010003	OFICIAL	hh	2 0000	0.8000	11.66	9.33	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.8000	10.54	8.43	
							18.33
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.33	0.55	
							0.55
Subpartidas							
900305080115	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3		0.3000	336.05	100.82	
930101972088	PIEDRA MEDIANA	m3		0.7000	48.62	34.03	
							134.85

Partida	609 CUNETAS TRIANGULAR						
Rendimiento	M/DIA	MO 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : M			80.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	0 0100	14.37	0.14	
0147010003	OFICIAL	hh	1 0000	0 1000	11.66	1.17	
0147010004	PEON	hh	2 0000	0.2000	10.54	2.11	
							3.42
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	3.42	0.10	
0349030004	COMPACTADOR VIBR TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1 0000	0 1000	22.33	2.23	
							2.33
Subpartidas							
900305080115	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3		0 1979	336.05	66.50	
900701030801	EXCAVACION MANUAL	m3		0 0990	28.19	2.79	
930101920128	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	m2		0 0990	25.25	2.50	
930101940504	JUNTAS ASFALTICAS P/CUNETAS	m		0.6133	4.26	2.61	
							7.40

Partida	610 MURO DE CONTENCION EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA: CONCRETO +70% PM						
Rendimiento	ML/DIA	MO	EQ.	Costo unitario directo por : ML			1,796.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subpartidas							
900305080115	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3		2.3900	336.05	803.16	
900801010411	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		6.8900	60.31	415.54	
901103010207	ACABADO LATERAL O EMBOQUILLADO DE MUROS DE PIEDRA	m2		5.7900	25.93	150.13	
930101922502	GRAVA	m3		1.6500	82.07	135.42	
930101940509	JUNTAS DE MUROS	m2		1.4700	4.21	6.19	
930101960514	TUBERIA PVC D=4"	m		0.4800	31.42	15.08	
930101972088	PIEDRA MEDIANA	m3		5.5700	48.62	270.81	
							1,796.33

Partida	611	ENROCADO DE PROTECCION						
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.			Costo unitario directo por M3		75.19
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
		Subpartidas						
930101910502	COLOCACION DE ENROCADO DE PROTECCION		m3		1.0000	24.27		24.27
930101972024	PIEDRA GRANDE		m3		1.0000	50.92		50.92
								75.19

Partida	612	GEOTEXTIL						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por M2		7.87
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0032	14.37		0.05
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	13.07		0.42
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0640	10.54		0.67
								1.14
		Materiales						
0230680089	GEOTEXTIL		m2		1.1000	6.09		6.70
								6.70
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.14		0.03
								0.03

3.5 Presupuesto Referencial de Obras de Arte y Drenaje.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+800 AL KM 164+100					
PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO SI.	PARCIAL SI.
06	OBRAS DE ARTE				
601	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3	358.26	10.26	3,675.75
602	CONCRETO CICLOPEO F'C=175 KG/CM2 + 30% PM	M3	53.45	311.93	16,675.33
603	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	60.46	60.31	3,646.34
604	ALCANTARILLA TMC Ø=24"	ML	6.60	218.31	1,440.85
605	ALCANTARILLA TMC Ø=36"	ML	6.60	358.80	2,368.08
606	PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS	M2	62.20	10.88	676.74
607	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	281.11	31.45	8,840.91
608	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	24.10	153.73	3,704.89
609	CUNETAS TRIANGULAR	ML	300.00	80.15	24,045.00
610	MURO DE CONTENCION EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA: CONCRETO+70% PM	ML	20.00	1,796.33	35,926.60
611	ENROCADOS DE PROTECCION	M3	170.45	75.19	12,816.14
612	GEOTEXTIL	M2	170.00	7.87	1,337.90
	COSTO DIRECTO				115,164.52
	GASTOS GENERALES	44.51%			51,261.87
	UTILIDAD	5.00%			6,767.73
	SUBTOTAL				172,164.11
	IMPUESTO (IGV)	19.00%			32,711.18
	TOTAL PRESUPUESTO				204,875.30
SON : DOSCIENTOS VENTICUATRO MIL, OCHOCIENTOS SETENTICINCO CON 30/100 NUEVOS SOLES					

Cuadro 3.10: Presupuesto Obras de Arte.

3.7 Relación de equipo mínimo:

ITEM	EQUIPOS	UNIDAD
1.0	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 23 HP	hm
2.0	CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm
3.0	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	hm
4.0	RODILLO LISO VIBR MANUAL 10.8HP 0.8-1.1T	hm
5.0	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3	hm
6.0	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm
7.0	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm
8.0	EXCAVADORA DE ORUGAS 115-165 HP	hm

Cuadro 3.12: Listado de equipos mínimos

3.8 Cronograma de Desembolsos Mensuales

En vista que la programación de trabajo para la Especialidad de Obras de Arte fue estimado dentro de un mes, el desembolso se dará de la siguiente manera:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+800 AL KM 164+100				
CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS				
Item	Descripción	Und	Parcial (S/.)	Mes 1
06	OBRAS DE ARTE		115,154.52	115,154.52
601	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3	3,675.75	3,675.75
602	CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	M3	16,675.33	16,675.33
603	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	3,646.34	3,646.34
604	ALCANTARILLA TMC Ø=24"	ML	1,440.85	1,440.85
605	ALCANTARILLA TMC Ø=36"	ML	2,368.08	2,368.08
606	PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS	M2	676.74	676.74
607	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	8,840.91	8,840.91
608	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	3,704.89	3,704.89
609	CUNETAS TRIANGULAR	ML	24,045.00	24,045.00
610	MURO DE CONTENCION EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA: CONCRETO +70% PM	ML	35,926.60	35,926.60
611	ENROCADOS DE PROTECCION	M3	12,816.14	12,816.14
612	GEOTEXTIL	M2	1,337.90	1,337.90

Cuadro 3.13: Cronograma de desembolsos

3.9 Programa General de Ejecución.

Ver Sección anexos.

3.10 Planos de Obra.

Ver Sección anexos.

CONCLUSIONES

1. Para el análisis estadístico se propuso los métodos Gumbel y LogPearson III, ya que estos métodos son los que se ajustan mejor con datos pluviométricos obtenidos y que son recomendables por los distintos expedientes elaborados por el MTC- PROVIAS NACIONAL tales como:
 - Estudio definitivo de Mantenimiento Periódico Carretera Ciudad de Dios- Cajamarca - PROVIAS NACIONAL-MTC/2006
 - Estudio definitivo de Rehabilitación Y Mejoramiento de La Carretera Casma – Yautan – Huaraz - MTC 1998
 - Estudio definitivo para el Mantenimiento Periódico de la Carretera Panamericana Norte Tramo: Sullana - Puente Macará- PROVIAS NACIONAL- -MTC/2005
2. Después de haber realizado un análisis estadístico por el método Error Cuadrático, se llegó a la conclusión que el método probabilístico que tuvo mayor representatividad con la data obtenida fue el Método Gumbel.
3. Para la precipitación de diseño, se analizó 02 estaciones más cercanas a la zona de estudio: Estación Carania y Estación Yauricocha, de las cuales se eligió la Estación Yauricocha por tener las precipitaciones máx., mas conservadoras y críticas.
4. Para la estimación de Caudales, se utilizó el método Racional para drenaje Longitudinal (cunetas) y el método SCS Hidrograma Unitario Triangular para Drenaje Transversal.
5. Para la elección de la alcantarilla, se propuso dos alternativas: Alcantarilla TMC-Corrugada y Alcantarilla MCA - Concreto Armado de los cuales se eligió la alcantarilla TMC - Corrugada, porque según el análisis de costo efectuado es más rentable que la alcantarilla MCA.

Costo Alcantarilla. MCA 1.0 x1.0	>	Costo Alcantarilla TMC 36"
S/. 18, 943.69	>	S/. 11, 543.44

6. Para el diseño de Defensa Ribereña, dentro del análisis de socavación, las Ecuaciones formuladas y aplicadas fueron solo para el tipo de Erosión Generalizada y no Erosión Local ya que dentro del tramo no hay existencia de pilares, por tanto se usaron al ecuaciones de Régimen Estable de Blench - Altumin y para calculo de Profundidad de socavación las ecuaciones de L.L. List Van Lebediev.
7. Para definir la estructura para la defensa Ribereña se analizo 02 alternativas:

-Muro en Mampostería de Piedra.

-Enrocado

Además se evaluó si cada una de ellas podría funcionar independientemente de acuerdo a la Topografía de la zona, dando por concluido que era muy difícil que estas actúen independientemente, por tanto eran necesario las dos estructuras.

Los motivos eran que la diferencia de Cotas de la plataforma Proyectada con respecto al nivel del tirante de agua, están por los 6.00 a 8.00 mts. y se tenia un ancho angosto promedio de 15 mts, que era muy difícil que se desarrollase un enrocado solo para esas condiciones.

Aparte que el Muro de Protección en Mampostería de Piedra, cumpliría las funciones de Sostenimiento del Talud de la carretera Proyectada en la parte superior y el enrocado cumplirá la función de evitar la socavación en la cimentación del muro.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que las características de materiales cumplan con las especificaciones dadas, a fin de evitar fallas estructurales dentro de las obras hidráulicas.
2. Para el caso de las Cunetas y Alcantarilla se recomienda que la limpieza de estas sea periódica para evitar que las aguas entre en contacto con al plataforma asfáltica y este colapse.
3. Para el caso del Muro de Contención y el enrocado es recomendable hacer un mantenimiento Periódico, para verificar el nivel de socavación provocada por el río y evitar el colapso de la plataforma superior proyectada.

BIBLIOGRAFIA

1. Braja M. Das, Principios a la Ingeniería de Cimentaciones, Thomsom Editores, California State University, 2001.
2. Teran A. Ruben, Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas, Escuela Superior de Administración de aguas, Peru, 1998.
3. Espinoza Sánchez Mario, Determinación de la Profundidad de Socavación, Tesis UNIFIC, Lima-Peru, 2007
4. Rocha Felices Arturo, Hidráulica de tuberías y Canales, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2007.
5. Rocha Felices Arturo, Introducción a la Hidráulica Fluvial, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 1998.
6. Martín Vide, Juan, Ingeniería de Rios, Alfa Omega Editor, México, 2003
7. Morales Morales Roberto, Diseño en Concreto Armado, ACI- PERU, Perú, 2000.
8. Ven Te Chow D.R. Maindment, Hidrología Aplicada, Mc. Graw Hill, Colombia, 1994.
9. Villon Bejar Máximo, Diseño de Estructuras Hidráulicas, Editorial Villon, Lima, 2005
10. Villon Bejar Máximo, Hidrología Superficial, Editorial Villon, Lima, 2002.

11. Paginas Web.

- www.mtc.gob.pe
- www.proviasdep.gob.pe
- <http://web.usal.es/~javisan/hidro/hidro.htm>
- http://www.inrs-ete.quebec.ca/activites/groupes/chaire_hydrol/pdf/HYFRAN-fiche_ESPN.pdf
- <http://www.senamhi.gob.pe/>

ANEXOS

ANALISIS HIDROLOGICO PARA ESTACION CARANIA

ESTACION CARANIA

Data ingresada al Software

Observation	Identifier	Empirical Probability
44.3	1965	0.9737
33.1	1988	0.9474
29.3	1969	0.9211
28.4	1964	0.8947
27	2000	0.8684
26	1990	0.8421
25	1966	0.8158
24.4	1989	0.7895
22.6	1973	0.7632
20.9	1987	0.7368
20.1	1972	0.7105
20	1986	0.6842
19.3	1976	0.6579
18.6	1967	0.6316
18	1971	0.6053
17.5	1981	0.5789
17.4	1977	0.5526
17.1	1980	0.5263
16.8	1974	0.5
16.6	1970	0.4474
16.6	1983	0.4737
16.1	1978	0.3947
16.1	1996	0.4211
16	1975	0.3421
16	1993	0.3684
15.9	1982	0.3158
15.6	1999	0.2895
15.1	1979	0.2368
15.1	1992	0.2632
14.6	1997	0.2105
14.2	1984	0.1842
14.1	1968	0.1053
14.1	1994	0.1316
14.1	1998	0.1579
13.5	1995	0.0789
12.9	1985	0.0526
12.4	1991	0.0263

ESTACION CARANIA

Parametros estadisticos

Numero de Datos	37.00
Minimo	12.40
Máximo	44.30
Promedio	19.30
Desviación estándar	6.59
Mediana	16.80
Coficiente de var	0.34
Coficiente de Asi	1.96
Coficiente de cur	6.58

ESTACION CARANIA

Test for independence (Wald-Wolfowitz)

Hypotheses

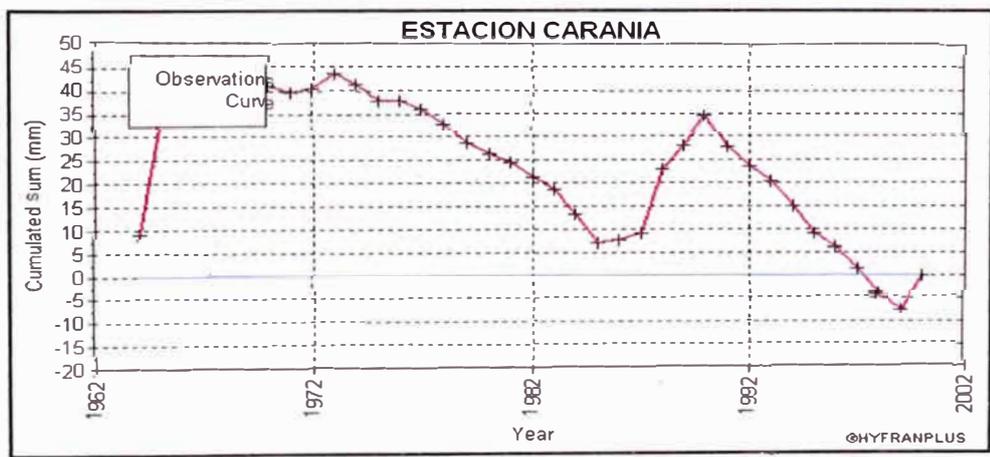
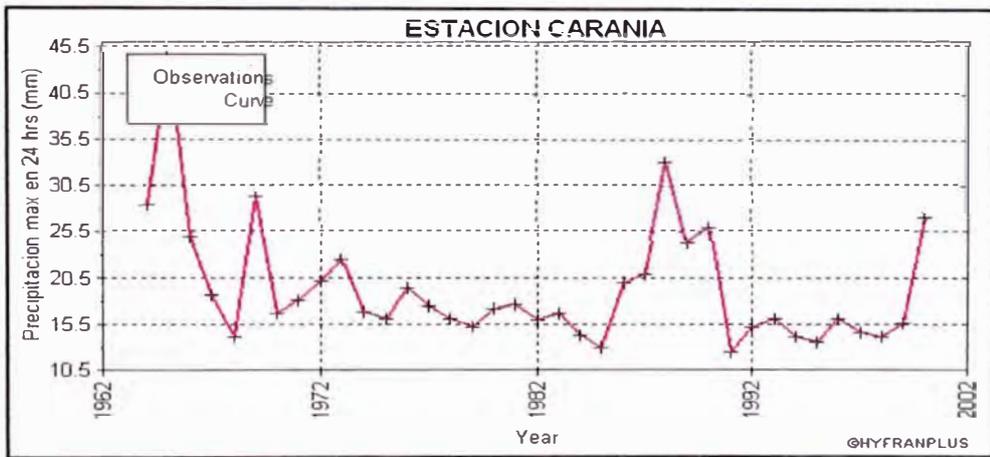
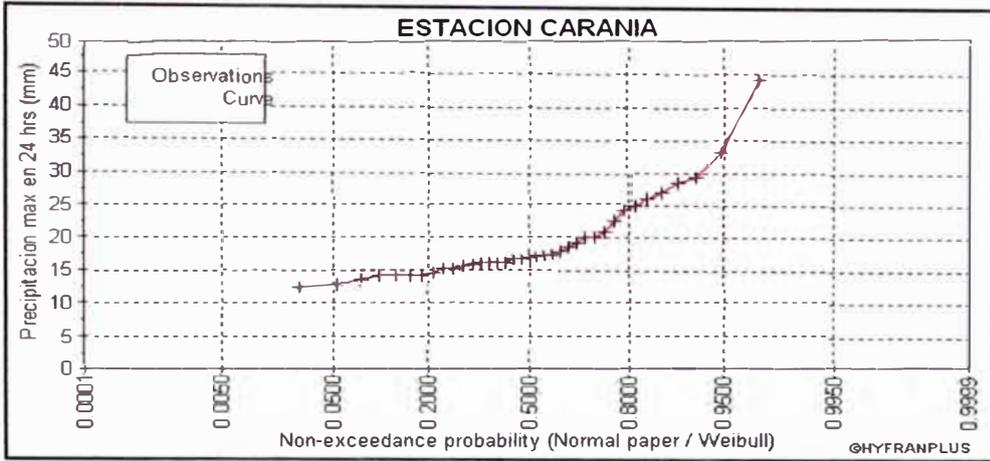
H0 The observations are independent
H1 Observations are dependent (autocorrelation of order 1)

Results

Statistics value $|U| = 3.08$
p-value : $p = 0.00207$

Conclusion

We REJECT H0 at a significance level of 1 %.



ESTACION CARANIA

Results of the fitting

Gumbel (Method of moments)

Number of observations 37

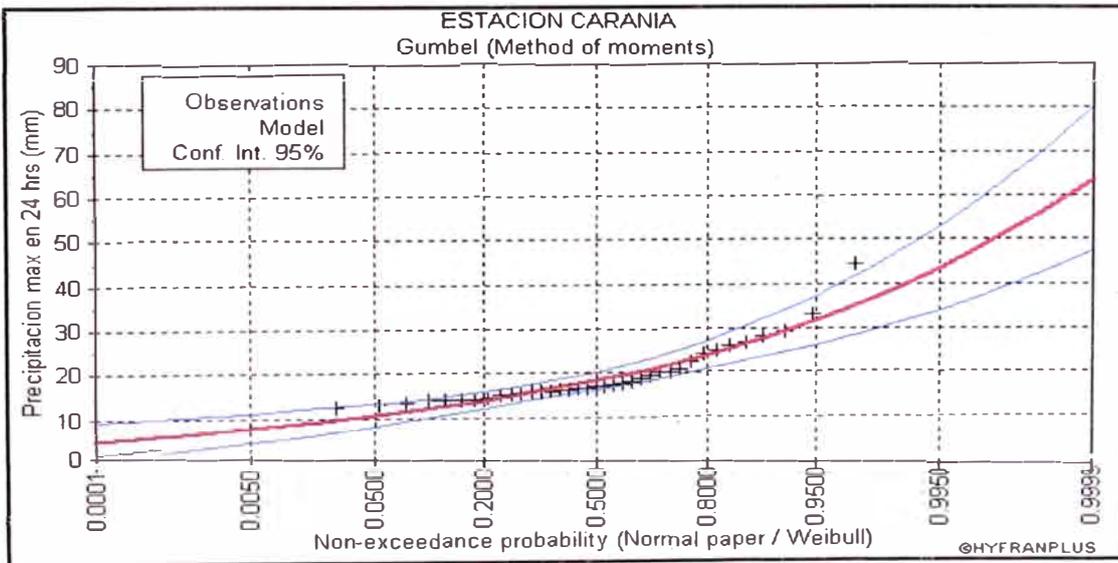
Parameters

u= 16.35212
alpha= 5.139853

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability
T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)
10000	0.9999	63.7	8.29	47.4 79.9
2000	0.9995	55.4	6.87	41.9 68.9
1000	0.999	51.9	6.27	39.6 64.1
500	0.998	48.3	5.66	37.2 59.4
200	0.995	43.6	4.86	34.1 53.1
100	0.99	40	4.25	31.7 48.3
50	0.98	36.4	3.65	29.3 43.6
25	0.96	32.8	3.05	26.8 38.8
20	0.95	31.6	2.86	26 37.2
10	0.9	27.9	2.26	23.5 32.4
5	0.8	24.1	1.68	20.8 27.3
3	0.6667	21	1.26	18.5 23.5
2	0.5	18.2	0.995	16.3 20.2
1.4286	0.3	15.4	0.914	13.6 17.2
1.25	0.2	13.9	0.973	12 15.8
1.1111	0.1	12.1	1.13	9.86 14.3
1.0526	0.05	10.7	1.28	8.21 13.2
1.0204	0.02	9.34	1.45	6.49 12.2
1.0101	0.01	8.5	1.57	5.43 11.6
1.005	0.005	7.78	1.67	4.51 11.1
1.001	0.001	6.42	1.87	2.75 10.1
1.0005	0.0005	5.93	1.95	2.11 9.74
1.0001	0.0001	4.94	2.1	0.827 9.05



ESTACION CARANIA

Adequacy test

Gumbel(Method of moments)

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Gumbel

H1 : The underlying distribution of this sample is not Gumbel

Results

Statistics result : $\chi^2 = 9.92$

p-value : $p = 0.0776$

Degrees of freedom : 5

Number of classes : 8

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

ESTACION CARANIA

Comparison of characteristics between function and sample

Gumbel(Method of moments)

	Charac. of	Charac. of the sample
Minimum	None	12.4
Maximum	None	44.3
Mean	19.3	19.3
Standard deviation	6.59	6.59
Median	18.2	16.8
Coefficient of variation	0.341	0.341
Skewness coefficient (C ₃)	1.14	1.96
Kurtosis coefficient (C ₄)	2.4	6.58

ESTACION CARANIA

Results of the fitting

Log-Pearson type 3 (Method of moments (BOB), base = 10)

Number of observations 37

Parameters

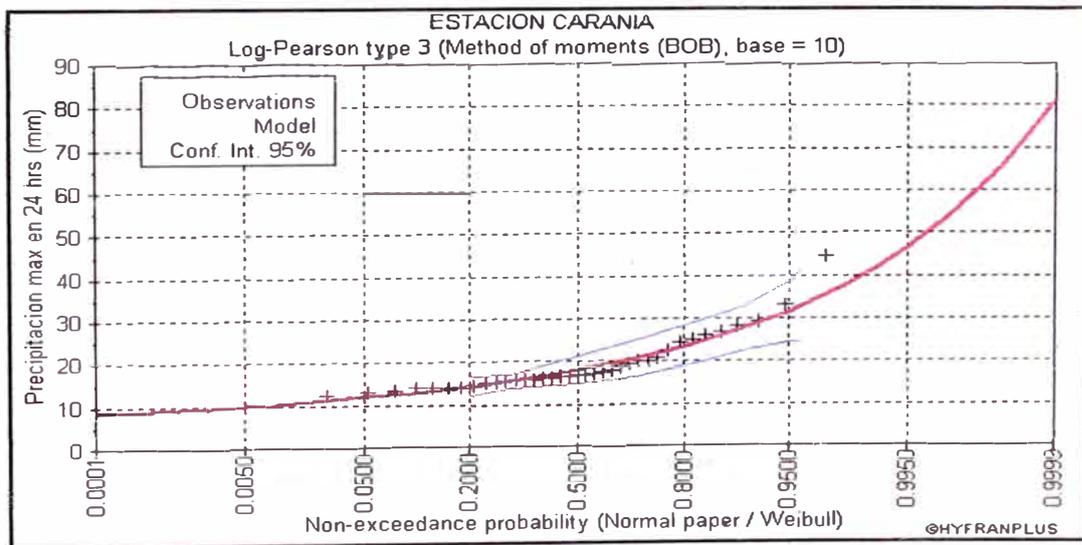
alpha 27.527007
 lambda 12.825319
 m 0.799419

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
10000	0.9999	81.3	82.4	N/D	N/D
2000	0.9995	65.3	48.5	N/D	N/D
1000	0.999	59.2	37.3	N/D	N/D
500	0.998	53.5	27.8	N/D	N/D
200	0.995	46.6	17.9	N/D	N/D
100	0.99	41.7	12	N/D	N/D
50	0.98	37.1	7.51	N/D	N/D
25	0.96	32.8	4.32	24.4	41.3
20	0.95	31.5	3.66	24.3	38.6
10	0.9	27.4	2.57	22.4	32.5
5	0.8	23.4	2.47	18.6	28.3
3	0.6667	20.5	2.16	16.3	24.8
2	0.5	17.9	1.58	14.8	21
1.4286	0.3	15.5	0.799	13.9	17
1.25	0.2	14.2	1.1	12.1	16.4
1.1111	0.1	12.8	2.26	N/D	N/D
1.0526	0.05	11.8	3.38	N/D	N/D
1.0204	0.02	10.9	4.67	N/D	N/D
1.0101	0.01	10.4	5.52	N/D	N/D
1.005	0.005	9.97	6.29	N/D	N/D
1.001	0.001	9.22	7.83	N/D	N/D
1.0005	0.0005	8.98	8.4	N/D	N/D
1.0001	0.0001	8.51	9.59	N/D	N/D



ESTACION CARANIA

Adequacy test

Log-Pearson type 3(Method of moments (BOB), base = 10)

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Log-Pearson type 3

H1 : The underlying distribution of this sample is not Log-Pearson type 3

Results

Statistics result : $\chi^2 = 6.03$

p-value : $p = 0.1971$

Degrees of freedom : 4

Number of classes : 8

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

ESTACION CARANIA

Comparison of characteristics between function and sample

Log-Pearson type 3(Method of moments (BOB), base = 10)

	Charac. of the	Charac. of the sample	
Minimum		6.3	12.4
Maximum	None		44.3
Mean		19.3	19.3
Standard deviation		6.5	6.59
Median		17.9	16.8
Coefficient of variator		0.337	0.341
Skewness coefficient		1.88	1.96
Kurtosis coefficient (C		10.6	6.58

GUMBEL

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-\mu}{\alpha}\right] \exp\left[-\frac{x-\mu}{\alpha}\right]$$

Precipitacion Observada	Identifler	Probabilidad de no superacion	Probabilidad de superacion	T. Retomo	Precipitacion Obtenida	
Xei - (mm)	Año	q	p=1-q	T=1/(1-q)	Xoi - (mm)	(Xei - Xoi) ^2
44.300	1965	0.984	0.016	62.112	37.500	46.240
33.100	1988	0.957	0.043	23.256	32.400	0.490
29.300	1969	0.930	0.070	14.306	29.800	0.250
28.400	1964	0.903	0.097	10.331	28.100	0.090
27.000	2000	0.876	0.124	8.084	26.800	0.040
26.000	1990	0.850	0.151	6.645	25.700	0.090
25.000	1966	0.823	0.177	5.637	24.700	0.090
24.400	1989	0.796	0.204	4.895	23.900	0.250
22.600	1973	0.769	0.231	4.325	23.200	0.360
20.900	1987	0.742	0.258	3.874	22.600	2.890
20.100	1972	0.715	0.285	3.510	22.000	3.610
20.000	1986	0.688	0.312	3.207	21.400	1.960
19.300	1976	0.661	0.339	2.952	20.900	2.560
18.600	1967	0.634	0.366	2.735	20.400	3.240
18.000	1971	0.608	0.393	2.548	19.900	3.610
17.500	1981	0.581	0.419	2.384	19.500	4.000
17.400	1977	0.554	0.446	2.241	19.100	2.890
17.100	1980	0.527	0.473	2.114	18.600	2.250
16.800	1974	0.500	0.500	2.000	18.200	1.960
16.600	1970	0.446	0.554	1.806	17.500	0.810
16.600	1983	0.473	0.527	1.898	17.800	1.440
16.100	1978	0.393	0.608	1.646	16.700	0.360
16.100	1996	0.419	0.581	1.722	17.100	1.000
16.000	1975	0.339	0.661	1.512	15.900	0.010
16.000	1993	0.366	0.634	1.576	16.300	0.090
15.900	1982	0.312	0.688	1.453	15.600	0.090
15.600	1999	0.285	0.715	1.398	15.200	0.160
15.100	1979	0.231	0.769	1.301	14.400	0.490
15.100	1992	0.258	0.742	1.348	14.800	0.090
14.600	1997	0.204	0.796	1.257	14.000	0.360
14.200	1984	0.177	0.823	1.216	13.500	0.490
14.100	1968	0.097	0.903	1.107	12.000	4.410
14.100	1994	0.124	0.876	1.141	12.600	2.250
14.100	1998	0.151	0.850	1.177	13.100	1.000
13.500	1995	0.070	0.930	1.075	11.300	4.840
12.900	1985	0.043	0.957	1.045	10.500	5.760
12.400	1991	0.016	0.984	1.016	9.040	11.290

Σ(Xei - Xoi) ^2 111.81
 Raiz Σ(Xei - Xoi) ^2 10.57

LOG PEARSON III

$$f(x) = \frac{\alpha^\lambda}{x \Gamma(\lambda)} (n \cdot x - m)^{\lambda-1} e^{-\alpha(n \cdot x - m)}$$

Precipitacion Observada	Identifir	Probabilidad de no superacion	Probabilidad de superacion	T. Retorno	Precipitacion Obtenida	(Xe _i - Xo _i) ^2
Xe _i - (mm)	Año	q	p=1-q	T=1/(1-q)	Xo _i - (mm)	
44.300	1965	0.984	0.016	62.112	38.500	33.640
33.100	1988	0.957	0.043	23.256	32.400	0.490
29.300	1969	0.930	0.070	14.306	29.500	0.040
28.400	1964	0.903	0.097	10.331	27.600	0.640
27.000	2000	0.876	0.124	8.084	26.200	0.640
26.000	1990	0.850	0.151	6.645	25.100	0.810
25.000	1966	0.823	0.177	5.637	24.100	0.810
24.400	1989	0.796	0.204	4.895	23.300	1.210
22.600	1973	0.769	0.231	4.325	22.600	0.000
20.900	1987	0.742	0.258	3.874	22.000	1.210
20.100	1972	0.715	0.285	3.510	21.400	1.690
20.000	1986	0.688	0.312	3.207	20.900	0.810
19.300	1976	0.661	0.339	2.952	20.400	1.210
18.600	1967	0.634	0.366	2.735	20.000	1.960
18.000	1971	0.608	0.393	2.548	19.500	2.250
17.500	1981	0.581	0.419	2.384	19.100	2.560
17.400	1977	0.554	0.446	2.241	18.700	1.690
17.100	1980	0.527	0.473	2.114	18.300	1.440
16.800	1974	0.500	0.500	2.000	17.900	1.210
16.600	1970	0.446	0.554	1.806	17.200	0.360
16.600	1983	0.473	0.527	1.898	17.600	1.000
16.100	1978	0.393	0.608	1.646	16.600	0.250
16.100	1996	0.419	0.581	1.722	16.900	0.640
16.000	1975	0.339	0.661	1.512	15.900	0.010
16.000	1993	0.366	0.634	1.576	16.200	0.040
15.900	1982	0.312	0.688	1.453	15.600	0.090
15.600	1999	0.285	0.715	1.398	15.300	0.090
15.100	1979	0.231	0.769	1.301	14.600	0.250
15.100	1992	0.258	0.742	1.348	15.000	0.010
14.600	1997	0.204	0.796	1.257	14.300	0.090
14.200	1984	0.177	0.823	1.216	14.000	0.040
14.100	1968	0.097	0.903	1.107	12.800	1.690
14.100	1994	0.124	0.876	1.141	13.200	0.810
14.100	1998	0.151	0.850	1.177	13.600	0.250
13.500	1995	0.070	0.930	1.075	12.300	1.440
12.900	1985	0.043	0.957	1.045	11.700	1.440
12.400	1991	0.016	0.984	1.016	10.700	2.890

Σ(Xe _i - Xo _i) ^2	65.70
Raiz Σ(Xe _i - Xo _i) ^2	8.11

EN RESUMEN:

METODO	ERROR CUADRATICO
GUMBEL	10.574
LOG PEARSON III	8.106

ANALISIS HIDROLOGICO PARA ESTACION YAURICOCHA

ESTACION YAURICOCHA

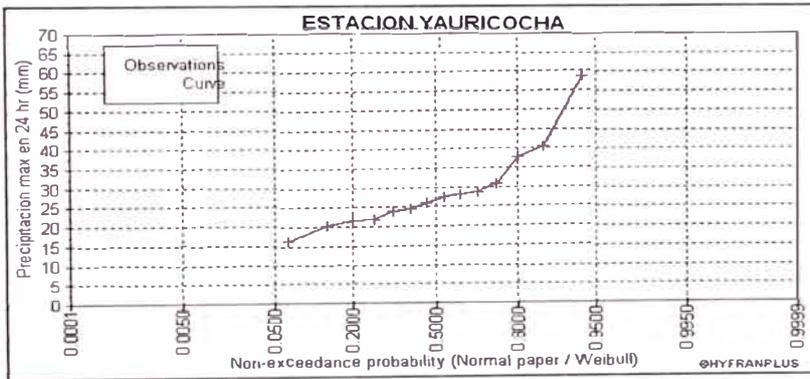
Data ingresada al Software

Observation	Identifier	Empirical Probability
58.6	2000	0.9333
40.5	1993	0.8667
37.6	1987	0.8
30.8	1990	0.7333
28.8	1988	0.6667
28.2	1997	0.6
27.6	1998	0.5333
26.1	1989	0.4667
24.4	1999	0.4
24	1991	0.3333
21.8	1994	0.2667
21.5	1992	0.2
20.2	1995	0.1333
16.6	1996	0.0667

ESTACION YAURICOCHA

Parametros estadísticos

Número de datos	14
Mínimo	16.6
Máximo	58.6
Promedio	29.1
Desviación estándar	10.7
Mediana	26.9
Coefficiente de variación	0.368
Coefficiente de Asimetría	1.79
Coefficiente de curtosis	4.52



ESTACION YAURICOCHA

Results of the fitting

Gumbel (Method of moments)

Number of observations 14

Parameters

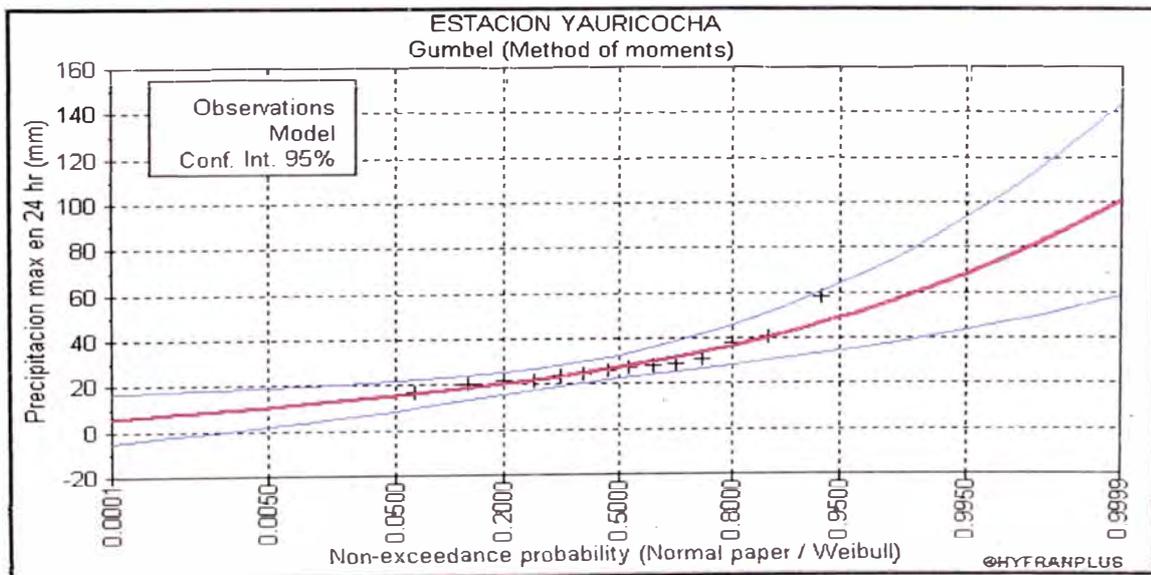
u 24.244625
alpha 8.325094

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
10000	0.9999	101	21.8	58.1	144
2000	0.9995	87.5	18.1	52	123
1000	0.999	81.7	16.5	49.4	114
500	0.998	76	14.9	46.8	105
200	0.995	68.3	12.8	43.3	93.4
100	0.99	62.5	11.2	40.6	84.5
50	0.98	56.7	9.61	37.9	75.6
25	0.96	50.9	8.03	35.1	66.6
20	0.95	49	7.53	34.2	63.7
10	0.9	43	5.96	31.3	54.7
5	0.8	36.7	4.41	28.1	45.4
3	0.6667	31.8	3.33	25.2	38.3
2	0.5	27.3	2.62	22.2	32.4
1.4286	0.3	22.7	2.41	18	27.4
1.25	0.2	20.3	2.56	15.3	25.3
1.1111	0.1	17.3	2.96	11.5	23.1
1.0526	0.05	15.1	3.36	8.52	21.7
1.0204	0.02	12.9	3.82	5.39	20.4
1.0101	0.01	11.5	4.13	3.44	19.6
1.005	0.005	10.4	4.4	1.74	19
1.001	0.001	8.16	4.93	-1.51	17.8
1.0005	0.0005	7.36	5.12	-2.69	17.4
1.0001	0.0001	5.76	5.52	-5.07	16.6



ESTACION YAURICOCHA

Adequacy test

Gumbel(Method of moments)

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Gumbel

H1 : The underlying distribution of this sample is not Gumbel

Results

Statistics test $X^2 = 2.43$

p-value : $p = 0.2969$

Degrees of freedom 2

Number of classes 5

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

ESTACION YAURICOCHA

Comparison of characteristics between function and sample

Gumbel(Method of moments)

	Charac. of the	Charac. of the sample
Minimum	None	16.6
Maximum	None	58.6
Mean	29.1	29.1
Standard dev	10.7	10.7
Median	27.3	26.9
Coefficient of	0.368	0.368
Skewness coef	1.14	1.79
Kurtosis coeff	2.4	4.52

ESTACION YAURICOCHA

Results of the fitting

Log-Pearson type 3 (Method of moments (BOB), base = 10)

Number of observations 14

Parameters

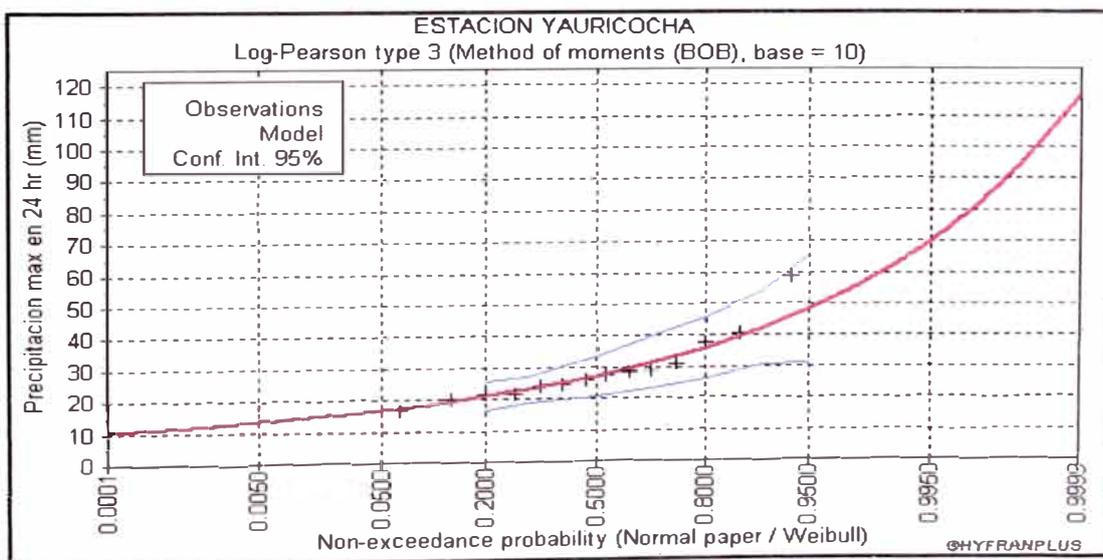
alpha 42.233153
 lambda 35.480666
 m 0.599262

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Standard dev	Confidence interval (95%)	
10000	0.9999	117	144	N/D	N/D
2000	0.9995	96	88.3	N/D	N/D
1000	0.999	87.8	69.3	N/D	N/D
500	0.998	80	53	N/D	N/D
200	0.995	70.3	35.5	N/D	N/D
100	0.99	63.4	24.8	N/D	N/D
50	0.98	56.7	16.4	N/D	N/D
25	0.96	50.3	10.3	N/D	N/D
20	0.95	48.3	8.84	31	65.6
10	0.9	42.1	5.95	30.4	53.8
5	0.8	35.9	4.98	26.2	45.7
3	0.6667	31.2	4.29	22.8	39.7
2	0.5	27	3.34	20.5	33.6
1.4286	0.3	22.9	2.13	18.7	27.1
1.25	0.2	20.8	2.27	16.4	25.3
1.1111	0.1	18.4	3.74	N/D	N/D
1.0526	0.05	16.6	5.4	N/D	N/D
1.0204	0.02	15	7.42	N/D	N/D
1.0101	0.01	14	8.81	N/D	N/D
1.005	0.005	13.2	10.1	N/D	N/D
1.001	0.001	11.8	12.6	N/D	N/D
1.0005	0.0005	11.3	13.6	N/D	N/D
1.0001	0.0001	10.4	15.5	N/D	N/D



ESTACION YAURICOCHA

Adequacy test

Log-Pearson type 3(Method of moments (BOB), base = 10)

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Log-Pearson type 3

H1 : The underlying distribution of this sample is not Log-Pearson type 3

Results

Statistics test $\chi^2 = 2.43$

p-value : $p = 0.1191$

Degrees of freedom 1

Number of classes 5

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

ESTACION YAURICOCHA

Comparison of characteristics between function and sample

Log-Pearson type 3(Method of moments (BOB), base = 10)

Charac. of the function Charac. of the sample

Minimum	3.97	16.6
Maximum	None	58.6
Mean	29.1	29.1
Standard deviation	10.3	10.7
Median	27	26.9
Coefficient of variation	0.354	0.368
Skewness coefficient	1.59	1.79
Kurtosis coefficient	8.17	4.52

GUMBEL

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-\mu}{\alpha}\right] \exp\left[-\frac{x-\mu}{\alpha}\right]$$

Precipitacion Observada	Identifir	Probabilidad de no superacion	Probabilidad de superacion	T. Retorno	Precipitacion Obtenida	(Xei - Xoi) ^2
Xei - (mm)	Año	q	p=1-q	T=1/(1-q)	Xoi - (mm)	
58.6	2000	0.9333	0.066700	14.993	46.500	146.41
40.5	1993	0.8667	0.1333	7.502	40.400	0.01
37.6	1987	0.8	0.2	5.000	36.700	0.81
30.8	1990	0.7333	0.2667	3.750	34.000	10.24
28.8	1988	0.6667	0.3333	3.000	31.800	9.00
28.2	1997	0.6	0.4	2.500	29.800	2.56
27.6	1998	0.5333	0.4667	2.143	28.100	0.25
26.1	1989	0.4667	0.5333	1.875	26.500	0.16
24.4	1999	0.4	0.6	1.667	25.000	0.36
24	1991	0.3333	0.6667	1.500	23.500	0.25
21.8	1994	0.2667	0.7333	1.364	21.900	0.01
21.5	1992	0.2	0.8	1.250	20.300	1.44
20.2	1995	0.1333	0.8667	1.154	18.400	3.24
16.6	1996	0.0667	0.9333	1.071	15.900	0.49

$\Sigma(Xei - Xoi) ^2$ 175.23

Raiz $\Sigma(Xei - Xoi) ^2$ 13.24

LOG PEARSON III

$$f(x) = \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} (\ln(x-m))^{\lambda-1} e^{-\alpha(\ln(x-m))}$$

Precipitacion Observada	Identifir	Probabilidad de no superacion	Probabilidad de superacion	T. Retorno	Precipitacion Obtenida	(Xei - Xoi) ^2
Xei - (mm)	Año	q	p=1-q	T=1/(1-q)	Xoi - (mm)	
58.6	2000	0.9333	0.066700	14.993	45.700	166.41
40.5	1993	0.8667	0.1333	7.502	39.500	1.00
37.6	1987	0.8	0.2	5.000	35.900	2.89
30.6	1990	0.7333	0.2667	3.750	33.300	6.25
28.8	1988	0.6667	0.3333	3.000	31.200	5.76
28.2	1997	0.6	0.4	2.500	29.400	1.44
27.6	1998	0.5333	0.4667	2.143	27.800	0.04
26.1	1989	0.4667	0.5333	1.875	26.300	0.04
24.4	1999	0.4	0.6	1.667	24.900	0.25
24	1991	0.3333	0.6667	1.500	23.600	0.16
21.8	1994	0.2667	0.7333	1.364	22.200	0.16
21.5	1992	0.2	0.8	1.250	20.800	0.49
20.2	1995	0.1333	0.8667	1.154	19.300	0.81
16.6	1996	0.0667	0.9333	1.071	17.300	0.49

$\Sigma(Xei - Xoi) ^2$ 186.19

Raiz $\Sigma(Xei - Xoi) ^2$ 13.65

EN RESUMEN:

METODO	ERROR CUADRATICO
GUMBEL	13.24
LOG PEARSON III	13.65

CALCULO DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA “METODO I-D-F”

CALCULO DE LA INTENSIDAD MEDIANTE EL METODO I-D-F

Cuadro: Precipitaciones Maximas Calculadas con los Metodos Probabilisticos

TR	CARANIA	YAURICOCHA	MAX
	LOG PEARSON II	GUMBEL	
2	17.90	27.30	27.30
5	23.40	36.70	36.70
10	27.40	43.00	43.00
20	31.50	49.00	49.00
25	32.80	50.90	50.90
50	37.10	56.70	56.70
100	41.70	62.50	62.50
200	46.60	68.30	68.30
500	53.50	76.00	76.00
1000	59.20	81.70	81.70

PARA DISEÑO SE TOMARÁ LA PRECIPITACION MAS CRITICA Y MAS CONSERVADORA

TR	Pmax (24 hr)
200	68.3
100	62.5
50	56.7
25	50.9
20	49.0
10	43.0
5	36.7
2	27.3

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:
 Pd = precipitación total (mm)
 d = duración en minutos
 P_{24h} = precipitación máxima en 24 horas (mm)

Cuadro: Calculo de Pd (Precipitacion total)

N° de orden	T años	Duración (minutos)					
		15	30	60	120	180	240
1	200	21.8	25.9	30.9	36.7	40.6	43.6
2	100	20.0	23.7	28.2	33.6	37.2	39.9
3	50	18.1	21.5	25.6	30.5	33.7	36.2
4	25	16.3	19.3	23.0	27.3	30.3	32.5
5	20	15.7	18.6	22.1	26.3	29.1	31.3
6	10	13.7	16.3	19.4	23.1	25.6	27.5
7	5	11.7	13.9	16.6	19.7	21.8	23.4
8	2	8.7	10.4	12.3	14.7	16.2	17.4

Curvas Intensidad-Duración-Período de retorno (i-d-T)

Cálculo del Intensidad (mm/h)

No. orden (m)	T (años)	Duración (mm/h)					
		15	30	60	120	180	240
1	200.00	87.28	51.90	30.86	18.35	13.54	10.91
2	100.00	79.87	47.49	28.24	16.79	12.39	9.98
3	50.00	72.46	43.08	25.62	15.23	11.24	9.06
4	25.00	65.04	38.68	23.00	13.67	10.09	8.13
5	20.00	62.62	37.23	22.14	13.16	9.71	7.83
6	10.00	54.95	32.67	19.43	11.55	8.52	6.87
7	5.00	46.90	27.89	16.58	9.86	7.27	5.86
8	2.00	34.89	20.74	12.33	7.33	5.41	4.36

Cálculo del los coeficientes de la correlación

$x_1 = \log T$

$x_2 = \log (d+c)$; considerando $c = 0$.

$y = \log i$

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

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

$$\log (I) = \log (K) + m \log (T) - n \log (t)$$

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde:

$$Y = \log (I), \quad a_0 = \log K$$

$$X_1 = \log (T) \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \log (t) \quad a_2 = -n$$

Calculo de los parametros x1, x2, Y

Duración 15 minutos

x2	x1	y	x1y	x2y	x1^2	x2^2	x1x2
1.176	2.301	1.941	4.466	2.283	5.295	1.383	2.706
1.176	2.000	1.902	3.805	2.237	4.000	1.383	2.352
1.176	1.699	1.860	3.160	2.188	2.886	1.383	1.998
1.176	1.398	1.813	2.535	2.133	1.954	1.383	1.644
1.176	1.301	1.797	2.338	2.113	1.693	1.383	1.530
1.176	1.000	1.740	1.740	2.046	1.000	1.383	1.176
1.176	0.699	1.671	1.168	1.965	0.489	1.383	0.822
1.176	0.301	1.543	0.464	1.814	0.091	1.383	0.354
9.409	10.699	14.267	19.676	16.779	17.407	11.066	12.583

Duración 30 minutos

x2	x1	y	x1y	x2y	x1^2	x2^2	x1x2
1.477	2.301	1.715	3.947	2.533	5.295	2.182	3.399
1.477	2.000	1.677	3.353	2.477	4.000	2.182	2.954
1.477	1.699	1.634	2.777	2.414	2.886	2.182	2.510
1.477	1.398	1.587	2.219	2.345	1.954	2.182	2.065
1.477	1.301	1.571	2.044	2.320	1.693	2.182	1.922
1.477	1.000	1.514	1.514	2.237	1.000	2.182	1.477
1.477	0.699	1.445	1.010	2.135	0.489	2.182	1.032
1.477	0.301	1.317	0.396	1.945	0.091	2.182	0.445
11.817	10.699	12.461	17.260	18.406	17.407	17.466	16.804

Duración 60 minutos

x2	x1	y	x1y	x2y	x1^2	x2^2	x1x2
1.778	2.301	1.488	3.427	2.648	5.295	3.162	4.092
1.778	2.000	1.451	2.902	2.580	4.000	3.162	3.556
1.778	1.699	1.408	2.393	2.505	2.886	3.162	3.021
1.778	1.398	1.362	1.904	2.421	1.954	3.162	2.486
1.778	1.301	1.345	1.750	2.392	1.693	3.162	2.313
1.778	1.000	1.288	1.288	2.291	1.000	3.162	1.778
1.778	0.699	1.220	0.852	2.169	0.489	3.162	1.243
1.778	0.301	1.091	0.328	1.940	0.091	3.162	0.535
14.225	10.699	10.655	14.845	18.946	17.407	25.296	19.024

Duración 120 minutos

x2	x1	y	x1y	x2y	x1^2	x2^2	x1x2
2.079	2.301	1.264	2.908	2.627	5.295	4.323	4.784
2.079	2.000	1.225	2.450	2.547	4.000	4.323	4.158
2.079	1.699	1.183	2.009	2.459	2.886	4.323	3.532
2.079	1.398	1.136	1.588	2.362	1.954	4.323	2.907
2.079	1.301	1.119	1.456	2.327	1.693	4.323	2.705
2.079	1.000	1.063	1.063	2.209	1.000	4.323	2.079
2.079	0.699	0.994	0.695	2.066	0.489	4.323	1.453
2.079	0.301	0.865	0.260	1.799	0.091	4.323	0.626
16.633	10.699	8.848	12.429	18.398	17.407	34.684	22.245

Duración 180 minutos

x2	x1	y	x1y	x2y	x1^2	x2^2	x1x2
2.255	2.301	1.132	2.604	2.552	5.295	5.086	5.189
2.255	2.000	1.093	2.186	2.465	4.000	5.086	4.511
2.255	1.699	1.051	1.785	2.370	2.886	5.086	3.832
2.255	1.398	1.004	1.403	2.264	1.954	5.086	3.153
2.255	1.301	0.987	1.285	2.227	1.693	5.086	2.934
2.255	1.000	0.931	0.931	2.099	1.000	5.086	2.255
2.255	0.699	0.862	0.602	1.944	0.489	5.086	1.576
2.255	0.301	0.733	0.221	1.654	0.091	5.086	0.679
18.042	10.699	7.792	11.016	17.673	17.407	40.690	24.129

Duración 240 minutos

x2	x1	y	x1y	x2y	x1^2	x2^2	x1x2
2.380	2.301	1.038	2.388	2.470	5.295	5.665	5.477
2.380	2.000	0.999	1.999	2.379	4.000	5.665	4.760
2.380	1.699	0.957	1.626	2.278	2.886	5.665	4.044
2.380	1.398	0.910	1.272	2.166	1.954	5.665	3.327
2.380	1.301	0.894	1.163	2.127	1.693	5.665	3.097
2.380	1.000	0.837	0.837	1.992	1.000	5.665	2.380
2.380	0.699	0.768	0.537	1.828	0.489	5.665	1.664
2.380	0.301	0.640	0.193	1.522	0.091	5.665	0.717
19.042	10.699	7.042	10.014	16.762	17.407	45.323	25.466

Regresion Lineal

$$\begin{aligned}\sum y &= Na_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 \\ \sum (x_1 y) &= a_0 \sum x_1 + a_1 \sum (x_1^2) + a_2 \sum (x_1 x_2) \\ \sum (x_2 y) &= a_0 \sum x_2 + a_1 \sum (x_1 x_2) + a_2 \sum (x_2^2)\end{aligned}$$

Calculo de los parametros de Regresion lineal

$\sum y =$	61.065	$\sum x_1 =$	64.194
$\sum x_1 y =$	85.240	$\sum x_1^2 =$	104.444
$\sum x_2 y =$	106.864	$\sum x_1 x_2 =$	119.251
$\sum x_2 =$	89.168	$\sum x_2^2 =$	174.412

Sistema resultante de ecuaciones

48	$a_0 +$	64.194	$a_1 +$	89.168	$a_2 =$	61.065
64.194	$a_0 +$	104.444	$a_1 +$	119.251	$a_2 =$	85.240
89.168	$a_0 +$	119.251	$a_1 +$	174.412	$a_2 =$	106.864

Resolviendo el Sistema de Ecuaciones:

$a_0 =$	2.41	por lo que	$k =$	256.13
$a_1 =$	0.19		$m =$	0.19
$a_2 =$	-0.75		$n =$	0.75

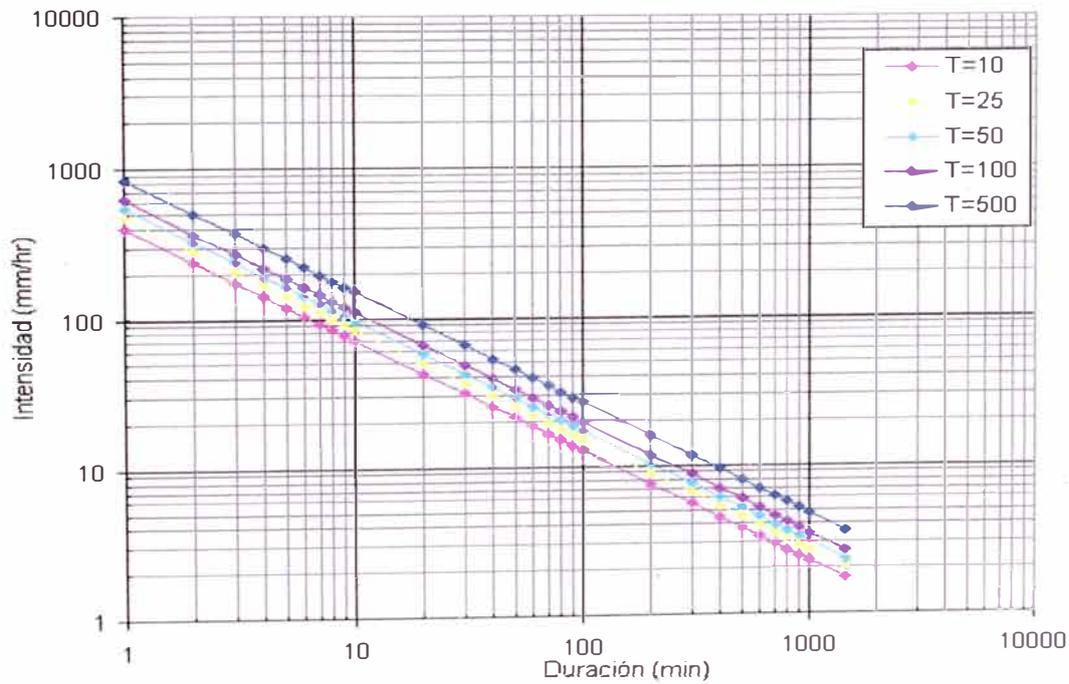
Ecuación resultante

$$i = \frac{256.13 * T^{0.19}}{d^{0.75}}$$

Calculo de las Intensidades mediante la ecuacion IDF obtenida

Duración (min)	Intensidades (mm/hr)				
	Periodo de retorno (años)				
	10	25	50	100	500
1	399	475	543	621	845
2	237	283	323	369	503
3	175	209	238	272	371
4	141	168	192	219	299
5	119	142	162	186	253
6	104	124	142	162	221
7	93	110	126	144	196
8	84	100	114	130	178
9	77	91	105	119	163
10	71	85	97	110	150
20	42	50	57	66	89
30	31	37	42	48	66
40	25	30	34	39	53
50	21	25	29	33	45
60	18	22	25	29	39
70	16	20	22	26	35
80	15	18	20	23	32
90	14	16	19	21	29
100	13	15	17	20	27
200	7	9	10	12	16
300	6	7	8	9	12
400	4	5	6	7	9
500	4	4	5	6	8
600	3	4	4	5	7
700	3	3	4	5	6
800	3	3	4	4	6
900	2	3	3	4	5
1000	2	3	3	3	5
1440	2	2	2	3	4

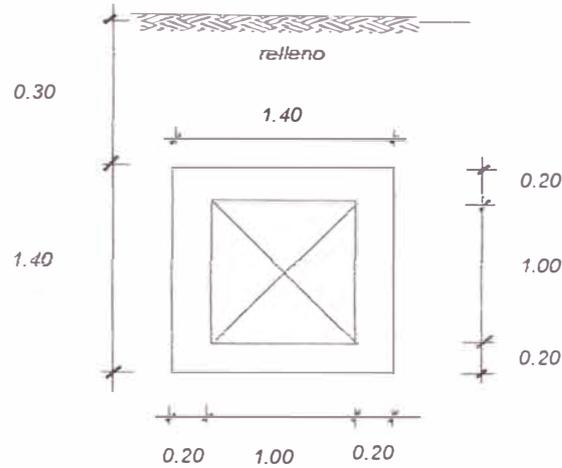
Curva i-d-T



MEMORIA DE CALCULO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA MCA 1.0X1.0

MEMORIA DE CALCULO

ALCANTARILLA TIPO MARCO DE CONCRETO ARMADO 1.00 x 1.00



METRADO DE CARGA SOBRE LOSA SUPERIOR

CARGA MUERTA

Peso propio de losa (DC): $0.20 \times 1.0 \times 2400 = 480.00 \text{ kg/m/m}$
(se incluye en el Software)

Carga permanente sobre losa

Peso de relleno (EV): $0.305 \times 1.0 \times 1800 = 549.00 \text{ kg/m/m}$

Peso de Asfalto (DW): $0.10 \times 1.0 \times 2000 = 200.00 \text{ kg/m/m}$

CARGA VIVA

Sobre Carga equivalente HL-93K a -0.305m (LL) = $8,788.00 \text{ kg/m/m}$
(Handbook of Steel Drainage and Highway Construction Products -American Iron and Steel Institute)

IMPACTO

No se considera (estructura totalmente enterrada)

Características del suelo de cimentación

Angulo de Fricc. Suelo (Drenado) = 30°
 Peso específico del suelo = $1,800.00 \text{ Kg/m}^3$
 Peso específico del agua = $1,000.00 \text{ Kg/m}^3$
 Angulo de reposo K_0 = 0.5
 (desplazamiento restringido)

Empuje del suelo

(EH) :
 EH = $K_0 \cdot P \cdot e \cdot H$; Superior 360.00 kg/m/m
 donde : $K_0 = 1 - \text{Sen } \phi$ Inferior $1,440.00 \text{ kg/m/m}$

Consideración del Agua dentro del MCA : Trabaja a 1/2 Sección

Presiones del agua (WA) :

Peso del Agua:

W a = P.e.agua H 500.00 kg/m/m

Empuje del Agua

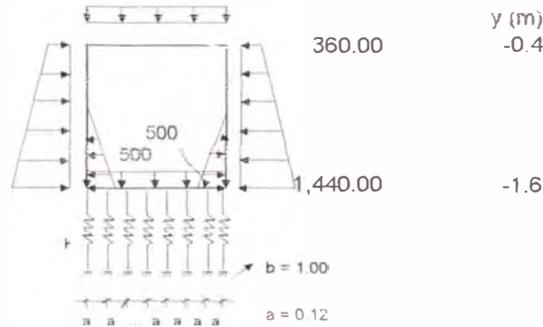
E = P.e.agua H ; Superior 0 kg/m/m
Inferior 500.00 kg/m/m

Efecto de Subpresión:

No se considera este efecto al no tener presencia de agua en estos niveles

DW = 200
EV = 549
LL = 8788

Esquema de Cargas:



Metodo de Análisis: Diseño con Fundación Elástica

Coef. de balasto del suelo Ks = 10.00 E06 kg/m3

Rigidez del resorte (suelo) :

K = Ks . a . b = 1.20 E06 kg/m

Combinaciones de carga a emplear: (Estado Límite: RESISTENCIA I --> AASHTO - LRFD)

$$Q = n \sum y_i q_i$$

$$n = n_D . n_R . n_I \mid 1.05 \times 1.05 \times 0.95 = 1.047 > 0.95$$

COMB. I Q = 1.047[(1.25 DC + 1.50 DW + 1.30 EV + 1.35 EH) + 1.75 LL + WA]
 COMB. II Q = 1.047[(1.25 DC + 1.50 DW + 0.90 EV + 0.90 EH) + 1.75 LL]
 COMB. III Q = 1.047[(0.90 DC + 0.65 DW + 1.30 EV + 1.35 EH) + 1.75 LL]
 COMB. ENVOLV. COMB IV = COMB I + COMB II + COMB III

ANALISIS HIDROLOGICO MODELO “RIO ALIS”

**DATA DE REGISTRO DE CAUDALES MÁXIMOS POR AÑO
MODELO "RIO ALIS"**

Caudal en m3/s	Año	Probabilidad
5.11	1965	0.0909
5.24	1966	0.1136
16.5	1967	0.7955
16.7	1968	0.8409
12.2	1969	0.4318
16.3	1970	0.75
11.5	1971	0.3182
20.7	1972	0.9773
18	1973	0.9091
13.9	1974	0.5909
13.5	1975	0.5455
14	1976	0.6136
11.1	1977	0.2727
10.2	1978	0.2273
9.33	1979	0.1818
9.8	1980	0.2045
15.4	1981	0.7273
3.1	1982	0.0227
4.99	1983	0.0682
19.3	1984	0.9545
11.8	1985	0.4091
18.2	1986	0.9318
7.78	1987	0.1364
15.3	1988	0.7045
12.4	1989	0.4773
8.26	1990	0.1591
12.4	1991	0.4545
4.84	1992	0.0455
13.2	1993	0.5227
13	1994	0.5
11.4	1995	0.2955
10.4	1996	0.25
11.6	1997	0.3636
14	1998	0.6364
17.9	1999	0.8864
14.7	2000	0.6818
17.7	2001	0.8636
14.5	2002	0.6591
16.5	2003	0.7727
13.8	2004	0.5682
11.6	2005	0.3864
16.5	2006	0.8182
11.6	2007	0.3409

MODELO RIO ALIS (RIO MOLLOCO)	
Basic statistics	Number of observatio
Minimum	3.1
Maximum	20.7
Mean	12.7
Standard deviation	4.17
Median	13
Coefficient of variation (Cv)	0.328
Skewness coefficient (Cs)	-0.444
Kurtosis coefficient (Ck)	2.6

MODELO RIO ALIS (RIO MOLLOCO)

Test for independence (Wald-Wolfowitz)

Hypotheses

H0 The observations are independent

H1 Observations are dependent (autocorrelation of order 1)

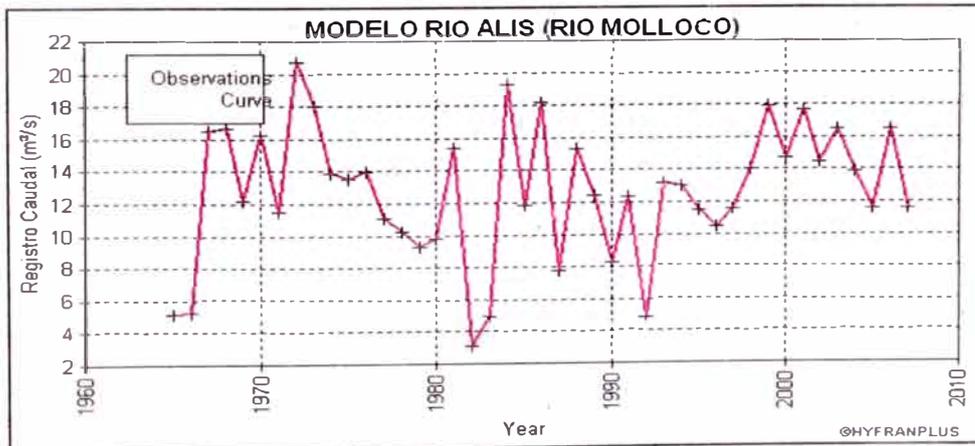
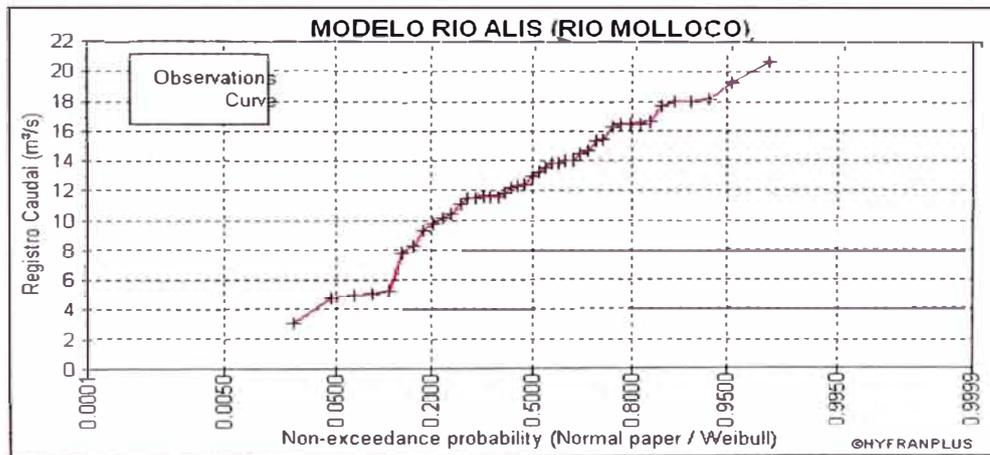
Results

Statistics value $|U| = 0.948$

p-value : $p = 0.343$

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.



**ANALISIS METODO GUMBEL
MODELO RIO ALIS (RIO MOLLOCO)**

Results of the fitting

Gumbel (Method of moments)

Number of observations 43

Parameters

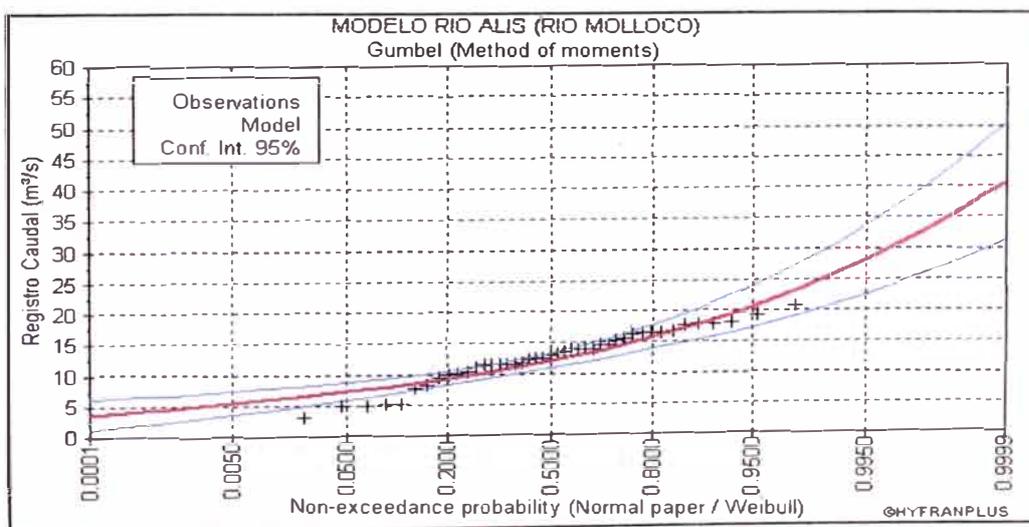
u 10.826328
alpha 3.249274

Quantiles

q = F(X) : non-exceedance probability

T = 1/(1-q)

	TR	q = : non-exce	XT	Standard dev	Confidence interval (95%)	
Periodo de Retorno en años	10000	0.9999	40.8	4.86	31.2	50.3
	2000	0.9995	35.5	4.03	27.6	43.4
	1000	0.999	33.3	3.67	26.1	40.5
	200	0.995	28	2.85	22.5	33.6
	100	0.99	25.8	2.49	20.9	30.7
	50	0.98	23.5	2.14	19.3	27.7
	20	0.95	20.5	1.68	17.2	23.8
	10	0.9	18.1	1.33	15.5	20.7
	5	0.8	15.7	0.982	13.8	17.6
	3	0.6667	13.8	0.741	12.3	15.2
	2	0.5	12	0.583	10.9	13.2
	1.4286	0.3	10.2	0.536	9.17	11.3
	1.25	0.2	9.28	0.571	8.16	10.4
	1.1111	0.1	8.12	0.66	6.82	9.41
	1.0526	0.05	7.26	0.748	5.79	8.73
	1.0204	0.02	6.39	0.852	4.72	8.06
	1.0101	0.01	5.86	0.919	4.06	7.67
	1.005	0.005	5.41	0.979	3.49	7.33
	1.001	0.001	4.55	1.1	2.4	6.7
	1.0005	0.0005	4.24	1.14	2	6.47
1.0001	0.0001	3.61	1.23	1.2	6.02	



MODELO RIO ALIS (RIO MOLLOCO)

Adequacy test

Gumbel(Method of moments)

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Gumbel

H1 : The underlying distribution of this sample is not Gumbel

Results

Statistics res. $X^2 = 9.12$

p-value : $p = 0.1671$

Degrees of fr: 6

Number of cl: 9

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

MODELO RIO ALIS (RIO MOLLOCO)

Comparison of characteristics between function and sample

Gumbel(Method of moments)

	Charac. of the	Charac. of the sample
Minimum	None	3.1
Maximum	None	20.7
Mean	12.7	12.7
Standard devi	4.17	4.17
Median	12	13
Coefficient of	0.328	0.328
Skewness co	1.14	-0.444
Kurtosis coeff	2.4	2.6

Analisis Granulometrico

Calicata Grupo 04



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 30R - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-278

SOLICITANTE : LAVADO TERREL RUDY LLACZA MEDINA JOHN MEZA MENDOZA ROBERTO ISLACHE CASTRO ORLANDO ESCOBAR INGA WILDER
 PROYECTO : TITULACION PROFECIONAL 2009-I
 UBICACION : DISTRITO DE ALIS PROV. YALUYO DPTO. UMA
 FECHA : 04 MAYO DEL 2009

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO

GRUPO 4 SECCION "A"

M-1

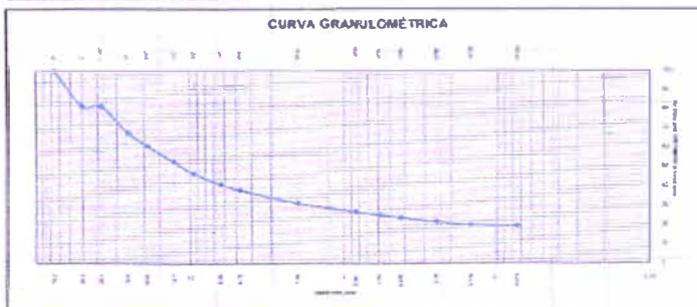
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	[%]		[%] Acumulado	
		Parcial Retenido	Roto	Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	-	100.0
2"	50.300	18.3	18.3	81.7	
1 1/2"	38.100	-	18.3	81.7	
1"	25.400	13.7	32.0	68.0	
3/4"	19.050	6.8	38.8	61.2	
1/2"	12.700	8.7	47.5	52.5	
3/8"	9.525	5.8	53.3	46.7	
1/4"	6.350	5.4	58.7	41.3	
N°4	4.750	3.1	61.9	38.1	
N°10	2.000	6.7	68.6	31.4	
N°20	0.840	4.6	73.2	26.8	
N°30	0.590	1.8	74.7	25.3	
N°40	0.425	1.5	76.3	23.7	
N°60	0.250	2.0	78.3	21.7	
N°100	0.149	1.6	79.9	20.1	
N°200	0.074	0.5	80.4	19.6	
- N°200		19.6			

% grava	61.9
% arena	18.6
% finos	19.6

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	32.43
LIMITE PLASTICO (%)	28.32
INDICE PLASTICO (%)	4.11

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GM
 Clasificación AASHTO AASHTO M-145 : A-2-4(0)



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 File: 00011 Tec: Jorge Chelima 01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 LABORATORIO N° 2
 MECANICA DE SUELOS
 Ing. WILFREDO GUTIERREZ LAZARE
 JEFE DEL LABORATORIO
 de Mecánica de Suelos UMI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-278

SOLICITANTE : LAVADO TERRELL RUDY LLACZA MEDINA L. MEZA MENDOZA ROBERTO
ISLACHE CASTRO ORLANDO ESCOTAR INGA WILDER
PROYECTO : TITULACION PROFESIONAL 2009
UBICACION : DISTRITO DE ALI PROV. YAUYES DEPTO LIMA
FECHA : 04 MAYO DEL 2009

REPORTE DE ENSAYO DE LABORATORIO GRUPO 4 SECCION "A" M-2

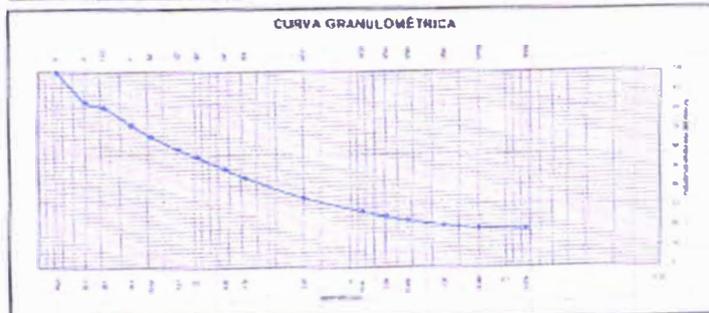
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Apertura (mm)	NI Parcial Retenido	Porcentaje	
			Reto cado	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	15.4	15.4	84.6
1 1/2"	38.100	2.9	18.2	81.8
1"	25.400	9.0	27.2	72.8
3/4"	19.050	5.5	32.7	67.2
1/2"	12.700	6.8	39.7	60.3
3/8"	9.525	3.8	43.5	56.5
1/4"	6.350	5.1	48.6	51.4
Nº4	4.750	4.3	53.9	46.1
Nº10	2.000	10.3	64.2	35.8
Nº20	0.840	7.3	71.5	28.5
Nº30	0.590	2.3	73.9	26.1
Nº40	0.425	2.0	75.9	24.1
Nº50	0.290	2.6	78.4	21.6
Nº100	0.149	1.8	80.2	19.8
Nº200	0.074	0.5	80.7	19.3
- Nº200		19.3		

% grava	53.9
% arena	26.7
% finos	19.3

LIMITES DE CONSISTENCIA		ASTM
D4318		
LIMITE LIQUIDO (%)	38.46	
LIMITE PLASTICO (%)	26.38	
INDICE PLASTICO (%)	12.09	

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GM
 Clasificación AASHTO AASHTO M 745 : A-2-6(0)



Nota: Muestra recibida e identificada por el Solicitante
 en fecha: 04 Mayo 2009



W. González
ING. WILFREDO GONZALEZ
 Jefe del Laboratorio
 Lab. de Mecánica de Suelos

CALCULO DEL DIAMETRO MEDIO: Dm

$$d_m = 0.01 \sum d_i p_i$$

d_m = diámetro media (en mm), de una fracción de la curva granulométrica de la muestra que se analiza

p_i = peso como porcentaje de esa misma porción, comparada con respecto al peso de la muestra.

Analisis Granulometrico Calicata Grupo 04

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Rete nido	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	15.4	15.4	84.6
1 1/2"	38.100	2.9	18.2	81.8
1"	25.400	9.0	27.2	72.8
3/4"	19.050	5.6	32.8	67.2
1/2"	12.700	6.8	39.7	60.3
3/8"	9.525	3.8	43.5	56.5
1/4"	6.350	6.1	49.6	50.4
Nº4	4.760	4.3	53.9	46.1
Nº10	2.000	10.3	64.2	35.8
Nº20	0.840	7.3	71.5	28.5
Nº30	0.590	2.3	73.9	26.1
Nº40	0.426	2.0	75.9	24.1
Nº60	0.250	2.6	78.4	21.6
Nº100	0.149	1.8	80.2	19.8
Nº200	0.074	0.5	80.7	19.3
- Nº200		19.3		

50.30	15.40	774.62
38.10	2.90	110.49
25.40	9.00	228.60
19.05	5.60	106.68
12.70	6.80	86.36
9.53	3.80	36.20
6.35	6.10	38.74
4.76	4.30	20.47
2.00	10.30	20.60
0.84	7.30	6.13
0.59	2.30	1.36
0.43	2.00	0.85
0.25	2.60	0.65
0.15	1.80	0.27
0.07	0.50	0.04

1432.04

En mm: dm= 14.32

PLANILLA DE METRADOS

RELACION FINAL DE ALCANTARILLAS

ALCANTARILLAS FINALES				ESTRUCTURA DE ENTRADA							ESTRUCTURA DE SALIDA						CONDUCTO				
Nº	Progresiva Km	Material	Dim. (metros)	Entrada	Ancho (m)	Area exc. (m2)	Vol. Excav. (m3)	Area rell. (m2)	Vol. Estruct. (m3)	Vol. Relleno (m3)	Salida	Ancho (m)	Area exc. (m2)	Vol. Excav. (m3)	Area rell. (m2)	Vol. Estruct. (m3)	Vol. Relleno (m3)	h (m)	L (m)	Vexc (m3)	Vrell (m3)
1	163+870	TMC	0.90	caja	2.60	5.30	13.78	5.62	5.048	9.56	alas	3.70	2.28	8.44	2.52	2.69	6.63	1.00	6.60	15.05	14.02
2	164+100	TMC	0.60	caja	2.30	4.27	9.82	4.73	3.90	6.98	muro	1.00	6.17	6.17	3.05	0.00	3.05	1.26	6.60	15.42	18.24

TOTAL DE EXCAVACION Y RELLENO EN ALCANTARILLAS

23.60

16.54

14.61

9.68

30.47 32.26

EXCAVACION NO CLASIFICADA EN ALCANTARILLAS

68.67 m3

RELLENO DE MATERIAL EN ALCANTARILLAS

58.48 m3

CONCRETO CICLOPEO f'c=175 KG/CM2 EN ALCANTARILLAS

UTILIZADO EN LA CONSTRUCCION DE CABEZALES Y ALAS DE ALCANTARILLA TMC

CAJAS RECEPTORAS																			
ALCANTARILLA			VARIABLES				PARED DE ENTRADA		PARED DE SAL.		LOSA DE FONDO		PARED LATERAL		CONCR.	ENCOF.	Nº Und.	CONCR.	ENCOF.
Mat.	D (Pulg)	D (m)	Ab	a	m	n	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	(m3/Und)	(m2/Und)		(m3)	(m2)
TMC	24"	0.6	0.60	1.20	0.37	0.45	6.413	1.235	8.295	1.363	0.750	0.636	4.450	0.668	3.903	19.906	1.0	3.90	19.91
TMC	36"	0.90	0.90	1.50	0.36	0.46	8.662	1.686	10.530	1.719	0.750	0.750	5.950	0.893	8.048	25.893	1.00	5.05	25.89
																	8.95	45.80	

ALAS																															
ALCANTARILLA			CABEZAL					ALAS							LOSA			VIGA			CABEZAL		ALAS		LOSA Y VIGA		CONCRETO (m3/Und.)	ENCOFRADO (m2/Und.)	Nº Und.	CONCR. (m3)	ENCOF. (m2)
Mat.	D (Pulg)	D (m)	Lc	Hc	tc	dc	Zc	La	Ha1	Ha2	ta1	ta2	da1	da2	TI	S	Zv	Bv	Ae	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)					
TMC	24"	0.6	1.00	0.90	0.25	0.35	0.40	1.05	0.90	0.40	0.25	0.15	0.35	0.20	0.15	0.75	0.40	0.20	2.50	1.780	0.199	2.879	0.392	1.000	1.052	1.644	5.659	1.00	1.64	5.66	
TMC	36"	0.90	1.30	1.20	0.30	0.45	0.40	1.30	1.20	0.60	0.30	0.20	0.45	0.30	0.15	0.90	0.40	0.20	3.10	2.780	0.394	5.003	0.848	1.240	1.446	2.691	9.003	1.00	2.69	9.00	
																	4.34	14.66													

CONCRETO CICLOPEO f'c=175 KG/CM2	13.29	m3
----------------------------------	-------	----

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provas Nacional

Carretera Cañete-Huancayo

Tramo 163+800 - 164+100

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

UTILIZADO EN ESTRUCTURAS COMO: CAJAS RECEPTORAS Y ALAS DE LAS ALCANTARILLAS MARCO Y TMC. Y MUROS DE CONCRETO ARMADO

CAJAS RECEPTORAS																			
ALCANTARILLA			VARIABLES				PARED DE		PARED DE SAL.		LOSA DE FONDO		PARED		CONCR	ENCOF	Nº Und.	CONCR.	ENCOF.
Mat.	D (Pulg)	D (m)	Ab	a	m	n	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	(m3/Und)	(m2/Und)		(m3)	(m2)
TMC	24"	0.60	0.60	1.20	0.37	0.45	6.413	1.235	8.295	1.363	0.750	0.638	4.450	0.688	3.903	19.908	1.0	3.90	19.91
TMC	36"	0.90	0.90	1.50	0.38	0.46	8.662	1.686	10.530	1.719	0.750	0.750	5.950	0.893	5.048	25.893	1.00	5.05	25.89
																	8.95	45.80	

ALAS																																
ALCANTARILLA			CABEZAL					ALAS						LOSA			VIGA			CABEZAL		ALAS		LOSA Y VIGA		CONCR	ENCOF	Nº Und.	CONCR	ENCOF.		
Mat.	D (Pulg)	D (m)	Lc	Hc	tc	dc	Zc	La	Ha1	Ha2	ta1	ta2	da1	da2	TI	S	Zv	Bv	Ae	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	AREA (m2)	VOL. (m3)	(m3/Und)	(m2/Und)		(m3)	(m2)
TMC	24"	0.60	1.00	0.90	0.25	0.35	0.40	1.05	0.90	0.40	0.25	0.15	0.35	0.20	0.15	0.75	0.40	0.20	2.50	1.780	0.199	2.879	0.392	1.000	1.052	1.644	5.659	1.00	1.64	5.66		
TMC	36"	0.90	1.30	1.20	0.30	0.45	0.40	1.30	1.20	0.60	0.30	0.20	0.45	0.30	0.15	0.90	0.40	0.20	3.10	2.760	0.394	5.003	0.848	1.240	1.449	2.691	9.003	1.00	2.69	9.00		
																	4.34	14.66														

611.A ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	60.46	m2
--------------------------------	-------	----

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional

Carretera Cañete-Huancayo

Tramo 163+800 - 164+100

TUBERIA TMC D=24"

Nº	Progresiva Km	Dim. (metros)	Longitud (m)	Pintado (m2)
1.00	164+070	0.60	6.60	24.88
			6.60	24.88

TUBERIA TMC D=24"	6.60	m
PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS	24.88	m2

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional

Carretera Cañete-Huancayo

Tramo 163+800 - 164+100

TUBERIA TMC D=36"

N°	Progresiva Km	Dim. (metros)	Longitud (m)	Pintado (m2)
1	163+850	0.90	6.60	37.32
			6.60	37.32

TUBERIA TMC D=36"	6.60	m
PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS	37.32	m2

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional

Carretera Cañete-Huancayo

Tramo 163+800 - 164+100

CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA

DRENAJE LONGITUDINAL

Cunetas Laterales Sección Triangular 0.50 x 1.00 (Profundidad x ancho)

UBICACIÓN				TIPO			
Tramo Km - Km	Lado	Longitud		Descarga A		Revestido	Sin Revestir
		Derech.	Izquierd.	Alcantarilla	Aliviadero		
163+850 - 164+100	I		250	163+850		X	
163+800 - 163+850	I		50	-		X	
		0	300				

CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA	300	m
-----------------------------	-----	---

CANAL REVESTIDO DE PIEDRA EMBOQUILLADA

(e=0.15 m.)

UTILIZADO EN CANALES DE BAJADA Y ALIVIADEROS DE ALCANTARILLAS TMC

ALCANTARILLA				CANAL DE BAJADA				ALIVIADERO			
Mat.	D (Pulg)	D (m)	N° Alc.	LB	AB	Area (m ² /Und)	Area (m ²)	LE	2*HE+AB	Area (m ² /Und)	Area (m ²)
TMC	24"	0.60	1	5.00	0.60	3.00	3.00	5.00	1.00	5.00	5.00
TMC	36"	0.90	1	7.00	0.90	6.30	6.30	7.00	1.40	9.80	9.80
2.00								9.30			14.80

612.A CANAL REVESTIDO DE PIEDRA EMBOQUILLADA

24.10 m²

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional

Carretera Cañete-Huancayo

Tramo 163+800 - 164+100

MURO CONTENCION EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA

UBICACION		MEDIDAS			VOLUMEN (m3)
KM	KM	A (m)	B(m)	L(m)	
164+080	164+100	4.00	2.00	20.00	128.00

EXCAVACION:		84.21	+ 25.00%	105.26	m3
RELLENO		178.02	+ 25.00%	222.52	m3
CONCRETO		2.39 /ml		20.00	m3

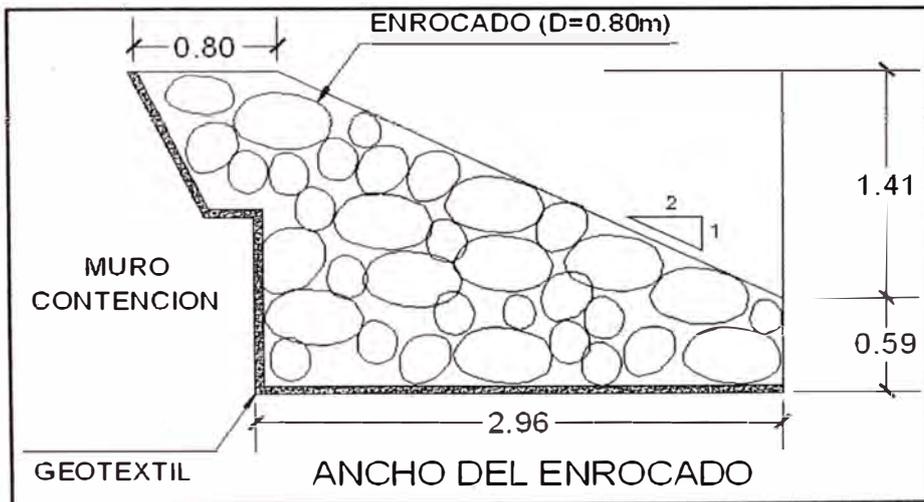
<u>ENROCADO DE PROTECCION</u>	105.26	m3
<u>EXCAVACION</u>	222.52	m3
<u>GEOTEXTIL</u>	47.80	m2

ENROCADO DE PROTECCION

UBICACION		MEDIDAS			VOLUMEN (m3)
KM	KM	A (m)	B(m)	L(m)	
164+080	164+100	1.15	2.96	20.00	113.39

ENROCADO		113.39		+ 50.00%	170.08	m3
EXCAVACION:		2.00	3.70	20.00	185.00	m3
GEOTEXTIL		6.80	1.00	20.00	170.06	m2

<u>ENROCADO DE PROTECCION</u>	170.08	m3
<u>EXCAVACION</u>	185.00	m3
<u>GEOTEXTIL</u>	170.06	m2



PANEL FOTOGRAFICO

F
O
T
O
S

V
I
S
I
S
T
A

C
A
M
P
O

V
I
A
J
E

A
L
I
S



FOTO
1

Vista Panorámica del Tramo en Estudio



FOTO
2

Vista Panorámica del área de influencia Hidráulica (quebrada)



FOTO
3

Vista de la Orografía de la zona de estudio



FOTO
4

Quebrada 01- Km 163+870 Alcantarilla TMC 36"



FOTO
5

Quebrada 02- Km 164+100 Alcantarilla TMC 24"

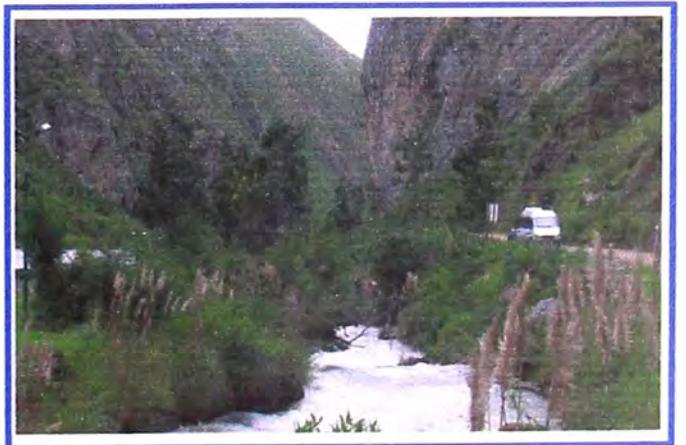


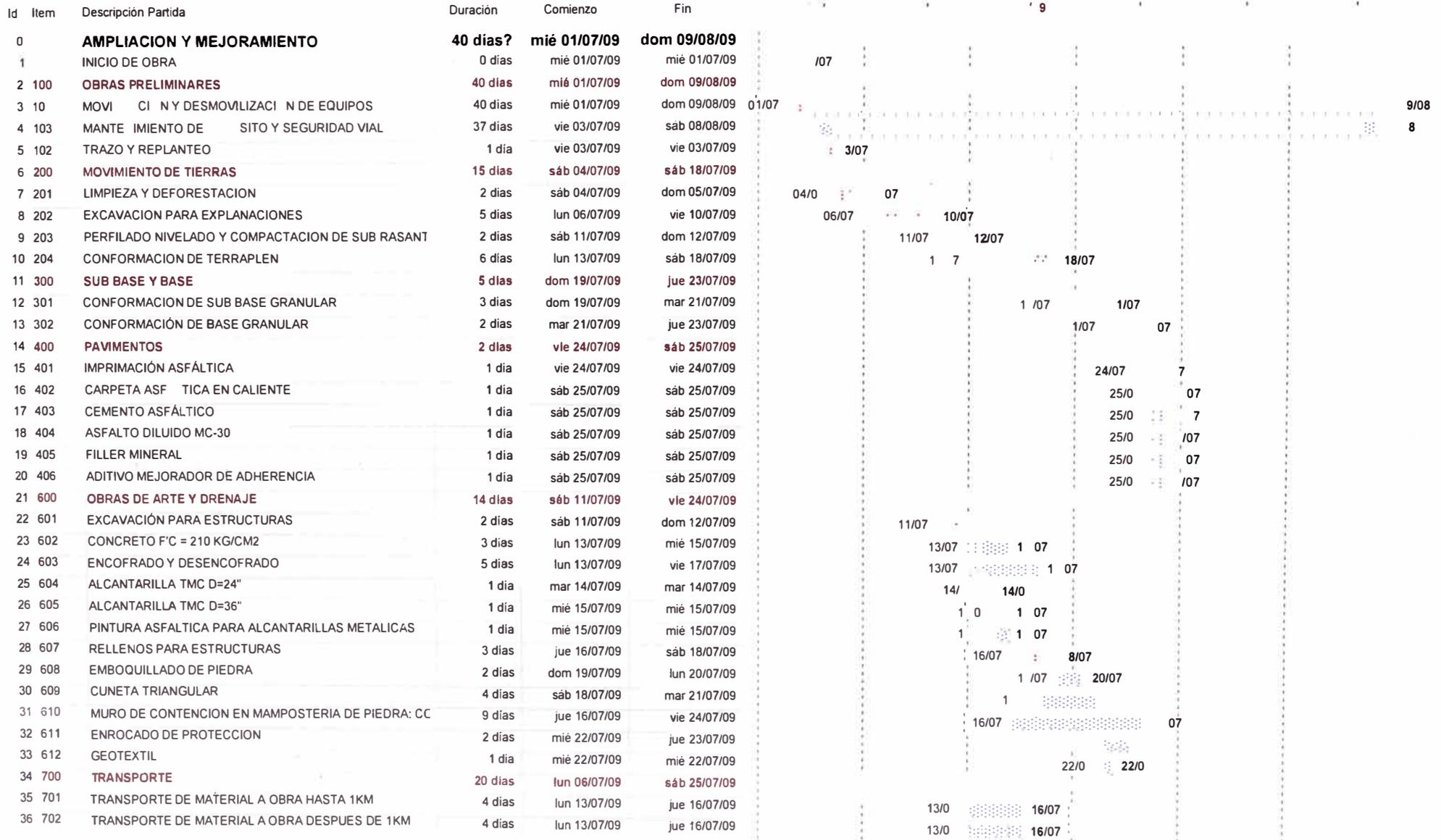
FOTO
6

Vista de la Zona de Proyección de Muros de Protección.

CRONOGRAMA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE GANTT

Ampliación Mantenimiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo
Km. 163+800 al Km 164+100

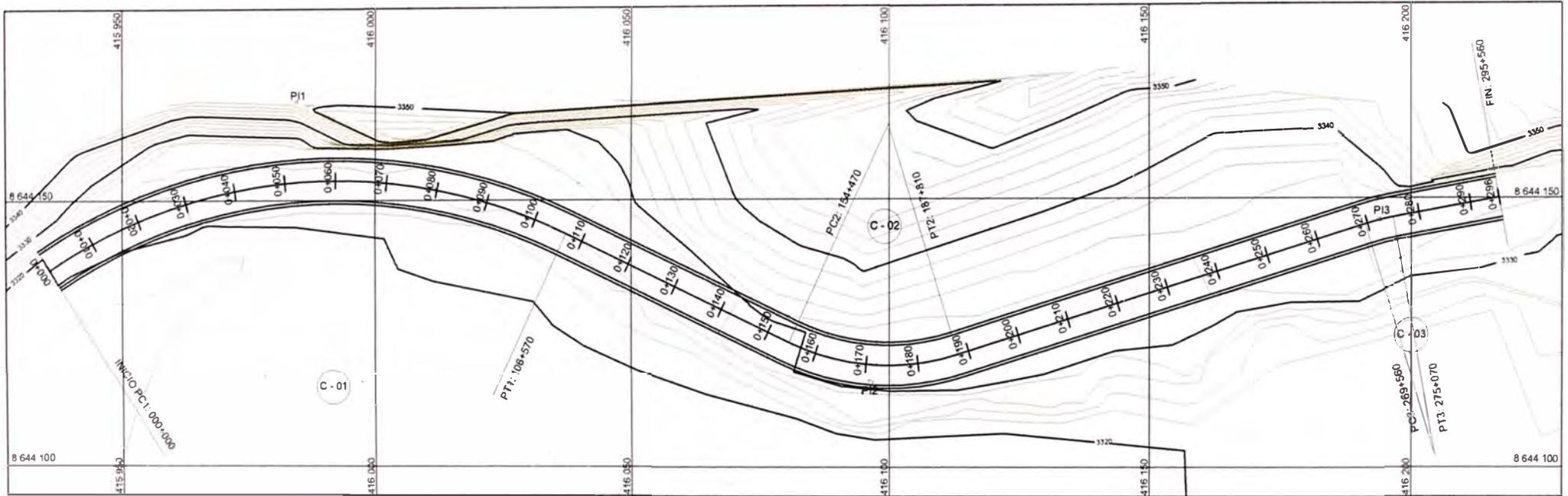


Proyecto: AMPLIACION Y MEJORAM
Fecha: vie 29/05/09

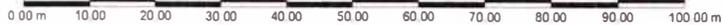
Tarea		Resumen		Progreso resumido		Agrupar por síntesis	
Tarea crítica		Tarea resumida		División		Fecha límite	
Progreso		Tarea crítica resumida		Tareas externas			
Hito		Hito resumido		Resumen del proyecto			

PLANOS

PLANTA



ESCALA GRAFICA



ELEMENTOS DE CURVA

CURVA	ANGULO	R. (m)	TG. (m)	L.C. (m)	P.C.	COORDENADAS		P.T.	COORDENADAS	
						NORTE	ESTE		NORTE	ESTE
01	58°09'05"	105	58.38	106.57	000+000	8 644 136.85	415 935.47	106+570	8 644 143.89	418 037.29
02	42°26'48"	45	17.48	33.34	104+470	8 644 123.27	416 080.62	187+810	8 644 120.99	416 113.12
02	07°01'17"	45	2.76	5.51	269+560	8 644 145.18	416 191.21	275+070	8 644 144.48	416 196.57

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CURSO DE TITULACION PROFESIONAL 2009
 MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

PROYECTISTA:

GRUPO N° 4

PROYECTO:

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
 CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 163+800 AL KM 164+100

DEPARTAMENTO:

LIMA

PROVINCIA:

YAUYOS

DISTRITO:

ALIS

PLANO:

PLANTA

FECHA:

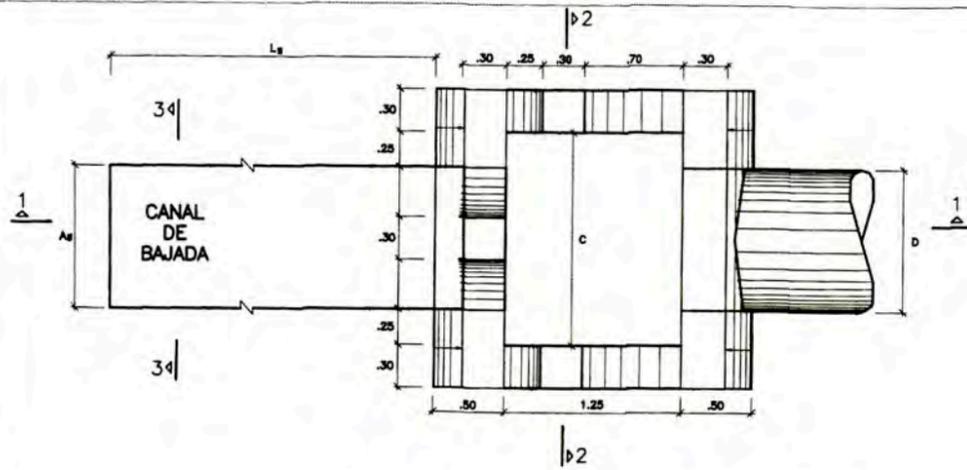
JUNIO 2009

ESCALA:

INDICADA

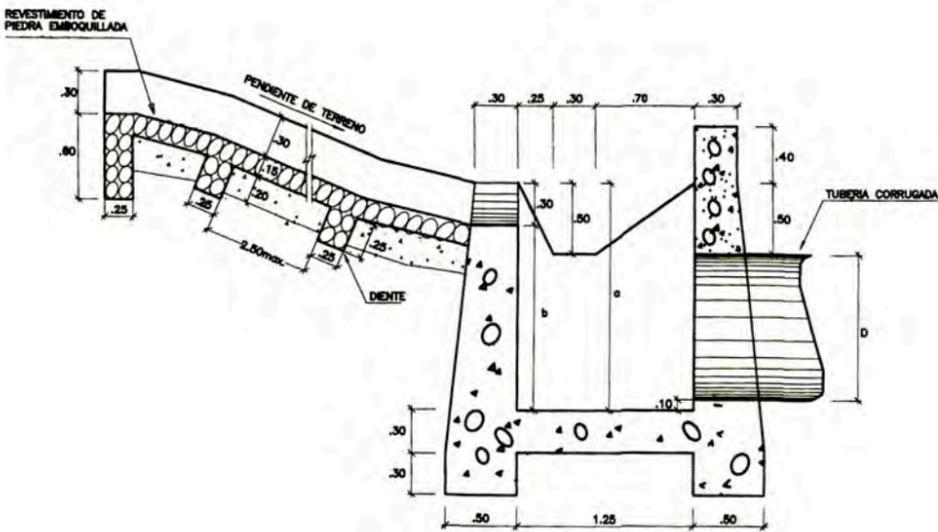
LAMINA N°:

P-01



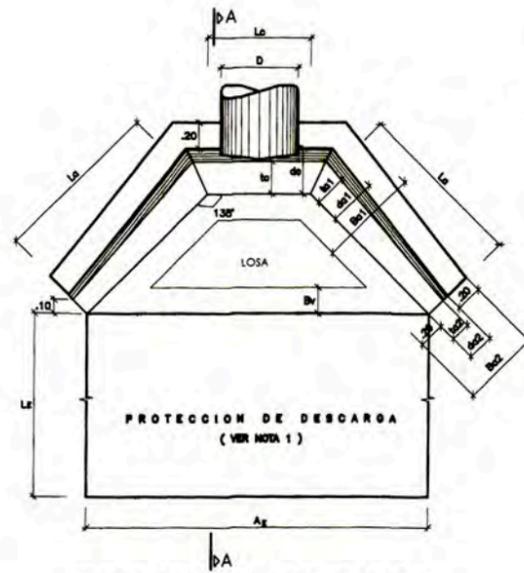
CAJA RECEPTORA
PLANTA

ESC. 1:25



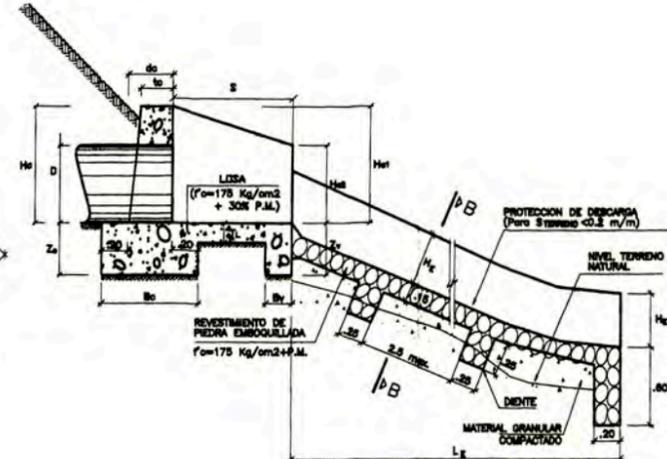
CORTE 1-1

ESC. 1:25



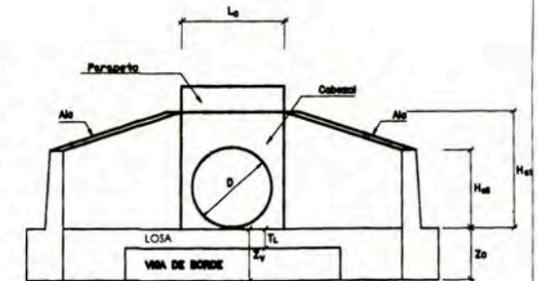
ESTRUCTURA DE SALIDA
PLANTA

5/E



CORTE A-A

ESC. 1:25



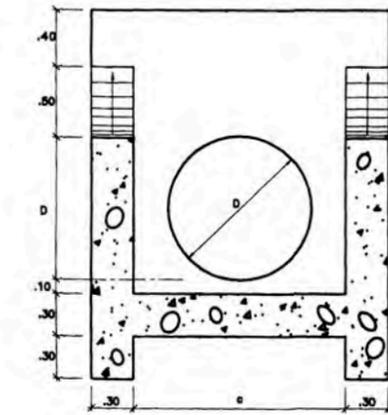
ELEVACION
3/E

CUADRO DE DIMENSIONES

Alcantarilla	TMC	CABEZAL					ALAS				LOSA		Viga de Borde	CANAL ALIVIADERO			Caja Receptora			Canal de Bajada *		
		TIPO	D (m)	Lc (m)	Hc (m)	tc (m)	dc (m)	Zc x Bc (m x m)	La (m)	Ha (m)	ta (m)	da (m)	Za x Ba (m x m)	T _L (m)	S (m)	Zv x Bv (m x m)	L _E (m)	A _E (m)	H _E (m)	a (m)	b (m)	c (m)
24"	0.60	1.00	0.90	0.25	0.35	0.40 X 0.75	1.05	0.90	0.25	0.35	0.40 x { 0.75 / 0.60	0.15	0.75	0.40 x 0.20	5.00	2.50	0.20	1.20	0.80	1.10	5.00	0.60
36"	0.90	1.30	1.20	0.30	0.45	0.40 X 0.85	1.30	1.20	0.30	0.45	0.40 x { 0.85 / 0.70	0.15	0.90	0.40 x 0.20	7.00	3.10	0.25	1.50	1.20	1.40	7.00	0.90
48"	1.20	1.60	1.50	0.35	0.50	0.40 X 0.90	1.70	1.50	0.35	0.50	0.40 x { 0.90 / 0.70	0.15	1.20	0.40 x 0.25	10.00	4.00	0.35	1.80	1.50	1.70	7.00	1.20
60"	1.50	2.00	1.90	0.35	0.55	0.50 X 0.95	1.90	1.90	0.35	0.55	0.50 x { 0.95 / 0.75	0.20	1.35	0.50 x 0.25	10.00	4.70	0.45	2.10	1.80	2.00	7.00	1.50
64"	1.60	2.10	2.00	0.35	0.55	0.55 X 1.00	2.10	2.00	0.35	0.55	0.50 x { 0.95 / 0.75	0.20	1.50	0.55 x 0.30	10.00	5.10	0.45	2.20	1.90	2.10	7.00	1.60
72"	1.80	2.40	2.30	0.35	0.60	0.60 X 1.00	2.40	2.30	0.35	0.60	0.60 x { 1.00 / 0.80	0.25	1.70	0.60 x 0.30	10.00	5.95	0.50	-	-	-	-	-

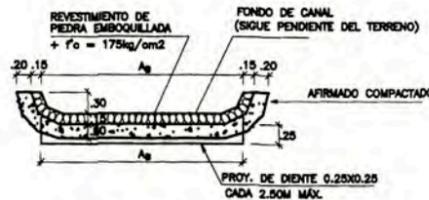
* EN CAJAS RECEPTORAS O CAJAS DE T.M.A.

DISEÑO DE CONTROL DE CARCAVAS DE SALIDA



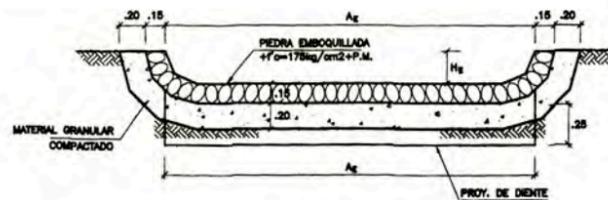
CORTE 2-2

ESC. 1:25



CORTE 3-3

ESC. 1:20



CORTE B-B

ESC. 1:25

CUADRO DE METRADOS

ALCANTARILLA	TMC	ESTRUCTURA DE ENTRADA		ESTRUCTURA DE ENTRADA	
		CONCRETO CICLOPEO f _c =175 Kg/cm ² (m ³)	ENCOFRADO (m ²)	CONCRETO CICLOPEO f _c =175 Kg/cm ² (m ³)	ENCOFRADO (m ²)
24"	0.60	3.090	19.908	1.644	5.659
36"	0.90	5.048	25.893	2.691	9.003
48"	1.20	6.284	32.296	4.225	13.280
60"	1.50	7.605	39.184	6.679	19.796
64"	1.60	8.064	41.564	7.818	22.236
72"	1.80	0.00	0.00	10.830	28.830

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CABEZAL, ALAS Y CAJA RECEPTORA
CONCRETO CICLOPEO
f_c = 175 Kg/cm² + 30% P.M. (4" max.)
- LOSA, ZAPATA, ALMADERO
f_c = 175 Kg/cm² + 30% P.M. (4" max.)
- CANAL DE BAJADA Y ALMADERO
PIEDRA EMBOQUILLADA:
P.M. + CONCRETO f_c=175Kg/cm².
AL FINAL DEL CANAL ALIVIADERO
DEBE REALIZARSE UNA ZANJA ABIERTA
EN EL TERRENO, HASTA DESFOQUE NATURAL.
- MATERIAL GRANULAR:
TIPO A1, A2 & A3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

ALUMNO:
BACH. LLACZA MEDINA, JOHN PAUL

Diseñó: LLACZA MEDINA JOHN
20002129-E Aprobó:
Dibujó: JPLLM
Verificó: ESCUELA PROFESIONAL
Presentó:

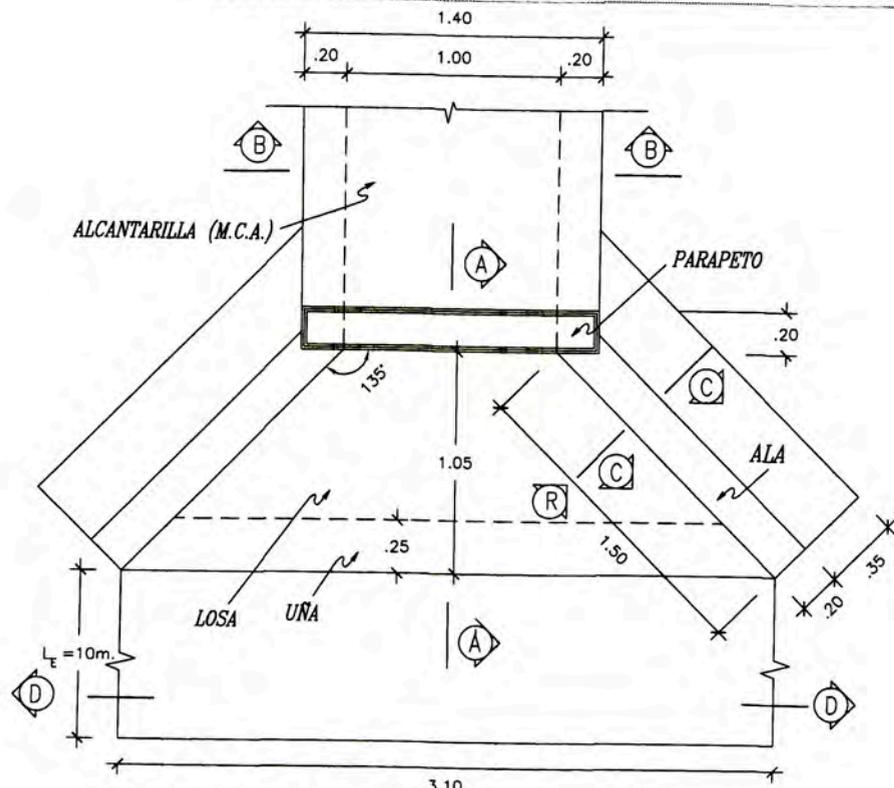
REVISIONES	
Nº	FECHA

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
DEL KM.163+800 AL KM.164+100
2009-1

PLANO:
ENROCADO
UBICACION:
KM 163+870 Y KM 164+100

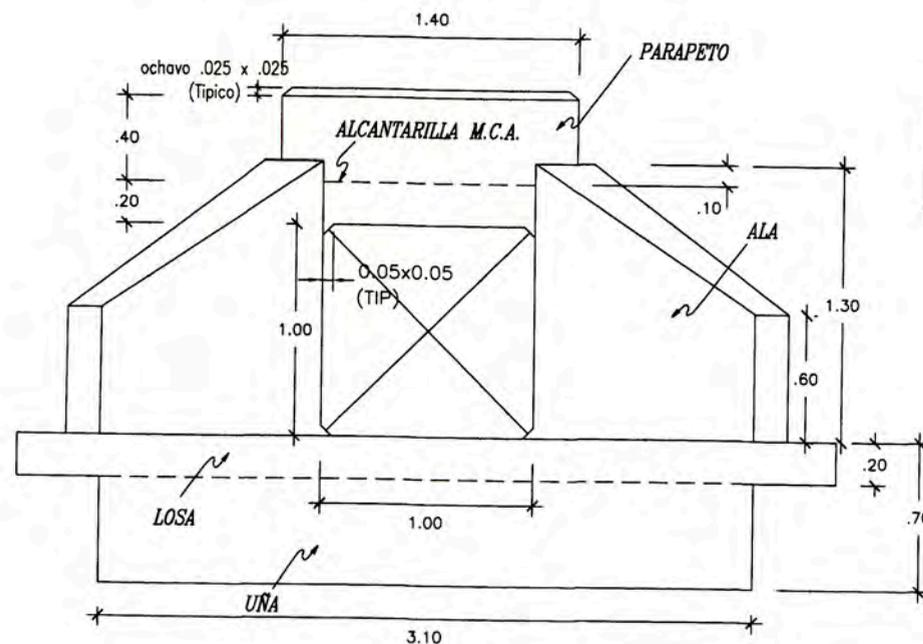
ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO 2009
AL-01

ALCANTARILLA M.C.A. 1.0x1.0 m.



NOTA: Canal aliviadero de M.C.A. será dentado similar que para el canal del T.M.C.

PLANTA ESC. S/E



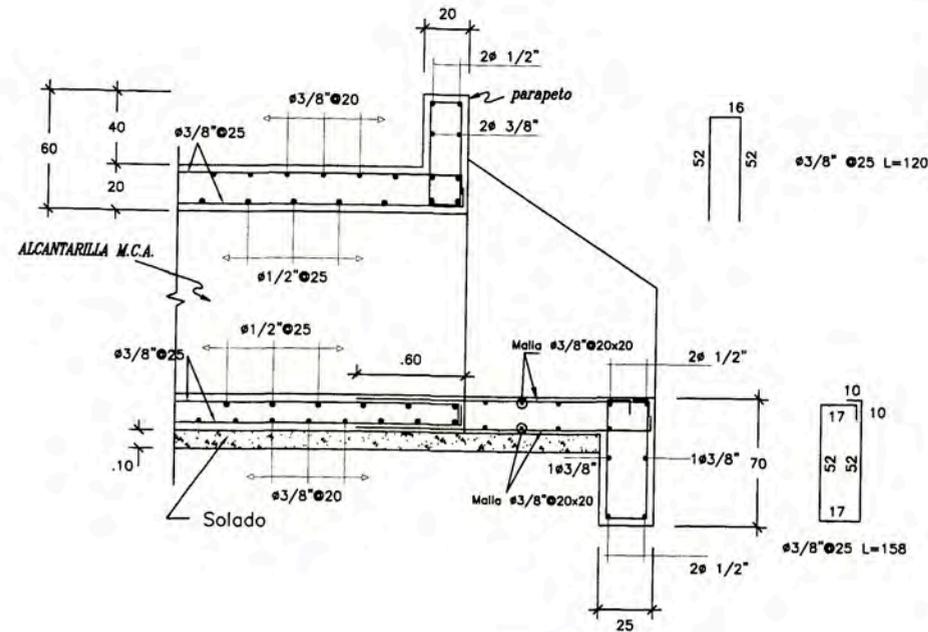
ELEVACIÓN ESC. S/E

METRADOS EN CONDUCTO			
CONCRETO ARMADO f'c=210Kg/cm2 (m3/ml)	ENCOFRADO m2/ml	ACERO (kg/ml)	
0.960	9.60	3/8"	1/2"
		52.81	15.12
METRADOS EN ESTRUCTURA DE SALIDA (ALAS)			
CONCRETO ARMADO f'c=210 Kg/cm2 (m3)	ENCOFRADO (m2)	ACERO (kg)	
1.86	13.31	3/8"	1/2"
		174.00	21.42

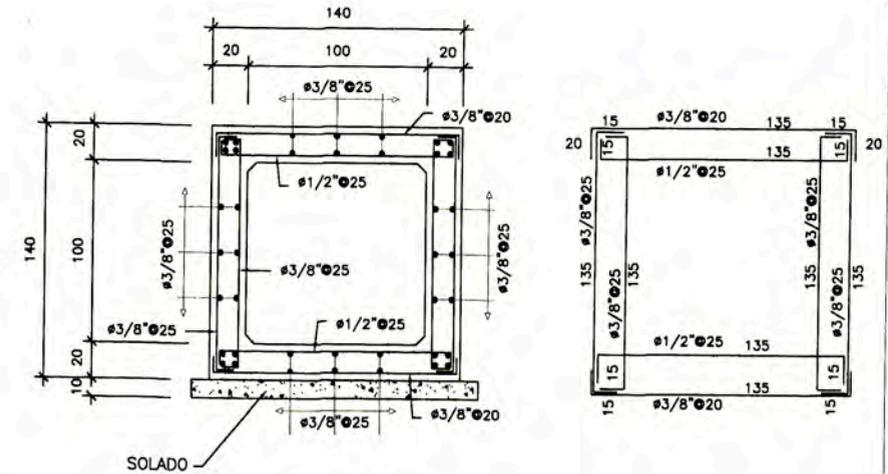
PROGRESIVA
KM 137+833
KM 137+890
KM 145+053

ESPECIFICACIONES

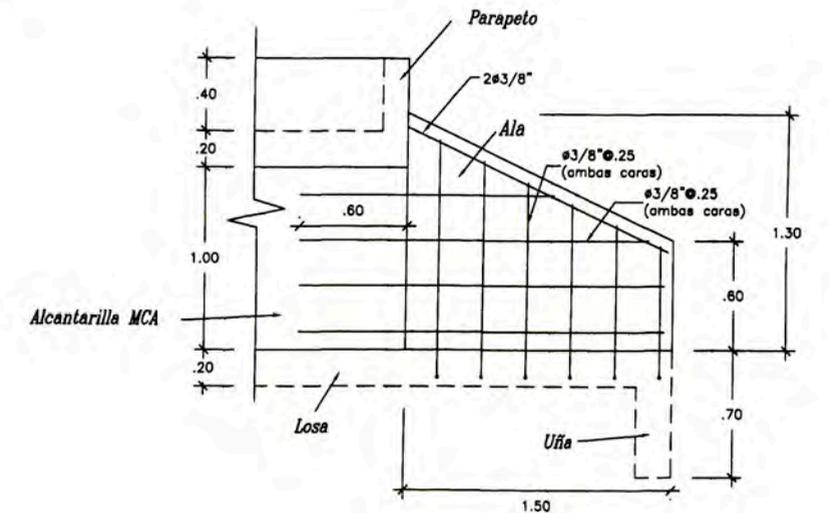
- CONCRETO PARA MARCO Y ALAS : f'c= 210 kg/cm2
- CONCRETO PARA SOLADO : f'c= 100 kg/cm2
- ACERO : fy= 4200 kg/cm2
- RECUBRIMIENTO :
 - EN MUROS Y FONDO DE LOSA : 3 cm
 - EN NEGATIVO DE LOSA SUPERIOR : 4 cm
- ENCOFRADO : CARAVISTA
- TREN DE CARGAS : HL - 93K, HL - 93M
- JUNTAS @ 9m



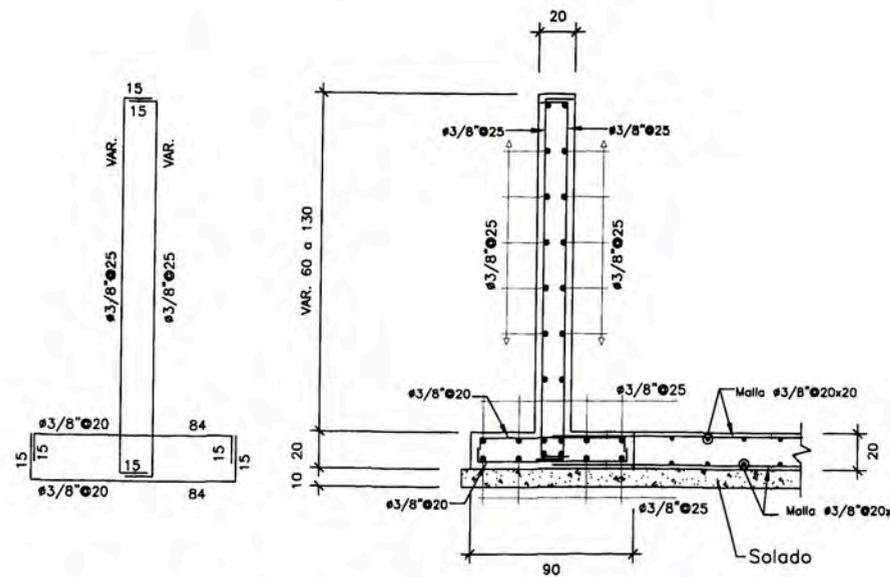
SECCION A-A ESC 1 : 20



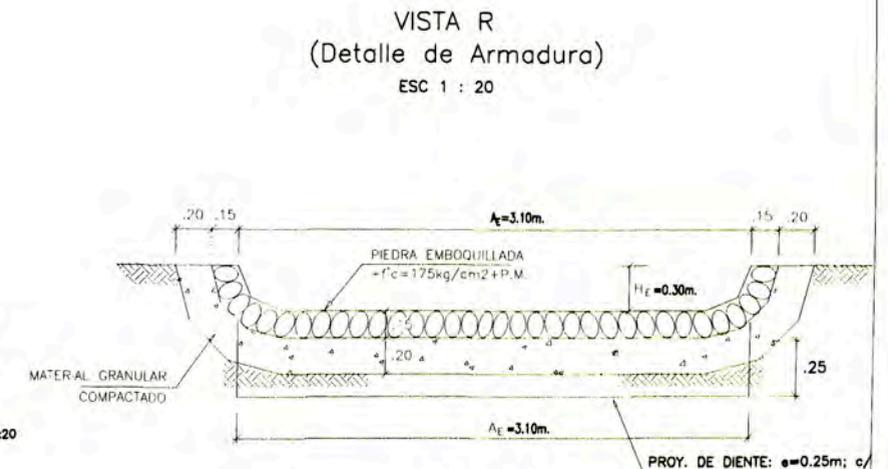
SECCION B-B ESC 1 : 20



VISTA R (Detalle de Armadura) ESC 1 : 20



SECCION C-C ESC 1 : 20



SECCION D-D ESC. S/E

NOTA: AL FINAL DEL CANAL ALIVIADERO DEBE REALIZARSE UNA ZANJA ABIERTA EN EL TERRENO PROLONGADA HASTA EL DESFUGUE NATURAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

PROYECTISTA:
ALUMNO:
BACH. LLACZA MEDINA, JOHN PAUL

Diseño: LLACZA MEDINA JOHN
20002129-E Aprobó:
Dibujó: JPLLM
Verificó: ESCUELA PROFESIONAL
Presentó:

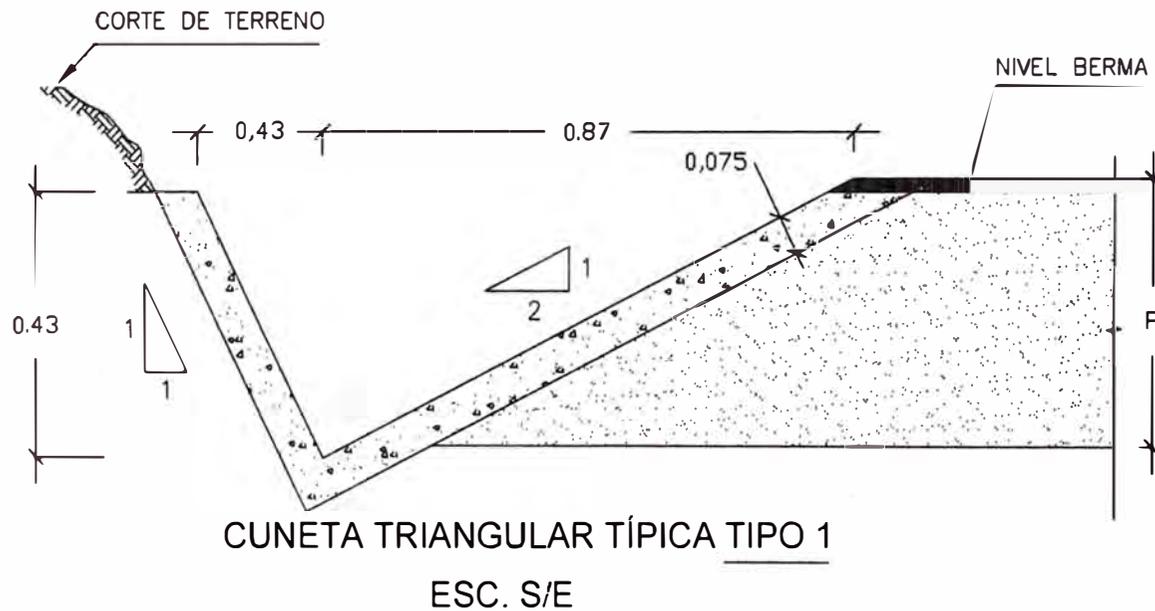
REVISIONES	
N°	FECHA

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
DEL KM.163+800 AL KM.164+100

2009-1

PLANO:
PLANO DE ALCANTARILLA TMC 1X1
UBICACION:
KM 163+870 Y KM 164+100

ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO 2009
AL-02



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1' - CUNETAS TRIANGULARES
f'c=175kg/cm². CON AGREGADO TAMANO MAX.3/4"
- 2' - JUNTAS
COLOCAR JUNTAS DE DILATACION CADA 3 m.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

ALUMNO:
BACH. LLACZA MEDINA, JOHN PAUL

Diseño: LLACZA MEDINA, JOHN PAUL
Obra: ESCUELA PROFESOR
Verificación: ESCUELA PROFESOR

REVISIONES
DESCRIPCIÓN

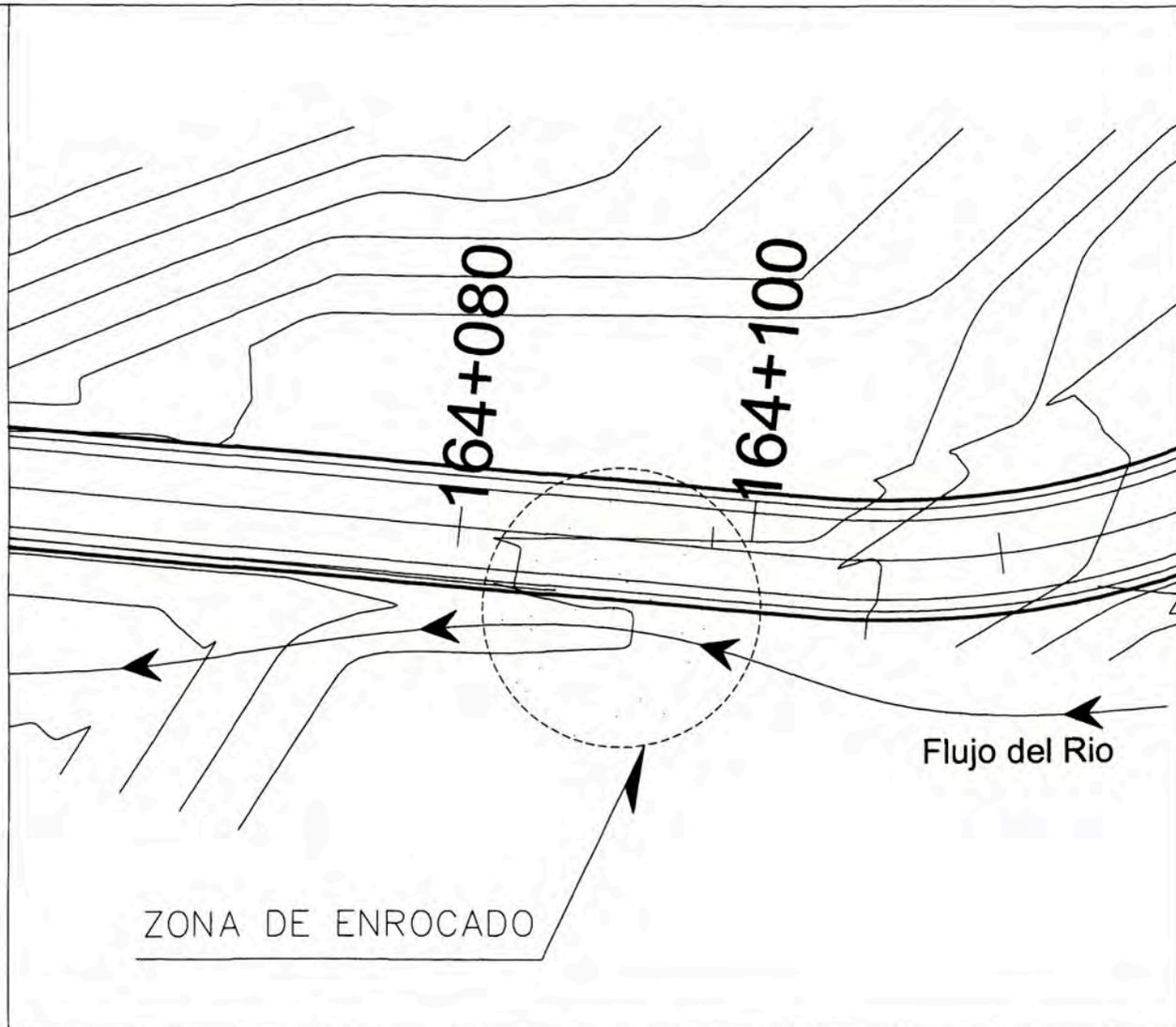
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
DEL KM. 163+800 AL KM. 164+100

PLANO:
ENROCADOS

UBICACION:
KM 164+080- KM 164+100

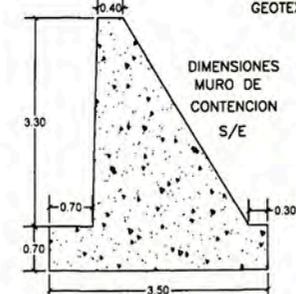
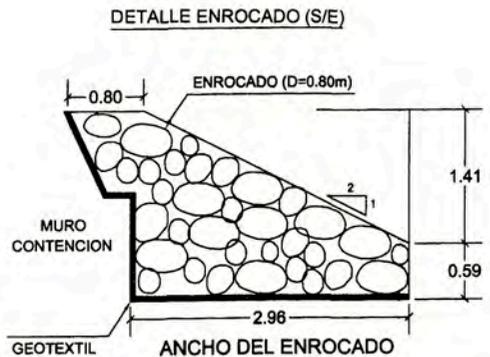
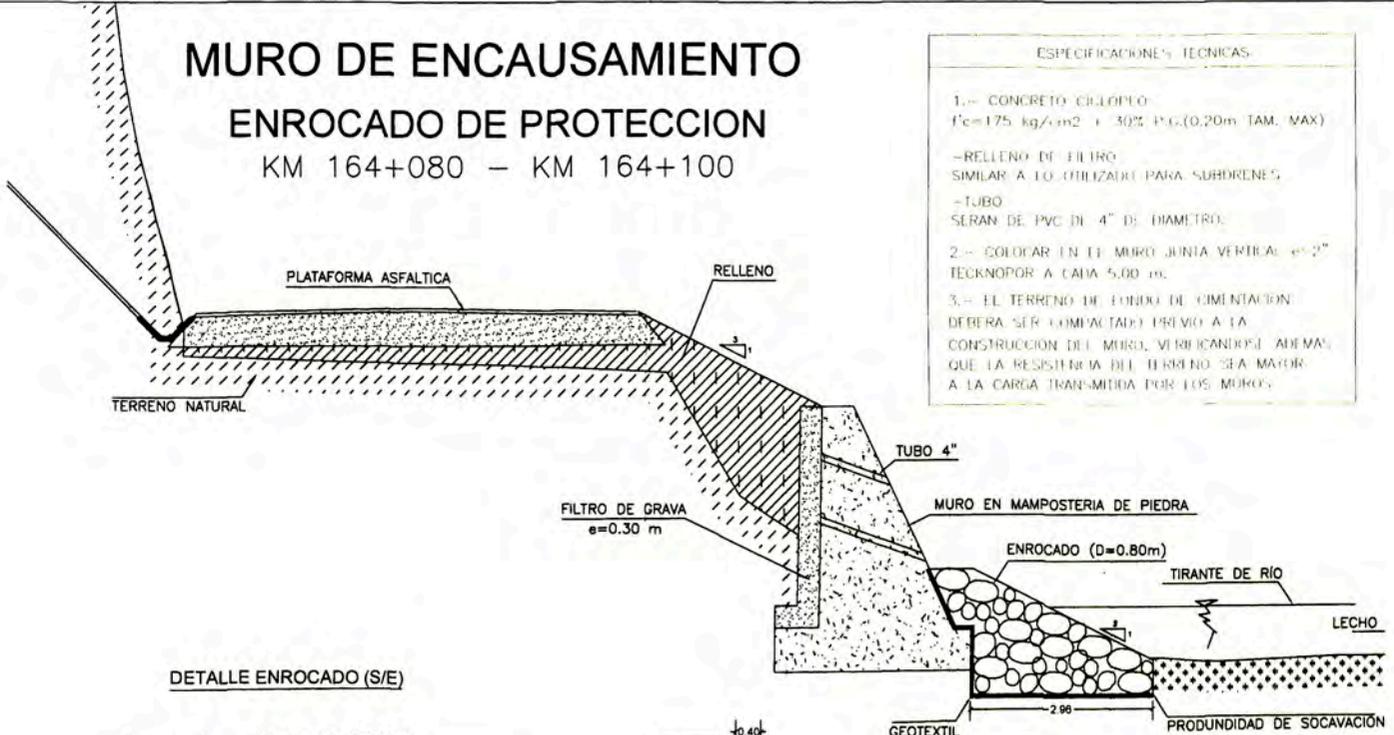
ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO 2009

CU-01



MURO DE ENCAUSAMIENTO ENROCADO DE PROTECCION KM 164+080 - KM 164+100

- ESPECIFICACIONES TECNICAS
- 1.- CONCRETO CILINDRICO
f'c=175 kg/cm² + 30% F.C.(0.20m TAM. MAX)
 - RELLENO DE FILTRO
SIMILAR A LO UTILIZADO PARA SUBDRENEO
 - TUBO
SERAN DE PVC DE 4" DE DIAMETRO
 - 2.- COLOCAR EN EL MURO JUNTA VERTICAL e=2" TECNOPOR A CADA 5.00 m.
 - 3.- EL TERRENO DE FONDO DE CIMENTACION DEBERA SER COMPACTADO PREVIO A LA CONSTRUCCION DEL MURO, VERIFICANDOSE ADICIONALMENTE QUE LA RESISTENCIA DEL TERRENO SEA MAYOR A LA CARGA TRANSMITIDA POR LOS MUROS.



- 1.- LAS SUPERFICIES EXTERIORES DEBERA TENER UN ACABADO LISO.
- 2.- LA ALTURA MEDIA DE VACADO POR JORNADA, SERA DE 1.00m. LAS JUNTAS DE CONSTRUCCION DEBERAN SER AGUJERAS Y HERRAJES DE IRON SOBRESALIENTES A FIN DE LOGRAR BUENA ADHERENCIA CON EL SUELO VACADO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

ALUMNO:
BACH. LLACZA MEDINA, JOHN PAUL

Diseño: LLACZA MEDINA JOHN Aprobó:
20002129-E
Dibujó: JPLM
Verificó: ESCUELA PROFESIONAL
Presentó:

REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
DEL KM.163+800 AL KM.164+100
2009-1

PLANO:
ENROCADO
ENROCADO (D=0.80m)
UBICACION:
KM 164+080- KM 164+100

ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO 2009
ER-01