

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



**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE – YAUYOS - HUANCAYO DEL KM.162+900 AL KM.163+200**

SISTEMA DE DRENAJE

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JANNETTE CLEMENTINA RAMÍREZ ACOSTA

Lima- Perú

2009

Dedicatoria:

A Dios por darme la vida. A la mamita Elida que desde el cielo guía mis pasos. A mi papá Rodolfo y mis hermanos por confiar en mí.

INDICE

INDICE	1
RESUMEN EJECUTIVO	4
LISTA DE CUADROS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	9
INTRODUCCION	10
CAPITULO I: PERFIL DEL PROYECTO	11
1.1. ASPECTOS GENERALES	11
1.1.1. ANTECEDENTES	11
1.1.2. MARCO DE REFERENCIA	12
1.1.3. NOMBRE DEL PROYECTO	13
1.1.4. UBICACION GEOGRAFICA	13
1.1.5. ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO	14
1.1.6. DESCRIPCION DEL PROYECTO	14
1.2. IDENTIFICACION	15
1.2.1. DEFINICION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS	15
1.2.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	16
1.3. OBJETIVO DEL PROYECTO	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
CAPITULO II: HIDRÁULICA E HIDROLOGIA Y DRENAJE	18
2.1. MARCO TEORICO	18
2.1.1. CUENCA	18
2.1.2. PRECIPITACION	19
2.1.3. CAUDALES MAXIMOS	22
2.1.4. CLASIFICACION DEL SISTEMA DE DRENAJE	24
2.2. CALCULOS HIDROLOGICOS	28
2.2.1. GENERALIDADES	29
2.2.2. INVENTARIO DE CAMPO	30

2.2.3. EVALUACION DE CUENCAS	31
2.2.4. ANALISIS ESTADISTICO DE PRECIPITACIONES.....	32
2.2.5. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	33
2.2.6. DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA.....	34
2.2.7. CALCULO DE CAUDALES	36
2.2.8. DISEÑO DE OBRAS PROYECTADAS.....	38
2.3. NORMAS	45
2.3.1. NORMAS TÉCNICAS A ADOPTARSE EN EL DISEÑO.....	46
2.3.2. NORMAS TÉCNICAS A ADOPTARSE EN LA CONSTRUCCIÓN.....	49
2.4. PLANOS.....	50
2.4.1. Plano de Cuencas	50
2.4.2. Plano de Planta	50
2.4.3. Plano Típico de Cuneta y Zanja	50
2.4.4. Plano Típico de Alcantarilla TMC.....	50
2.4.5. Plano Típico de Alcantarilla MC.....	50
2.4.6. Plano Típico de Defensa Ribereña	50
CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO	51
3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	51
3.1.1. OBRAS DE DRENAJE	51
3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	52
3.2.1. EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	53
3.2.2. RELLENO PARA ESTRUCTURAS	54
3.2.3. CONCRETO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$	55
3.2.4. CONCRETO CICLOPEO $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$	55
3.2.5. CONCRETO CICLOPEO $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$	55
3.2.6. CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	55
3.2.7. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	57
3.2.8. ACERO DE REFUERZO $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$	58
3.2.9. ALCANTARILLA TMC 36"	61
3.2.10. PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS	62
3.2.11. CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS.....	63
3.2.12. REVESTIMIENTO DE PIEDRA EMBOQUILLADA $E = 0.15 \text{ M}$	65
3.2.13. ENROCADO $>0.70 \text{ m}$	67

3.3.	METRADOS	69
3.4.	COSTOS Y PRESUPUESTOS	69
3.5.	PROGRAMACIÓN	69
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFIA	72
	ANEXOS	73

RESUMEN EJECUTIVO

El Resumen Ejecutivo comprende la presentación en forma sucinta y clara, de todos los aspectos señalados en el presente informe correspondiente a la especialidad de Hidráulica e Hidrología y Drenaje, definiendo los criterios y premisas de cálculo así como las metodologías adoptadas en la fase de diseño.

La Carretera Cañete – Yauyos - Huancayo con una longitud aproximada de 281.00 Km, se encuentra ubicado en la provincia de Yauyos, departamento de Lima. Correspondiendo el presente expediente sólo al Sector: Km 162+900 al Km 163+200.

Todo este sector se encuentra afirmado en mal estado con secciones a media ladera, y deficiente obras de drenaje; presentando una topografía abrupta, con excesivas curvas horizontales, que le impiden una buena transitabilidad.

Para el **ANÁLISIS HIDROLOGICO** del sector se trabajó con 2 cuencas y 2 intercuenas definidas que contribuyen al diseño de las obras hidráulicas de este tramo.

En lo que respecta al drenaje transversal; se generaron las descargas por el método del Soil Conservation Service para cuencas mayores a 2km² y el Método Racional para cuencas menores a 2km².

Referente a las **OBRAS DE DRENAJE** del sector en cuestión, se puede decir que las cunetas están excavadas en tierra y carecen de revestimiento encontrándose en muy mal estado de conservación, colmatadas y severamente deterioradas, por lo que deben ser ejecutadas en su totalidad.

El sistema de drenaje longitudinal de la carretera estará constituido por cunetas revestidas de sección triangular adyacentes a la calzada, a ubicarse en el borde interior de los sectores a media ladera. Se han proyectado alcantarillas que evacuarán el agua captada por las cunetas (pluvial), para luego entregar el flujo a las obras de drenaje transversal. Para determinar el caudal de diseño de las

cunetas se usó del método racional, considerándose para tal efecto el área de las intercuenas como aporte de los taludes y 7.00m de ancho de la vía.

Las alcantarillas serán proyectadas a fin de ajustarse a la capacidad hidráulica requerida, a la nueva sección transversal de la vía y acondicionarse al mayor ancho de rodadura previsto.

Las dimensiones de las alcantarillas a emplazar dependen del caudal de diseño determinado por el análisis hidrológico de la cuenca colaborante; sin embargo, se ha considerado dimensiones mínimas para facilitar la operación y mantenimiento de las alcantarillas durante su vida útil. En el caso de TMC el diámetro mínimo será de 36" y en marcos de concreto armado la sección cuadrada de 1.5x1m.

La alcantarilla que se han proyectado son de dos tipos: Tubería metálica corrugada (TMC) y marco de concreto armado (MC).

La alcantarilla TMC se empleará en aquellos puntos de drenaje con suelos sin presencia de agua superficial continua ni agua subterránea. Se ubicarán en puntos bajos del perfil longitudinal de la carretera y también a intervalos regulares para la recolección y alivio de las aguas de drenaje de las cunetas. En los extremos de la alcantarilla se colocarán cabezales tipo caja receptora y ala (entrada y salida) con emboquillado a fin de evitar la erosión del cuerpo y el talud.

Las estructuras tipo marco de sección cuadrada formada por cuatro placas de concreto armado unidas en forma monolítica, se colocará en el cruce de quebradas, en la parte más profunda del cauce para evacuar el flujo de estos cursos naturales. En la entrada se colocará cabezal tipo ala, debido a la presencia del muro de tierra armada no proyectará cabezal de salida sin embargo se complementará el emboquillado con gradas disipadoras para evitar la erosión el talud.

En el tramo de carretera en estudio existe un sector crítico, donde las condiciones morfológicas e hidráulicas se combinan para generar las peores

condiciones que atentan contra la estabilidad del talud inferior de la vía. Este sector se encuentra en curva, muy próximo al Río Alis, que eventualmente puede ser erosionado ante la ocurrencia de los caudales máximos de avenidas. En este sector en curva, donde el cauce se acerca al talud de la carretera, se propone la protección de la misma mediante una defensa ribereña conformada por enrocado colocado de diámetro medio de 0.70m.

Finalmente, la construcción de las obras proyectadas se realizará de acuerdo a las especificaciones técnicas, los planos de detalle y la programación de ejecución, presentadas en el presente informe.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01: Descripción de la Carretera Cañete–Yauyos–Chupaca	11
Cuadro N° 2.01: Información Cartográfica.....	30
Cuadro N° 2.02: Información Hidrometeorológica	30
Cuadro N° 2.03: Características de las cuencas e intercuenca	32
Cuadro N° 2.04: Valores de PM24 Probable Expresado mm	32
Cuadro N° 2.05: Resultados de la Prueba de Bondad de Ajuste	33
Cuadro N° 2.06: Valores de PM24 expresado en mm (Vilca y Yauricocha)	34
Cuadro N° 2.07: Intensidad	35
Cuadro N° 2.08: Intensidad IILA	36
Cuadro N° 2.09: Métodos de análisis, Precipitación – Escorrentía	36
Cuadro N° 2.10: Coeficiente de Escorrentía C – Método Racional (*)	37
Cuadro N° 2.11: Evaluación del Tiempo de Concentración Tc	38
Cuadro N° 2.12: Caudal de Diseño - Método Racional	39
Cuadro N° 2.13: Caudales de diseño para Tr = 50 años	42
Cuadro N° 2.14: Calculo de la velocidad de rio	43
Cuadro N° 2.15: Resumen de Datos para el programa HEC HMS v3.2	44
Cuadro N° 2.16: Resultados de la aplicación del software HEC-HMS	45
Cuadro N° 2.17: Diseño de enrocado	45
Cuadro N° 2.18: Períodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje	47
Cuadro N° 2.19: Velocidad máxima del agua	47
Cuadro N° 2.20: Valores del coeficiente de Manning	48
Cuadro N° 2.21: Dimensiones mínimas de las cunetas.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01: Trazo Vial de la ruta N° 22	13
Figura N° 1.02: Ubicación de Alis	14
Figura N° 1.03: Árbol de causas y efectos.....	16
Figura N° 2.01: Longitud y Perímetro de una cuenca.....	19
Figura N° 2.02: Polígono de Thiessen.....	21
Figura N° 2.03: Curva IDF.....	22

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
ASTM	: American Society of Testing and Materials.
DG 2001	: Diseño Geométrico.
EG 2000	: Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras del Perú.
IDF	: Intensidad, Duración, Frecuencia.
IGN	: Instituto Geográfico Nacional.
MC	: Marco de Concreto.
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
PLU	: Pluviométrico.
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
TMC	: Tubería de Metal Corrugado.

INTRODUCCION

El presente informe “Ampliación y Mejoramiento de la carretera: Cañete – Yauyos – Huancayo del Km. 162+900 al Km. 163+200 - Sistema de Drenaje” se crea como respuesta para optimizar la necesidad de transitabilidad de la carretera, para lo cual se propone realizar un plan de mantenimiento, las mejoras de la obras de drenaje, protección, superficie de rodadura, replanteo de diseño geométrico, señalización y seguridad vial.

En el primer capítulo se realiza un resumen del perfil del proyecto destacando la necesidad de un adecuado sistema de drenaje que nos permita el buen funcionamiento del tramo asignado; para lo cual se presenta las nuevas características de la vía a fin de resolver el problema central de transitabilidad.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico empleado para el diseño de las estructuras hidráulicas a proyectarse a fin de responder a los problemas que presenta la vía, así como las normas técnicas utilizadas.

En el tercer capítulo se ha realizado un expediente técnico referente a las obras de arte y drenaje proyectadas en el capítulo anterior, para lo cual se presenta el presupuesto, los análisis unitarios y programación de construcción.

CAPITULO I: PERFIL DEL PROYECTO

1.1. ASPECTOS GENERALES

1.1.1. ANTECEDENTES

La Carretera Central es una de las principales vías de abastecimiento de productos y producción pecuaria de la ciudad de Lima, así mismo es el corredor económico hacia la Región Junín. La carretera se encuentra asfaltada y en buen estado; sin embargo, la transitabilidad de la vía se encuentra afectada por el alto volumen del flujo vehicular pesado que existe en ella. Otro factor desfavorable se presenta en épocas de lluvias, con el constante cierre de la vía producida por derrumbes y huaycos.

Ante estos acontecimientos es necesario encontrar alternativas que mejoren el flujo vehicular en la vía antes mencionada, una de estas alternativas es la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, perteneciente a la Red Vial Nacional (Ruta N° 22), de aproximadamente 271 Km., la cual se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1.1: Descripción de la Carretera Cañete – Yauyos - Chupaca

Descripción	Longitud (km)	Superficie de rodadura	Estado Actual
Cañete - Lunahuaná	40.95	Asfalto	regular
Lunahuaná - Pacarán	11.91	Asfalto	regular
Pacarán - Zuñiga	3.74	Afirmada	regular
Zuñiga - Dv. Yauyos	70.40	Afirmada	malo
Dv. Yauyos – Dv. Roncha	128.19	Afirmada	malo
Dv. Roncha - Chupaca	16.54	Afirmada	regular

Fuente: Elaboración Propia

Para la utilización de la vía se requiere mejorar su transitabilidad y confort, para ello señalaremos sus principales deficiencias, entre las que se encuentra un diseño geométrico inadecuado, un ancho de vía que no corresponde a los vehículos que la transitan, por ejemplo en el tramo Dv. Yauyos – Dv. Ronchas se

cuenta con un ancho de vía de 4m., las estructuras de protección no funcionan adecuadamente, obras de drenaje deficientes, entre otras.

La ampliación y mejoramiento de la vía trae consigo la optimización del traslado terrestre, en tiempo y costo de viaje; ofrece una alternativa para el traslado público y privado, pudiendo generar indirectamente comercios a lo largo de la carretera, generando a su vez trabajo a la población del lugar; por otro lado la presencia de zonas turísticas, promueven la economía local.

Para el Estado es importante impulsar este tipo de proyectos, pues forma parte del Plan de Desarrollo Social y Económico Nacional y Regional, de este modo articula e integra a sus pueblos.

1.1.2. MARCO DE REFERENCIA

Proyecto Perú, es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

El Proyecto Perú ha establecido una política de conservación vial a través de contratos a nivel de servicios y por plazos mayores o iguales a tres años, lo que implica una transferencia de riesgo al contratista; de este modo, mediante Convenio N° 018-2008-MTC/20, la empresa “Consortio Gestión de Carreteras”, asume las obligaciones de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - Dv. Yauyos – Dv. Roncha.

El recorrido de esta vía se puede apreciar en el Figura N° 1.01, el cual se muestra a continuación.

Figura N° 1.01: Trazo Vial de la ruta N° 22



1.1.3. NOMBRE DEL PROYECTO

El presente informe corresponde a una parte del tramo Dv. Yauyos – Dv. Roncha el cual está orientado a mejorar el sistema de drenaje existente.

“Ampliación y Mejoramiento de la carretera: Cañete – Yauyos – Huancayo Km. 162+900 al Km. 163+200. Sistema de Drenaje”

1.1.4. UBICACION GEOGRAFICA

El proyecto forma parte de la ruta 22 perteneciente a la Red Vial Nacional, se encuentra ubicado en el departamento de Lima, provincia de Yauyos, distrito de Alis.

Datos del proyecto:

- Punto de inicio : Km. 162+900
- Punto final : Km. 163+200
- Altitud : 3250 m.s.n.m.

Figura N° 1.02: Ubicación Alis



1.1.5. ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO

Hay dos vías de acceso a la zona del Proyecto:

Desde Lima el acceso a la zona del proyecto por vía terrestre es siguiendo la Panamericana Sur, Lima – Cañete, y luego a través de la ruta Lunahuana – Yauyos – Chupaca.

Desde Lima el acceso a la zona del proyecto por vía terrestre es siguiendo la Carretera Central, Lima – Huancayo, y luego a través de la ruta Chupaca – Yauyos – Lunahuana.

1.1.6. DESCRIPCION DEL PROYECTO

La Ampliación y Mejoramiento del tramo en estudio, se ejecutará de acuerdo a los acápites que se describen a continuación:

Diseño Geométrico: Para satisfacer el IMD proyectado y el aumento de la velocidad de diseño, se ampliará la plataforma y diseñará un trazo adecuado, a fin de cumplir con las normas mínimas requeridas establecidas por el Ministerio de Transporte.

Pavimento: Se diseñará un pavimento adecuado que soporte la carga vehicular esperada.

Sistema de Drenaje: Con la finalidad de mantener una armonía entre la carretera y el agua, se implementará un apropiado sistema de drenaje que conduzca de manera adecuada y oportuna los flujos de escorrentía que crucen la vía.

Señalización y Conservación Vial: Se elaborará un plan de conservación que contemple el mantenimiento rutinario y periódico mínima que permita mantener la vía en buen, así como implementar señales informativas y preventivas a lo largo de toda la vía.

Impacto Ambiental: El distrito de Alis se encuentra ubicado dentro de la reserva paisajista “Nor-Yauyos Cocha”, por esta razón se implantará un plan de manejo ambiental a fin de mitigar los impactos negativos que ocasione la construcción de la carretera.

Programación y Presupuesto: Una carretera exige un adecuado planeamiento económico así como la selección más conveniente de los materiales de construcción a emplear.

1.2. IDENTIFICACION

1.2.1. DEFINICION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

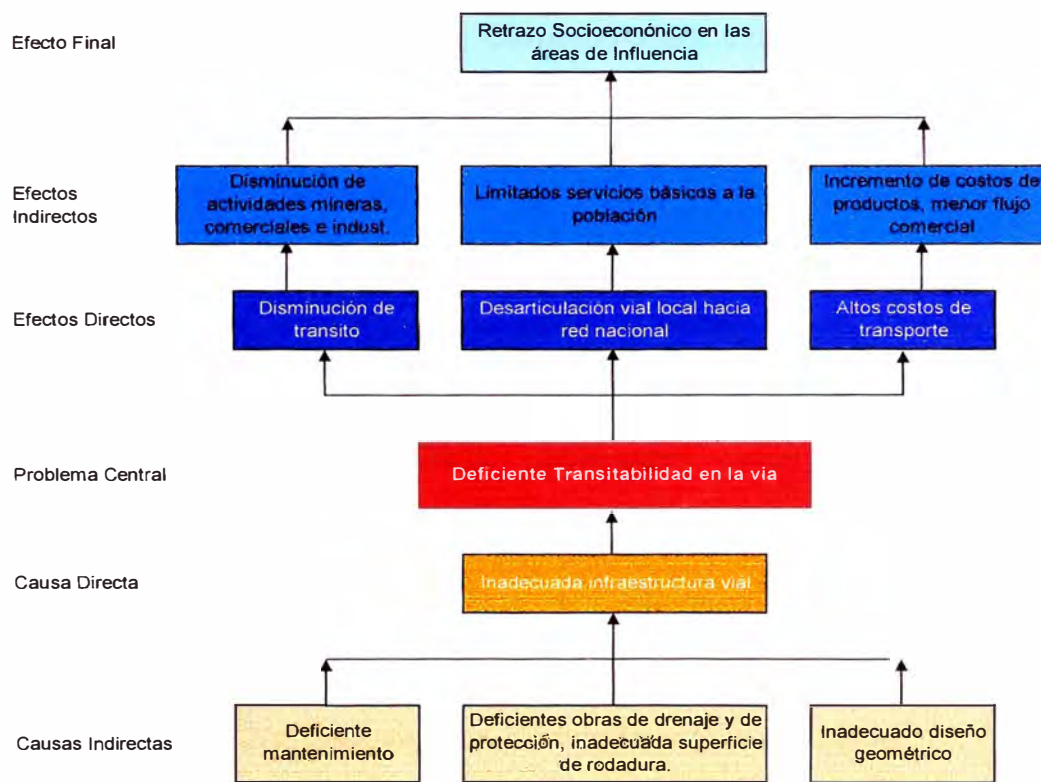
El problema principal del tramo Dv. Yauyos – Dv. Roncha es la deficiente transitabilidad, debido a la inadecuada infraestructura, producida por el deficiente mantenimiento, deficiente obras de drenaje y protección e inadecuado diseño geométrico.

El tramo en estudio se halla a media ladera encontrándose el nivel de rasante en afirmado en mal estado, este tramo carece de obras de arte trayendo como consecuencia el deterioro de la carretera y la inaccesibilidad de la vía.

En la progresiva 163+200 de la carretera, el río Alis se acerca al talud inferior de la plataforma, y cambia el sentido del curso de agua ocasionando posibles problemas de erosión en el talud de reposo que está en contacto con la margen derecha del río.

El agua subterránea proveniente del agua de lluvia que cae sobre la ladera adyacente, compromete la estabilidad de la base de los terraplenes, para evitar este problema debe captarse y eliminarse de manera oportuna.

Figura N° 1.03: Árbol de Causas y Efectos



1.2.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

En esta sección se describirá la alternativa planteada para la Ampliación y Mejoramiento de la carretera poniendo énfasis en los problemas de drenaje mencionados anteriormente.

Frente a la demanda y la oferta vial existente, se plantea mejorar las condiciones de superficie de rodadura para optimizar la transitabilidad en base a las siguientes características del proyecto (basado en la norma DG-2001):

Características Geométricas del proyecto:

- IMD : 897 Veh/día
- Clasificación Vial : Segunda Clase
- Orografía : Tipo 4
- Velocidad Directriz : 40 km/hr
- Velocidad de Operación : 30 km/hr
- Radios mínimos : 45 m
- Pendiente máxima : 6.5%
- Bombeo : 2.5 %
- Ancho superficie rodadura : 6.0 m
- Superficie Rodadura : Carpeta Asfáltica de 2"
- Sistema de drenaje : Cunetas triangulares revestidas

1.3. OBJETIVO DEL PROYECTO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

El proyecto tiene por finalidad mejorar las condiciones actuales de servicio de la carretera identificando los problemas que esta presenta, para proponer las mejoras en el diseño geométrico, pavimento, estructuras de drenaje y señalización necesarias que se requieran para su operatividad y mantenimiento.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos del estudio de drenaje para ampliar y mejorar la vía del km. 162+900 al km. 163+200 comprenden principalmente lo siguiente:

- Identificación y ubicación de sectores o tramos de la carretera que carecen de sistemas de drenaje o protección que se necesitan para la operación segura y eficiente de la vía.
- Identificación y cuantificación de los posibles fenómenos concurrentes que pueden afectar la carretera, a fin de considerarlos en el diseño del nuevo sistema de drenaje y protección que fueran necesarias o convenientes para un óptimo funcionamiento de la vía.
- Diseñar estructuras de drenaje necesarias como cunetas, alcantarillas y defensa ribereña para evitar que el agua provoque daños en la vía.

CAPITULO II: HIDRÁULICA E HIDROLOGIA Y DRENAJE

2.1. MARCO TEORICO

En este capítulo se hará mención de los conceptos más importantes de la hidráulica e hidrología para el manejo adecuado del agua de escorrentía, con el objetivo de estimar los caudales máximos probables, en donde se vean involucrados los parámetros hidrológicos.

Con el cual se proyectará el sistema de drenaje que permitirá controlar el cruce adecuado a través de la vía de la escorrentía superficial y el flujo subterráneo mediante estructuras de drenaje transversal y drenaje longitudinal, obras complementarias y obras de arte menores.

2.1.1. CUENCA

La cuenca es la zona delimitada por cumbres montañosas altas. Las cuencas pueden ser hidrográficas o topográficas.

De este modo se puede inferir que una cuenca se encuentra rodeada de otras cuencas, por lo cual hay que delimitarla, y así poder evaluar los volúmenes de agua aportados por cada una de ellas.

La cuenca topográfica se puede encontrar uniendo los puntos de máxima altura que separan dos cuencas adyacentes, o que son determinadas por **la línea divisoria de aguas**.

Las principales características de las cuencas son: área, perímetro, tipo de suelo, quienes condicionan el volumen de escurrimiento; pendiente, longitud, relieve, red de drenaje, orden de corriente, que condicionan la velocidad de respuesta.

AREA DE LA CUENCA (A)

El área de la cuenca es probablemente la característica geomorfológica más importante para el diseño. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

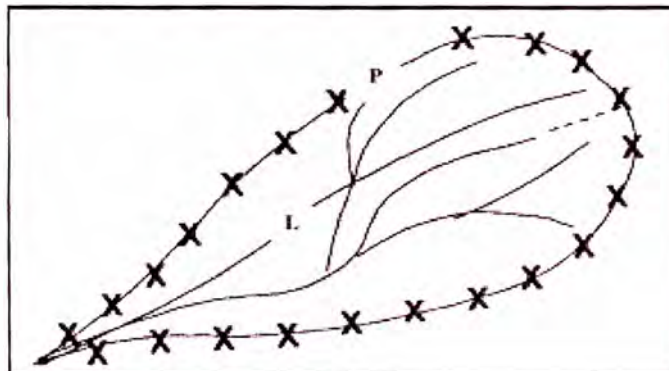
FACTOR DE FORMA

Con respecto al factor de la forma, la distancia del centro de la cuenca hacia la salida de la cuenca puede ser un importante elemento en algunas ubicaciones para determinar la cantidad de la escorrentía del flujo, especialmente el pico del caudal.

LONGITUD (L)

La longitud, L , de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de cuenca (figura 2.01)

Figura N° 2.01: Longitud y Perímetro de una cuenca



PENDIENTE (S)

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

Uno de los métodos más representativos para el cálculo es el muestreo aleatorio por medio de una cuadrícula; llevando las intersecciones de la cuadrícula sobre el plano y calculando la pendiente para todos puntos arbitrariamente escogidos.

2.1.2. PRECIPITACION

Incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo. (También rocío y escarcha que en algunas regiones constituyen una parte pequeña pero apreciable de la precipitación total).

En relación a su origen, pueden distinguirse los siguientes tipos:

- Las *ciclónicas* son las provocadas por los frentes asociados a una borrasca o ciclón. La mayor parte del volumen de precipitación recogido en una cuenca se debe a este tipo de precipitaciones.
- Las de convección se producen por el ascenso de bolsas de aire caliente; son las tormentas de verano.
- Las precipitaciones *orográficas* se presentan cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrar una barrera montañosa.

El estudio de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrológico regional, para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal (en general la única) entrada de agua a una cuenca. También es fundamental en la previsión de avenidas, diseño de obras públicas, estudios de erosión, etc.

▪ **Estudio de Precipitaciones**

La estimación de las precipitaciones se utiliza para determinar el caudal máximo de diseño que se presentará en los puntos de análisis con sus características de socavación y el nivel de aguas máximas.

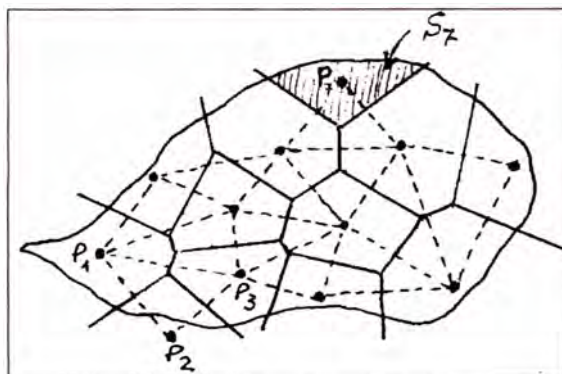
A.1 Análisis de Frecuencias

Con la finalidad de ajustar la serie anual de precipitación máxima diaria de las estaciones mencionadas, se analizó la serie para las diferentes funciones de probabilidades, determinándose mediante las pruebas de bondad de ajuste de Smirnov – Kolmogorov y Chi – Cuadrado.

A.2 Polígonos de Thiessen

Cada estación pluviométrica se rodea de un polígono y se supone que todo el polígono recibe la misma precipitación que el punto central.

Figura N° 2.02: Polígono de Thiessen



Para trazar los polígonos se trazan las mediatrices (perpendicular en el punto medio) de los segmentos que unen las diversas estaciones pluviométricas.

Planimetrando los polígonos, obtenemos sus superficies (α_i), y la P media (P_m), se calcula con la media ponderada:

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

▪ **Tiempo de Concentración**

Se define como el tiempo que pasa desde el final de la lluvia neta hasta el final de la escorrentía directa. Representa el tiempo que tarda en llegar al aforo la última gota de lluvia que cae en el extremo más alejado de la cuenca y que circula por escorrentía directa. Por lo tanto, el tiempo de concentración sería el tiempo de equilibrio o duración necesaria para que con una intensidad de escorrentía constante se alcance el caudal máximo.

A partir de esa definición se comprende que el tiempo de concentración es de gran importancia en los estudios que se realizan sobre inundaciones.

Entre métodos más usados tenemos:

- Fórmula de Kirpich:

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

- Fórmula de Hathaway:

$$T_c = 0.606 \frac{L^{0.467}}{S^{0.234}}$$

- Formula de Bransby - Williams:

$$T_c = 0.2433LA^{-0.1} \frac{1}{S^{0.2}}$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce en Km

S = Pendiente en m/m.

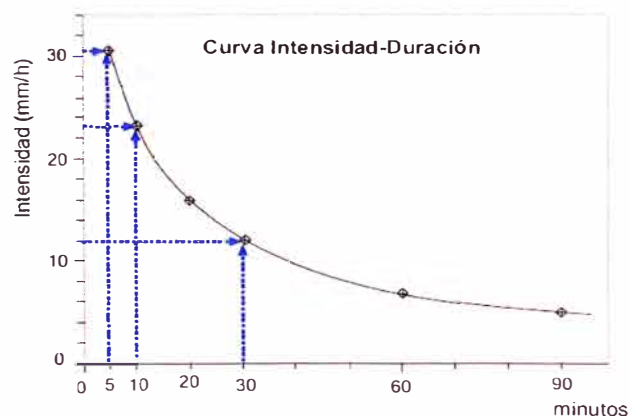
A = Área Km².

A.1 Curva Intensidad Duración

Esta curva expresa la máxima intensidad de precipitación registrada en diversos intervalos de tiempo. Por ejemplo, en la figura adjunta podemos leer (líneas de puntos) que en los 5 minutos más lluviosos la intensidad era de 30 mm/hora, en los 10 minutos más lluviosos la intensidad es de 23 mm/hora y a los 30 minutos más lluviosos corresponden 12 mm/hora.

Esto es fundamental en cualquier problema que necesite datos de precipitación de intervalos cortos. Concretamente, lo utilizaremos para calcular los caudales generados en los cauces superficiales a partir de las precipitaciones, por ejemplo para el diseño de obras públicas relacionadas con la escorrentía superficial.

Figura N° 2.03: Curva IDF



2.1.3. CAUDALES MAXIMOS

Para las cuencas de las quebradas grandes se usará el método de generación de descargas del Soil Conservation Service (áreas mayores a 2km²) y para las

quebradas pequeñas (menores a 2Km²) se usará el método racional; los mismos que se detallan a continuación:

- **Método Racional**

Las descargas se determinan con la siguiente ecuación:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q: Caudal máximo (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I: Intensidad de lluvia (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²)

- **Método del Hidrograma Unitario (S.C.S. – HMS)**

Para la aplicación del método del hidrograma unitario se ha empleado el Software HEC – HMS (Hydrologic Modeling System Versión 3.2) desarrollado por el Hydrologic Engineering Center de EEUU y es aplicable para cuencas medianas cuyas áreas son mayores a 20 Km². Dicho software, para el método de análisis seleccionado, demanda conocer los siguientes datos básicos:

- Área de la cuenca.
- Precipitación máxima en 24 horas.
- Tiempo de retardo TLAG = 0.6*Tiempo de concentración.
- Número hidrológico o Número de Curva de escorrentía.

El procedimiento de cálculo es el siguiente: Determinación de la infiltración usando el método de la Curva Número (CN) del NRCS U.S (Servicio de Conservación Recursos Naturales de los Estados Unidos, ex SCS). El número de curva, CN, describe la capacidad de infiltración del suelo sobre la base del tipo hidrológico de suelo y el tipo de cobertura vegetal.

Determinación de la tormenta de diseño o hietograma a partir de la precipitación máxima de 24hr probable para lo cual se consideró una duración de lluvia de 12 hrs distribuida en intervalos de 10 min.

Cálculo del Hidrograma de salida con el método del Hidrograma unitario de la SCS que requiere como parámetro de entrada el tiempo de retardo y que se sugiere como el 60% del tiempo de concentración.

2.1.4. CLASIFICACION DEL SISTEMA DE DRENAJE

Para tener una mejor organización en el análisis de los problemas de drenaje de la carretera, se puede plantear la solución del drenaje, diferenciando dos aspectos principales como son el tipo de flujo de agua presente en la carretera, ya sea éste superficial o subsuperficial, y el sentido de recorrido de dichos flujos de agua sobre la misma, ya sea longitudinal o transversal al eje de la carretera.

- **SISTEMA DE DRENAJE LONGITUDINAL**

El sistema de drenaje longitudinal se destina a la recolección del agua pluvial que incide directamente sobre la superficie de rodadura y sobre los taludes de corte aledaños a la carretera. Dicho flujo superficial es ordenadamente evacuado con estructuras de drenaje que siguen el sentido paralelo a la dirección del eje de la carretera. Las estructuras de drenaje para el Sistema de Drenaje Longitudinal son las denominadas ***cunetas, bordillos o zanjas***.

La evacuación del flujo acumulado en las estructuras de drenaje longitudinal, se logrará a través de estructuras de drenaje transversal (alcantarillas, puentes, etc) así como también se evacuarán en entregas a través de Lavaderos y Bajantes protegidas hacia cauces naturales o taludes protegidos.

- **ESTRUCTURA TIPO CUNETA**

Son las estructuras destinadas a recoger el agua que escurre de la superficie de la plataforma debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

El diseño de las cunetas ha contemplado las siguientes consideraciones climáticas y geométricas:

Determinación de la Zona Húmeda de Influencia

Luego de un reconocimiento de campo, informes anteriores y consulta a los pobladores, se determina la zona húmeda que se tomará en cuenta para el diseño de las estructuras de drenaje.

Bombeo o Pendiente Transversal de la carretera

Con el fin de facilitar el ingreso de las aguas de escorrentía superficial que discurren sobre la superficie de rodadura y facilitar su orientación hacia las cunetas, se consideró en todo el tramo un bombeo mínimo de 2.5% según lo indica la norma DG-2001.

Para este tramo la precipitación máxima es mayor a 500 mm/año y la superficie de rodadura es carpeta asfáltica.

Sección geométrica típica de la Cuneta

De acuerdo a las condiciones hidrológicas y topográficas, las cunetas pueden ser rectangulares o triangulares.

Pendiente longitudinal de la cuneta

La pendiente longitudinal de la cuneta se debe adoptar igual a la pendiente del trazo vial, pero cuando ésta es muy pronunciada (mayor de 5%) se recomienda disminuir la longitud de cuneta. Se toma dicha decisión para evitar velocidades muy altas que a su vez provocan erosión de la losa de concreto.

La velocidad obtenida debe estar comprendida entre 0.6m/s y 4.5m/s para evitar sedimentación y erosión.

Rugosidad de cuneta

Debido a las consideraciones adoptadas, es necesario controlar el efecto abrasivo que se puede presentar por la velocidad con que discurren las aguas dentro de la cuneta.

Longitudes de Tramo

La longitud de recorrido de un tramo de cuneta depende de varios factores, tales como: ubicación de entregas naturales (ríos, hondonadas, etc.), ubicación de

puntos bajos que presenta el perfil de la carretera, pendiente de trazo muy pronunciada, caudales de recolección en un tramo según los niveles de precipitación y necesidad de contar con un punto de evacuación en lugares que merecen no ser cambiados de su condición actual, tales como puntos de salida de canales de riego.

- **SISTEMA DE DRENAJE TRANSVERSAL**

El Sistema de Drenaje Transversal analiza las estructuras de drenaje que atraviesan la vía, la función principal de este sistema es de restituir el paso de los cauces naturales (ríos, quebradas, arroyos, cárcavas, etc. que han sido afectados por el trazo de la carretera, para lo cual se debe tratar de conservar las características del cauce natural, siendo entonces importante el análisis de la ubicación de estas estructuras. Las estructuras de drenaje transversal, también sirven para evacuar el flujo proveniente del sistema de drenaje longitudinal, para lo cual se tiene que tener cuidado en la capacidad de éstas, siendo comúnmente necesario ubicar cada cierta distancia una estructura de drenaje transversal, y luego evacuar el flujo en forma ordenada hacia drenes naturales.

Entre las estructuras que cumplen con las funciones mencionadas se encuentran las alcantarillas, puentes y badenes.

ALCANTARILLAS

Las alcantarillas son estructuras de cruce, que sirven para conducir flujo de escorrentía proveniente de cunetas, drenes, contracunetas y quebradas, por debajo de un camino. Generalmente, la alcantarilla disminuye la sección transversal del cauce de la corriente, ocasionando un represamiento del agua a su entrada y un aumento de su velocidad dentro del conducto y a la salida.

Consideraciones la ubicación y diseño de alcantarillas.

Ubicación

La mejor localización de una alcantarilla consiste en evitar que la corriente altere su curso cerca de los extremos del conducto, evitando con ello deslaves y la formación de remansos con los consecuentes gastos de conservación.

Pendiente

La rasante ideal para una alcantarilla es aquella que no produce sedimentación, velocidades excesivas ni erosión, que permite la menor longitud, y que haga más sencillo su reemplazo. Para evitar la sedimentación dar una pendiente mínima de 0.5%.

Largo de la alcantarilla

El largo necesario de la alcantarilla depende del ancho de la calzada o piso del camino, de la altura del terraplén, de la inclinación del talud, de la pendiente y oblicuidad de la alcantarilla, y del tipo de terminación que se utilice, tal como pieza terminal, muro de cabecera, entrada con caída, vertedero, o extremo biselado.

Una alcantarilla debe tener longitud suficiente para que sus extremos no se obstruyan con sedimentos ni sean cubiertos por el terraplén que se asienta y ensancha.

• ESTRUCTURAS DE PROTECCION

Son todas las estructuras diseñadas para controlar la erosión producto de la escorrentía superficial. En el aspecto de diseño se toma en cuenta la hidrología y la hidráulica.

En hidrología, es necesario tener en cuenta los registros de hidrológicos, es decir las descargas de los ríos y la frecuencia con las que estas se producen.

En hidráulica, se debe recabar datos en lo concerniente a pendiente, sección estable, tirante, sedimentación, socavación, etc. Para el diseño de la estructura.

ENROCADOS

Son estructuras conformadas en base a material de cantera dispuesto en forma trapezoidal y revestido con roca pesada en su cara húmeda; pueden ser continuos o tramos priorizados donde se producen flujos de agua que actúan con gran poder erosivo.

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

Aspectos de Diseño

Evaluación de Áreas Susceptibles a Erosión

Se efectúa en las áreas que se encuentran en evidente estado de erosión, para lo cual se requiere una evaluación de los daños existentes y daños potenciales, a fin de tomar medidas de control o prevención en forma oportuna.

Tipo de Lecho

El material del lecho está constituido por cantos rodados que han sido acarreados por la fuerza del agua, de formaciones geológicas de diferente constitución, así mismo se pueden observar los diferentes grados de transporte y rodamiento en el análisis de sus bordes.

Formas de Encauzamiento

El sistema de encauzamiento tiene por objeto proteger áreas de cultivo, poblaciones, infraestructuras, etc. A fin de evitar el desborde del río y la erosión, ya sea por avenidas normales o extremas en función del desplazamiento del lecho del río.

Longitud y Ubicación de Encauzamiento

Considerando la protección directa de la zona crítica, la recuperación del talud que forma parte del cauce por erosión, desplazamiento y la amplitud del cauce que permita controlar el tirante de la máxima avenida, se determina la longitud necesaria y la ubicación del encauzamiento para cubrir las necesidades actuales.

2.2. CALCULOS HIDROLOGICOS

Los estudios hidrológicos requieren del análisis de cuantiosa información hidrometeorológica; esta información puede consistir en datos de precipitación, caudales, temperatura, evaporación, etc.

En esta sección se continuará con el procesamiento de los datos recopilados y se analizará en forma adecuada, de manera que se permita la toma de decisiones en el diseño de estructuras hidráulicas.

2.2.1. GENERALIDADES

El propósito del estudio es la estimación de los caudales máximos probables en cada uno de los cursos hídricos principales y en los sistemas de recolección de aguas de escorrentía superficial que cruzan el proyecto, con el propósito de precisar las obras a diseñar.

Con el fin de reunir los criterios adecuados para conocer las características hidrológicas de las quebradas consideradas, se realizó el estudio en las siguientes etapas:

- **Recopilación de Información:** comprende la recolección, evaluación y análisis de la documentación existente como cartográfica y pluviométrica en el área de estudio.
- **Trabajos de campo:** consiste en un recorrido por cada una de las cuencas formadas por las quebradas para su evaluación y observación de las características, relieve y aspectos hidrológicos de los mismos.
- **Fase de gabinete:** consiste en el procesamiento, análisis y determinación de los parámetros de diseño.

a) Recopilación de Información

Para la elaboración del presente informe se utilizó la siguiente información básica:

Información Cartográfica

De acuerdo a la zona donde se desarrolla el eje de la vía en estudio se emplearon para las delimitaciones de las cuencas la siguiente hoja de las cartas nacionales.

Cuadro N° 2.01
Información Cartográfica

Denominación	Nombre	Escala	Entidad
25 L	Yauyos	1:100,000	IGN

Información Hidrometeorológica

La información de precipitación máxima que se analizó en el presente estudio fue proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se han considerado las 4 estaciones que se mencionan a continuación por ser las más cercanas a la zona y estar en funcionamiento. Ver anexo N 01: Ubicación de Estaciones.

Cuadro N° 2.02
Información Hidrometeorológica.

Estación	Altitud msnm	Latitud	Longitud	Tipo	Periodo de registro
Carania	3825	12°21'00"	75°52'10"	PLU	1972 – 2008
Tanta	4505	12°07'48"	76°01'00"	PLU	1964 – 2000
Vilca	3816	12°07'00"	75°50'00"	PLU	1972 – 2008
Yauricocha	4522	12°19'00"	75°43'00"	PLU	1987 – 2008

Clima

Las características de su clima son precipitaciones pluviales intensas entre los meses de diciembre y abril, el resto del año es de estiaje. La temperatura media entre los 9° y 21°, las mañanas son soleadas y las noches frías.

2.2.2. INVENTARIO DE CAMPO

Se realizó una visita de campo a la zona de estudio e inventarió el sistema de drenaje y protección existente, incluyendo su ubicación, las principales características, funcionamiento y necesidad de mejoramiento y complementación para su adecuada operatividad.

Referente a las obras de drenaje la carretera actual no cuenta con un adecuado sistema de drenaje: alcantarillas, cunetas y defensas ribereñas. Encontrando solamente cunetas excavadas en tierra sin revestimiento. En la Foto 5 del anexo

N° 13 se observa que la cuneta ha perdido su sección y capacidad hidráulica, por ende no tiene pendiente adecuada que haga discurrir el agua, y se encuentra colmatadas por lo que se proyectará en la totalidad del tramo.

Dentro de la zona de influencia se encontró una quebrada pequeña ubicada en la progresiva 163+060, con un importante curso de agua y presencia de material de arrastre, por lo que se proyectará una alcantarilla tipo marco de concreto.

Cabe mencionar que la quebrada presenta material de arrastre con diámetro medio de 120mm y escasa cobertura vegetal, se activa se épocas de lluvia tendiendo a depositar material sólido en el cauce.

De la visita de campo realizada se determino que la carretera presenta ciertos lugares críticos de marcada diferencia con el resto de la vía, en la Foto 03 del Anexo N° 13, se observa que el río dibuja una curva al pie del talud de la progresiva 163+200.

El río Alis hace un recorrido longitudinal de manera sinuosa al eje de la vía, presentando turbulencia en su recorrido. Se observó una apreciable vegetación en las orillas y rocas de diámetro máximo 0.50m que ha sido arrastrado por el agua.

Km 163+180 – 163+210 – Defensa Ribereña

En este sector el talud que sostiene a la vía tiene aproximadamente 10 m de altura, pero en su parte inferior el río Alis está erosionando la margen derecha de la vía, en consecuencia, se propone la construcción de un enrocado de aproximadamente 30m de longitud como defensa ribereña.

2.2.3. EVALUACION DE CUENCAS

La cuenca del río Alis es una cuenca húmeda y corresponde a una quebrada con moderada actividad hidrológica; dentro de la zona en estudio se identificó una quebrada que cruza la vía y 2 intercuenas aportantes al caudal de las cunetas.

Las características de las cuencas se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2.03
Características de las Cuencas e Intercuencas

N° Cuenca	Nombre	Cota (Max)	Cota (Min)	Área (km ²)	Long (km)	S (m/m).
1	Alis	4,750	3,200	423.45	34.040	0.05
2	Q _b 1	3,950	3,200	0.155	0.579	1.30
3	Ic 1	3,400	3,200	0.018	0.215	0.47
4	Ic 2	3,450	3,200	0.012	0.174	1.15

Ver Anexo N° 14: Plano de cuencas.

En general, la zona en estudio presenta superficies cubiertas por especies cultivadas en la parte baja y con moderada vegetación en las partes altas, sobre una topografía accidentada y cursos de agua de alta pendiente, lo que hace que los tiempos de concentración de las cargas sean reducidos.

2.2.4. ANALISIS ESTADISTICO DE PRECIPITACIONES

▪ Aplicación de la Distribución de Frecuencias

Con el fin de ajustar la serie anual de precipitaciones máximas diaria de las estaciones Carania, Tanta, Vilca y Yauricocha, se efectuó el análisis de frecuencias, empleando para ello las siguientes distribuciones teóricas:

Distribución Normal.

Distribución Log Normal.

Distribución Gumbel.

Distribución Log Pearson III.

Cuadro No 2.04
Valores de PM24 Probable expresado en mm

Periodo de Retorno	Estaciones			
	Carania	Tanta	Vilca	Yauricocha
10	24.84	37.96	36.95	44.53
20	27.92	46.28	41.34	52.60
25	28.93	49.10	42.72	55.34
50	32.18	58.33	46.92	64.35
100	35.61	68.40	51.04	74.23

Para mayor detalle de cálculo referirse al Anexo N° 02: Cálculo Estadístico de Precipitaciones.

2.2.5. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

Nos permite establecer si la serie analizada se ajusta a una determinada función de probabilidad. Las pruebas de bondad de ajustes más usados son:

- Ajuste Figura.
- Test de Chi – Cuadrado χ^2
- Test de Kolmogorov – Smirnov.

De los cuales se aplicará el Test de Kolmogorov – Smirnov, ya que es aplicable a la todas las distribuciones teóricas que se pretende analizar para este estudio. Además se muestra una gráfica de tendencias para cada estación, ver Anexo N° 02: Cálculo Estadístico de Precipitaciones.

Los resultados de las pruebas de ajuste se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No 2.05
Resultados de la prueba de bondad de ajuste

Estación	Distribución Usada
Carania	Log Pearson III
Tanta	Log Pearson III
Vilca	Log Pearson III
Yauricocha	Log Pearson III

Los cálculos realizados en la aplicación de la prueba de bondad de ajuste se muestran en el cuadro 2.04. Anexo N° 02: Cálculo estadístico de precipitaciones.

- **Calculo de la Precipitación media.**

Aplicando la metodología del Polígono de Thiessen a los resultados del cuadro 2.4 se calcula la precipitación media de la cuenca Alis, en función del área aportante de las estaciones Vilca y Yauricocha.

Cuadro No 2.06

Valores de PM24 expresado en mm (Vilca y Yauricocha)

Periodo de Retorno (años)	Estaciones				Cuenca Alis
	Vilca		Yauricocha		
	Área (km2)	P mm	Área (km2)	P mm	P mm
10	137.36	36.95	281.93	44.53	42.05
20	137.36	41.34	281.93	52.6	48.91
25	137.36	42.72	281.93	55.34	51.21
50	137.36	46.92	281.93	64.35	58.64
100	137.36	51.04	281.93	74.23	66.63

Para la Quebrada 1 y las intercuenas, se toman los datos ajustados de la estación Yauricocha, ya que esta estación se encuentra ubicada dentro de la cuenca del río Alis y además es la tiene mayor precipitación.

Para el diseño del enrocado se tomará como precipitación máxima 74.23mm por ser mayor al calculado por el polígono de Thiessen para un periodo de retorno de 100 años.

Para mayor detalle de cálculo referirse al Anexo N° 03: Polígono de Thiessen.

2.2.6. DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA

Las intensidades se obtienen utilizando la expresión de Dyck y Peschke (1978). Esta relación permite estimar la intensidad PD para cualquier duración D (en minutos) y en función de la precipitación máxima en 24 hr.

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

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 Pd entre la duración. El procedimiento se presenta en el Anexo N° 04: Cálculo de Intensidad.

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 = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración

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

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

$$\text{O bien: } Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde:

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

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

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

Resolviendo las ecuaciones se logra la siguiente expresión para el cálculo de la intensidad, con el cual se obtiene las intensidades para diferentes periodos de retorno.

$$I = 10^{2.3684} T^{0.2348} / t^{0.75}$$

Cuadro N° 2.07: Intensidad

T (años)	t (min)	I (mm/h)
10	10	74.46
20	10	87.64
50	15	80.19

Otra forma de calcular la intensidad será mediante el Método de IILA – SENAMHI – UNI., descrito a continuación:

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

De acuerdo a la ubicación del área de estudio y de la zonificación del estudio del IILA - SENAMHI - UNI; nos encontramos en la región 123₁₁ y le corresponde los siguientes valores:

Parámetro de intensidad	(mm)	a= 0.46+0.0023Y
		a= 7.935
Altura media	(msnm)	Y 3250
Parámetro de función		k= 0.553
Parámetro	(hr)	b= 0.4
Duración de lluvia	(hr)	t= 0.22
Periodo de retorno	(años)	T= 50
Parámetro de duración	(hr)	n= 0.286

Reemplazando se obtiene:

$$i_{(t,T)} = \frac{7.94(1 + 0,553 * \log T)}{(t + 0.4)^{0.714}}$$

Cuadro N° 2.08: Intensidad IILA

Cuenca	T (años)	t (h)	I (mm/h)
Intercuenca 1 y 2	10	0.22	17.34
Intercuenca 1 y 2	20	0.22	19.19
Quebrada 1	50	0.22	21.65

Se considerará las intensidades para el diseño, las mostradas en el cuadro 2.07.

2.2.7. CALCULO DE CAUDALES

La estimación de caudales máximos por diferentes métodos está acorde con lo observado en la evaluación de campo.

En el cuadro N° 2.8: algunos métodos de análisis para el presente estudio.

Cuadro N° 2.09

Métodos de análisis, Precipitación - Escorrentía

Área de Cuenca (Km2)	Tc (Hrs)	Método de cálculo
< 2.0	Kirpich, Hathaway, Branby Williams	Racional
> 2.0	Kirpich, Hathaway, Branby Williams,	H.U - S.C.S.

Descripción de los Métodos de Cálculo de Caudales:

En la presente Estudio se determinará la descarga de diseño para las quebradas y ríos con la aplicación de procedimientos Precipitación – Escorrentía.

Método racional

Relaciona linealmente la intensidad de lluvia y el área de la cuenca con el caudal mediante la expresión:

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

Donde:

Q = Caudal de diseño (m³/s).

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad en mm/hr

A = Área de la cuenca en km².

El coeficiente de escorrentía se puede estimar según las características superficiales del terreno, las pendientes promedio del cauce y para un periodo de retorno determinado.

Cuadro N° 2.10
Coeficiente de Escorrentía C – Método Racional (*)

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95	1
Concreto/techo	0.75	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97	1
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							1
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
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
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área 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

(*) Tomada de Ven Te Chow – Hidrología Aplicada

Para el cálculo del tiempo de concentración se promedia los valores dados por las 3 fórmulas usadas (cuadro N° 2.11).

Cuadro N° 2.11
Evaluación del Tiempo de Concentración Tc

N. Cuenca	Nombre de curso de agua	Longitud (Km)	Área (Km ²)	Pendiente Promedio de Cauce (m/m)	Tc (Hr)			Tiempo de concentración Tc (horas)
					Kirpich	Hathaway	Bransby-Williams	
C01	C Alis	34.04	423.45	0.05	3.29	6.48	7.88	7.88
C02	Qb 1	0.579	0.155	1.30	0.04	0.44	0.19	0.22
C03	lc 1	0.215	0.018	0.47	0.03	0.35	0.11	0.16
C04	lc 2	0.174	0.012	1.15	0.02	0.26	0.08	0.12

De acuerdo a las condiciones topográficas observadas en campo, se tomará como tiempo de concentración 10 min para las intercuenas y 15 min para la quebrada.

2.2.8. DISEÑO DE OBRAS PROYECTADAS

Para el presente estudio, se ha previsto proyectar las siguientes obras de drenaje:

- Sistema de drenaje longitudinal, compuesto básicamente por cunetas de sección triangular revestida con concreto.
- Sistema de drenaje transversal, constituido por 1 alcantarilla TMC y 1 alcantarilla tipo marco.
- Defensa ribereña, compuesta por un enrocado de 40 m.

CUNETAS LATERALES

Se ha previsto proveer cunetas triangulares a lo largo de todo el tramo que se encuentran a media ladera. Para el efecto debe diseñarse la sección típica adecuada a las condiciones de caudal y pendiente previsibles, así como a la disponibilidad de espacio en la sección transversal de la vía. La cuneta no sólo evacua el agua procedente de la plataforma o calzada, sino también de los taludes del desmonte, en tal caso el área de aporte es mayor, en consecuencia el diseño debe ser que aún con la cuneta llena no debe invadir la vía y menos aún la calzada.

Las cunetas serán revestidas en su totalidad de concreto y descargarán los caudales transportados a través de las alcantarillas, los cruces de quebradas y ríos, conforme sea su ubicación. El revestimiento es porque la cuneta tiene la misma pendiente longitudinal de la carretera, en promedio 6.5%, que le otorga velocidades erosivas al agua, aunque se debe considerar que encima de 1% de pendiente es frecuente revestir.

Diseño

El cálculo del caudal de diseño para el dimensionamiento de la cuneta se ha estimado a partir de las siguientes consideraciones:

- Periodo de retorno = 10 años
- Intensidad de precipitación = 74.46 mm/hr
- Coeficiente de escorrentía = 0.42
- Pendiente de la vía = 6.5%

Aplicando el Método Racional se obtiene el siguiente cuadro:

Cuadro No 2.12
Caudal de Diseño - Método Racional

Progresiva		Longitud (m)	Ancho (m)	Área Tributaria (ha)		Q (m ³ /s)
Inicial	Final		Calzada	Talud	Calzada	
162+900	163+060	160.0	7.00	0.32	0.11	0.04
163+060	163+210	150.0	7.00	0.30	0.11	0.04

Aplicando la ecuación de Maning las características de las cunetas a proyectar en ambos tramos, es la siguiente:

$$\begin{array}{ll}
 z_1 = 2.0 & A(m^2) = 0.06 \\
 z_2 = 1.0 & P(m) = 0.73 \\
 h(m) = 0.2 & R(m) = 0.08 \\
 n = 0.015 & B. L (m) = 0.1
 \end{array}$$

Para la pendiente longitudinal de la carretera (6.5%) se obtiene un caudal de 0.19m³/s que es mayor a los caudales de diseño de ambos tramos (0.04m³/s), considerando un borde libre de 10cm.

Como el caudal calculado es mayor al caudal de diseño, considerando las dimensiones mínimas de cunetas que cumple con las normas MCBVT y la velocidad obtenida de 3.21m/s está comprendida entre 0.6m/s y 4.5m/s, entonces se acepta el diseño.

Para mayor detalle ver Anexo N°05: Drenaje Longitudinal.

ZANJA DE CORONACION

En el tramo se presentan algunos sectores con taludes inestables, donde se ha proyectado banquetas, en los cuales se ha previsto la construcción de cunetas de coronación emplazadas en la parte alta de la ladera de los cerros adyacentes a la carretera.

Esta estructura de drenaje de sección trapezoidal revestida de mampostería de piedra $e=0.15$ m, permite captar el escurrimiento superficial originado por las lluvias, evitando que se origine la erosión y la desestabilización de los taludes próximos a la vía así como derrumbes que atenten contra la operatividad de la vía.

La pendiente de la cuneta de coronación se adaptará a las condiciones topográficas y al punto de entrega.

La evacuación de la precipitación captada y conducida por la cuneta se entregará indistintamente a la quebrada próxima.

Diseño

El cálculo del caudal de diseño para el dimensionamiento de la cuneta se ha estimado a partir de las siguientes consideraciones:

- Intensidad de precipitación = 74.46 mm/hr
- Coeficiente de escorrentía = 0.42

Aplicando el Método Racional se obtiene lo siguiente:

Q Tramo I : 0.14 m³/s

Q Tramo II: 0.09 m³/s

Aplicando la ecuación de Manning las características de las cunetas a proyectar en ambos tramos, es la siguiente:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{Z} = 2.0 & \mathbf{A(m^2)} = 0.06 \\ \mathbf{B} = 1.0 & \mathbf{P(m)} = 0.73 \\ \mathbf{h(m)} = 0.2 & \mathbf{R(m)} = 0.08 \\ \mathbf{n} = 0.015 & \mathbf{B. L (m)} = 0.1 \end{array}$$

Para mayor detalle ver Anexo N°05: Drenaje Longitudinal.

ALCANTARILLAS

Las estructuras de drenaje transversal tipo alcantarillas, obedece a la necesidad de permitir la rápida evacuación pluvial del sistema de drenaje longitudinal, así como para el pase de los flujos superficiales de quebrada y/o cursos naturales de agua.

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

- Caudales de diseño obtenidos según el estudio hidrológico y compatible con las secciones hidráulicas obtenidas del estudio de la fase de campo.
- Sección mínima necesaria para realizar actividades de limpieza y/o mantenimiento.

Diseño

El cálculo del caudal de diseño para el dimensionamiento de la alcantarilla se ha estimado a partir de las siguientes consideraciones:

- Coeficiente de escorrentía = 0.42
- Periodo de retorno (alivio) = 20 años
- Periodo de retorno (pase) = 50 años

Alcantarilla de Alivio

Se ha proyectado una alcantarilla Tipo TMC 36" en la progresiva 162+900 que evacuará las aguas provenientes de la cuneta del tramo 1 (del km. 163+060 al km. 162+900); en la entrada de la alcantarilla se ha considerado la construcción de un cabezal tipo caja que se acomoda a la topografía, y en la salida se está considerando diseñar un cabezal tipo alas.

Q diseño = 0.17 m³/s

Coeficiente de manning (n) = 0.024

Aplicando Manning se verifica la capacidad hidráulica, las características de la alcantarilla a proyectar, son las siguientes:

Tipo = TMC

D = 0.90 m (36")

S = 0.02 (m/m)

Para mayor detalle ver Anexo N°06: Verificación de Capacidad de Alcantarilla TMC.

Alcantarilla de Cruce de Quebrada

El caudal de diseño para cuencas de áreas menores a 2.00 km² se determina por el Método Racional. Para la alcantarilla se ha tomado en cuenta 50 años de periodo de retorno, como se establece en el cuadro 2.14.

Por tratarse de una quebrada con presencia de material de arrastre se diseñará una alcantarilla tipo Marco 1.5x1m de Concreto en la progresiva km 160+060 que evacuará el agua proveniente de la cuneta del tramo 2 y la quebrada de cruce.

Cuadro No 2.13

Caudales de diseño para Tr = 50 años

N. Cuenca	Nombre de curso de agua	Progresiva	Coeficiente C (Met. Racional)	Área (Km ²)	Tiempo de concentración Tc (min)	Intensidad (mm/hr)	Caudal Esperado Q2 (m ³ /s)
						Tr = 50	Tr = 50
C02	Qb 1	163+060	0.49	0.155	15	80.19	1.69

Q 1 = 0.11 m³/s (proveniente de cuneta del tramo 2)

Q diseño = 0.11 + 1.69 = 1.80 m³/s

Las características de la alcantarilla a proyectar son las siguientes:

Tipo = MC

Dimensión = 1.5 x 1 m

S = 0.03 (m/m)

Angulo de esviaje = 31%

Ver Anexo N° 07: Verificación de capacidad de alcantarilla MC.

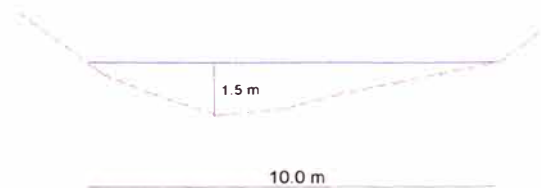
ENROCADADO

Para la protección contra la erosión lateral del talud inferior se ha adoptado enrocados de protección con roca acomodada o roca volteada según la topografía que presenta.

La roca a colocar será la proveniente de la cantera Paccha que se ubica en la progresiva 174+500.

De las observaciones y mediciones efectuadas en campo se obtuvo los siguientes datos:

- Tirante normal (Y) = 1.5 m
- Pendiente del río = 0.046
- Coeficiente de rugosidad (Ks) = 28 para ríos de fuerte transporte de acarreos.
- Ancho del río (m) = 10



Teniendo en consideración la fórmula de Manning – Strickler.

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

Donde:

V = Velocidad media (m/s)

R = Radio hidráulico

S = Pendiente (%)

Ks = Coeficiente de rugosidad que depende del lecho natural del río (ver Anexo N° 10: Diseño de enrocado).

Reemplazando se tiene:

Cuadro No 2.14 Cálculo de la velocidad del río

Ks	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/s)
28	8.65	11.02	0.785	0.046	5.11

Luego calculamos el caudal máximo instantáneo:

$$Q = A * V$$

Donde:

A = Área (m²)

Reemplazando:

$$Q = 5.11 * 8.65 = 44.20 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por consideraciones de diseño se recomienda incrementar el caudal instantáneo en un 80% más.

$$Q = 79.56 \approx 80 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por seguridad tomamos un caudal de 100 m³/s en razón que la altura del muro no representa un incremento económico significativo, si se diseñara para 80 m³/s.

Para el cálculo del caudal de diseño se ha tomado la aplicación del método de la S.C.S se ha empleado el Software HEC – HMS (Hydrologic Modeling System Versión 3.2) desarrollado por el Hydrologic Engineering Center de EEUU.

Para los resultados gráficos del programa HEC HMS, referirse al Anexo N° 09: Calculo de Caudales HMS.

Los datos de ingreso al programa son los siguientes:

Cuadro No 2.15

Resumen de Datos para el programa HEC HMS v 3.2

Cuenca	Numero de Curva (NC) *	Área (Km ²)	Tiempo de concentración Tc (hr)	Lag Time (min)	Delta T (min)
Alis	70,00	423.45	7.88	280	30.00

(*) Ver anexo N°08: Número de Curva

Luego de ejecutar el programa con los parámetros y condiciones establecidas, se tiene los caudales de diseño tomados del pico del Hidrograma generado.

Cuadro No 2.16

Resultados de la aplicación del software HEC – HMS

Nombre de curso de agua	Progresiva	Área (Km ²)	Caudal Esperado Q (m ³ /s)
			Tr = 100
Rio Alis	163+200	423.45	200.0

Para el cálculo del enrocado se ha considerando lo siguiente:

- Lecho natural de río con fuerte transporte de acarreo
- Orilla de barro y arena

Cuadro No 2.17 Diseño de enrocado

B (m)	H (m)	S	H _s (m)	P _{uña}	A _{uña}	H _M	D
10	2.0	0.008	7.5	4.5	4.0	5.5	0.70

Donde:

- B : Ancho Estable
- H : Profundidad Media
- S : Pendiente Hidráulica
- H_s: Profundidad de Socavación
- P_{uña} : Profundidad de uña
- A_{uña} : Ancho de uña
- H_M : Altura de muro
- D : Diámetro de Roca
- V_{ROCA} : Volumen de Roca

Para mayor detalle Ver Anexo N° 10: Diseño de Enrocado.

2.3. NORMAS

En esta sección se hará mención de los criterios usados para la elaboración de este informe, que comprende tanto el diseño como los procesos constructivos de la carretera en estudio, de acuerdo a las normas que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.3.1. NORMAS TÉCNICAS A ADOPTARSE EN EL DISEÑO

- **Manual de Para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**

Este manual es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes, según corresponda, en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público.

Los valores de diseño que se indican en este volumen son mínimos normales, es decir representan el límite inferior de tolerancia deseable en el diseño. Por lo tanto, ellos constituyen una norma mandataria, sin embargo, en casos específicos donde exista la necesidad de la reducción de estos valores, además de una justificación técnica-económica así como de las medidas paliativas para compensar la disminución de estas características, deberá contar con la autorización expresa de la autoridad vial competente correspondiente a la carretera en estudio.

Las normas aplicadas para este proyecto son las siguientes.

Drenaje Superficial

Consideraciones Generales

a) Criterios funcionales

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al periodo de retorno y, considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- En los elementos de drenaje superficial, la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.
- El máximo nivel de la lámina de agua dentro de una alcantarilla será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m.
- No deberán alcanzar la condición de catastróficos los daños materiales a terceros, producibles por una eventual inundación de zonas aledañas al camino,

debida a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal.

b) Periodo de Retorno

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para el cual se diseña la carretera. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso de que discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

Cuadro N° 2.18

Períodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.

Tipo de Obra	Período de Retorno en años
Puentes y pontones	100(mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Manual para Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Transito

c) Velocidad Media

Se podrá considerar que la corriente no producirá daños importantes por erosión de la superficie del cauce o conducto si su velocidad media no excede de los límites fijados en la cuadro 2.15 en función de la naturaleza de dicha superficie:

Cuadro N° 2.19 Velocidad máxima del agua

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

* Para flujos de muy corta duración

d) Cálculos Hidráulicos

Las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidas mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características hidrológicas de la zona por la que pasa la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

Cuando las cuencas son pequeñas, se considera pertinente el método de la fórmula racional y/o de alguna otra metodología apropiada para la determinación del caudal de diseño.

Para el cálculo de la velocidad y del caudal se puede emplear la fórmula de Manning.

Cuadro N° 2.20
Valores del coeficiente de Manning

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

e) Cunetas

Las cunetas preferentemente serán de sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviales, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el cuadro N° 2.17.

El ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante al fondo o vértice de la cuneta.

Cuadro N° 2.21

Dimensiones mínimas de las cunetas

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.30*	1.20

* Sección trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m.

En región seca o poco lluviosa la longitud de las cunetas será de 250 m. como máximo. En región muy lluviosa se recomienda reducir esta longitud máxima a 200 m.

f) Alcantarillas de paso y alcantarillas de alivio

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima interna de las alcantarillas deberá ser la que permite su limpieza y conservación, adoptándose una sección circular mínima de 0.90 m (36") de diámetro o su equivalente de otra sección.

2.3.2. NORMAS TÉCNICAS A ADOPTARSE EN LA CONSTRUCCIÓN

La construcción de la obra, se efectuará en conformidad con las siguientes normas y reglamentos:

- **Especificaciones Técnicas Generales para Construcción para Construcción de Carreteras (EG – 2000)**

Las especificaciones técnicas tienen la función de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los contratos y estimular una alta calidad de trabajo.

A continuación se menciona los diferentes dispositivos que se tendrán en cuenta en la construcción de este proyecto, codificados según las Especificaciones Generales (EG 2000):

- Sección 601: Excavación para Estructuras.
- Sección 605: Relleno para Estructuras.
- Sección 610: Concreto.
- Sección 615: Acero de Refuerzo
- Sección 622: Tubería Metálica Corrugada.
- Sección 635: Cunetas Revestidas de Concreto.

2.4. PLANOS

Para mayor detalle ver Anexo N° 14 donde se presentan los siguientes planos:

2.4.1. Plano de Cuencas

2.4.2. Plano de Planta

2.4.3. Plano Típico de Cuneta y Zanja

2.4.4. Plano Típico de Alcantarilla TMC

2.4.5. Plano Típico de Alcantarilla MC

2.4.6. Plano Típico de Defensa Ribereña

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

“Ampliación y Mejoramiento de la carretera: Cañete – Yauyos – Huancayo Km. 162+900 al Km. 163+200. Sistema de Drenaje”

3.1.1. OBRAS DE DRENAJE

El que esquema de drenaje en la vía se ha concebido como un conjunto de canales y estructuras de descarga interconectadas, que aseguren la captación de los flujos de escorrentía superficial, correspondientes a los niveles de riesgo aceptables y su eliminación en cursos naturales y/o áreas adecuadas de descarga. Asimismo, prevé la eliminación de las aguas sub superficiales y de infiltración a través de las fisuras del pavimento, en los sectores en que éstos pudieran poner en peligro la estabilidad o la durabilidad del pavimento.

Las obras que comprende el sistema de drenaje propuesto incluyen lo siguiente:

- Alcantarillas de marco de Concreto Armado, proyectado
- Alcantarillas de TMC, proyectado
- Cunetas y zanjas de coronación revestidas
- Defensas Ribereñas - Enrocados de protección

A continuación se describe las estructuras y sistemas mínimos requeridos para la adecuada operación de la vía:

Alcantarillas

Se ha previsto proyectar 2 alcantarillas de diferente diseño para los cruces de cursos de agua existente y alivio de cunetas longitudinales: el primero será de TMC de 36” utilizada en los cursos hídricos menores y descarga de cunetas con caja de recepción y cabezal tipo ala de salida.

El otro tipo de alcantarilla será de Marco de Concreto Armado de 1.50 x 1.00, para los caudales previstos a discurrir por los cursos hídricos que controlen. Todas estarán provistas de cabezales de entrada y salida, así como emboquillados.

Cunetas

Se ha previsto la construcción de cunetas longitudinales en el borde interior de todos los tramos en media ladera.

La mayor parte de las cunetas serán triangulares, con talud interior de 2:1 y 0.3m. de altura (medida a partir del nivel de la rasante) y revestidas en toda su longitud.

Enrocado de Protección

En función del grado de riesgo que representan los diferentes procesos de erosión, derivadas de su potencialidad e intensidad, de la geometría actual del sector y de la disponibilidad de materiales de construcción, se ha propuesto la siguiente obra de protección:

Km. 163 + 190 – 163 + 228 (40 m.)

El talud derecho del cauce del río Alis presenta proceso de erosión y socavación causada por el efecto erosivo de la curva del río que cambia de curso en este sector, haciendo que el talud inferior de la vía sea puesta en peligro, tanto su estabilidad como su permanencia. A fin de prever de protección al talud, se ha proyectado la construcción de un enrocado que contrarreste la acción erosiva del río.

3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las presentes Especificaciones Técnicas contienen las condiciones a ser aplicadas en la Ampliación y Mejoramiento de la **Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, Km. 162+900 – Km. 163+200**, ubicada en la provincia de Yuyos, departamento de Lima.

En general se ceñirán a las Especificaciones Técnicas elaboradas para el presente proyecto; las mismas que son concordantes a las “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG – 2000)”.

3.2.1. EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

Descripción

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras de alcantarillas de TMC y de marco, incluyendo cabezales de entrada y salida.

Excavaciones para estructuras en material común: Comprende toda excavación de materiales sueltos, libres de rocas de gran volumen.

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 Construcción

Se excavarán zanjas y las fosas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Supervisor. Deberá tener las suficientes dimensiones que permitan colocar en todo su ancho y largo las estructuras integrales o bases de estructuras indicadas.

El Contratista no deberá terminar la excavación hasta el nivel de cimentación sino cuando esté preparado para iniciar la colocación del concreto o mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas.

En caso de excavaciones que se efectúen 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 centímetros en cota, ni más de 5 centímetros en la localización en planta.

Medición

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos, aproximado al décimo de metro cúbico, medido en su posición original, de material aceptablemente excavado determinado dentro de las líneas indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Supervisor.

Pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al Precio Unitario del contrato por metro cúbico (M3).

3.2.2. RELLENO PARA ESTRUCTURAS

Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de material de cantera o procedentes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas de cualquier tipo, previa la ejecución de las obras de drenaje.

Materiales

Se utilizarán los mismos materiales provenientes de canteras.

Equipo

Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de esta sección.

Método de Construcción

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería de concreto podrán ser iniciados inmediatamente después de que el mortero de la junta haya fraguado lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Medición

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos, aproximado al décimo de metro cúbico, medido en su posición original, de material compactado

determinado dentro de las líneas indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Supervisor.

Pago

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

3.2.3. CONCRETO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

3.2.4. CONCRETO CICLOPEO $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$

3.2.5. CONCRETO CICLOPEO $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$

3.2.6. CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción

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

Materiales

Cemento

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP334.009, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM C150.

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

Agregados

(a) Agregado Fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4).

Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

(b) Agregado grueso

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

(c) Agregado ciclópeo

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

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30cm).

(d) Agua

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

Equipo

La mezcladora de concreto deberá efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

Todo el material integrante (cemento, arena, piedra partida u hormigón y agua) deberá mezclarse en mezcladora mecánica al pie de la obra y ello será usado en estricto acuerdo con su capacidad y velocidad especificada por el fabricante, manteniéndose en el mezclado por un tiempo máximo de 2 minutos.

Método de Construcción

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

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

Medición

El volumen de concreto que será pagado será el número de metros cúbicos (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, medido in situ y aceptado para el tipo de concreto estipulado.

Pago

Los volúmenes de concreto descritos en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

3.2.7. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Descripción

Esta partida comprende el suministro e instalación de todos los encofrados de las formas de madera, necesarias para confinar y dar forma al concreto; en el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que se establece más adelante.

Materiales

Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes ni se pueda escapar el mortero.

Método de construcción

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Remoción de los encofrados

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

Medición

El método de medición será el área en metros cuadrados (m²), cubierta por los encofrados, medida según los planos comprendiendo el metrado así obtenido, las estructuras de sostén y andamiajes que fueran necesarias para el soporte de la estructura.

Pago

El número de metros cuadrados, obtenidos en la forma anteriormente descrita, se pagará el precio unitario por (M²) correspondiente a la partida 3.02.07 **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO** de los elementos estructurales, cuyo precio y pago constituye compensación completa del suministro de materiales y accesorios para los encofrados.

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

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

Materiales

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

Equipo

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo, si se autoriza el empleo de soldadura, El Contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Método de construcción

El acero de refuerzo deberá ser despachado en atadas corrientes debidamente rotulados y marcados; cada envío estará acompañado de los informes de los ensayos certificados por la fábrica, los cuales se entregarán al Supervisor antes de ingresar el material a la obra.

Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

Todas las barras antes de usarlas deberán estar completamente limpias, es decir libres de polvo, pintura, óxido, grasas o cualquier otra materia que disminuya su adherencia.

Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Supervisor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en la EG 2000.

Colocación y amarre

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

Traslapes y uniones

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

Aceptación de los Trabajos

a) Controles

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

- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.

b) Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en la fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas respectivas de la AASHTO o ASTM correspondientes.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

c) Calidad del producto terminado

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

(1) Desviación en el espesor de recubrimiento

- Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros (≤ 5 cm) 5 mm.
- Con recubrimiento superior a cinco centímetros (> 5 cm) 10 mm.

(2) Área

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

Medición

La unidad de medida será el kilogramo (Kg.), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Supervisor.

Pago

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

3.2.9. ALCANTARILLA TMC 36”

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

Materiales

TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA (TMC): Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado; su sección puede ser circular, elíptica, abovedada o de arco; en el caso del presente proyecto serán únicamente circulares.

Equipo

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje.

Medición

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales (ml), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, de los diferentes

diámetros y calibres, suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Supervisor, a plena satisfacción de éste.

Pago

La longitud medida en la forma descrita anteriormente, será pagada según el diámetro, al precio unitario del contrato, por metro lineal (ml).

3.2.10. PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS

Descripción

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

Materiales

En toda la superficie interior y exterior de las TMC se aplicará un imprimante asfáltico de alto poder adhesivo. Después del secado de este producto se aplicará una capa de pintura bituminosa de 2 a 3 mm de espesor.

Método de Construcción

Limpiar la superficie interior de la TMC de modo de obtener una superficie exenta de grasa, oxido, polvo y otros materiales extraños, dejándola limpia y seca.

Aplicación con brocha de una capa de pintura anticorrosiva sobre toda la superficie en una cantidad entre 150 y 200 gr/cm², dependiendo de la rugosidad de la superficie y dejarla seca.

Medición

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales (ml), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, de los diferentes diámetros y calibres, suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Supervisor, a plena satisfacción de éste.

Pago

Se pagara los metros cuadrados de superficie pintada al precio unitario real, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación. Este precio y pago constituirá compensación total por todos los materiales, herramientas y equipos, mano de obra, leyes sociales e imprevistas.

3.2.11. CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA

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 de proyecto o determinados por el Supervisor.

Materiales

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

- Concreto: será de clase definida en el Proyecto, o sea (175 Kg./cm²)
- Material de relleno para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales apropiados, según lo determine el supervisor.
- Sellante para juntas: se empleará material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33. M-153 y M-30.
- Traslado de agregados para 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 chancado y evitar afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Equipo

Es aplicable todo lo que resulta pertinente de la sección de concreto y además, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, carga y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

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

Método 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 podrán incluir la excavación, carga, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables y el suministro, colocación de los materiales de relleno que se requieran.

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

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 concreto deberá ser vibrado y curado conforme lo establecen las subsecciones de concreto.

El contratista deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la cuneta quede con las verdaderas formas y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales serán corregidas antes del curado del concreto mediante la aplicación de un mortero de cemento aprobado por el supervisor.

Aceptación de los trabajos

a) Controles

Adicionalmente a lo dispuesto en la subpartida de concreto, el Supervisor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar el encofrado y vaciar el concreto.

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

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

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

Medición

La unidad de medida será el metro lineal (ml), de cuneta satisfactoriamente ejecutada y terminada de acuerdo a los planos o determinados por el Supervisor.

Pago

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

3.2.12. REVESTIMIENTO DE PIEDRA EMBOQUILLADA E = 0.15 M

Descripción

Esta partida comprende el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra, asentada en concreto, de 0.15 m de espesor y las instrucciones del Supervisor para protegerlas contra la erosión y socavación.

La ubicación de este recubrimiento se indica en los planos y puede corresponder a las siguientes estructuras de drenaje.

Zanjas de drenaje revestidas

Entrega de cunetas

Encauzamiento al ingreso y salida de alcantarillas

Encauzamiento al ingreso de cajas receptoras

Otras estructuras que a criterio del Supervisor crea conveniente colocarle protección con emboquillado de piedra.

Materiales

(1) Piedra

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

(2) 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 Construcción

Se construirá según lo indicado en los planos del Proyecto, en su ubicación, dimensionamiento y demás características.

(1) Preparación de la superficie

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

(2) Preparación del concreto

El concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, salvo indicación contraria del supervisor, deberá hacerse con mezcladora, esta deberá ser de la capacidad adecuada y será previamente aprobada por el supervisor. El mezclado se hará durante un minuto y medio ($1 \frac{1}{2}$) como mínimo.

(3) Colocación de piedras

Antes de asentar la piedra, ésta deberá humedecerse, lo mismo que la superficie de apoyo o plantillas y las piedras sobre las que se coloque el mortero. Las piedras se colocarán de manera de obtener el mejor amarre posible, sobre una cama de mortero de 5 cm de espesor, acomodándolas a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas.

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

Control de trabajos

Se verificará el alineamiento, taludes. Elevación, espesor y acabado, de acuerdo a lo fijado en los planos y/o lo ordenado por la supervisión, dentro de las tolerancias siguientes:

- Espesor del emboquillado +4 cm.
- Coronamiento al nivel de enrase +3 cm.
- Saliente aisladas en caras visibles con respecto a la sección del proyecto +4 cm.
- Salientes aisladas en caras no visibles con respecto a la sección del proyecto +10 cm.
- Variación planialtimétrica (desplome) con respecto al proyecto 1:200

Medición

La Unidad de medida para los trabajos de emboquillado por el Supervisor será el metro cuadrado (m²) de área revestida, para el espesor indicado.

Pago

El área del emboquillado, medida de la manera descrita anteriormente, se pagará al precio unitario real de la partida revestimiento de piedra.

3.2.13. ENROCADO >0.70 m

Descripción

Esta partida comprende la explotación de cantera, carga del material, y la colocación del enrocado de protección, en los lugares señalados en los planos

del proyecto o autorizados por el Supervisor. Los enrocados tendrán las dimensiones y espesores que se indican en dichos planos.

Materiales

El material a usarse serán fragmentos de roca provenientes de las excavaciones cercanas o de las canteras aprobadas por el Supervisor. Deberán tener dimensiones tales que su menor dimensión sea inferior al espesor del enrocado en diez (10) centímetros. Las piedras deben ser sanas, compactas y duras, exentas de indicios de alteración o intemperización. Se recomienda, además, emplear piedras cuya textura y forma favorezcan una buena adherencia con el concreto.

Equipos

Se usarán Gruas para colocar las rocas, 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 construcción

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

(1) Colocación de piedras

Las piedras se colocarán desde la superficie del terraplén con el equipo apropiado (roca volteada), acomodándolas a manera de llenar lo mejor posible el espacio entre piedras contiguas (10 cm.).

Medición

La unidad de medida para el enrocado será el metro cúbico (m³) de volumen de roca con concreto colocada y aceptado por el Supervisor, en su posición final. Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto, localizado en su posición final y verificada por el Supervisor antes y después de ser ejecutados.

Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario real, por toda obra ejecutada de acuerdo con los planos, especificaciones técnicas del proyecto y aceptada por el Supervisor.

3.3. METRADOS

A continuación se muestra el metrado de las partidas principales, para la construcción de las Obras de Arte y Drenaje.

1.00 OBRAS DE ARTE Y DERNAJE

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD
1.01	EXCAVACION N/CLASIF. PARA ESTRUCTURAS	M3	211.89
1.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	77.27
1.03	CONCRETO $f_c=100$ Kg/cm ²	M3	1.56
1.04	CONCRETO CICLOPEO $f_c=140$ Kg/cm ² + 30% PM	M3	1.88
1.05	CONCRETO CICLOPEO $f_c=175$ Kg/cm ² + 30% PM	M3	7.37
1.06	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	M3	22.6
1.07	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	140.71
1.08	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm ²	KG	1767.77
1.09	ALCANTARILLA TMC D: 36"	M	8.1
1.10	PINTURA ASFÁLTICA PARA ALCANTARILLAS METÁLICAS	M2	52.85
1.11	CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA	M	300
1.12	REVEST. DE PIEDRA EMBO. E=0.15 m.	M2	32.07
1.13	ENROCADO D>0.70 m	M3	112.5

3.4. COSTOS Y PRESUPUESTOS

El presupuesto adjunto corresponde al costo directo de las partidas entes mencionadas, para lo cual se presenta sus respectivos análisis unitarios pertenecientes a los 300 metros.

Para mayor detalle ver Anexo N° 11.

3.5. PROGRAMACIÓN

La programación esta referida a la construcción de las obras de arte proyectadas en el tramo en estudio.

Para mayor detalle ver Anexo N° 12.

CONCLUSIONES

- De las cuatro estaciones pluviométricas: para el diseño de estructuras menores (alcantarillas y cunetas) se utilizó la estación Yauricocha por ser la predominante debido a encontrarse más cerca a la zona de estudio y presentar registros más altos.
- Utilizando el polígono de Thiessen se observa que sólo las estaciones de Yauricocha y Vilcas tienen influencia en la cuenca Alis. Por esta razón para el diseño del enrocado se tomaran en cuenta los datos de precipitación obtenidos por el método de Thiessen.
- El esquema de drenaje de la vía se ha concebido como un conjunto de canales y estructuras de descarga interconectadas, que aseguren la captación de los flujos de escorrentía superficial, correspondientes a los niveles de riesgo aceptables y su eliminación en cursos naturales y/o áreas adecuadas de descarga.

Las obras que comprende el sistema de drenaje propuesto incluyen lo siguiente:

- 01 Alcantarilla de marco de Concreto Armado 1.5x1m.
- 01 Alcantarillas de TMC D=36".
- Cunetas triangulares revestidas 0.30x0.90 m.
- 40m de enrocados de protección.
- Zanja de coronación en todo el tramo.

RECOMENDACIONES

- La planificación y diseño de las obras viales deben sostenerse en estudios básicos de tipo multidisciplinario: Geología, Geomorfología, Hidrología e Hidráulica Fluvial.
- Las obras viales son muy vulnerables al exceso de agua, sea esta en forma de lluvia o de escorrentía. La correcta consideración de los aspectos hidráulicos de las obras viales son de vital importancia, para garantizarnos el adecuado funcionamiento de las mismas.
- La ejecución de una carretera interrumpe el drenaje natural de quebradas, hondonadas, ríos y canales, requiriéndose el diseño de estructuras de eje transversal a la vía, que permitan el cruce de la plataforma para restablecer la continuidad del drenaje sin perjuicio de la misma, las obras proyectadas deben adecuarse al comportamiento de la naturaleza manteniendo las pendientes de la quebrada y el sentido de los cursos de agua.

BIBLIOGRAFIA

- Máximo Villón Béjar, “Diseño de Estructuras Hidráulicas”, Taller de Publicaciones, Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2003.
- Máximo Villón Béjar, “Hidrología Estadística”, Taller de Publicaciones, Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2001.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG - 2000)”, Lima, Perú, 2000.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, “Estudio Plan Intermodal de Transportes”, Lima, Perú, 2005.
- Ministerio de Economía y Finanzas, “Guía de Identificación, Formulación y Evaluación social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de caminos vecinales a nivel de Perfil”, Lima, Perú, 2007.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito”, Lima, Perú, 2008.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, “Manual del Diseño Geométrico de las Carreteras (DG-2000)”, Lima, Perú, 2000.
- Ponce Victor, “Engineering Hydrology”.
- Terán A. Rubén, “Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas”, Escuela Superior de Administración de Aguas Charles Sutton. Lima, Perú, 1998.
- Ven te Chow, “Hidrología Aplicada”.

ANEXOS

- Anexo N° 01: Ubicación de Estaciones.
- Anexo N° 02: Calculo Estadístico de Precipitación.
- Anexo N° 03: Polígono de Thiessen.
- Anexo N° 04: Calculo de la Intensidad.
- Anexo N° 05: Drenaje Longitudinal
- Anexo N° 06: Verificación de capacidad de alcantarilla TMC
- Anexo N° 07: Verificación de capacidad de alcantarilla MC
- Anexo N°08: Calculo del Número de Curva.
- Anexo N° 09: Cálculo de caudal HMS
- Anexo N° 10: Diseño de enrocado
- Anexo N° 11: Presupuesto
- Anexo N° 12: Programación
- Anexo N° 13: Panel Fotográfico
- Anexo N° 14: Planos
 - HH_01: Plano de Cuencas
 - HH_02: Plano de Planta
 - HH_03: Plano Típico de Cunetas y Zanja de Coronación
 - HH_04: Plano Típico de Alcantarilla TMC
 - HH_05: Plano Típico de Alcantarilla MC
 - HH_06: Plano Defensa Ribereña

ANEXO N°01: UBICACIÓN DE ESTACIONES

ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS – CUENCA DEL RIO CAÑETE

N°	Denominación	Tipo	Area (Km ²)	Altitud m.s.n.m.	Latitud	Longitud	Operador	Periodo de observación
1	Imperial	HM	-----	250	13°02'	76°11'	SENAMHI	Ene/1926 – Abr/1968
2	Socsi	HM/LM	5,800.12	350	13°00'	76°10'	SENAMHI	Ene/1965 – Dic/2000
3	Chavín	HM/LG	3,320.9	1414	12°43'	75°56'	ELECT.PERU	Jun/1986 – Dic/1997
4	Tinco	HM/LG	938.6	3150	12°17'	75°48'	ELECT.PERU	Feb/1986 – Dic/1997
5	Aguas Calientes	HM/LG	344.7	4180	12°05'	75°67'	ELECT.PERU	Jul/1986 – Dic/1997
6	Tanta	HM/LM	161.4	4275	12°07'	76°00'	ELECT.PERU	Jul/1986 – Dic/1997
7	Tanta	PLU	-----	4505	12°07'48"	76°01'00"	SENAMHI	Ene/1964 – Dic/2000
9	Carania	PLU	-----	3825	12°21'00"	75°52'10"	SENAMHI	Ene/1964 – Dic/2000
10	Vilca	PLU	-----	3816	12°07'00"	75°50'00"	SENAMHI	Ene/1964 – Dic/2000
11	Huangascar	PLU	-----	2556	12°54'10"	75°50'00"	SENAMHI	Ene/1965 – Dic/2000
12	Yauyos	PE	-----	2290	12°24'30"	75°54'35"	SENAMHI	Ene/1964 – Dic/2000
13	Huantán (*)	PLU	-----	3272	12°27'48"	75°49'00"	SENAMHI	Ene/1964 – Dic/1989
14	Colonia (**)	PLU	-----	3379	12°38'05"	75°53'40"	SENAMHI	Ene/1964 – Dic/1987
15	Cañete	CO	-----	150	13°04'00"	76°21'30"	SENAMHI	Abr/1936 – Dic/2000
16	Pacarán	CAO	-----	710	12°52'20"	76°03'20"	SENAMHI	Ene/1964 – Dic/1968
17	Yauricocha	PLU	-----	4522	12°19'00"	75°43'00"	SENAMHI	Ene/1943 – Dic/2000
18	Siria (*)	PLU	-----	3680	12°14'10"	75°44'07"	SENAMHI	Ene/1947 – 1968
19	Sunca (*)	PLU	-----	3845	12°16'30"	75°42'10"	SENAMHI	Ene/1945 – 1968
20	Catahuasi (*)	PLU	-----	1369	12°48'00"	75°53'30"	SENAMHI	Ene/1964 – 1968

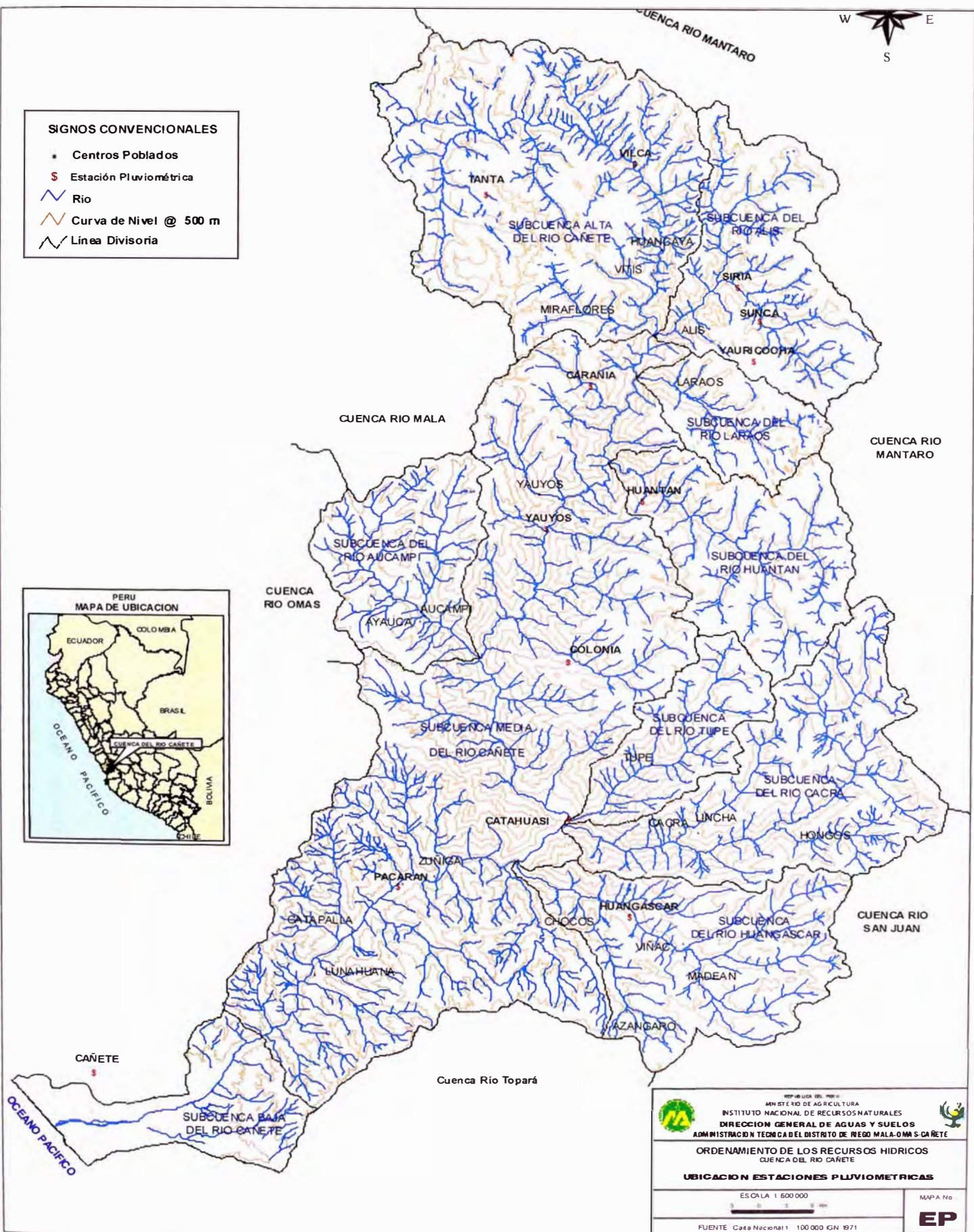
HM/LG = Hidrométrica - Limnigráfica
 HM/LM = Hidrométrica – Limnimétrica
 CAO = Climatológica Agrícola Ordinaria

CO = Climatológica Ordinaria
 PE = Propósitos Específicos
 PLU = Pluviométrica

(*) = Estaciones Desactivadas
 (**)= Estaciones Paralizadas



- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Centros Poblados
 - S Estación Pluviométrica
 - ~ Río
 - ~ Curva de Nivel @ 500 m
 - ~ Línea Divisoria



REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
DIRECCION GENERAL DE AGUAS Y SUELOS
ADMINISTRACION TECNICA DEL DISTRITO DE REGO MALA-OMAS-CAÑETE

**ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
CUENCA DEL RIO CAÑETE**

UBICACION ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESCALA 1:600,000

MAPA No. _____

FUENTE: Carta Nacional 1:100,000 IGN 1971



EP

ANEXO N°02: CALCULO ESTADISTICO DE PRECIPITACIONES

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

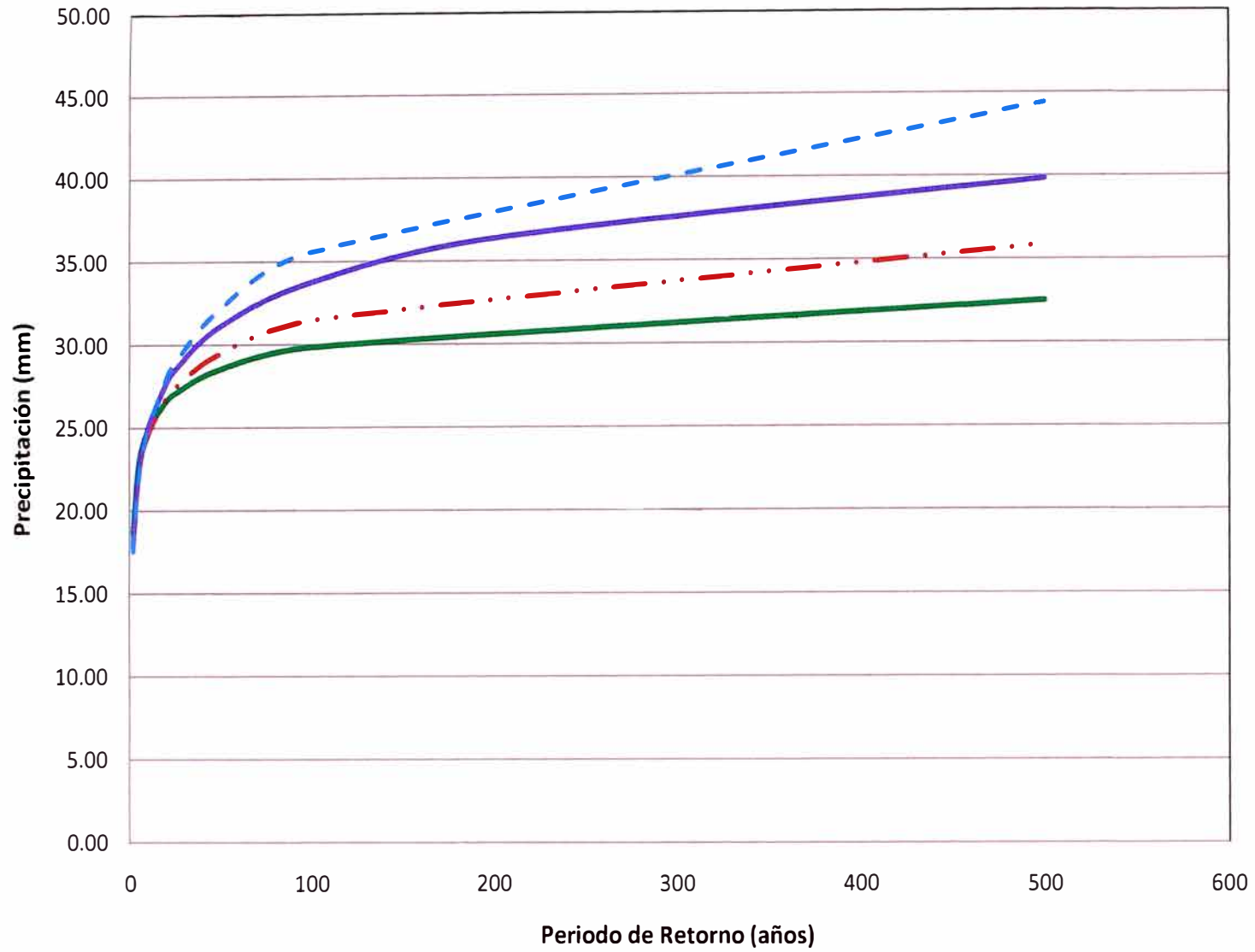
ESTACION : CARANIA
 PARAMETRO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 12°21' S
 LONG. : 75°52' W
 ALT. : 3825 msnm

DPTO. : LIMA
 PROV. :
 DIST. :

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Ppmáx(mm)
1972	15.2	19.4	20.1	17.6	1.9	0	4.9	0	4.4	11.5	11	12.7	20.10
1973	22.6	16.8	17.5	8.8	10	0	0	11.3	1.4	8.2	9.7	14.3	22.60
1974	15	16.8	16.6	4.8	2.4	6.2	0	4.1	6.2	0	7	9.2	16.80
1975	13.3	15	16	12.1	10.2	8.2	6.2	7.2	8.4	8.6	10.5	14.4	16.00
1976	19.3	18.6	18.6	10.5	3.8	4.1	0	6.2	9.8	1.4	1.9	8.4	19.30
1977	16.1	12.4	17.4	8.8	6.8	2.4	2.2	0	3	0	12.1	8.7	17.40
1978	15.1	15	10	9.9	7.4	0	0	0	0	6.4	8.2	16.1	16.10
1979	7.9	15.1	13.6	6.2	4.4	6.2	0	1.4	4.6	0.4	0.4	6.6	15.10
1980	13.7	9.5	10.5	9.3	6.6	4.4	9.8	0	4.4	14	8.4	17.1	17.10
1981	17.5	13.6	15.1	14.2	2.6	4.4	6	6.6	2.6	7.2	7.6	8.7	17.50
1982	11.9	15.9	13.8	12.4	5.4	4.4	6.4	4.3	6.4	7.3	14.9	11.5	15.90
1983	10.3	2.4	16.6	9.6	9	4.9	1.9	6.4	6.6	4.8	8.8	11.2	16.60
1984	13.6	14.2	11.1	14.1	9.4	6.2	0	4.7	6.2	12.1	10	8.4	14.20
1985	8.6	11.9	12.9	12.6	10.6	8.4	8.7	0	0	0	0	0	12.90
1986	13.4	19.8	15.7	14	20	0	0	0.4	0	3.2	12.5	10.1	20.00
1987	20.9	18.3	15.5	13.5	0	0	0	7.5	0	0	6.8	10.6	20.90
1988	33.1	19.2	21	9.6	6.2	0	0	0	0	10.5	0	13.5	33.10
1989	10.6	24.4	21.8	9	5.1	0.3	0	2.6	3.9	7.5	6	0	24.40
1990	12.2	26	15.3	8.1	6.1	8.2	0	0	3.3	4.1	6.1	17.2	26.00
1991	12.2	11.7	11.7	11.2	0	0	0	0	0	12.4	0.2	6	12.40
1992	0.7	0.6	15.1	8	0	0	0	0	0	9.3	0	9.7	15.10
1993	12.5	16	13.1	9.3	0.6	0	0	4	4.1	6	10.6	12.6	16.00
1994	11.4	14.1	11.7	8.6	0	0	0	0	1	2.1	9.5	13.3	14.10
1995	13.5	7.2	8.8	9.5	0	0	0	0	0	0	5.3	0	13.50
1996	14.1	15	16.1	11.5	0	0	0	0.3	0.9	3.5	4.5	11.4	16.10
1997	9.2	14.6	12.7	7.8	2.3	0	0	3.1	4	4.2	9.3	10.1	14.60
1998	9.3	13.6	14.1	6.7	0	0	0	0	2.2	3.5	4.7	9.4	14.10
1999	8.2	15.6	11.8	12.2	11.5	0	0	0	7.4	9	10.9	14	15.60
2000	12.1	11.8	15	9.6	5.6	0	0.9	-1	2.2	10.2	10.6	27	27.00
2001	12.5	13.7	14.9	10.5	4.7	0	0	0	5	5.3	8.2	7	14.90
2002	12.5	14	12.8	11.5	3.3	2.8	1.2	0	6.6	9	12.1	17.7	17.70
2003	13	15.3	16.5	6.1	0	0	0	0	0	7	8.2	18.9	18.90
2004	7.2	21.4	10.7	12.5	0	0	0	0	0	6.4	12	20.4	21.40
2005	12.1	9.9	20.5	18.8	0	0	0	0	11.1	5.3	5.6	11.9	20.50
2006	17.8	14.2	30.1	9.8	0	0	0	1.2	4.5	10.1	14.9	11.4	30.10
2007	10.9	19.9	23.4	15.1	7.4	2.6	0	0	2.2	4.2	7.2	10.4	23.40
2008	20.2	21.9	16.8	5.2	0	0	0	4.2	0	8.2	6.1	14.4	21.90

Comparación de Tendencias - Estación Carania



ESTACIÓN CARANIA

B. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

B.1 CALCULO ESTADÍSTICO

AÑO	Pp (mm)	Log Pp _{máx}
1972	20.10	1.303196
1973	22.60	1.354108
1974	16.80	1.225309
1975	16.00	1.204120
1976	19.30	1.285557
1977	17.40	1.240549
1978	16.10	1.206826
1979	15.10	1.178977
1980	17.10	1.232996
1981	17.50	1.243038
1982	15.90	1.201397
1983	16.60	1.220108
1984	14.20	1.152288
1985	12.90	1.110590
1986	20.00	1.301030
1987	20.90	1.320146
1988	33.10	1.519828
1989	24.40	1.387390
1990	26.00	1.414973
1991	12.40	1.093422
1992	15.10	1.178977
1993	16.00	1.204120
1994	14.10	1.149219
1995	13.50	1.130334
1996	16.10	1.206826
1997	14.60	1.164353
1998	14.10	1.149219
1999	15.60	1.193125
2000	27.00	1.431364
2001	14.90	1.173186
2002	17.70	1.247973
2003	18.90	1.276462
2004	21.40	1.330414
2005	20.50	1.311754
2006	30.10	1.478566
2007	23.40	1.369216
2008	21.90	1.340444
Promedio	$\mu =$ 18.630	1.257605
Desv. Estándar	$\sigma =$ 4.82798	0.103367
Coef. Asimetría	c.a. = 1.24926	0.720850
c.a./6	k =	0.120142
	n =	37

B.2. Distribuciones

B.2.1. Distribución Normal

T (años)	P	w	z	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	18.63
5	0.2000	1.79412	0.841	22.69
10	0.1000	2.14597	1.282	24.82
20	0.0500	2.44775	1.645	26.57
25	0.0400	2.53727	1.751	27.08
50	0.0200	2.79715	2.054	28.55
100	0.0100	3.03485	2.327	29.86
500	0.0020	3.52551	2.879	32.53

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Donde :

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{P} \right) \right]^{1/2}$$

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

ESTACIÓN CARANIA

B.2.2. Distribución Log Normal

T (años)	P	w	z	Log Pp	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	1.25760543	18.10
5	0.2000	1.79412	0.841	1.34458437	22.11
10	0.1000	2.14597	1.282	1.39009402	24.55
20	0.0500	2.44775	1.645	1.42766617	26.77
25	0.0400	2.53727	1.751	1.43860913	27.45
50	0.0200	2.79715	2.054	1.46994095	29.51
100	0.0100	3.03485	2.327	1.49811848	31.49
500	0.0020	3.52551	2.879	1.55514826	35.90

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Se debe tener en cuenta el último párrafo de esta página, es decir que el procedimiento es el mismo excepto que este se aplica a los logaritmos de las variables y su media y desviación estándar son usadas para la generación de precipitaciones

B.2.3. Distribución Gumbel

T (años)	K _T	Pp (mm)
2	-0.1643	17.84
5	0.7195	22.10
10	1.3046	24.93
20	1.8659	27.64
25	2.0439	28.50
50	2.5924	31.15
100	3.1368	33.77
200	3.6792	36.39
500	4.3949	39.85

$$\bar{y}_n = 0.5772$$

$$\sigma_n = 1.2825$$

(Pág. 225 del libro Engineering Hydrology de Victor Ponce, 1989)

Donde:

$$K_T = \left(\frac{\left(\ln \left(\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right) - 0.5772 \right)}{1.2825} \right)$$

B.2.4. Distribución Log Pearson III

T (años)	P	w	z	K _T	Log Pp	PP (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.118	1.2453668	17.59
5	0.2000	1.79412	0.841	0.786	1.3388154	21.82
10	0.1000	2.14597	1.282	1.331	1.3952129	24.84
20	0.0500	2.44775	1.645	1.822	1.4458971	27.92
25	0.0400	2.53727	1.751	1.971	1.4613828	28.93
50	0.0200	2.79715	2.054	2.418	1.5075745	32.18
100	0.0100	3.03485	2.327	2.843	1.5515153	35.61
500	0.0020	3.52551	2.879	3.773	1.6476575	44.43

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401-403

Donde:

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

Pruebas de Smirnov-Kolmogorv

Teniendo en cuenta que el numero de datos es 37 años; el valor critico de D, es igual a **0.2236** para un nivel de significancia igual a 0.05

$$D_{\text{critico}} = 0.2236$$

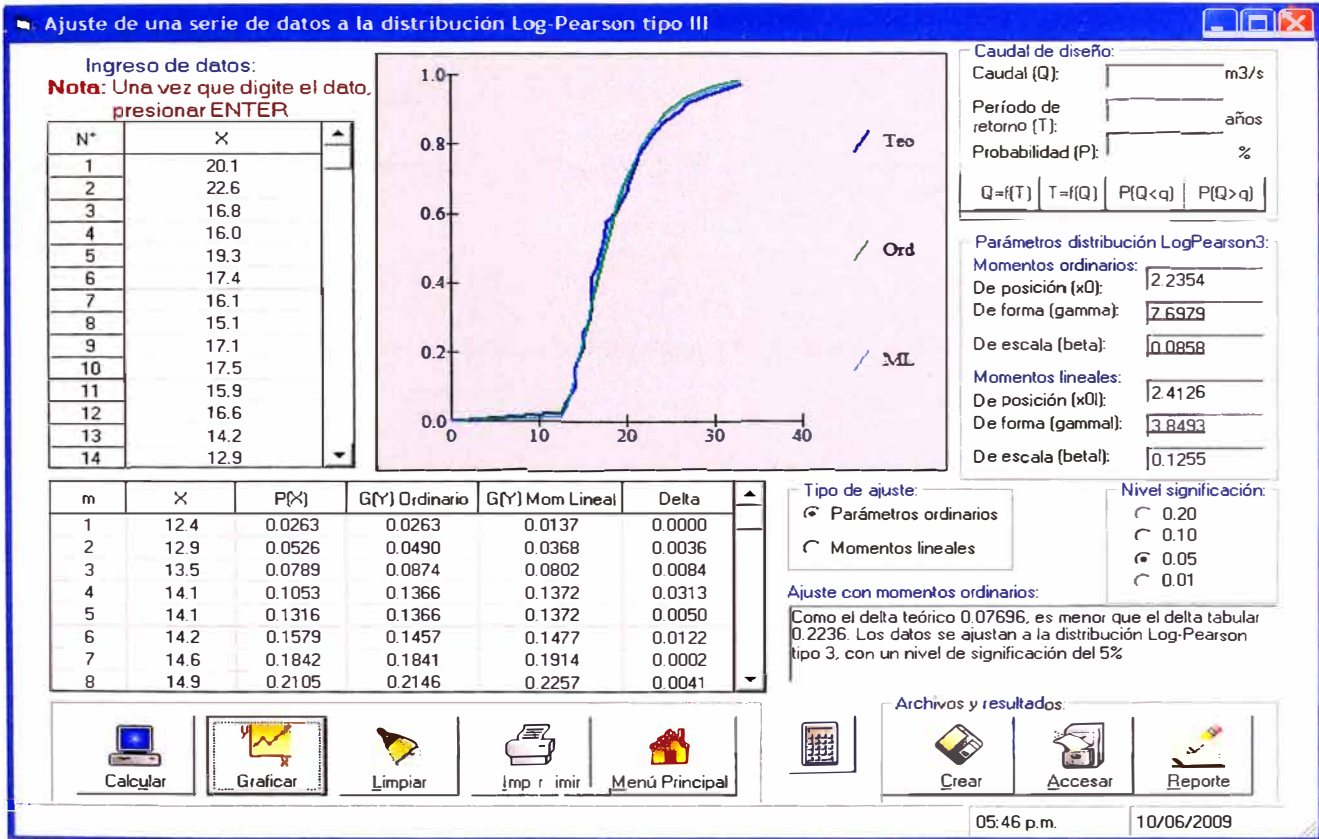


Tabla Resumen

Distribucion	Dmax	Dcritico	Ajuste	Observacion
Normal	0.1553	0.2236	Bueno	
Log-Normal	0.1161	0.2236	Bueno	
Gumbel	0.0916	0.2236	Bueno	
Log-Pearson III	0.0770	0.2236	Bueno	Presenta el menor Dmáx

De donde se concluye que la distribución que mejor se ajusta es la distribución Log-Pearson III

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución normal

Serie de datos X:

N°	X
1	20.1
2	22.6
3	16.8
4	16.0
5	19.3
6	17.4
7	16.1
8	15.1
9	17.1
10	17.5
11	15.9
12	16.6
13	14.2
14	12.9
15	20.0
16	20.9
17	33.1
18	24.4
19	26.0
20	12.4
21	15.1
22	16.0
23	14.1
24	13.5
25	16.1
26	14.6
27	14.1
28	15.6
29	27.0
30	14.9
31	17.7
32	18.9
33	21.4
34	20.5
35	30.1
36	23.4
37	21.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	12.4	0.0263	0.0985	0.0891	0.0722
2	12.9	0.0526	0.1177	0.1079	0.0650
3	13.5	0.0789	0.1440	0.1338	0.0651
4	14.1	0.1053	0.1741	0.1639	0.0688
5	14.1	0.1316	0.1741	0.1639	0.0425
6	14.2	0.1579	0.1794	0.1692	0.0215
7	14.6	0.1842	0.2020	0.1920	0.0177
8	14.9	0.2105	0.2199	0.2102	0.0094
9	15.1	0.2368	0.2324	0.2228	0.0045
10	15.1	0.2632	0.2324	0.2228	0.0308
11	15.6	0.2895	0.2652	0.2563	0.0243
12	15.9	0.3158	0.2859	0.2777	0.0299
13	16.0	0.3421	0.2930	0.2849	0.0491
14	16.0	0.3684	0.2930	0.2849	0.0754
15	16.1	0.3947	0.3001	0.2923	0.0946
16	16.1	0.4211	0.3001	0.2923	0.1209
17	16.6	0.4474	0.3371	0.3305	0.1103
18	16.8	0.4737	0.3523	0.3463	0.1213
19	17.1	0.5000	0.3757	0.3705	0.1243
20	17.4	0.5263	0.3995	0.3952	0.1268
21	17.5	0.5526	0.4075	0.4036	0.1451
22	17.7	0.5789	0.4236	0.4204	0.1553
23	18.9	0.6053	0.5223	0.5233	0.0829
24	19.3	0.6316	0.5552	0.5576	0.0764
25	20.0	0.6579	0.6117	0.6164	0.0462
26	20.1	0.6842	0.6196	0.6246	0.0646
27	20.5	0.7105	0.6508	0.6569	0.0598
28	20.9	0.7368	0.6809	0.6881	0.0559
29	21.4	0.7632	0.7169	0.7253	0.0462
30	21.9	0.7895	0.7509	0.7601	0.0386
31	22.6	0.8158	0.7946	0.8045	0.0212
32	23.4	0.8421	0.8384	0.8487	0.0037
33	24.4	0.8684	0.8840	0.8938	0.0156
34	26.0	0.8947	0.9366	0.9444	0.0418
35	27.0	0.9211	0.9585	0.9647	0.0375
36	30.1	0.9474	0.9912	0.9934	0.0439
37	33.1	0.9737	0.9986	0.9991	0.0250

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1553, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_m)= 18.6297

Parámetro de escala (S)= 4.828

Con momentos lineales:

Media lineal (\bar{X}_l)= 18.6297

Desviación estándar lineal (S_l)= 4.6281

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución lognormal de 2 parámetros

Serie de datos X:

N°	X
1	20.1
2	22.6
3	16.8
4	16.0
5	19.3
6	17.4
7	16.1
8	15.1
9	17.1
10	17.5
11	15.9
12	16.6
13	14.2
14	12.9
15	20.0
16	20.9
17	33.1
18	24.4
19	26.0
20	12.4
21	15.1
22	16.0
23	14.1
24	13.5
25	16.1
26	14.6
27	14.1
28	15.6
29	27.0
30	14.9
31	17.7
32	18.9
33	21.4
34	20.5
35	30.1
36	23.4
37	21.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	12.4	0.0263	0.0561	0.0564	0.0298
2	12.9	0.0526	0.0775	0.0778	0.0248
3	13.5	0.0789	0.1091	0.1095	0.0302
4	14.1	0.1053	0.1472	0.1476	0.0419
5	14.1	0.1316	0.1472	0.1476	0.0156
6	14.2	0.1579	0.1541	0.1545	0.0038
7	14.6	0.1842	0.1835	0.1839	0.0007
8	14.9	0.2105	0.2071	0.2074	0.0035
9	15.1	0.2368	0.2234	0.2238	0.0134
10	15.1	0.2632	0.2234	0.2238	0.0397
11	15.6	0.2895	0.2664	0.2667	0.0231
12	15.9	0.3158	0.2933	0.2936	0.0225
13	16.0	0.3421	0.3024	0.3027	0.0397
14	16.0	0.3684	0.3024	0.3027	0.0660
15	16.1	0.3947	0.3116	0.3119	0.0831
16	16.1	0.4211	0.3116	0.3119	0.1094
17	16.6	0.4474	0.3584	0.3586	0.0890
18	16.8	0.4737	0.3774	0.3775	0.0963
19	17.1	0.5000	0.4059	0.4061	0.0941
20	17.4	0.5263	0.4345	0.4346	0.0918
21	17.5	0.5526	0.4440	0.4441	0.1087
22	17.7	0.5789	0.4629	0.4629	0.1161
23	18.9	0.6053	0.5724	0.5723	0.0329
24	19.3	0.6316	0.6066	0.6064	0.0250
25	20.0	0.6579	0.6628	0.6625	0.0049
26	20.1	0.6842	0.6704	0.6702	0.0138
27	20.5	0.7105	0.6998	0.6995	0.0107
28	20.9	0.7368	0.7274	0.7271	0.0094
29	21.4	0.7632	0.7594	0.7590	0.0038
30	21.9	0.7895	0.7886	0.7882	0.0009
31	22.6	0.8158	0.8247	0.8244	0.0090
32	23.4	0.8421	0.8599	0.8595	0.0178
33	24.4	0.8684	0.8954	0.8950	0.0269
34	26.0	0.8947	0.9360	0.9357	0.0413
35	27.0	0.9211	0.9536	0.9534	0.0326
36	30.1	0.9474	0.9837	0.9836	0.0364
37	33.1	0.9737	0.9944	0.9943	0.0207

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1161, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:
 Parámetro de escala (μ_y)= 2.8957
 Parámetro de forma (S_y)= 0.238

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_l)= 2.8957

Parámetro de forma (S_l)= 0.2384

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Serie de datos X:

N°	X
1	20.1
2	22.6
3	16.8
4	16.0
5	19.3
6	17.4
7	16.1
8	15.1
9	17.1
10	17.5
11	15.9
12	16.6
13	14.2
14	12.9
15	20.0
16	20.9
17	33.1
18	24.4
19	26.0
20	12.4
21	15.1
22	16.0
23	14.1
24	13.5
25	16.1
26	14.6
27	14.1
28	15.6
29	27.0
30	14.9
31	17.7
32	18.9
33	21.4
34	20.5
35	30.1
36	23.4
37	21.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	12.4	0.0263	0.0530	0.0532	0.0267
2	12.9	0.0526	0.0763	0.0766	0.0237
3	13.5	0.0789	0.1115	0.1118	0.0326
4	14.1	0.1053	0.1541	0.1543	0.0488
5	14.1	0.1316	0.1541	0.1543	0.0225
6	14.2	0.1579	0.1618	0.1621	0.0039
7	14.6	0.1842	0.1944	0.1947	0.0102
8	14.9	0.2105	0.2204	0.2207	0.0099
9	15.1	0.2368	0.2384	0.2386	0.0015
10	15.1	0.2632	0.2384	0.2386	0.0248
11	15.6	0.2895	0.2849	0.2851	0.0046
12	15.9	0.3158	0.3137	0.3138	0.0021
13	16.0	0.3421	0.3233	0.3235	0.0188
14	16.0	0.3684	0.3233	0.3235	0.0451
15	16.1	0.3947	0.3331	0.3332	0.0617
16	16.1	0.4211	0.3331	0.3332	0.0880
17	16.6	0.4474	0.3819	0.3820	0.0655
18	16.8	0.4737	0.4014	0.4015	0.0723
19	17.1	0.5000	0.4304	0.4305	0.0696
20	17.4	0.5263	0.4591	0.4592	0.0672
21	17.5	0.5526	0.4686	0.4687	0.0840
22	17.7	0.5789	0.4874	0.4874	0.0916
23	18.9	0.6053	0.5930	0.5930	0.0123
24	19.3	0.6316	0.6251	0.6250	0.0065
25	20.0	0.6579	0.6770	0.6769	0.0191
26	20.1	0.6842	0.6839	0.6838	0.0003
27	20.5	0.7105	0.7106	0.7105	0.0001
28	20.9	0.7368	0.7355	0.7354	0.0013
29	21.4	0.7632	0.7642	0.7641	0.0010
30	21.9	0.7895	0.7902	0.7900	0.0007
31	22.6	0.8158	0.8224	0.8223	0.0066
32	23.4	0.8421	0.8538	0.8536	0.0116
33	24.4	0.8684	0.8858	0.8857	0.0174
34	26.0	0.8947	0.9238	0.9237	0.0291
35	27.0	0.9211	0.9410	0.9410	0.0200
36	30.1	0.9474	0.9737	0.9736	0.0263
37	33.1	0.9737	0.9881	0.9880	0.0144

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico **0.0916**, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 16.4569

Parámetro de escala (alfa)= 3.7644

Con momentos lineales:

Parámetro de posición (μ)= 16.4553

Parámetro de escala (alfa)= 3.767

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Log-Pearson tipo III

Serie de datos X:

N°	X
1	20.1
2	22.6
3	16.8
4	16.0
5	19.3
6	17.4
7	16.1
8	15.1
9	17.1
10	17.5
11	15.9
12	16.6
13	14.2
14	12.9
15	20.0
16	20.9
17	33.1
18	24.4
19	26.0
20	12.4
21	15.1
22	16.0
23	14.1
24	13.5
25	16.1
26	14.6
27	14.1
28	15.6
29	27.0
30	14.9
31	17.7
32	18.9
33	21.4
34	20.5
35	30.1
36	23.4
37	21.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	12.4	0.0263	0.0263	0.0137	0.0000
2	12.9	0.0526	0.0490	0.0368	0.0036
3	13.5	0.0789	0.0874	0.0802	0.0084
4	14.1	0.1053	0.1366	0.1372	0.0313
5	14.1	0.1316	0.1366	0.1372	0.0050
6	14.2	0.1579	0.1457	0.1477	0.0122
7	14.6	0.1842	0.1841	0.1914	0.0002
8	14.9	0.2105	0.2146	0.2257	0.0041
9	15.1	0.2368	0.2356	0.2489	0.0012
10	15.1	0.2632	0.2356	0.2489	0.0276
11	15.6	0.2895	0.2895	0.3073	0.0000
12	15.9	0.3158	0.3222	0.3421	0.0064
13	16.0	0.3421	0.3332	0.3536	0.0089
14	16.0	0.3684	0.3332	0.3536	0.0353
15	16.1	0.3947	0.3441	0.3650	0.0506
16	16.1	0.4211	0.3441	0.3650	0.0770
17	16.6	0.4474	0.3982	0.4205	0.0492
18	16.8	0.4737	0.4194	0.4420	0.0543
19	17.1	0.5000	0.4507	0.4732	0.0493
20	17.4	0.5263	0.4811	0.5032	0.0452
21	17.5	0.5526	0.4911	0.5129	0.0616
22	17.7	0.5789	0.5106	0.5319	0.0683
23	18.9	0.6053	0.6173	0.6334	0.0120
24	19.3	0.6316	0.6486	0.6626	0.0171
25	20.0	0.6579	0.6983	0.7085	0.0405
26	20.1	0.6842	0.7049	0.7146	0.0207
27	20.5	0.7105	0.7300	0.7376	0.0195
28	20.9	0.7368	0.7531	0.7587	0.0163
29	21.4	0.7632	0.7795	0.7827	0.0163
30	21.9	0.7895	0.8032	0.8043	0.0137
31	22.6	0.8158	0.8322	0.8309	0.0165
32	23.4	0.8421	0.8603	0.8566	0.0182
33	24.4	0.8684	0.8889	0.8831	0.0205
34	26.0	0.8947	0.9229	0.9151	0.0282
35	27.0	0.9211	0.9385	0.9302	0.0174
36	30.1	0.9474	0.9689	0.9610	0.0216
37	33.1	0.9737	0.9835	0.9770	0.0099

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.07696, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:
 Parámetro de localización (X_0)= 2.2354
 Parámetro de forma (γ)= 7.6979

Parámetro de escala (beta)= 0.0858

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_0)= 2.4126

Parámetro de forma (gamma)= 3.8493

Parámetro de escala (beta)= 0.1255

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

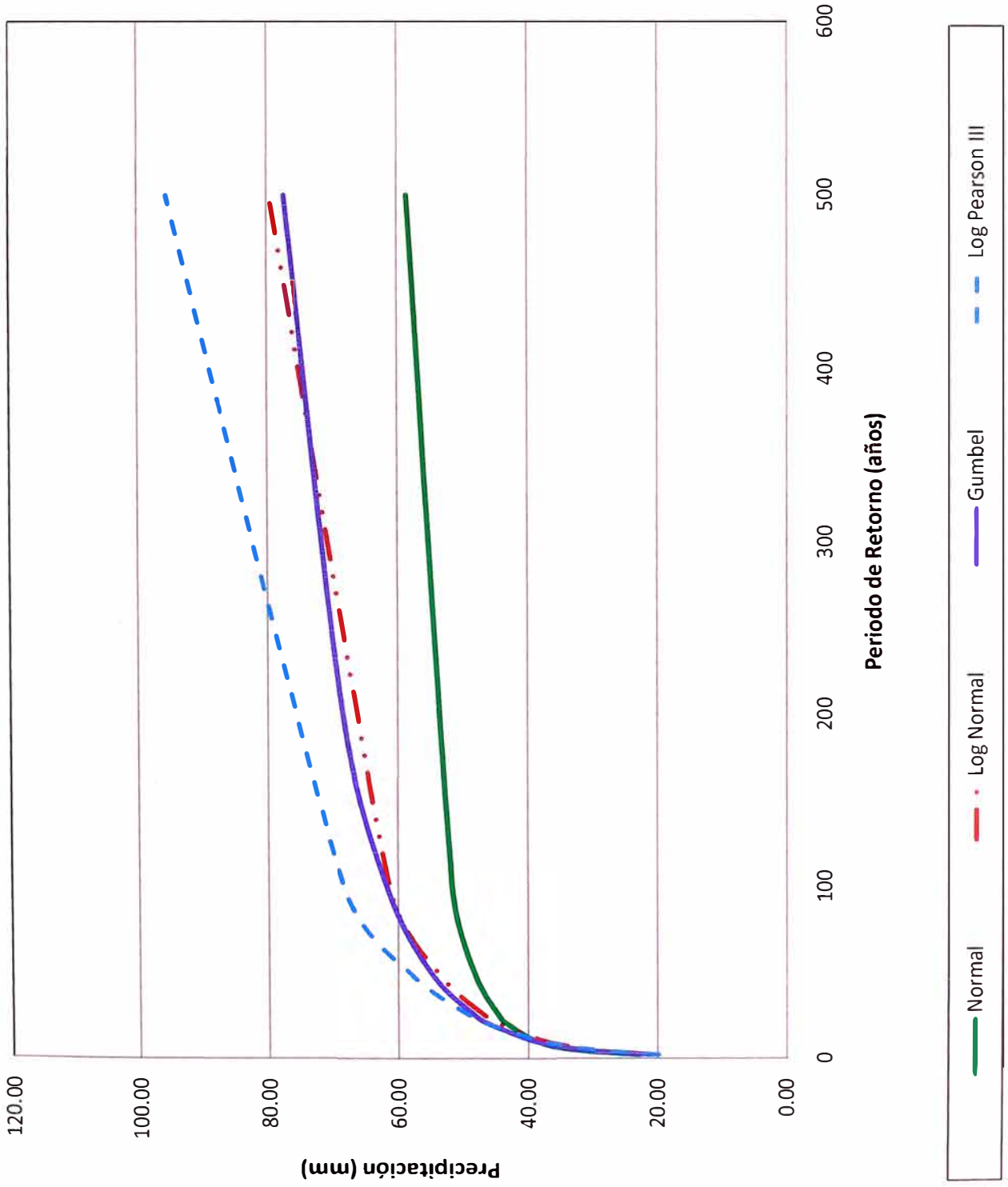
ESTACION : TANTA
 PARAMETRO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 12°07'48" S
 LONG. : 76°01'00" W
 ALT. : 4323 msnm

DPTO. : LIMA
 PROV. :
 DIST. :

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Ppmax(mm)
1964	13.4	21.9	14.3	7.2	25.4	6.5	0	1.1	5.3	22	11.8	23.6	25.40
1965	21.3	34.5	18	9.7	10.3	0	3.4	1.1	3.1	17.4	4.2	18.5	34.50
1966	13	23.4	20.6	6.5	11.4	0	0	4.4	7.3	13.4	13.1	26.6	26.60
1967	28	18.3	23.2	7.8	17.1	0	6	3.7	6.3	18.5	10.8	14.5	28.00
1968	19.1	23.7	21.1	5.1	14.1	0	2.2	10.5	9.3	16.5	13.6	15	23.70
1969	15.3	14.7	14	0	33	4.3	0	4.7	10.5	16.1	18.9	23.1	33.00
1970	37.9	5	29.8	15.5	15.7	0	8.6	0	18.6	7.8	18.3	18	37.90
1971	9.3	23.9	24.5	0	12.4	0	0	5.6	0	14.4	11.3	23.1	24.50
1972	14.2	12.1	26.1	0	20.7	0	8.1	4.1	0	12.5	15.4	14.7	26.10
1973	18.2	16.5	14.6	12.3	17.7	0	6.3	12	12.1	10.7	17.4	13.4	18.20
1974	14.6	19.3	16.7	12.3	13.1	7.6	0	10.1	4	7.5	14.1	16.3	19.30
1975	12.7	11.6	13.6	15.1	12.9	4.1	0	7.7	10.8	10.8	9.7	8.8	15.10
1976	14.7	12.5	17.5	9.8	11.2	11.3	4.3	3	0	6.7	9.7	11.6	17.50
1977	15.4	12.4	16.4	8.6	10.3	0	0	1.1	5	6.4	10.8	8	16.40
1978	10.7	12.2	16.3	13.9	8.3	2	0	4.7	6.1	6.5	6.9	6.1	16.30
1979	5.7	10.3	11.7	11.4	8.9	4.1	0	0	4.6	5.3	5.7	6	11.70
1980	14.4	6.3	11.3	1.2	8.3	0	5.6	4.3	3	11.3	8.8	9.8	14.40
1981	12	10.8	13.1	0	7.6	0	0	4.2	2.6	7.3	9	7.7	13.10
1982	13.3	9.5	10.3	0	6.3	0	2.1	2	4.1	8.1	10.8	6.3	13.30
1983	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3.7	4.4	6.7	6.70
1984	8.6	10.4	11.3	8	5.9	8.6	1	2.1	2.3	5.2	10.2	10.1	11.30
1985	11.7	11.9	12.4	6.1	10.8	5.3	4.8	4.4	1.3	6.4	10.2	7.5	12.40
1986	11.4	18	14.3	14	17.9	10.1	4.6	6.2	9.1	16.9	15.3	8.9	18.00
1987	12.7	16.8	9.9	0	12	5.2	3	7.9	3.58	6.5	7.2	13.1	16.80
1988	8.3	10.7	13.8	2.2	9.4	3.4	4.4	4.1	1.8	2	10	11.4	13.80
1989	12.6	9.8	13.9	3	9	3.1	2.2	5.8	4.4	6.1	13.7	8.4	13.90
1990	5.8	5.8	11.6	8.4	15.8	9.3	10.5	3.8	6.1	5.6	12.1	11.8	15.80
1991	11.8	9.3	10.4	8.3	11.1	4.1	7.8	4.2	2	6.4	10.5	7.5	11.80
1992	11.6	12.3	13.9	2.1	12.9	6.7	6.3	4.9	7.5	15.4	15.9	16	16.00
1993	22.1	41.6	30.2	7.2	25.8	5.3	4.1	3.4	7.4	14.7	15.7	17.7	41.60
1994	22.7	25.2	21.1	13.3	14.2	12.8	10.5	4	24.2	16.1	26.4	17.5	26.40
1995	27	14.2	23.9	4	9.4	1.4	1.7	0	8.5	13.3	12.8	20	27.00
1996	31.7	23.5	25.8	7.7	18.9	0	0	3.6	7.2	21.7	9	24	31.70
1997	18.6	27.4	5.2	2.1	74	0	0	6.1	15.2	10.1	16.9	14.5	74.00
1998	20	25.8	19.3	0	41.8	0	0	4	6.9	13.3	14.5	21.3	41.80
1999	19	21.1	12.6	13.8	24.5	4.1	2.3	4.7	6	16.7	21	21.1	24.50
2000	14.8	21.9	28.9	17.8	26.6	0	6.2	0	12	17.3	22.6	23.6	28.90

Comparación de Tendencias - Estación Tanta



ESTACIÓN TANTA

B.2.2. Distribución Log Normal

T (años)	P	w	z	Log Pp	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	1.31024454	20.43
5	0.2000	1.79412	0.841	1.48310431	30.42
10	0.1000	2.14597	1.282	1.57354902	37.46
20	0.0500	2.44775	1.645	1.64821896	44.49
25	0.0400	2.53727	1.751	1.66996674	46.77
50	0.0200	2.79715	2.054	1.73223479	53.98
100	0.0100	3.03485	2.327	1.78823411	61.41
500	0.0020	3.52551	2.879	1.90157364	79.72

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Se debe tener en cuenta el último párrafo de esta página; es decir que el procedimiento es el mismo excepto que este se aplica a los logaritmos de las variables y su media y desviación estándar son usadas para la generación de precipitaciones

B.2.3. Distribución Gumbel

T (años)	KT	Pp (mm)
2	-0.1643	20.87
5	0.7195	31.82
10	1.3046	39.08
20	1.8659	46.04
25	2.0439	48.25
50	2.5924	55.05
100	3.1368	61.80
200	3.6792	68.52
500	4.3949	77.39

$$\bar{y}_n = 0.5772$$

$$\sigma_n = 1.2825$$

(Pag. 225 del libro Engineering Hydrology de Victor Ponce, 1989)

Donde:

$$K_T = \left(\frac{\left(\ln \left(\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right) - 0.5722 \right)}{1.2825} \right)$$

B.2.5. Distribución Log Pearson III

T (años)	P	w	z	KT	Log Pp	PP (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.052	1.2995871	19.93
5	0.2000	1.79412	0.841	0.822	1.4791690	30.14
10	0.1000	2.14597	1.282	1.310	1.5793670	37.96
20	0.0500	2.44775	1.645	1.729	1.6654067	46.28
25	0.0400	2.53727	1.751	1.854	1.6910386	49.10
50	0.0200	2.79715	2.054	2.218	1.7658739	58.33
100	0.0100	3.03485	2.327	2.555	1.8350261	68.40
500	0.0020	3.52551	2.879	3.262	1.9804450	95.60

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401-403

Donde:

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

ESTACIÓN TANTA

B. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

B.1 CALCULO ESTADÍSTICO

AÑO	Pp (mm)	Log Pp _{máx}
1964	25.40	1.404834
1965	34.50	1.537819
1966	26.60	1.424882
1967	28.00	1.447158
1968	23.70	1.374748
1969	33.00	1.518514
1970	37.90	1.578639
1971	24.50	1.389166
1972	26.10	1.416641
1973	18.20	1.260071
1974	19.30	1.285557
1975	15.10	1.178977
1976	17.50	1.243038
1977	16.40	1.214844
1978	16.30	1.212188
1979	11.70	1.068186
1980	14.40	1.158362
1981	13.10	1.117271
1982	13.30	1.123852
1983	6.70	0.826075
1984	11.30	1.053078
1985	12.40	1.093422
1986	18.00	1.255273
1987	16.80	1.225309
1988	13.80	1.139879
1989	13.90	1.143015
1990	15.80	1.198657
1991	11.80	1.071882
1992	16.00	1.204120
1993	41.60	1.619093
1994	26.40	1.421604
1995	27.00	1.431364
1996	31.70	1.501059
1997	74.00	1.869232
1998	41.80	1.621176
1999	24.50	1.389166
2000	28.90	1.460898
Promedio	$\mu =$ 22.903	1.310245
Desv. Estándar	$\sigma =$ 12.399	0.205429
Coef. Asimetría	c.a. = 2.124	0.312118
c.a./6	k =	0.052020
	n =	37

B.2. Distribuciones

B.2.1. Distribución Normal

T (años)	P	w	z	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	22.90
5	0.2000	1.79412	0.841	33.34
10	0.1000	2.14597	1.282	38.79
20	0.0500	2.44775	1.645	43.30
25	0.0400	2.53727	1.751	44.61
50	0.0200	2.79715	2.054	48.37
100	0.0100	3.03485	2.327	51.75
500	0.0020	3.52551	2.879	58.59

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Donde :

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{1/2} \quad z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

Pruebas de Smirnov-Kolmogorv

Teniendo en cuenta que el numero de datos es 37 años; el valor critico de D, es igual a 0.2236 para un nivel de significancia igual a 0.05

$$D_{\text{critico}} = 0.2236$$

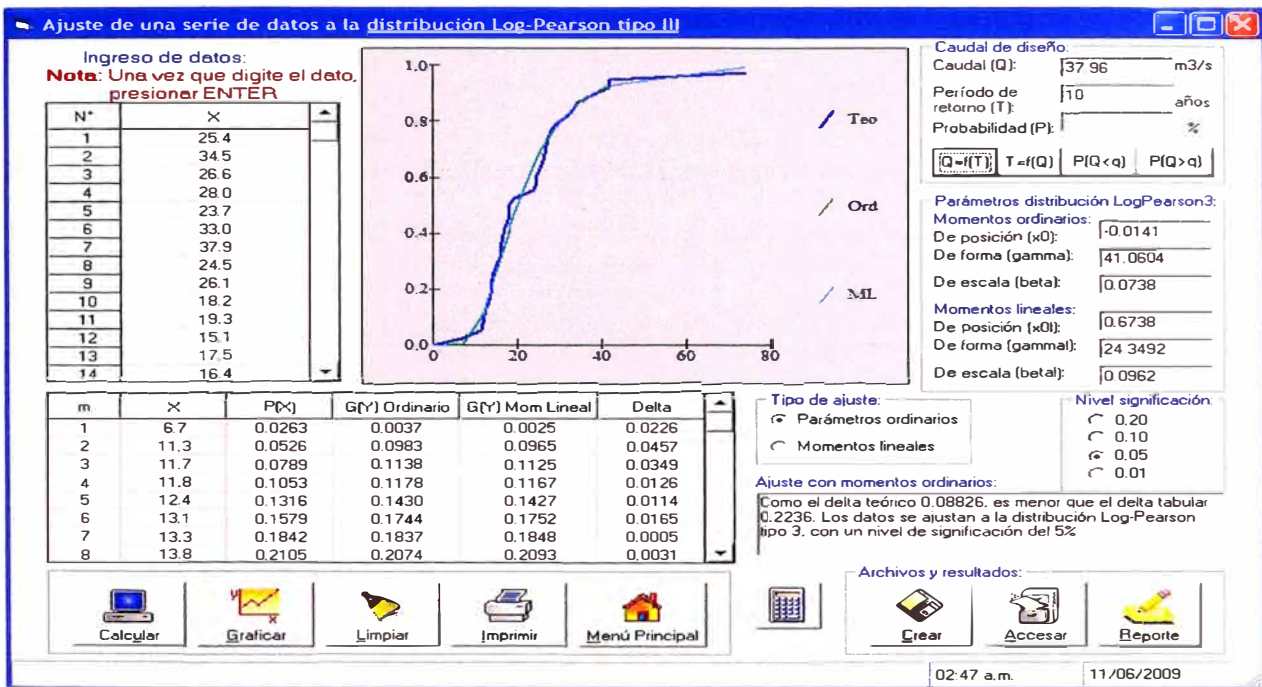


Tabla Resumen

Distribucion	Dmax	Dcritico	Ajuste	Observacion
Normal	0.1478	0.2236	Bueno	
Log-Normal	0.0965	0.2236	Bueno	
Gumbel	0.1023	0.2236	Bueno	
Log-Pearson III	0.08826	0.2236	Bueno	Presenta el menor Dmáx

De donde se concluye que la distribución que mejor se ajusta es la distribución Log-Pearson III

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución normal

Serie de datos X:

N°	X
1	25.4
2	34.5
3	26.6
4	28.0
5	23.7
6	33.0
7	37.9
8	24.5
9	26.1
10	18.2
11	19.3
12	15.1
13	17.5
14	16.4
15	16.3
16	11.7
17	14.4
18	13.1
19	13.3
20	6.7
21	11.3
22	12.4
23	18.0
24	16.8
25	13.8
26	13.9
27	15.8
28	11.8
29	16.0
30	41.6
31	26.4
32	27.0
33	31.7
34	74.0
35	41.8
36	24.5
37	28.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	6.7	0.0263	0.0956	0.0712	0.0693
2	11.3	0.0526	0.1747	0.1468	0.1221
3	11.7	0.0789	0.1831	0.1553	0.1042
4	11.8	0.1053	0.1853	0.1574	0.0800
5	12.4	0.1316	0.1985	0.1709	0.0669
6	13.1	0.1579	0.2146	0.1874	0.0567
7	13.3	0.1842	0.2193	0.1923	0.0351
8	13.8	0.2105	0.2314	0.2050	0.0209
9	13.9	0.2368	0.2339	0.2075	0.0029
10	14.4	0.2632	0.2464	0.2207	0.0167
11	15.1	0.2895	0.2646	0.2400	0.0249
12	15.8	0.3158	0.2834	0.2601	0.0324
13	16.0	0.3421	0.2889	0.2660	0.0532
14	16.3	0.3684	0.2972	0.2750	0.0712
15	16.4	0.3947	0.3000	0.2780	0.0948
16	16.8	0.4211	0.3113	0.2903	0.1098
17	17.5	0.4474	0.3315	0.3124	0.1159
18	18.0	0.4737	0.3463	0.3286	0.1274
19	18.2	0.5000	0.3522	0.3352	0.1478
20	19.3	0.5263	0.3857	0.3722	0.1406
21	23.7	0.5526	0.5256	0.5288	0.0270
22	24.5	0.5789	0.5513	0.5575	0.0277
23	24.5	0.6053	0.5513	0.5575	0.0540
24	25.4	0.6316	0.5798	0.5894	0.0518
25	26.1	0.6579	0.6017	0.6139	0.0561
26	26.4	0.6842	0.6111	0.6242	0.0732
27	26.6	0.7105	0.6172	0.6311	0.0933
28	27.0	0.7368	0.6295	0.6446	0.1074
29	28.0	0.7632	0.6595	0.6778	0.1037
30	28.9	0.7895	0.6857	0.7064	0.1038
31	31.7	0.8158	0.7610	0.7871	0.0548
32	33.0	0.8421	0.7923	0.8197	0.0498
33	34.5	0.8684	0.8252	0.8531	0.0432
34	37.9	0.8947	0.8868	0.9127	0.0080
35	41.6	0.9211	0.9342	0.9547	0.0132
36	41.8	0.9474	0.9363	0.9564	0.0111
37	74.0	0.9737	1.0000	1.0000	0.0263

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1478, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_m)= 22.9027

Parámetro de escala (S)= 12.3989

Con momentos lineales:

Media lineal (Xl)= 22.9027

Desviación estándar lineal (Sl)= 11.0464

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución lognormal de 2 parámetros

Serie de datos X:

Nº	X
1	25.4
2	34.5
3	26.6
4	28.0
5	23.7
6	33.0
7	37.9
8	24.5
9	26.1
10	18.2
11	19.3
12	15.1
13	17.5
14	16.4
15	16.3
16	11.7
17	14.4
18	13.1
19	13.3
20	6.7
21	11.3
22	12.4
23	18.0
24	16.8
25	13.8
26	13.9
27	15.8
28	11.8
29	16.0
30	41.6
31	26.4
32	27.0
33	31.7
34	74.0
35	41.8
36	24.5
37	28.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	6.7	0.0263	0.0092	0.0091	0.0171
2	11.3	0.0526	0.1053	0.1050	0.0527
3	11.7	0.0789	0.1193	0.1190	0.0404
4	11.8	0.1053	0.1230	0.1227	0.0177
5	12.4	0.1316	0.1456	0.1453	0.0140
6	13.1	0.1579	0.1738	0.1735	0.0159
7	13.3	0.1842	0.1821	0.1818	0.0021
8	13.8	0.2105	0.2035	0.2032	0.0071
9	13.9	0.2368	0.2078	0.2075	0.0290
10	14.4	0.2632	0.2299	0.2296	0.0333
11	15.1	0.2895	0.2614	0.2612	0.0281
12	15.8	0.3158	0.2935	0.2933	0.0223
13	16.0	0.3421	0.3027	0.3025	0.0394
14	16.3	0.3684	0.3166	0.3164	0.0519
15	16.4	0.3947	0.3212	0.3210	0.0736
16	16.8	0.4211	0.3396	0.3394	0.0814
17	17.5	0.4474	0.3718	0.3716	0.0756
18	18.0	0.4737	0.3945	0.3944	0.0792
19	18.2	0.5000	0.4035	0.4034	0.0965
20	19.3	0.5263	0.4522	0.4521	0.0741
21	23.7	0.5526	0.6232	0.6234	0.0706
22	24.5	0.5789	0.6496	0.6498	0.0706
23	24.5	0.6053	0.6496	0.6498	0.0443
24	25.4	0.6316	0.6774	0.6776	0.0458
25	26.1	0.6579	0.6977	0.6980	0.0398
26	26.4	0.6842	0.7061	0.7064	0.0219
27	26.6	0.7105	0.7116	0.7118	0.0011
28	27.0	0.7368	0.7223	0.7225	0.0146
29	28.0	0.7632	0.7474	0.7477	0.0157
30	28.9	0.7895	0.7683	0.7686	0.0211
31	31.7	0.8158	0.8235	0.8238	0.0077
32	33.0	0.8421	0.8447	0.8450	0.0026
33	34.5	0.8684	0.8660	0.8663	0.0024
34	37.9	0.8947	0.9043	0.9046	0.0096
35	41.6	0.9211	0.9336	0.9339	0.0126
36	41.8	0.9474	0.9349	0.9352	0.0124
37	74.0	0.9737	0.9967	0.9968	0.0231

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0965, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.0169

Parámetro de forma (Sy)= 0.473

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μy)= 3.0169

Parámetro de forma (Sy)= 0.4724

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Serie de datos X:

N°	X
1	25.4
2	34.5
3	26.6
4	28.0
5	23.7
6	33.0
7	37.9
8	24.5
9	26.1
10	18.2
11	19.3
12	15.1
13	17.5
14	16.4
15	16.3
16	11.7
17	14.4
18	13.1
19	13.3
20	6.7
21	11.3
22	12.4
23	18.0
24	16.8
25	13.8
26	13.9
27	15.8
28	11.8
29	16.0
30	41.6
31	26.4
32	27.0
33	31.7
34	74.0
35	41.8
36	24.5
37	28.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	6.7	0.0263	0.0498	0.0333	0.0234
2	11.3	0.0526	0.1550	0.1300	0.1023
3	11.7	0.0789	0.1671	0.1420	0.0882
4	11.8	0.1053	0.1703	0.1451	0.0650
5	12.4	0.1316	0.1894	0.1644	0.0578
6	13.1	0.1579	0.2127	0.1882	0.0548
7	13.3	0.1842	0.2196	0.1952	0.0354
8	13.8	0.2105	0.2370	0.2133	0.0265
9	13.9	0.2368	0.2406	0.2169	0.0037
10	14.4	0.2632	0.2585	0.2356	0.0047
11	15.1	0.2895	0.2841	0.2626	0.0054
12	15.8	0.3158	0.3102	0.2902	0.0056
13	16.0	0.3421	0.3177	0.2982	0.0244
14	16.3	0.3684	0.3290	0.3103	0.0394
15	16.4	0.3947	0.3328	0.3144	0.0619
16	16.8	0.4211	0.3480	0.3306	0.0730
17	17.5	0.4474	0.3746	0.3592	0.0727
18	18.0	0.4737	0.3936	0.3796	0.0800
19	18.2	0.5000	0.4012	0.3878	0.0988
20	19.3	0.5263	0.4426	0.4325	0.0837
21	23.7	0.5526	0.5963	0.5982	0.0437
22	24.5	0.5789	0.6213	0.6250	0.0423
23	24.5	0.6053	0.6213	0.6250	0.0160
24	25.4	0.6316	0.6481	0.6536	0.0166
25	26.1	0.6579	0.6681	0.6747	0.0102
26	26.4	0.6842	0.6764	0.6835	0.0078
27	26.6	0.7105	0.6818	0.6892	0.0287
28	27.0	0.7368	0.6925	0.7005	0.0444
29	28.0	0.7632	0.7179	0.7272	0.0452
30	28.9	0.7895	0.7394	0.7496	0.0501
31	31.7	0.8158	0.7977	0.8097	0.0181
32	33.0	0.8421	0.8207	0.8331	0.0214
33	34.5	0.8684	0.8444	0.8568	0.0241
34	37.9	0.8947	0.8878	0.8995	0.0069
35	41.6	0.9211	0.9220	0.9322	0.0010
36	41.8	0.9474	0.9236	0.9337	0.0238
37	74.0	0.9737	0.9972	0.9981	0.0235

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1023, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 17.3225

Parámetro de escala (alfa)= 9.6674

Con momentos lineales:

Parámetro de posición (μ)= 17.7128

Parámetro de escala (alfal)= 8.9913

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Log-Pearson tipo III

Serie de datos X:

N°	X
1	25.4
2	34.5
3	26.6
4	28.0
5	23.7
6	33.0
7	37.9
8	24.5
9	26.1
10	18.2
11	19.3
12	15.1
13	17.5
14	16.4
15	16.3
16	11.7
17	14.4
18	13.1
19	13.3
20	6.7
21	11.3
22	12.4
23	18.0
24	16.8
25	13.8
26	13.9
27	15.8
28	11.8
29	16.0
30	41.6
31	26.4
32	27.0
33	31.7
34	74.0
35	41.8
36	24.5
37	28.9

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	6.7	0.0263	0.0037	0.0025	0.0226
2	11.3	0.0526	0.0983	0.0965	0.0457
3	11.7	0.0789	0.1138	0.1125	0.0349
4	11.8	0.1053	0.1178	0.1167	0.0126
5	12.4	0.1316	0.1430	0.1427	0.0114
6	13.1	0.1579	0.1744	0.1752	0.0165
7	13.3	0.1842	0.1837	0.1848	0.0005
8	13.8	0.2105	0.2074	0.2093	0.0031
9	13.9	0.2368	0.2122	0.2143	0.0246
10	14.4	0.2632	0.2366	0.2394	0.0266
11	15.1	0.2895	0.2712	0.2750	0.0182
12	15.8	0.3158	0.3061	0.3107	0.0097
13	16.0	0.3421	0.3161	0.3208	0.0261
14	16.3	0.3684	0.3309	0.3360	0.0375
15	16.4	0.3947	0.3359	0.3410	0.0589
16	16.8	0.4211	0.3556	0.3610	0.0655
17	17.5	0.4474	0.3895	0.3954	0.0579
18	18.0	0.4737	0.4133	0.4193	0.0604
19	18.2	0.5000	0.4226	0.4288	0.0774
20	19.3	0.5263	0.4726	0.4789	0.0537
21	23.7	0.5526	0.6409	0.6457	0.0883
22	24.5	0.5789	0.6659	0.6702	0.0869
23	24.5	0.6053	0.6659	0.6702	0.0606
24	25.4	0.6316	0.6920	0.6958	0.0604
25	26.1	0.6579	0.7110	0.7143	0.0531
26	26.4	0.6842	0.7188	0.7219	0.0346
27	26.6	0.7105	0.7238	0.7268	0.0133
28	27.0	0.7368	0.7337	0.7365	0.0031
29	28.0	0.7632	0.7569	0.7590	0.0063
30	28.9	0.7895	0.7760	0.7776	0.0135
31	31.7	0.8158	0.8261	0.8263	0.0103
32	33.0	0.8421	0.8452	0.8449	0.0031
33	34.5	0.8684	0.8646	0.8637	0.0039
34	37.9	0.8947	0.8994	0.8976	0.0047
35	41.6	0.9211	0.9266	0.9243	0.0055
36	41.8	0.9474	0.9278	0.9255	0.0196
37	74.0	0.9737	0.9931	0.9917	0.0194

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.08826, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

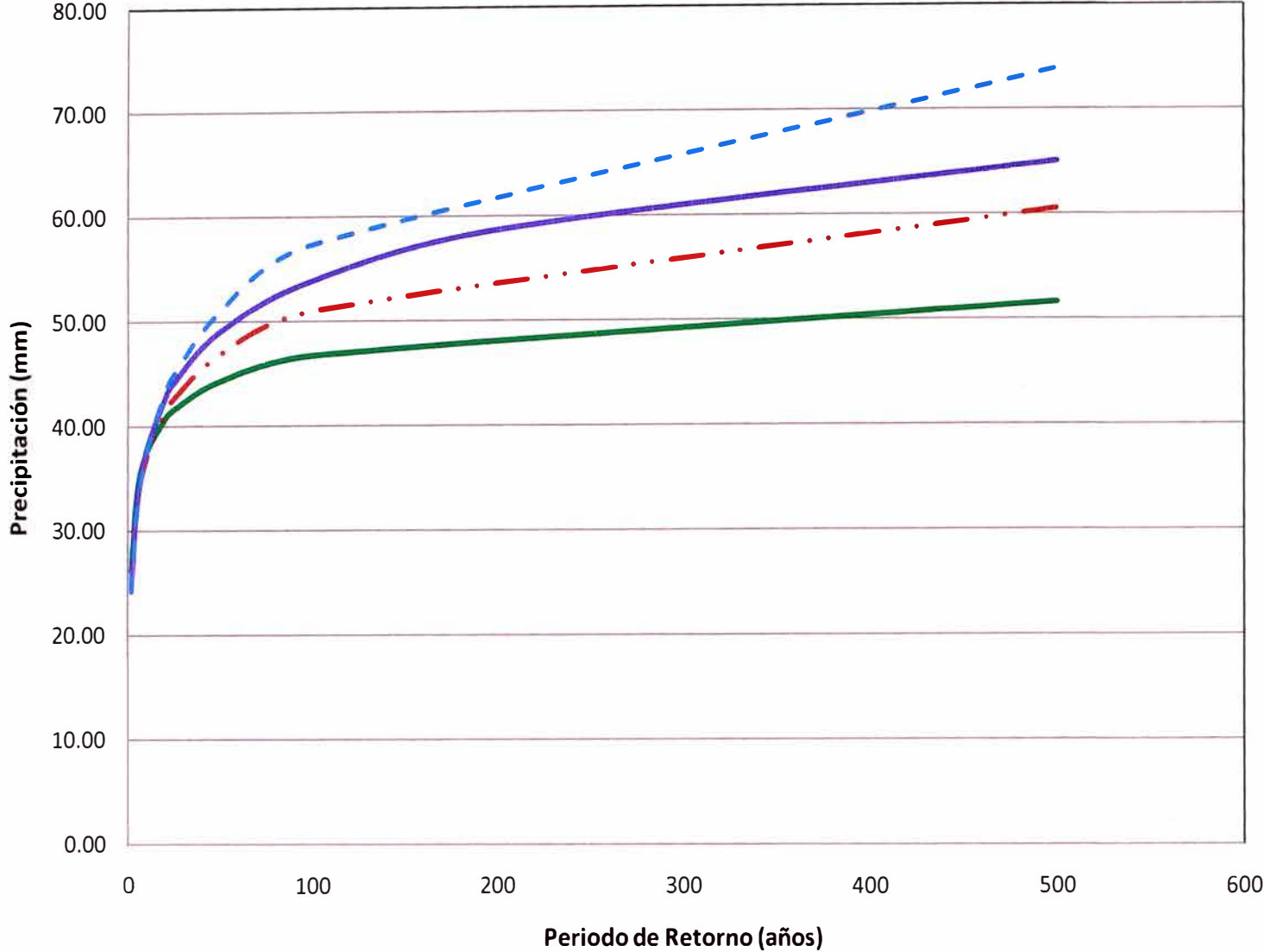
Parámetro de localización (X_0)= -0.0141

Parámetro de forma (gamma)= 41.0604
Parámetro de escala (beta)= 0.0738

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_0)= 0.6738
Parámetro de forma (gamma)= 24.3492
Parámetro de escala (beta)= 0.0962

Comparación de Tendencias - Estación Vilca



ESTACIÓN VILCA

B.2.2. Distribución Log Normal

T (años)	P	w	z	Log Pp	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	1.39546689	24.86
5	0.2000	1.79412	0.841	1.50846803	32.25
10	0.1000	2.14597	1.282	1.56759315	36.95
20	0.0500	2.44775	1.645	1.61640606	41.34
25	0.0400	2.53727	1.751	1.63062292	42.72
50	0.0200	2.79715	2.054	1.67132852	46.92
100	0.0100	3.03485	2.327	1.70793616	51.04
500	0.0020	3.52551	2.879	1.78202798	60.54

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Se debe tener en cuenta el último párrafo de esta página; es decir que el procedimiento es el mismo excepto que este se aplica a los logaritmos de las variables y su media y desviación estándar son usadas para la generación de precipitaciones

B.2.3. Distribución - Gumbel

T (años)	KT	Pp (mm)
2	-0.1643	24.65
5	0.7195	32.48
10	1.3046	37.67
20	1.8659	42.64
25	2.0439	44.22
50	2.5924	49.08
100	3.1368	53.91
200	3.6792	58.71
500	4.3949	65.06

$$\bar{y}_n = 0.5772$$

$$\sigma_n = 1.2825$$

(Pag. 225 del libro Engineering Hydrology de Victor Ponce, 1989)

Donde:

$$K_T = \frac{\left(\ln\left(\ln\left(\frac{T_r}{T_r - 1}\right)\right) - 0.5722 \right)}{1.2825}$$

B.2.4. Distribución Log Pearson III

T (años)	P	w	z	KT	Log Pp	PP (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.086	1.3838816	24.20
5	0.2000	1.79412	0.841	0.805	1.5035860	31.88
10	0.1000	2.14597	1.282	1.323	1.5731616	37.42
20	0.0500	2.44775	1.645	1.779	1.6343595	43.09
25	0.0400	2.53727	1.751	1.916	1.6528377	44.96
50	0.0200	2.79715	2.054	2.323	1.7074093	50.98
100	0.0100	3.03485	2.327	2.704	1.7586307	57.36
500	0.0020	3.52551	2.879	3.524	1.8686859	73.91

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401-403

Donde:

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

ESTACIÓN VILCA

B. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

B.1 CALCULO ESTADISTICO

AÑO	Pp (mm)	Log Pp _{máx}
1972	19.80	1.296665
1973	22.90	1.359835
1974	25.10	1.399674
1975	24.80	1.394452
1976	23.60	1.372912
1977	21.70	1.336460
1978	18.50	1.267172
1979	24.10	1.382017
1980	22.90	1.359835
1981	28.30	1.451786
1982	30.50	1.484300
1983	20.00	1.301030
1984	32.80	1.515874
1985	27.70	1.442480
1986	30.80	1.488551
1987	35.70	1.552668
1988	23.10	1.363612
1989	21.80	1.338456
1990	17.30	1.238046
1991	15.50	1.190332
1992	14.30	1.155336
1993	55.00	1.740363
1994	48.40	1.684845
1995	42.00	1.623249
1996	17.50	1.243038
1997	34.00	1.531479
1998	31.00	1.491362
1999	18.20	1.260071
2000	20.10	1.303196
2001	31.20	1.494155
2002	17.00	1.230449
2003	24.10	1.382017
2004	31.20	1.494155
2005	16.70	1.222716
2006	25.50	1.406540
2007	30.00	1.477121
2008	22.70	1.356026
Promedio	$\mu =$ 26.103	1.395467
Desv. Estándar	$\sigma =$ 8.86361	0.13429
Coef. Asimetría	c.a. = 1.42770	0.52157
c.a./6	k =	0.086928
	n =	37

B.2. Distribuciones

B.2.1. Distribución Normal

T (años)	P	w	z	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	26.10
5	0.2000	1.79412	0.841	33.56
10	0.1000	2.14597	1.282	37.46
20	0.0500	2.44775	1.645	40.69
25	0.0400	2.53727	1.751	41.62
50	0.0200	2.79715	2.054	44.31
100	0.0100	3.03485	2.327	46.73
500	0.0020	3.52551	2.879	51.62

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Donde :

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{p} \right) \right]^{1/2} \quad z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

Pruebas de Smirnov-Kolmogorov

Teniendo en cuenta que el numero de datos es 37 años; el valor critico de D, es igual a **0.2236** para un nivel de significancia igual a 0.05

$$D_{\text{critico}} = 0.2236$$

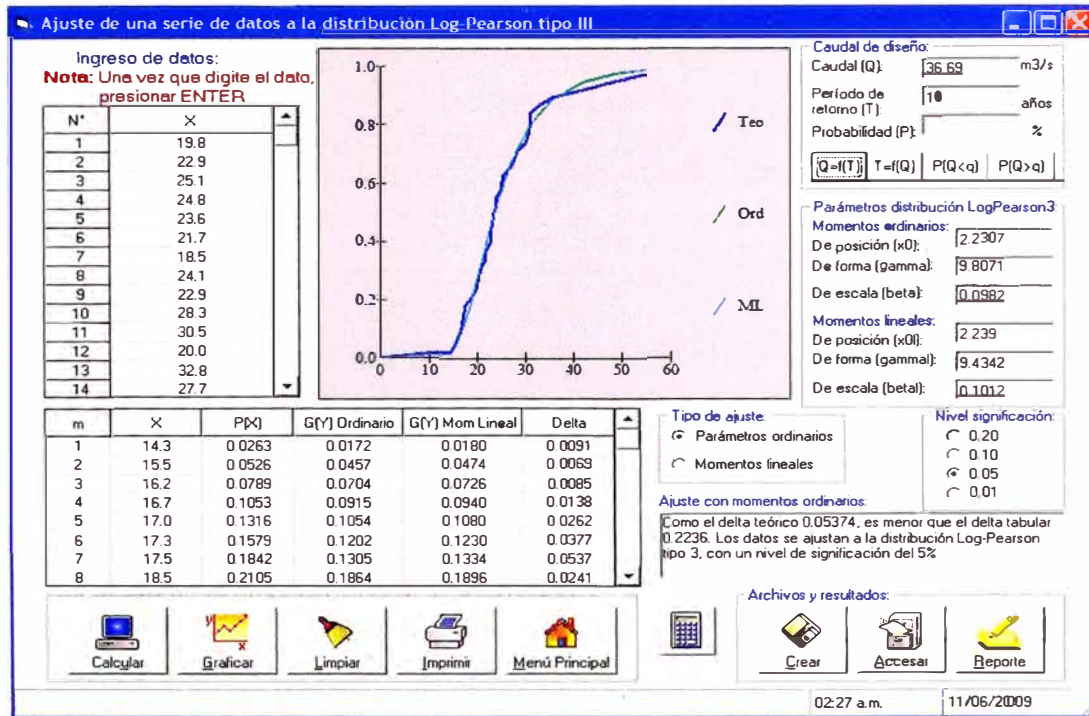


Tabla Resumen

Distribucion	Dmax	Dcritico	Ajuste	Observacion
Normal	0.1360	0.2236	Bueno	
Log-Normal	0.0733	0.2236	Bueno	
Gumbel	0.0658	0.2236	Bueno	
Log-Pearson III	0.0537	0.2236	Bueno	Presenta el menor Dmáx

De donde se concluye que la distribución que mejor se ajusta es la distribución Log-Pearson III

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución normal

Serie de datos X:

N°	X
1	19.8
2	22.9
3	25.1
4	24.8
5	23.6
6	21.7
7	18.5
8	24.1
9	22.9
10	28.3
11	30.5
12	20.0
13	32.8
14	27.7
15	30.8
16	35.7
17	23.1
18	21.8
19	17.3
20	15.5
21	14.3
22	55.0
23	48.4
24	42.0
25	17.5
26	27.3
27	20.3
28	16.2
29	20.8
30	31.2
31	17.0
32	24.1
33	31.2
34	16.7
35	25.5
36	30.0
37	22.7

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	14.3	0.0263	0.0999	0.0835	0.0736
2	15.5	0.0526	0.1259	0.1084	0.0733
3	16.2	0.0789	0.1431	0.1251	0.0642
4	16.7	0.1053	0.1563	0.1382	0.0511
5	17.0	0.1316	0.1646	0.1465	0.0330
6	17.3	0.1579	0.1732	0.1550	0.0153
7	17.5	0.1842	0.1791	0.1609	0.0051
8	18.5	0.2105	0.2103	0.1926	0.0002
9	19.8	0.2368	0.2553	0.2391	0.0185
10	20.0	0.2632	0.2626	0.2467	0.0005
11	20.3	0.2895	0.2739	0.2585	0.0156
12	20.8	0.3158	0.2931	0.2786	0.0227
13	21.7	0.3421	0.3291	0.3168	0.0130
14	21.8	0.3684	0.3333	0.3211	0.0352
15	22.7	0.3947	0.3712	0.3615	0.0236
16	22.9	0.4211	0.3798	0.3707	0.0413
17	22.9	0.4474	0.3798	0.3707	0.0676
18	23.1	0.4737	0.3884	0.3800	0.0853
19	23.6	0.5000	0.4103	0.4035	0.0897
20	24.1	0.5263	0.4325	0.4273	0.0938
21	24.1	0.5526	0.4325	0.4273	0.1201
22	24.8	0.5789	0.4640	0.4611	0.1150
23	25.1	0.6053	0.4775	0.4757	0.1278
24	25.5	0.6316	0.4956	0.4953	0.1360
25	27.3	0.6579	0.5766	0.5825	0.0813
26	27.7	0.6842	0.5943	0.6015	0.0899
27	28.3	0.7105	0.6205	0.6295	0.0901
28	30.0	0.7368	0.6913	0.7049	0.0455
29	30.5	0.7632	0.7110	0.7257	0.0521
30	30.8	0.7895	0.7225	0.7378	0.0669
31	31.2	0.8158	0.7376	0.7535	0.0782
32	31.2	0.8421	0.7376	0.7535	0.1046
33	32.8	0.8684	0.7931	0.8109	0.0753
34	35.7	0.8947	0.8742	0.8918	0.0205
35	42.0	0.9211	0.9687	0.9776	0.0476
36	48.4	0.9474	0.9952	0.9974	0.0478
37	55.0	0.9737	0.9996	0.9998	0.0259

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1360, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_m)= 25.5973

Parámetro de escala (S)= 8.8117

Con momentos lineales:

Media lineal (Xl)= 25.5973

Desviación estándar lineal (Sl)= 8.174

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución lognormal de 2 parámetros

Serie de datos X:

	X
1	19.8
2	22.9
3	25.1
4	24.8
5	23.6
6	21.7
7	18.5
8	24.1
9	22.9
10	28.3
11	30.5
12	20.0
13	32.8
14	27.7
15	30.8
16	35.7
17	23.1
18	21.8
19	17.3
20	15.5
21	14.3
22	55.0
23	48.4
24	42.0
25	17.5
26	27.3
27	20.3
28	16.2
29	20.8
30	31.2
31	17.0
32	24.1
33	31.2
34	16.7
35	25.5
36	30.0
37	22.7

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	14.3	0.0263	0.0414	0.0410	0.0151
2	15.5	0.0526	0.0705	0.0699	0.0178
3	16.2	0.0789	0.0920	0.0914	0.0130
4	16.7	0.1053	0.1094	0.1088	0.0041
5	17.0	0.1316	0.1206	0.1200	0.0110
6	17.3	0.1579	0.1324	0.1318	0.0255
7	17.5	0.1842	0.1406	0.1399	0.0436
8	18.5	0.2105	0.1849	0.1842	0.0257
9	19.8	0.2368	0.2495	0.2489	0.0126
10	20.0	0.2632	0.2600	0.2594	0.0032
11	20.3	0.2895	0.2759	0.2754	0.0136
12	20.8	0.3158	0.3030	0.3025	0.0128
13	21.7	0.3421	0.3527	0.3523	0.0106
14	21.8	0.3684	0.3582	0.3579	0.0102
15	22.7	0.3947	0.4084	0.4082	0.0137
16	22.9	0.4211	0.4195	0.4193	0.0015
17	22.9	0.4474	0.4195	0.4193	0.0278
18	23.1	0.4737	0.4306	0.4304	0.0431
19	23.6	0.5000	0.4581	0.4580	0.0419
20	24.1	0.5263	0.4852	0.4852	0.0411
21	24.1	0.5526	0.4852	0.4852	0.0674
22	24.8	0.5789	0.5224	0.5224	0.0566
23	25.1	0.6053	0.5379	0.5380	0.0673
24	25.5	0.6316	0.5583	0.5584	0.0733
25	27.3	0.6579	0.6437	0.6441	0.0142
26	27.7	0.6842	0.6612	0.6616	0.0230
27	28.3	0.7105	0.6863	0.6868	0.0242
28	30.0	0.7368	0.7502	0.7508	0.0134
29	30.5	0.7632	0.7670	0.7676	0.0038
30	30.8	0.7895	0.7766	0.7772	0.0129
31	31.2	0.8158	0.7889	0.7895	0.0269
32	31.2	0.8421	0.7889	0.7895	0.0532
33	32.8	0.8684	0.8328	0.8335	0.0356
34	35.7	0.8947	0.8927	0.8933	0.0021
35	42.0	0.9211	0.9616	0.9620	0.0405
36	48.4	0.9474	0.9871	0.9873	0.0398
37	55.0	0.9737	0.9959	0.9960	0.0222

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0733, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ)= 3.1936

Parámetro de forma (S_y)= 0.3075

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.1936

Parámetro de forma (S_y)= 0.3067

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Serie de datos X:

N°	X
1	19.8
2	22.9
3	25.1
4	24.8
5	23.6
6	21.7
7	18.5
8	24.1
9	22.9
10	28.3
11	30.5
12	20.0
13	32.8
14	27.7
15	30.8
16	35.7
17	23.1
18	21.8
19	17.3
20	15.5
21	14.3
22	55.0
23	48.4
24	42.0
25	17.5
26	27.3
27	20.3
28	16.2
29	20.8
30	31.2
31	17.0
32	24.1
33	31.2
34	16.7
35	25.5
36	30.0
37	22.7

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	14.3	0.0263	0.0546	0.0465	0.0283
2	15.5	0.0526	0.0871	0.0772	0.0344
3	16.2	0.0789	0.1103	0.0997	0.0313
4	16.7	0.1053	0.1287	0.1178	0.0235
5	17.0	0.1316	0.1405	0.1295	0.0090
6	17.3	0.1579	0.1528	0.1417	0.0051
7	17.5	0.1842	0.1613	0.1501	0.0229
8	18.5	0.2105	0.2065	0.1956	0.0040
9	19.8	0.2368	0.2710	0.2613	0.0342
10	20.0	0.2632	0.2814	0.2719	0.0182
11	20.3	0.2895	0.2970	0.2880	0.0076
12	20.8	0.3158	0.3235	0.3152	0.0077
13	21.7	0.3421	0.3715	0.3647	0.0294
14	21.8	0.3684	0.3769	0.3703	0.0085
15	22.7	0.3947	0.4249	0.4199	0.0301
16	22.9	0.4211	0.4354	0.4308	0.0144
17	22.9	0.4474	0.4354	0.4308	0.0119
18	23.1	0.4737	0.4459	0.4417	0.0277
19	23.6	0.5000	0.4720	0.4686	0.0280
20	24.1	0.5263	0.4975	0.4950	0.0288
21	24.1	0.5526	0.4975	0.4950	0.0551
22	24.8	0.5789	0.5323	0.5310	0.0466
23	25.1	0.6053	0.5468	0.5461	0.0584
24	25.5	0.6316	0.5658	0.5657	0.0658
25	27.3	0.6579	0.6452	0.6475	0.0127
26	27.7	0.6842	0.6614	0.6641	0.0228
27	28.3	0.7105	0.6846	0.6880	0.0259
28	30.0	0.7368	0.7439	0.7485	0.0071
29	30.5	0.7632	0.7595	0.7644	0.0036
30	30.8	0.7895	0.7685	0.7735	0.0210
31	31.2	0.8158	0.7800	0.7851	0.0357
32	31.2	0.8421	0.7800	0.7851	0.0621
33	32.8	0.8684	0.8214	0.8268	0.0471
34	35.7	0.8947	0.8789	0.8843	0.0158
35	42.0	0.9211	0.9497	0.9534	0.0287
36	48.4	0.9474	0.9799	0.9819	0.0325
37	55.0	0.9737	0.9923	0.9933	0.0186

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0658, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 21.6315

Parámetro de escala (alfa)= 6.8705

Con momentos lineales:

Parámetro de posición (μ)= 21.7569

Parámetro de escala (alfal)= 6.6533

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Log-Pearson tipo III

Serie de datos X:

N°	X
1	19.8
2	22.9
3	25.1
4	24.8
5	23.6
6	21.7
7	18.5
8	24.1
9	22.9
10	28.3
11	30.5
12	20.0
13	32.8
14	27.7
15	30.8
16	35.7
17	23.1
18	21.8
19	17.3
20	15.5
21	14.3
22	55.0
23	48.4
24	42.0
25	17.5
26	27.3
27	20.3
28	16.2
29	20.8
30	31.2
31	17.0
32	24.1
33	31.2
34	16.7
35	25.5
36	30.0
37	22.7

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	14.3	0.0263	0.0172	0.0180	0.0091
2	15.5	0.0526	0.0457	0.0474	0.0069
3	16.2	0.0789	0.0704	0.0726	0.0085
4	16.7	0.1053	0.0915	0.0940	0.0138
5	17.0	0.1316	0.1054	0.1080	0.0262
6	17.3	0.1579	0.1202	0.1230	0.0377
7	17.5	0.1842	0.1305	0.1334	0.0537
8	18.5	0.2105	0.1864	0.1896	0.0241
9	19.8	0.2368	0.2665	0.2696	0.0297
10	20.0	0.2632	0.2792	0.2823	0.0161
11	20.3	0.2895	0.2984	0.3013	0.0089
12	20.8	0.3158	0.3303	0.3331	0.0145
13	21.7	0.3421	0.3872	0.3895	0.0450
14	21.8	0.3684	0.3934	0.3957	0.0250
15	22.7	0.3947	0.4482	0.4500	0.0535
16	22.9	0.4211	0.4600	0.4617	0.0390
17	22.9	0.4474	0.4600	0.4617	0.0126
18	23.1	0.4737	0.4717	0.4733	0.0020
19	23.6	0.5000	0.5002	0.5015	0.0002
20	24.1	0.5263	0.5278	0.5288	0.0015
21	24.1	0.5526	0.5278	0.5288	0.0249
22	24.8	0.5789	0.5645	0.5651	0.0145
23	25.1	0.6053	0.5795	0.5800	0.0257
24	25.5	0.6316	0.5990	0.5992	0.0326
25	27.3	0.6579	0.6775	0.6768	0.0196
26	27.7	0.6842	0.6930	0.6922	0.0087
27	28.3	0.7105	0.7149	0.7139	0.0044
28	30.0	0.7368	0.7694	0.7679	0.0326
29	30.5	0.7632	0.7834	0.7818	0.0203
30	30.8	0.7895	0.7914	0.7897	0.0019
31	31.2	0.8158	0.8016	0.7999	0.0142
32	31.2	0.8421	0.8016	0.7999	0.0405
33	32.8	0.8684	0.8377	0.8358	0.0307
34	35.7	0.8947	0.8869	0.8849	0.0078
35	42.0	0.9211	0.9472	0.9455	0.0261
36	48.4	0.9474	0.9745	0.9733	0.0271
37	55.0	0.9737	0.9873	0.9865	0.0137

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.05374, es menor que el delta tabular 0.2236. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X₀)= 2.2307

Parámetro de forma (gamma)= 9.8071
Parámetro de escala (beta)= 0.0982

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (Xol)= 2.239
Parámetro de forma (gammal)= 9.4342
Parámetro de escala (betal)= 0.1012

Anexo N°01 " Calculo Estadistico de Preipitaciones"

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

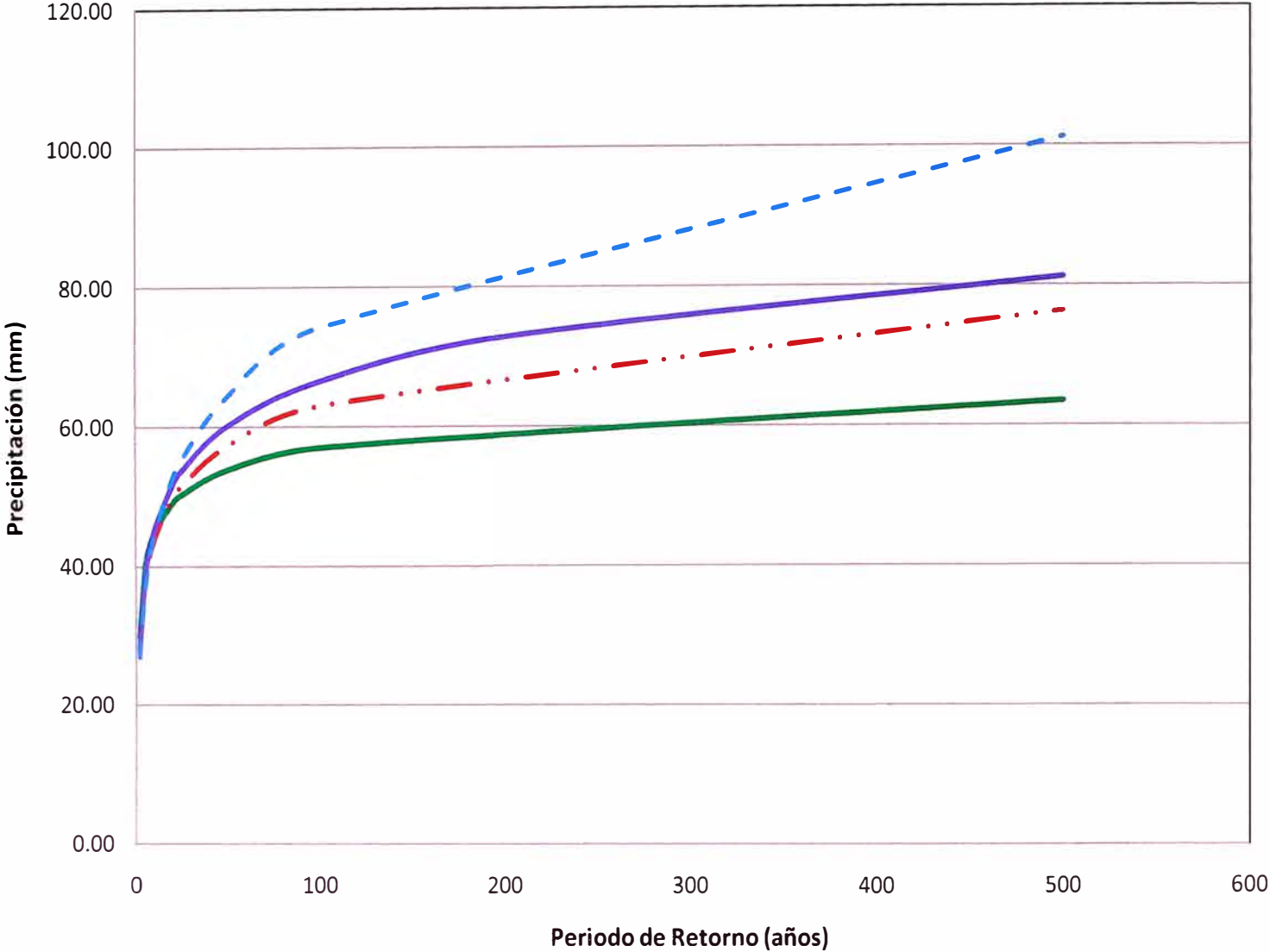
ESTACION : YAURICOCHA
 PARAMETRO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 12°19' S
 LONG. : 75°43' W
 ALT. : 4522 msnm

DPTO. : LIMA
 PROV. : YAUYOS
 DIST. : ALIS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Pp _{máx} (mm)
1987	37.6	24.5	24	8.2	5.4	4.5	30.8	4.4	6.3	12.4	8.1	17	37.60
1988	23.5	25	21.7	28.8	8	5.8	0	7.5	10	11	20	26.8	28.80
1989	18.2	26.1	20	14	5.9	14.8	4	14.2	13.5	15.9	12.2	13.2	26.10
1990	13.5	30.8	15	14.2	16	10.6	1	13.6	15.7	21.6	27	28.5	30.80
1991	24	17.5	19.1	16.6	6.5	20.5	5.3	5.6	10.1	14.8	13.8	12.5	24.00
1992	18.5	19.4	21.5	9	4.5	4.5	4.4	3.5	5.8	14	10.5	14	21.50
1993	14.6	22	24.4	40.5	11.3	2.1	6.4	7	6.2	12.4	14.2	17.2	40.50
1994	18.2	14.3	21.8	13.8	13	2.5	3.6	9.6	14.1	10.1	5.2	12.6	21.80
1995	19.5	19	20.2	10.5	4.5	2.3	7.6	1.5	6.6	11.8	16.8	20	20.20
1996	14.5	15.2	10.9	11.3	7	0.7	1.6	4	10.5	16.6	9.8	12.7	16.60
1997	21.6	25.4	11.5	5.8	2.4	1.8	0.7	11.1	12.3	13.5	16.5	28.2	28.20
1998	27.6	18.2	27.5	20.3	0.4	4.3	1.2	2.4	3.4	12.5	17.4	17.4	27.60
1999	20.8	24.4	17.9	15.9	12.1	1.3	4.5	3.7	4	24.4	11.4	23.1	24.40
2000	17.6	12.7	20.8	8.4	13.3	1.8	8	7.8	7.4	16.7	13	58.6	58.60
2001	20.5	20.6	19.2	S/D	9.6	2.1	6.2	2.9	9.3	10.6	15.1	10.4	20.60
2002	11.2	25.8	24.1	19.7	7	1.8	11.7	8.1	11.5	10.7	15.5	13.9	25.80
2003	28.5	19.1	26.9	13.5	9.1	0	3	3	S/D	60.4	25.1	21.9	60.40
2004	8.6	21.3	41.3	18.6	3.9	3.9	5.4	5.6	31	27.1	13.5	26.7	41.30
2005	17.2	30.4	23.9	20.1	3	0	0	6.8	10	5.7	12.4	15.5	30.40
2006	26.1	22.9	25.4	10.5	2.5	2.4	1.1	26.2	12.6	17.2	16.2	19.9	26.20
2007	24.8	17.7	28	29	22.7	5.1	0	0	6.6	10.3	11.4	10.4	29.00
2008	9.4	15.4	12.2	8	5.8	2.7	0	6.6	11.1	7.8	4.3	11.8	15.40

Comparación de Tendencias - Estación Yauricocha



ESTACIÓN YAURICOCHA

B.2.3. Distribución - Gumbel

T (años)	KT	Pp (mm)
2	-0.1643	27.89
5	0.7195	38.24
10	1.3046	45.09
20	1.8659	51.66
25	2.0439	53.75
50	2.5924	60.17
100	3.1368	66.55
200	3.6792	72.90
500	4.3949	81.28

$$\bar{y}_n = 0.5772$$

$$\sigma_n = 1.2825$$

(Pag. 225 del libro Engineering Hydrology de Victor Ponce, 1989)

Donde:

$$K_1 = \frac{\left(\ln\left(\ln\left(\frac{T_r}{T_r - 1}\right)\right) - 0.5772 \right)}{1.2825}$$

B.2.4. Distribución Log Pearson III

T (años)	P	w	z	KT	Log Pp	PP (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.107	1.4312145	26.99
5	0.2000	1.79412	0.841	0.793	1.5674605	36.94
10	0.1000	2.14597	1.282	1.329	1.6486195	44.53
20	0.0500	2.44775	1.645	1.807	1.7210195	52.60
25	0.0400	2.53727	1.751	1.953	1.7430507	55.34
50	0.0200	2.79715	2.054	2.385	1.8085440	64.35
100	0.0100	3.03485	2.327	2.795	1.8705630	74.23
500	0.0020	3.52551	2.879	3.686	2.0054294	101.26

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401-403

Donde:

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

ESTACIÓN YAURICOCHA

B. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

B.1 CALCULO ESTADÍSTICO

AÑO	Pp (mm)	Log Pp _{máx}
1987	37.60	1.575188
1988	28.80	1.459392
1989	26.10	1.416641
1990	30.80	1.488551
1991	24.00	1.380211
1992	21.50	1.332438
1993	40.50	1.607455
1994	21.80	1.338456
1995	20.20	1.305351
1996	16.60	1.220108
1997	28.20	1.450249
1998	27.60	1.440909
1999	24.40	1.387390
2000	58.60	1.767898
2001	20.60	1.313867
2002	25.80	1.411620
2003	60.40	1.781037
2004	41.30	1.615950
2005	30.40	1.482874
2006	26.20	1.418301
2007	29.00	1.462398
2008	15.40	1.187521
Promedio	$\mu =$ 29.809	1.447446
Desv. Estándar	$\sigma =$ 11.712	0.151381
Coef. Asimetría	c.a. = 1.536	0.651018
c.a./6	k =	0.108503
	n =	22

B.2. Distribuciones

B.2.1. Distribución Normal

T (años)	P	w	z	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	29.81
5	0.2000	1.79412	0.841	39.66
10	0.1000	2.14597	1.282	44.82
20	0.0500	2.44775	1.645	49.08
25	0.0400	2.53727	1.751	50.32
50	0.0200	2.79715	2.054	53.87
100	0.0100	3.03485	2.327	57.06
500	0.0020	3.52551	2.879	63.52

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Donde :

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{P} \right) \right]^{1/2} \quad z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

B.2.2. Distribución Log Normal

T (años)	P	w	z	Log Pp	Pp (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	1.44744568	28.02
5	0.2000	1.79412	0.841	1.57482630	37.57
10	0.1000	2.14597	1.282	1.64147515	43.80
20	0.0500	2.44775	1.645	1.69649954	49.72
25	0.0400	2.53727	1.751	1.71252551	51.59
50	0.0200	2.79715	2.054	1.75841093	57.33
100	0.0100	3.03485	2.327	1.79967691	63.05
500	0.0020	3.52551	2.879	1.88319698	76.42

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401

Se debe tener en cuenta el ultimo párrafo de esta pagina; es decir que el procedimiento es el mismo excepto que este se aplica a los logaritmos de las variables y su media y desviación estándar son usadas para la generación de precipitaciones

Pruebas de Smirnov-Kolmogorov

Teniendo en cuenta que el numero de datos es 22 años; el valor critico de D, es igual a **0.29** para un nivel de significancia igual a 0.05

$$D_{\text{critico}} = 0.29$$

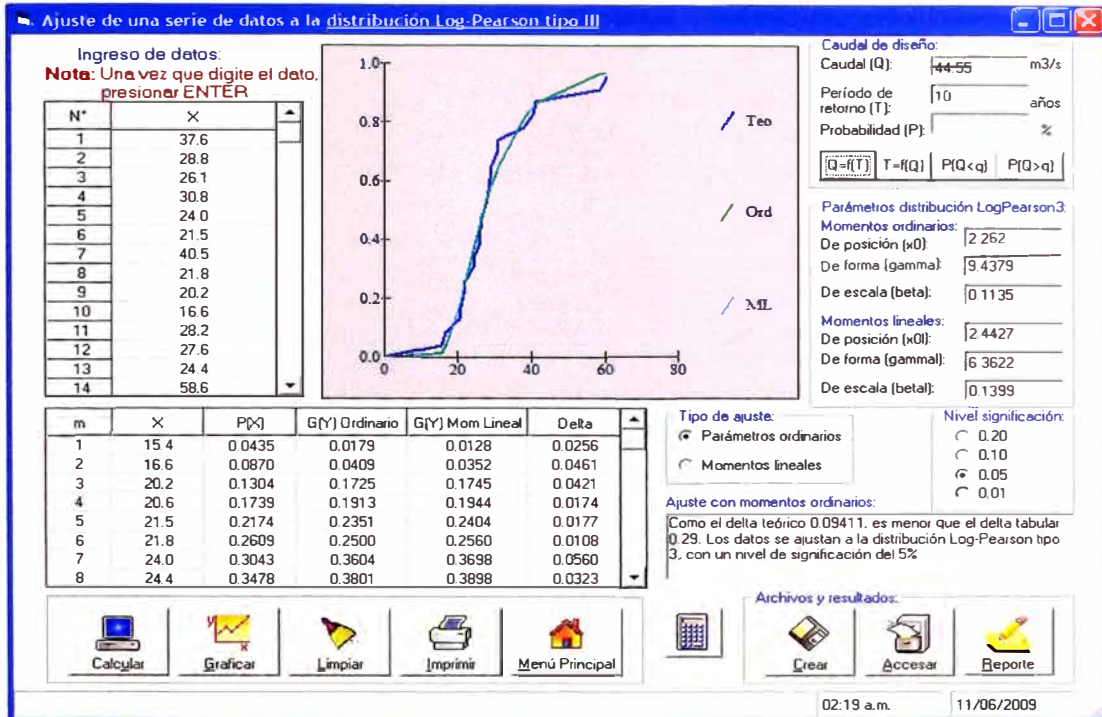


Tabla Resumen

Distribucion	Dmax	Dcritico	Ajuste	Observacion
Normal	0.2054	0.29	Bueno	
Log-Normal	0.1321	0.29	Bueno	
Gumbel	0.1349	0.29	Bueno	
Log-Pearson III	0.0941	0.29	Bueno	Presenta el menor Dmáx

De donde se concluye que la distribución que mejor se ajusta es la distribución Log-Pearson III

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución normal

Serie de datos X:

N°	X
1	37.6
2	28.8
3	26.1
4	30.8
5	24.0
6	21.5
7	40.5
8	21.8
9	20.2
10	16.6
11	28.2
12	27.6
13	24.4
14	58.6
15	20.6
16	25.8
17	60.4
18	41.3
19	30.4
20	26.2
21	29.0
22	15.4

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	15.4	0.0435	0.1093	0.0915	0.0658
2	16.6	0.0870	0.1297	0.1111	0.0427
3	20.2	0.1304	0.2060	0.1873	0.0755
4	20.6	0.1739	0.2158	0.1974	0.0419
5	21.5	0.2174	0.2390	0.2213	0.0216
6	21.8	0.2609	0.2470	0.2296	0.0138
7	24.0	0.3043	0.3099	0.2957	0.0056
8	24.4	0.3478	0.3221	0.3086	0.0257
9	25.8	0.3913	0.3661	0.3555	0.0252
10	26.1	0.4348	0.3757	0.3659	0.0590
11	26.2	0.4783	0.3790	0.3694	0.0993
12	27.6	0.5217	0.4252	0.4191	0.0965
13	28.2	0.5652	0.4454	0.4409	0.1199

14	28.8	0.6087	0.4657	0.4629	0.1430
15	29.0	0.6522	0.4725	0.4702	0.1797
16	30.4	0.6957	0.5201	0.5218	0.1755
17	30.8	0.7391	0.5337	0.5365	0.2054
18	37.6	0.7826	0.7470	0.7642	0.0356
19	40.5	0.8261	0.8193	0.8384	0.0068
20	41.3	0.8696	0.8367	0.8558	0.0328
21	58.6	0.9130	0.9930	0.9961	0.0800
22	60.4	0.9565	0.9955	0.9976	0.0390

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.2054, es menor que el delta tabular 0.2900. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_m)= 29.8091

Parámetro de escala (S)= 11.7119

Con momentos lineales:

Media lineal (X_l)= 29.8091

Desviación estándar lineal (S_l)= 10.8227

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución lognormal de 2 parámetros

Serie de datos X:

Nº	X
1	37.6
2	28.8
3	26.1
4	30.8
5	24.0
6	21.5
7	40.5
8	21.8
9	20.2
10	16.6
11	28.2
12	27.6
13	24.4
14	58.6
15	20.6
16	25.8
17	60.4
18	41.3
19	30.4
20	26.2
21	29.0
22	15.4

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	15.4	0.0435	0.0430	0.0419	0.0005
2	16.6	0.0870	0.0666	0.0652	0.0204
3	20.2	0.1304	0.1740	0.1722	0.0435
4	20.6	0.1739	0.1888	0.1871	0.0149
5	21.5	0.2174	0.2237	0.2221	0.0063
6	21.8	0.2609	0.2358	0.2342	0.0251
7	24.0	0.3043	0.3285	0.3273	0.0241
8	24.4	0.3478	0.3458	0.3447	0.0020
9	25.8	0.3913	0.4065	0.4058	0.0152
10	26.1	0.4348	0.4194	0.4188	0.0154
11	26.2	0.4783	0.4237	0.4231	0.0546
12	27.6	0.5217	0.4828	0.4827	0.0390
13	28.2	0.5652	0.5074	0.5074	0.0578

14	28.8	0.6087	0.5315	0.5317	0.0772
15	29.0	0.6522	0.5393	0.5396	0.1128
16	30.4	0.6957	0.5925	0.5932	0.1031
17	30.8	0.7391	0.6070	0.6078	0.1321
18	37.6	0.7826	0.8006	0.8023	0.0180
19	40.5	0.8261	0.8547	0.8565	0.0287
20	41.3	0.8696	0.8672	0.8689	0.0024
21	58.6	0.9130	0.9829	0.9835	0.0698
22	60.4	0.9565	0.9862	0.9868	0.0297

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1321, es menor que el delta tabular 0.2900. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.3329

Parámetro de forma (S_y)= 0.3486

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_{yl})= 3.3329

Parámetro de forma (S_{yl})= 0.3461

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Serie de datos X:

N°	X
1	37.6
2	28.8
3	26.1
4	30.8
5	24.0
6	21.5
7	40.5
8	21.8
9	20.2
10	16.6
11	28.2
12	27.6
13	24.4
14	58.6
15	20.6
16	25.8
17	60.4
18	41.3
19	30.4
20	26.2
21	29.0
22	15.4

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	15.4	0.0435	0.0659	0.0560	0.0224
2	16.6	0.0870	0.0921	0.0809	0.0051
3	20.2	0.1304	0.2003	0.1880	0.0698
4	20.6	0.1739	0.2146	0.2025	0.0406
5	21.5	0.2174	0.2479	0.2365	0.0305
6	21.8	0.2609	0.2593	0.2482	0.0015
7	24.0	0.3043	0.3462	0.3377	0.0419
8	24.4	0.3478	0.3623	0.3543	0.0145
9	25.8	0.3913	0.4186	0.4127	0.0273
10	26.1	0.4348	0.4305	0.4251	0.0043
11	26.2	0.4783	0.4345	0.4292	0.0438
12	27.6	0.5217	0.4891	0.4860	0.0326
13	28.2	0.5652	0.5119	0.5097	0.0533

14	28.8	0.6087	0.5342	0.5328	0.0745
15	29.0	0.6522	0.5415	0.5404	0.1107
16	30.4	0.6957	0.5908	0.5915	0.1049
17	30.8	0.7391	0.6043	0.6055	0.1349
18	37.6	0.7826	0.7872	0.7931	0.0046
19	40.5	0.8261	0.8402	0.8463	0.0141
20	41.3	0.8696	0.8526	0.8587	0.0170
21	58.6	0.9130	0.9763	0.9789	0.0633
22	60.4	0.9565	0.9805	0.9827	0.0240

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1349, es menor que el delta tabular 0.2900. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 24.5381

Parámetro de escala (alfa)= 9.1317

Con momentos lineales:

Parámetro de posición (μ)= 24.7243

Parámetro de escala (alfal)= 8.8092

Resultados

Ajuste de una serie de datos a la distribución Log-Pearson tipo III

Serie de datos X:

N°	X
1	37.6
2	28.8
3	26.1
4	30.8
5	24.0
6	21.5
7	40.5
8	21.8
9	20.2
10	16.6
11	28.2
12	27.6
13	24.4
14	58.6
15	20.6
16	25.8
17	60.4
18	41.3
19	30.4
20	26.2
21	29.0
22	15.4

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	15.4	0.0435	0.0179	0.0128	0.0256
2	16.6	0.0870	0.0409	0.0352	0.0461
3	20.2	0.1304	0.1725	0.1745	0.0421
4	20.6	0.1739	0.1913	0.1944	0.0174
5	21.5	0.2174	0.2351	0.2404	0.0177
6	21.8	0.2609	0.2500	0.2560	0.0108
7	24.0	0.3043	0.3604	0.3698	0.0560
8	24.4	0.3478	0.3801	0.3898	0.0323
9	25.8	0.3913	0.4469	0.4571	0.0556
10	26.1	0.4348	0.4606	0.4709	0.0259
11	26.2	0.4783	0.4652	0.4754	0.0131
12	27.6	0.5217	0.5261	0.5358	0.0044
13	28.2	0.5652	0.5506	0.5599	0.0146

14	28.8	0.6087	0.5741	0.5829	0.0346
15	29.0	0.6522	0.5817	0.5904	0.0705
16	30.4	0.6957	0.6317	0.6391	0.0639
17	30.8	0.7391	0.6450	0.6520	0.0941
18	37.6	0.7826	0.8115	0.8120	0.0289
19	40.5	0.8261	0.8558	0.8544	0.0297
20	41.3	0.8696	0.8659	0.8642	0.0036
21	58.6	0.9130	0.9691	0.9655	0.0561
22	60.4	0.9565	0.9731	0.9696	0.0166

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.09411, es menor que el delta tabular 0.29. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_o)= 2.262

Parámetro de forma (γ)= 9.4379

Parámetro de escala (β)= 0.1135

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_{ol})= 2.4427

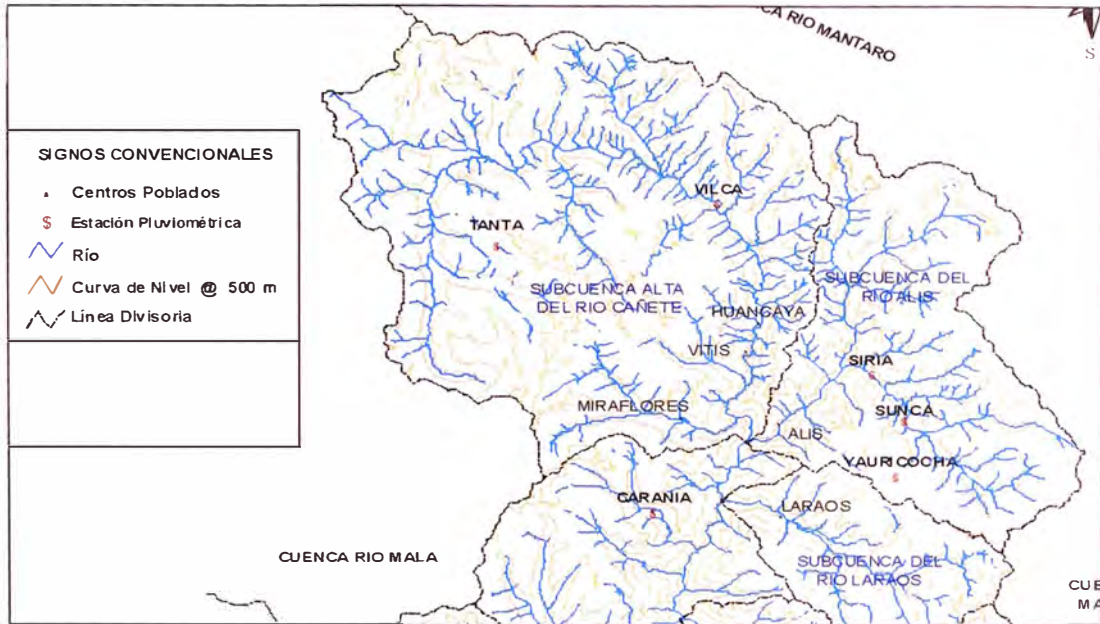
Parámetro de forma (γ_{al})= 6.3622

Parámetro de escala (β_{al})= 0.1399

ANEXO N° 03: POLIGONO DE THIESSEN

Poligono de Thissen

Aplicando el poligono de Thiessen para las 4 estaciones, la grafica nos muestra que solo las estaciones de Vilca y Yauricocha presentan areas aportantes en la sub cuenca Alis.



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

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

Periodo de Retorno (años)	Estaciones				Sub Cuenca
	Vilca		Yauricocha		Alis
	Área (km2)	P mm	Área (km2)	P mm	P mm
10	137.36	36.95	281.93	44.53	42.05
20	137.36	41.34	281.93	52.6	48.91
25	137.36	42.72	281.93	55.34	51.21
50	137.36	46.92	281.93	64.35	58.64
100	137.36	51.04	281.93	74.23	66.63

ANEXO N° 04: CALCULO DE LA INTENSIDAD

Datos ajustados a la función Log Pearson III de la estación Yauricocha

T (años)	P	w	z	KT	Log Pp	PP (mm)
2	0.5000	1.17741	0.000	-0.107	1.4312145	26.99
5	0.2000	1.79412	0.841	0.793	1.5674605	36.94
10	0.1000	2.14597	1.282	1.329	1.6486195	44.53
20	0.0500	2.44775	1.645	1.807	1.7210195	52.60
25	0.0400	2.53727	1.751	1.953	1.7430507	55.34
50	0.0200	2.79715	2.054	2.385	1.8085440	64.35
100	0.0100	3.03485	2.327	2.795	1.8705630	74.23
500	0.0020	3.52551	2.879	3.686	2.0054294	101.26

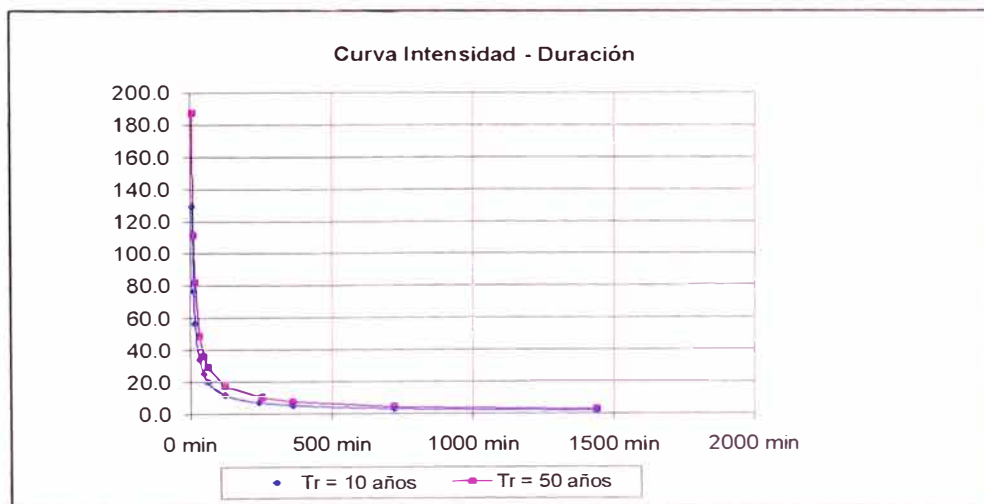
$$P = (d/1440)^{0.25} \times P_{24hr}$$

PRECIPITACIONES MENORES A 24 HORAS (mm)

Duración	Tr=2 años	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=20 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años	Tr=500 años
5 min	6.5519	8.9663	10.8086	12.7694	13.4339	15.6205	18.0183	24.5800
10 min	7.7916	10.6628	12.8537	15.1855	15.9757	18.5761	21.4275	29.2307
15 min	8.6228	11.8003	14.2250	16.8055	17.6800	20.5578	23.7135	32.3491
30 min	10.2543	14.0330	16.9164	19.9852	21.0252	24.4475	28.2002	38.4697
45 min	11.3482	15.5301	18.7211	22.1173	23.2682	27.0556	31.2087	42.5738
60 min	12.1944	16.6881	20.1172	23.7666	25.0033	29.0731	33.5359	45.7485
120 min	14.5017	19.8456	23.9235	28.2634	29.7341	34.5739	39.8811	54.4044
240 min	17.2455	23.6006	28.4500	33.6110	35.3601	41.1156	47.4269	64.6981
360 min	19.0853	26.1183	31.4851	37.1967	39.1323	45.5018	52.4865	71.6002
720 min	22.6964	31.0601	37.4423	44.2346	46.5364	54.1111	62.4174	85.1475
1440 min	26.9907	36.9369	44.5266	52.6041	55.3415	64.3493	74.2272	101.2580

INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hr)

Duración	Tr=2 años	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=20 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años	Tr=500 años
5 min	78.6226	107.5954	129.7038	153.2331	161.2070	187.4464	216.2201	294.9596
10 min	46.7493	63.9766	77.1223	91.1129	95.8542	111.4563	128.5652	175.3840
15 min	34.4911	47.2012	56.8999	67.2220	70.7201	82.2311	94.8539	129.3962
30 min	20.5085	28.0660	33.8329	39.9705	42.0504	48.8949	56.4005	76.9395
45 min	15.1309	20.7067	24.9615	29.4897	31.0243	36.0741	41.6116	56.7650
60 min	12.1944	16.6881	20.1172	23.7666	25.0033	29.0731	33.5359	45.7485
120 min	7.2509	9.9228	11.9617	14.1317	14.8671	17.2870	19.9406	27.2022
240 min	4.3114	5.9001	7.1125	8.4028	8.8400	10.2789	11.8567	16.1745
360 min	3.1809	4.3531	5.2475	6.1995	6.5221	7.5836	8.7478	11.9334
720 min	1.8914	2.5883	3.1202	3.6862	3.8780	4.5093	5.2014	7.0956
1440 min	1.1246	1.5390	1.8553	2.1918	2.3059	2.6812	3.0928	4.2191



$$I = 10^{2.3869} T^{0.2350} / t^{0.75}$$

Tr	Duracion(min)	Intensidad(mm/hr)
Tr=2 años	5 min	78.6226
Tr=2 años	10 min	46.7493
Tr=2 años	15 min	34.4911
Tr=2 años	30 min	20.5085
Tr=2 años	45 min	15.1309
Tr=2 años	60 min	12.1944
Tr=2 años	120 min	7.2509
Tr=2 años	240 min	4.3114
Tr=2 años	360 min	3.1809
Tr=2 años	720 min	1.8914
Tr=2 años	1440 min	1.1246
Tr=5 años	5 min	107.5954
Tr=5 años	10 min	63.9766
Tr=5 años	15 min	47.2012
Tr=5 años	30 min	28.0660
Tr=5 años	45 min	20.7067
Tr=5 años	60 min	16.6881
Tr=5 años	120 min	9.9228
Tr=5 años	240 min	5.9001
Tr=5 años	360 min	4.3531
Tr=5 años	720 min	2.5883
Tr=5 años	1440 min	1.5390
Tr=10 años	5 min	129.7038
Tr=10 años	10 min	77.1223
Tr=10 años	15 min	56.8999
Tr=10 años	30 min	33.8329
Tr=10 años	45 min	24.9615
Tr=10 años	60 min	20.1172
Tr=10 años	120 min	11.9617
Tr=10 años	240 min	7.1125
Tr=10 años	360 min	5.2475
Tr=10 años	720 min	3.1202
Tr=10 años	1440 min	1.8553
Tr=20 años	5 min	153.2331
Tr=20 años	10 min	91.1129
Tr=20 años	15 min	67.2220
Tr=20 años	30 min	39.9705
Tr=20 años	45 min	29.4897
Tr=20 años	60 min	23.7666
Tr=20 años	120 min	14.1317
Tr=20 años	240 min	8.4028
Tr=20 años	360 min	6.1995
Tr=20 años	720 min	3.6862
Tr=20 años	1440 min	2.1918
Tr=25 años	5 min	161.2070
Tr=25 años	10 min	95.8542
Tr=25 años	15 min	70.7201
Tr=25 años	30 min	42.0504
Tr=25 años	45 min	31.0243
Tr=25 años	60 min	25.0033
Tr=25 años	120 min	14.8671
Tr=25 años	240 min	8.8400
Tr=25 años	360 min	6.5221
Tr=25 años	720 min	3.8780
Tr=25 años	1440 min	2.3059
Tr=50 años	5 min	187.4464
Tr=50 años	10 min	111.4563
Tr=50 años	15 min	82.2311
Tr=50 años	30 min	48.8949
Tr=50 años	45 min	36.0741
Tr=50 años	60 min	29.0731
Tr=50 años	120 min	17.2870
Tr=50 años	252 min	10.2789
Tr=50 años	360 min	7.5836
Tr=50 años	720 min	4.5093
Tr=50 años	1440 min	2.6812
Tr=100 años	5 min	216.2201
Tr=100 años	10 min	128.5652
Tr=100 años	15 min	94.8539
Tr=100 años	30 min	56.4005
Tr=100 años	45 min	41.6116
Tr=100 años	60 min	33.5359

Log(I)	Log(Tr)	Log(D)
1.8955	0.3010	0.6990
1.6698	0.3010	1.0000
1.5377	0.3010	1.1761
1.3119	0.3010	1.4771
1.1799	0.3010	1.6532
1.0862	0.3010	1.7782
0.8604	0.3010	2.0792
0.6346	0.3010	2.3802
0.5025	0.3010	2.5563
0.2768	0.3010	2.8573
0.0510	0.3010	3.1584
2.0318	0.6990	0.6990
1.8060	0.6990	1.0000
1.6740	0.6990	1.1761
1.4482	0.6990	1.4771
1.3161	0.6990	1.6532
1.2224	0.6990	1.7782
0.9966	0.6990	2.0792
0.7709	0.6990	2.3802
0.6388	0.6990	2.5563
0.4130	0.6990	2.8573
0.1872	0.6990	3.1584
2.1130	1.0000	0.6990
1.8872	1.0000	1.0000
1.7551	1.0000	1.1761
1.5293	1.0000	1.4771
1.3973	1.0000	1.6532
1.3036	1.0000	1.7782
1.0778	1.0000	2.0792
0.8520	1.0000	2.3802
0.7200	1.0000	2.5563
0.4942	1.0000	2.8573
0.2684	1.0000	3.1584
2.1854	1.3010	0.6990
1.9596	1.3010	1.0000
1.8275	1.3010	1.1761
1.6017	1.3010	1.4771
1.4697	1.3010	1.6532
1.3760	1.3010	1.7782
1.1502	1.3010	2.0792
0.9244	1.3010	2.3802
0.7924	1.3010	2.5563
0.5666	1.3010	2.8573
0.3408	1.3010	3.1584
2.2074	1.3979	0.6990
1.9816	1.3979	1.0000
1.8495	1.3979	1.1761
1.6238	1.3979	1.4771
1.4917	1.3979	1.6532
1.3980	1.3979	1.7782
1.1722	1.3979	2.0792
0.9465	1.3979	2.3802
0.8144	1.3979	2.5563
0.5886	1.3979	2.8573
0.3628	1.3979	3.1584
2.2729	1.6990	0.6990
2.0471	1.6990	1.0000
1.9150	1.6990	1.1761
1.6893	1.6990	1.4771
1.5572	1.6990	1.6532
1.4635	1.6990	1.7782
1.2377	1.6990	2.0792
1.0119	1.6990	2.4014
0.8799	1.6990	2.5563
0.6541	1.6990	2.8573
0.4283	1.6990	3.1584
2.3349	2.0000	0.6990
2.1091	2.0000	1.0000
1.9771	2.0000	1.1761
1.7513	2.0000	1.4771
1.6192	2.0000	1.6532
1.5255	2.0000	1.7782

Tr=100 años	120 min	19 9406
Tr=100 años	240 min	11 8567
Tr=100 años	360 min	8 7478
Tr=100 años	720 min	5 2014
Tr=100 años	1440 min	3 0928
Tr=500 años	5 min	294 9596
Tr=500 años	10 min	175 3840
Tr=500 años	15 min	129 3962
Tr=500 años	30 min	76 9395
Tr=500 años	45 min	56 7650
Tr=500 años	60 min	45 7485
Tr=500 años	120 min	27 2022
Tr=500 años	240 min	16 1745
Tr=500 años	360 min	11 9334
Tr=500 años	720 min	7 0956
Tr=500 años	1440 min	4 2191

1 2997	2 0000	2 0792
1 0740	2 0000	2 3802
0 9419	2 0000	2 5563
0 7161	2 0000	2 8573
0 4904	2 0000	3 1584
2 4698	2 6990	0 6990
2 2440	2 6990	1 0000
2 1119	2 6990	1 1761
1 8861	2 6990	1 4771
1 7541	2 6990	1 6532
1 6604	2 6990	1 7782
1 4346	2 6990	2 0792
1 2088	2 6990	2 3802
1 0768	2 6990	2 5563
0 8510	2 6990	2 8573
0 6252	2 6990	3 1584
-0.7498	0.2350	2.3869
n	m	k

ANEXO N°05: DRENAJE LONGITUDINAL

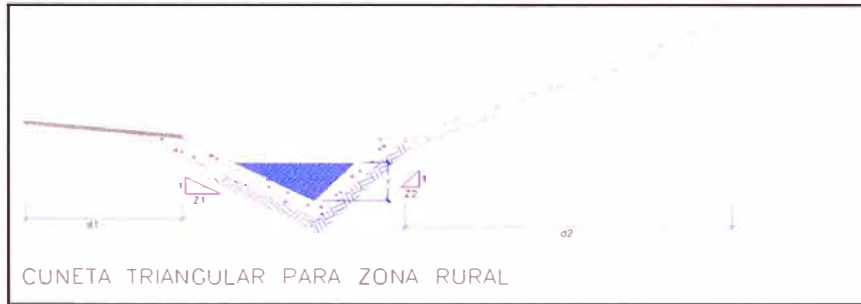
ANEXO N°05 A: VERIFICACION DE CUNETA

Tramo : Km. 162+900 al Km. 163+060 y Tramo: Km. 163+060 al Km. 163+210

Aplicando la Ecuacion de Mannig se calcula la capacidad de descarga de la Cunetas.

z_1	2.0	$A(m^2)$	0.06
z_2	1.0	$P(m)$	0.73
$h(m)$	0.2	$R(m)$	0.08
n	0.015	$B. L (m)$	0.1

Cálculo de aporte a las cunetas de la franja de la via y el talud



Aplicando la Ecuacion de Mannig determinamos la capacidad de evacuacion de la cuneta:

$h (m)$	S_o	Z1	Z2	$Q(m^3/s)$	$V (m/s)$
0.2	0.0050	2	1	0.05	0.89
0.2	0.0075	2	1	0.07	1.09
0.2	0.0100	2	1	0.08	1.26
0.2	0.0150	2	1	0.09	1.54
0.2	0.0200	2	1	0.11	1.78
0.2	0.0500	2	1	0.17	2.82
0.2	0.0600	2	1	0.19	3.09
0.2	0.0650	2	1	0.19	3.21

Capacidad de Evacuacion de las Cunetas

Donde:
 $h(m)$: Tirante de Agua
 S_o : Pendiente
Z1: Talud
Z2 : Talud
 $Q (m^3/s)$: Caudal

Para las pendiente min y max la velocidad se encuentra entre 0.6m/s y 4.5m/s

ANEXO N°05 B: VERIFICACION DE ZANJA DE CORONACION

Tramo : Km. 162+900 al Km. 163+200

Aplicando la Ecuacion de Mannig se calcula la capacidad de descarga de la zanja de coronación.

z 0.5 A(m²) 0.12
B 0.5 P(m) 1.17
h(m) 0.3 R(m) 0.10
n 0.015 B. L (m) 0.1

Aplicando la Ecuacion de Mannig determinamos la capacidad de evacuacion de la zanja de coronación:

h (m)	S _o	Z	B	Q(m ³ /s)	V (m/s)
0.3	0.0050	0.5	0.5	0.12	1.03
0.3	0.0075	0.5	0.5	0.15	1.26
0.3	0.0100	0.5	0.5	0.18	1.46
0.3	0.0150	0.5	0.5	0.21	1.79
0.3	0.0200	0.5	0.5	0.25	2.06
0.3	0.0500	0.5	0.5	0.39	3.26
0.3	0.0600	0.5	0.5	0.43	3.58
0.3	0.0650	0.5	0.5	0.45	3.72

Donde:

h(m) : Tirante de Agua

S_o : Pendiente

Z: Talud

B: Base

Q (m³/s) : Caudal

Para las pendiente min y max la velocidad se encuentra entre 0.6m/s y 4.5m/s

ANEXO N°06: VERIFICACION DE ALCANTARILLA TMC

CALCULO DE ALCANTARILLAS

Tirante

$$Y = d/2(1 - \cos x/2)$$

Area Hidraulica

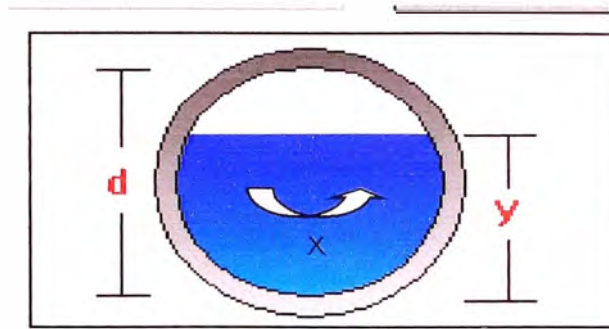
$$A = d^2 * (x - \text{sen}x) / 8$$

Perimetro mojado

$$P = xd/2$$

Espejo de agua

$$T = d \text{sen}x/2$$



VELOCIDADES LIMITES

Velocidad límite de sedimentacion: 0.6m/s

Velocidad límite de erosion 5m/s

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

$d = \text{diametro de tuberia}$

$y = \text{tirante de agua}$

Verificacion con $0.2d < y/d < 0.8d$

Q(m³/s)= 0.17 Caudal de diseño

n= 0.024

S(%)= 0.02

Y(m)= 0.21 m De HCANALES

d(m)= 0.91 m

$0.2d < y/d < 0.8d$ 0.23 m Usualmente se toma borde libre=10cm

0.182 < 0.23 m < 0.728

Cálculo del tirante Normal, sección Circular

Lugar: Alis **Proyecto:** Cañete - Huancayo

Tramo: Km 162+900 **Revestimiento:** TMC

Datos:

Caudal (Q): 0.17 m³/s

Diámetro (d): 0.91 m

Rugosidad (n): 0.024

Pendiente (S): 0.02 m/m

Resultados:

Tirante normal (y): 0.2120 m

Area hidráulica (A): 0.1151 m²

Espejo de agua (T): 0.7693 m

Número de Froude (F): 1.2196

Tipo de flujo: Supercrítico

Perímetro mojado (p): 0.9167 m

Radio hidráulico (R): 0.1255 m

Velocidad (v): 1.4773 m/s

Energía específica (E): 0.3232 m-Kg/Kg

Ejecutar Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal

Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos

ANEXO N°07: VERIFICACION DE CAPACIDAD DE ALCANTARILLA MARCO

Estructura	Progresiva	Tipo de Estructura	Caudal Q (m³/Seg)	Dimensiones			Coef. De rugosidad "n"	So	Yc (m)	Vc (m/seg)	q (m³/s)	P (m)	Ac (m²)	R (m)	Sc	h1-2 (m)	V1 (m/seg)	He (m)	Altura H1(m)	Verificacion	Dimensión de alcantarilla
				b (m)	H (m)	Ym (m)															
Proyectada	163+060	MC	1.80	1.50	1.00	0.75	0.017	0.030	0.528	2.276	1.200	2.556	0.792	0.310	0.0020	0.0822	1.6000	0.7435	0.8922	OK	MC 1x1

Caudal Unitario (q):

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

q= Caudal por unidad de ancho en m³/s/m
Q= Caudal de descarga en m³/s
B= Ancho de la alcantarilla en m

Tirante Crítico (Yc):

$$Yc = 3 \sqrt{\frac{q^2}{g}}$$

Yc= Tirante crítico en m
q= Caudal unitario en m³/s/m
g= Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

Velocidad Crítica (Vc):

$$Vc = \sqrt{g * Yc}$$

Vc= Velocidad crítica en m/s
g= Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)
Yc= Tirante crítico en m

Radio Hidráulico (R):

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

R= Radio hidráulico en m

Ac= Area crítica en m²

B= Ancho de la alcantarilla en m

$$Ac = B * Yc$$

Yc= Tirante crítico en m

$$P = B + 2Yc$$

P= Perímetro mojado en m

Pendiente Crítica (Sc):

$$Sc = \frac{Vc^2 * n^2}{R^{4.3}}$$

Sc= Pendiente crítica en m/m
Vc= Velocidad crítica en m/s
n= Coeficiente de rugosidad de Mannig
R= Radio hidráulico en m

Para las condiciones

So>Sc. Y<Yc se presenta flujo supercrítico

Dimensionamiento de la Sección:

$$He = Yc + \frac{Vc^2}{2g} + h_{1-2} - \frac{V1^2}{2g}$$

He= Tirante de flujo en la entrada en m
Yc= Tirante crítico en m
Vc²/2g= Carga de velocidad crítica en m
h1,2= Perdida de carga entre secciones 1 y 2 en m
V1²/2g= Carga de velocidad en la sección 1 en m

Para hallar He es necesario calcular la pérdida de carga entre las secciones 1 y 2 (h1,2) y la velocidad en la entrada (V1).

Perdida de carga (h1,2):

$$h_{1-2} = So * (d1 + 1.4Yc)$$

h1,2= Perdida de carga entre las secciones 1 y 2 en m

So= Pendiente del fondo de la alcantarilla
d1= Distancia entre las secciones 1 y 2 en m

Yc= Tirante crítico en m

Velocidad V1:

$$V1 = \frac{Q}{(Ym * T)}$$

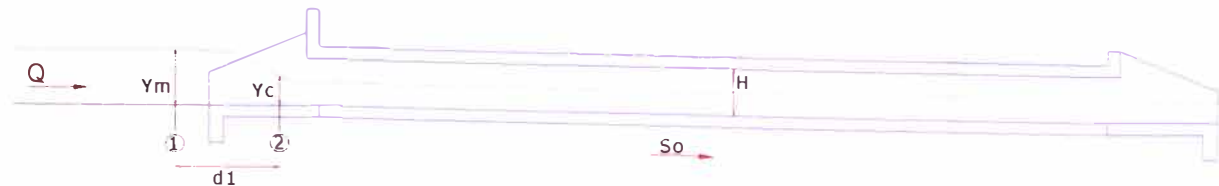
V1= Velocidad en la sección 1 en m/s

Q= Caudal de descarga en m³/s

Ym= Tirante en la entrada en m

T= Ancho en la entrada en m

Esquema



ANEXO N°08: CALCULO DEL NUMERO DE CURVA

SELECCIÓN DEL NÚMERO DE CURVA

De acuerdo al estudio efectuados en la zona se tiene un suelo areno limoso, con lo que se determina que el tipo de suelo es B.

Tipo de Suelo	Textura del Suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla. Suelos muy permeables
B	Arenas finas y limos
C	Arenas muy finas, limos. Suelos con alto contenidos de arcilla
D	Arcillas en grandes cantidades, suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana. Suelos muy permeables

La cuenca Alis es una reserva paisajita con una cobertura variable, en la que predominan los pastizales en condiciones optimas y pobres, teniendo zonas de cultivo considerables.

Para el calculo del número de curva se considerará la siguiente distribució:

Pastizales pobres = 30%

Pastizales optimos = 40%

Cultivos con tratamiento de conservación = 30%

Del cuadro siguiente:

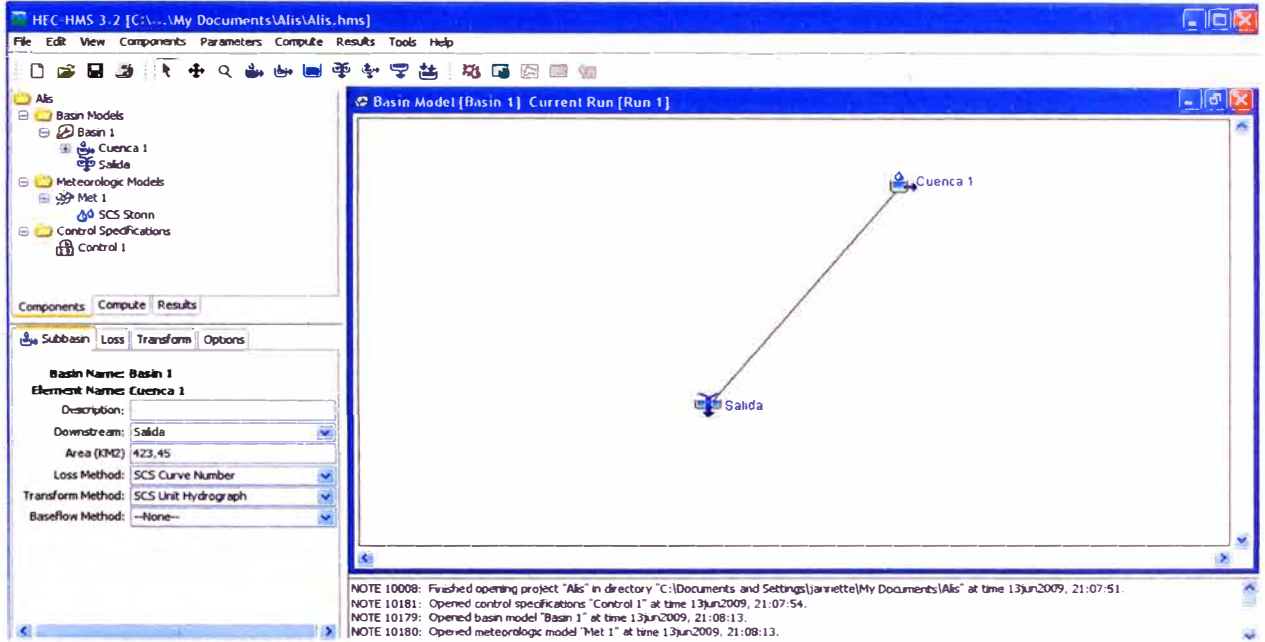
$$CN = 30\%*79+40\%*61+30\%71 = 69.4 \approx 70$$

Descripción del uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierra cultivada:	sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales:	condiciones pobres	68	79	86	89
	condiciones optimas	39	61	74	80
Vegas de rios:	condiciones optimas	30	58	71	78
Bosques:	troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
	cubierta buena	25	55	70	77
Areas abiertas:	cesped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
	optimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o mas	39	61	74	80
	condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Areas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable				
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
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
	Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
	grava	76	85	89	91
	tierra	72	82	87	89

ANEXO N°09: CALCULO DEL CAUDAL - HMS

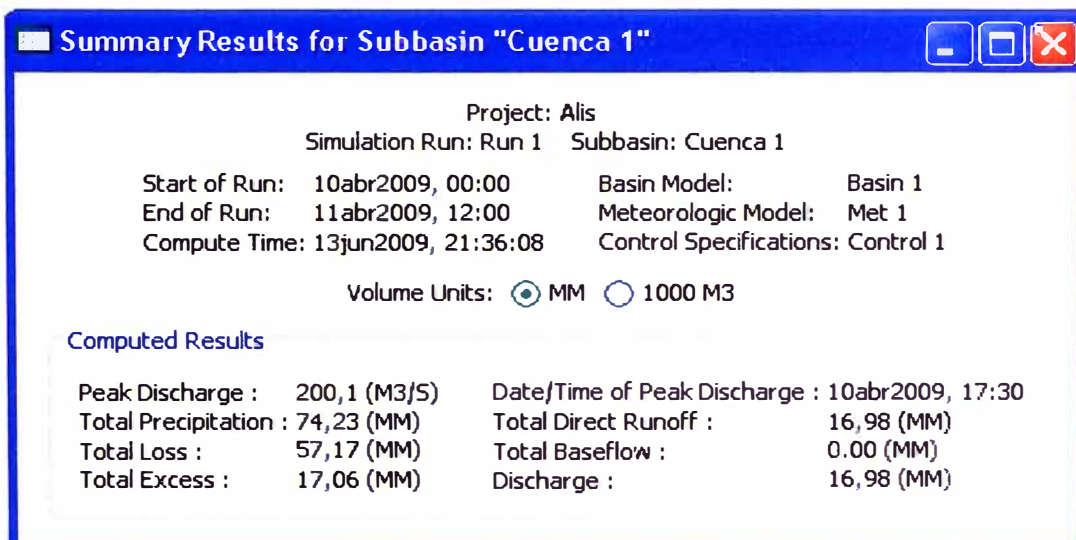
SALIDAS DEL SOFTWARE HEC HMS V3.2

Hoja de entrada del HMS



Esquema de Modelamiento de Cuenca

Resultados del caudal obtenido para un periodo de retorno de 100 años.



ANEXO N° 10: DISEÑO DE ENROCADO

DISEÑO DEL ENROCADO

a) Diseño del dique enrocado

-Cálculo hidrológico

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

$$Q_{\max} = 200.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

CÁLCULO DE LA SECCIÓN ESTABLE O AMPLITUD DE CAUCE

a) Empleando las ecuaciones del régimen estable de BLENTCH - ALTUNIN

-Para este caso $D_m = 5 \text{ mm}$

Calculo del factor fondo

$$F_b = F_{b0}(1 + 0.12C)$$

$$C = 0.05$$

$$F_{b0} = (D_m)^{1/3} = 1.710$$

$$F_b = 1.72$$

El ancho estable será:

$$B = 1.81(Q \times F_b / F_s)^{1/2}$$

Para un factor orilla $F_s = 0.1$ (orilla de barro y arena)

$$F_s = 0.1$$

Se tiene:

$$B = 105.85 \text{ m}$$

Para un factor orilla $F_s = 0.3$ (material muy cohesivo)

$$F_s = 0.3$$

$F_b = 1.2$ factor de fondo material grueso

Se tiene:

$$B = 51.19 \text{ m}$$

b) Empleando la fórmula de SIMONS y ALBERTSON

Se tiene:

$K_1 =$ Para fondos de orillas de grava

$K_1 = 2.9$ (caso río Alis)

$$B = K_1(Q)^{1/2}$$

$$B = 41.01 \text{ m}$$

CUADRO COMPARATIVO	
Fórmula	Sección Estable
BLENTCH - ALTUNIN	
-Maxima	105.00 m
-Minima	50.00 m
SIMONS y ALBERTSON	40.00 m
Visualización	10.00 m
B=	10.00 m

PROFUNDIDAD MEDIA

Viene a ser la profundidad necesaria para la estructura

Fórmula:

$$H = 1.02[(Q \times F_s) / F_b^2]^{1/3}$$

$$F_s = 0.1 \text{ Orilla de barro y arena}$$

$$F_b = 1.72$$

$$H = 1.9 \quad \mathbf{2.0 \text{ m}}$$

PENDIENTE HIDRAULICA

Para las condiciones del río y las características del material y aplicando la fórmula, se tiene:

$$S = (0.55 F_b^5 / 6 \times F_s^{1/12}) / ((1 \times C / 233) K Q^{1/6})$$

$$C = 500$$

$$K = 11.51$$

$$g = 9.81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\gamma = 1000.00 \text{ kg/m}^3$$

Concentración de material de fondo (valor asu)

$$K = 6.6 \times g / \gamma^{1/4} \quad g = \text{gravedad m}^2/\text{seg}$$

$$\gamma = \text{Peso específico del agua}$$

Reemplazando estos valores en la fórmula, se obtiene:

$$S = 0.008$$

CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION

Este se determina, con el metodo propuesto por L.L LIST VAN LEBEDIEV para cauces naturales

***Suelo no Cohesivo:**

$$a = Q / (t^{5/3} \times b_o) \quad t = 1.5 \text{ m}$$

t= Tirante normal
bo=B

$$a = 10.18 \text{ m}$$

Luego de los cuadros se obtiene:

$$1/(1+x) = 0.74$$
$$\beta = 1 \quad \text{Para } Tr = 100 \text{ años}$$

Reemplazando en ecuacion:

$$ts = (axt^{5/3} / 0.68 Dm^{0.28} \beta)^{1/(1+x)}$$

Para Dm (diametro mediano de la muestra tomada a Hs) = 5.00 mm

$$ts = 8.75 \text{ m}$$

Luego la profundidad sera:

$$Hs = ts - t$$

$$Hs = 7.25 \text{ m}$$

$$Hs = 7.50 \text{ m}$$

PROFUNDIDAD DE UÑA

Determinada la profundidad de socavacion, este indica hasta donde excavaria el rio la profundidad hasta la cual deberan llegar las cimentaciones de las estructuras.

***Suelo no Cohesivo:**

Se asume Dm (material del piso del rio) = 250 a 310mm, según fotos

$$Dm = 300.00 \text{ mm} \quad x = 0.24$$

$$1/(1+x) = 0.81$$

$$\beta = 1.00 \text{ m}$$

Reemplazando en ecuacion:

$$Hs = ts$$

$$ts = (axt^{5/3} / 0.68 Dm^{0.28} \beta)^{1/(1+x)}$$

$$ts = 4.22 \text{ m}$$

La profundida de la uña sera:

$$Puña = ts$$

$$Puña = 4.22 \text{ m}$$

$$Puña = 4.50 \text{ m}$$

Tramos rectos 2.00m y en curvas 2.50m de profundidad

$$Auña = 1.5 \times Puña$$

$$Auña = 3.75 \text{ m}$$

$$Auña = 4.00 \text{ m}$$

CALCULO DE LA ALTURA DE MURO

Tambien se pueden considerar el tirante normal, teniendo en consideracion el perfil normal.

Empleando la formula de Manning Strickler:

$$Vm = Ks R^{2/3} S^{1/2}$$

Vm=Velocidad media

R=Radio hidraulico

S=Pendiente

Ks=Coficiente de rugosidad que depende del lecho del rio (Ver cuadro)

Considerando valores de acarreo para secciones o anchos (bo) mayores a 30m, se tiene:

$$Q = bo \times t \times (Ks^{2/3} S^{1/2})$$

$$t = (Q / (Ks^{2/3} S^{1/2}))^{3/5}$$

$$Q_{max} = 200.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$bo = 10.00 \text{ m}$$

$$S = 0.008$$

$$Ks = 28$$

$$t = 3.46 \text{ m tirante}$$

Luego:

La altura de muro sera:

$$Hm = t + BL$$

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

Φ =coeficiente en funcion de la maxima descarga y pendiente, según tabla

Luego:

$$\Phi = 1.100$$

$$V = 5.78 \text{ m/s}$$

$$BL = 1.87 \text{ m}$$

$$Hm = 5.33 \text{ m}$$

$$Hm = 5.50 \text{ m}$$

CALCULO DEL VOLUMEN DE ROCA

Aplicando la fórmula de ISBACH

$$V=K(2xgx((\gamma_p-\gamma_w)/\gamma_w)xD)^{0.5}$$

γ_p = Peso específico de las rocas Tn/m³

γ_w = Peso específico del agua Tn/m³

D= Diametro esferico de las rocas

K= Coeficiente para piedras esfericas

0.86 para velocidades críticas y mínimas

1.20 para velocidades máximas de arrastre

V= Velocidad del rio en m/s

Podemos calcular el peso de las rocas con la fórmula:

$$W_p=(\pi x(D^3/6))x\gamma_p$$

γ_p = 2.65

γ_w = 0.964

K= 1.2

D_m= 0.68 m

W_p= 0.48Tn

Se toma:

D_m= 0.70 m

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

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

n= 0.78

$$\tau_c/t=1/n= 1.28 > 1.2$$

Demuestra que existe mayor seguridad

Anexo N°10.1: Tablas Utilizadas en el Diseño de Enrocado

Valores aproximados de Fs (Factor de orilla)

Tipo de orilla	Valor de Fs
Orilla de barro y arena	0.10
Orilla de barro-arcilla-fangosa	0.20
Orilla de material muy cohesivo	0.30

Tablas con valores de K1 para trabajar con la fórmula de Simons y Henderson

Condiciones de fondo de río	K1
Fondo y orillas de arena	5.70
Fondo de arena y orillas de material cohesivo	4.20
Fondo y orillas de material cohesivo	3.60
Fondo y orillas de grava	2.90
Fondo de arena y orillas de material no cohesivo	2.80

Coefficiente recomendado para calcular el borde libre del muro de encauzamiento

Caudal máximo m3/seg	Coefficiente
3000-4000	2.00
2000-3000	1.70
1000-2000	1.40
500-1000	1.20
100-500	1.10

Valores para Ks

Descripción	Ks
Lechos naturales de río con fondo sólido sin irregularidades	40
Lechos naturales de río con acarreo irregular	33-35
Lechos naturales de río con vegetación	30-35
Lechos naturales de río con derrubio e irregularidades	30
Lechos naturales de río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con derrubios gruesos (piedra de tamaño de una cabeza) con acarreo inmóvil	25-28
Torrentes con derrubio grueso, con acarreo móvil	19-22

Fuente: BRETSCHEIDER, curso sobre regulación de ríos

Coefficiente para socavación

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

Fuente: Apuntes de hidráulica fluvial. Picandex Kreimer

Valores de X y 1/(1+X)

Peso específico (T/m ³)	Suelos cohesivos		Suelos no cohesivos		
	X	1/(1+X)	D(mm)	X	1/(1+X)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Fuentes: Apuntes de hidráulica fluvial. Picandex Kreim

ANEXO N°11: PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE OBRA

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 162+900 AL KM 163+200

UBICACIÓN : CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO

CLIENTE : UNI

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P.U. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	P. TOTAL (S/.)
01.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					90,901.39
01.01	EXCAVACION N/CLASIF. PARA ESTRUCTURAS	M3	211.89	11.51	2,439.67	
01.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	77.27	94.63	7,312.17	
01.03	CONCRETO f'c=100 Kg/cm2	M3	1.56	202.35	315.66	
01.04	CONCRETO CICLOPEO f'c=140 Kg/cm2 + 30% PM	M3	1.88	236.21	444.08	
01.05	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 Kg/cm2 + 30% PM	M3	7.37	250.96	1,849.60	
01.06	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	M3	22.6	342.49	7,740.20	
01.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	140.71	52.47	7,382.36	
01.08	ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	KG	1767.77	5.47	9,675.04	
01.09	ALCANTARILLA TMC D: 36"	M	8.1	288.13	2,333.86	
01.10	PINTURA ASFÁLTICA PARA ALCANTARILLAS METÁLICAS	M2	52.85	11.33	599.04	
01.11	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA	M	300	87.89	26,367.30	
01.12	REVEST. DE PIEDRA EMBO. E=0.15 m.	M2	32.07	64.89	2,080.95	
01.13	ENROCADO D>0.70 m	M3	1125	198.77	22,361.46	

COSTO DIRECTO

S/.

90,901.39

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 162+900 AL KM 163+200
 Sub Proy: OBRAS DE ARTE Y DRENAJE
 Cliente : UNI
 Lugar : CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO

1.00 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Partida: **1.01 EXCAVACION N/CLASIF. PARA ESTRUCTURAS** Costo Unitario (M3) S/ 11.51

Item	Descripción	Rend:	Und	M3/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Capataz		hh	0.10		0.0080	15.65	0.13	1.81
Peón		hh	2.00		0.1600	10.52	1.68	
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			0.03	1.81	0.05	9.71
Retroexcavadora S/Llantas 58HP 1YD3		hm	1.00		0.0800	120.64	9.65	

Partida: **1.02 RELLENO PARA ESTRUCTURAS** Costo Unitario (M3) S/ 94.63

Item	Descripción	Rend:	Und	M3/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Capataz		hh	0.20		0.1333	15.65	2.09	24.81
Operario		hh	1.00		0.6667	13.04	8.69	
Peón		hh	2.00		1.3333	10.52	14.03	
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			0.03	24.81	0.74	16.27
Copactadora Vib. Tipo plancha 7 HP		hm	1.00		0.6667	23.29	15.53	
Subpartidas								
Agua para riego		m3			0.1200	36.78	4.41	53.55
Arena Gruesa de Cantera		m3			1.2000	40.95	49.14	

Partida: **1.03 CONCRETO f'c=100 Kg/cm2** Costo Unitario (M3) S/ 202.35

Item	Descripción	Rend:	Und	M3/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Capataz		hh	0.20		0.0800	15.65	1.25	41.02
Operario		hh	1.00		0.4000	13.04	5.22	
Oficial		hh	2.00		0.8000	11.63	9.30	
Peón		hh	6.00		2.4000	10.52	25.25	
Materiales								
Cemento Portland Tipo I (42.5kg)		bis			5.0000	18.44	92.20	92.20
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			0.0300	41.02	1.23	7.79
Vibrador de Concreto 4HP 2.40'		hm	1.00		0.4000	4.99	2.00	
Mezcladora de Concreto Tambor 18 HP 11 p3		hm	1.00		0.4000	11.42	4.57	
Subpartidas								
Agua para riego		m3			0.1800	36.78	6.62	61.33
Arena Gruesa de Cantera		m3			0.4800	40.95	19.66	
Piedra Chancada 1/2":3/4" para Concreto		m3			0.6800	51.55	35.05	

Partida: **1.04 CONCRETO CICLOPEO f'c=140 Kg/cm2 + 30% PM** Costo Unitario (M3) S/ 236.21

Item	Descripción	Rend:	Und	M3/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Capataz		hh	0.20		0.0800	15.65	1.25	41.02
Operario		hh	1.00		0.4000	13.04	5.22	
Oficial		hh	2.00		0.8000	11.63	9.30	
Peón		hh	6.00		2.4000	10.52	25.25	
Materiales								
Piedra Seleccionada		m3			0.3000	1.00	0.30	123.85
Cemento Portland Tipo I (42.5kg)		bis			6.7000	18.44	123.55	
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			0.0300	41.02	1.23	7.79
Vibrador de Concreto 4HP 2.40'		hm	1.00		0.4000	4.99	2.00	
Mezcladora de Concreto Tambor 18 HP 11 p3		hm	1.00		0.4000	11.42	4.57	
Subpartidas								
Agua para riego		m3			0.1900	36.78	6.99	63.55
Arena de cantera		m3			0.5000	40.95	20.48	
Piedra chancada		m3			0.7000	51.55	36.09	

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 162+900 AL KM 163+200
 Sub Prest : OBRAS DE ARTE Y DRENAJE
 Cliente : UNI
 Lugar : CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO

Partida: 1.05 CONCRETO CICLOPEO f'c=175 Kg/cm2 + 30% PM Costo Unitario (M3) S/ 250.96

Item	Descripción	Rend:	20.00	M3/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Capataz		hh	0.20		0.0800	15.65	1.25	41.02
Operario		hh	1.00		0.4000	13.04	5.22	
Oficial		hh	2.00		0.8000	11.63	9.30	
Peón		hh	6.00		2.4000	10.52	25.25	
Materiales								
Piedra Seleccionada		m3			0.3000	1.00	0.30	138.60
Cemento Portland Tipo I (42.5kg)		bis			7.5000	18.44	138.30	
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			0.0300	41.02	1.23	7.79
Vibrador de Concreto 4HP 2.40'		hm	1.00		0.4000	4.99	2.00	
Mezcladora de Concreto Tambor 18 HP 11 p3		hm	1.00		0.4000	11.42	4.57	
Subpartidas								
Agua para riego		m3			0.1900	36.78	6.99	63.55
Arena de cantera		m3			0.5000	40.95	20.48	
Piedra chancada		m3			0.7000	51.55	36.09	

Partida: 1.06 CONCRETO f'c=210 kg/cm2 Costo Unitario (M3) S/ 342.49

Item	Descripción	Rend:	18.00	M3/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Capataz		hh	0.20		0.0889	15.65	1.39	46.20
Operario		hh	2.00		0.8889	13.04	11.59	
Oficial		hh	1.00		0.4444	11.63	5.17	
Peón		hh	6.00		2.6667	10.52	28.05	
Materiales								
Cemento Portland Tipo I (42.5kg)		bis			8.5000	26.88	228.48	228.48
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			3%	46.20	1.39	8.68
Vibrador de Concreto 4HP 2.40'		hm	1.00		0.4444	4.99	2.22	
Mezcladora de Concreto Tambor 18 HP 11 p3		hm	1.00		0.4444	11.42	5.08	
Subpartidas								
Agua		m3			0.1200	36.78	4.41	59.12
Arena Gruesa de Cantera		m3			0.4800	40.95	19.66	
Piedra Chancada 1/2",3/4" para Concreto		m3			0.6800	51.55	35.05	

Partida: 1.07 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO Costo Unitario (ML) S/ 52.47

Item	Descripción	Rend:	20.00	M/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Operario		hh	1.00		0.4000	13.04	5.22	14.08
Oficial		hh	1.00		0.4000	11.63	4.65	
Peón		hh	1.00		0.4000	10.52	4.21	
Materiales								
Alambre negro recocido # 8		kg			0.2000	5.14	1.03	37.97
Clavos para madera C/C 3"		kg			0.2000	4.86	0.97	
Triplay de 4'x8'x12 mm		pln			0.0180	64.82	1.17	
Madera tomillo inc. Corte p/encofrado		p2			6.0000	5.80	34.80	
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			3%	14.08	0.42	0.42

Partida: 1.08 ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2 Costo Unitario (KG) S/ 5.47

Item	Descripción	Rend:	250.00	KG/DIA	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra								
Capataz		hh	0.10		0.0032	15.65	0.05	0.80
Operario		hh	1.00		0.0320	13.04	0.42	
Peón		hh	1.00		0.0320	10.52	0.34	
Materiales								
Alambre Negro Recocido # 16		kg			0.0600	5.14	0.31	4.64
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60		kg			1.0500	4.13	4.34	
Equipo								
Herramientas Manuales		% mo			3%	0.80	0.02	0.02

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra : AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 162+900 AL KM 163+200
 Sub Prest : OBRAS DE ARTE Y DRENAJE
 Cliente : UNI
 Lugar : CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO

Partida: 1.09 ALCANTARILLA TMC D: 36" Costo Unitario (M) S/ 288.13

Item	Descripción	Rend:	10.00	M/DIA	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra										
Capataz		hh	1.00		0.8000		15.65	12.52		
Oficial		hh	1.00		0.8000		11.63	9.30		
Peón		hh	4.00		3.2000		10.52	33.66		
Materiales										
Alcantarilla metálica 36"		m			1.1000		209.98	230.98		230.98
Equipo										
Herramientas Manuales		% mo			3%		55.49	1.66		1.66

Partida: 1.10 PINTURA ASFÁLTICA PARA ALCANTARILLAS METÁLICAS Costo Unitario (M2) S/ 11.33

Item	Descripción	Rend:	20.00	M2/DIA	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra										
Capataz		hh	0.20		0.0800		15.65	1.25		
Operario		hh	1.00		0.4000		13.04	5.22		
Peón		hh	1.00		0.4000		10.52	4.21		
Materiales										
Pintura Asfáltica		grn			0.2820		1.20	0.34		0.34
Equipo										
Herramientas Manuales		% mo			3%		10.68	0.32		0.32

Partida: 1.11 CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA Costo Unitario (ML) S/ 87.89

Item	Descripción	Rend:	50.00	ML/DIA	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra										
Capataz		hh	0.10		0.0160		15.65	0.25		
Oficial		hh	2.00		0.3200		11.63	3.72		
Peón		hh	4.00		0.6400		10.52	6.73		
Equipo										
Herramientas Manuales		% mo			3%		10.70	0.32		0.32
Copactadora Vib. Tipo plancha 7 HP		hm	1.00		0.1600		23.29	3.73		3.73
Subpartidas										
Excavación de Estructuras		m3			0.3600		11.51	4.14		4.14
Encofrado y Desenofrado		m2			0.1700		52.47	8.92		8.92
Junta de Asfalto		m			1.1700		4.51	5.28		5.28
Concreto f'c= 210 kg/cm2		m3			0.1600		342.49	54.80		54.80

Partida: 1.12 REVEST. DE PIEDRA EMBO. E=0.15 m. Costo Unitario (M2) S/ 64.89

Item	Descripción	Rend:	18.00	M2/DIA	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra										
Capataz		hh	0.50		0.2222		15.65	3.48		
Oficial		hh	2.00		0.8889		11.63	10.34		
Peón		hh	5.00		2.2222		10.52	23.38		
Equipo										
Herramientas Manuales		% mo			3%		37.19	1.12		1.12
Subpartidas										
Concreto f'c = 175 kg/cm2		m3			0.0750		277.24	20.79		20.79
Piedra Seleccionada para Emboquillado y/o Mamp.		m2			0.1000		57.86	5.79		5.79

Partida: 1.13 ENROCADO D>0.70 m Costo Unitario (M3) S/ 198.77

Item	Descripción	Rend:	50.00	M3/DIA	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Sub total
Mano de Obra										
Capataz		hh	0.50		0.0800		15.65	1.25		
Operario		hh	1.00		0.1600		13.04	2.09		
Peón		hh	4.00		0.6400		10.52	6.73		
Equipo										
Herramientas Manuales		% mo			3%		10.07	0.30		0.30
Retroexcavadora S/Orug 170-250 HP 1.1-2.75		hm	1.00		0.1600		300.57	48.09		48.09
Subpartidas										
Roca para defensa ribereña		m3			1.2000		116.92	140.30		140.30

ANEXO N°12: PROGRAMACION

PROGRAMA DE EJECUCION

PRESUPUESTO : AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO DEL KM 162+900 AL KM 163+200
 SUBPRESUPUESTO : OBRAS DE ARTE Y DRENAJE
 CLIENTE : UNI
 LUGAR : CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO

ITEM	DESCRIPCIÓN	SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4					
		L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
1.00	OBRAS DE DRENAJE																								
1.01	EXCAVACION N/CLASIF. PARA ESTRUCTURAS																								
1.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS																								
1.03	CONCRETO f _c =100 Kg/cm ²																								
1.04	CONCRETO CICLOPEO F'C=140 KG/CM ² + 30% PG																								
1.05	CONCRETO CICLOPEO F'C=175 KG/CM ² + 30% P.G.																								
1.06	CONCRETO F'C=210 KG/CM ²																								
1.07	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO																								
1.08	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM ²																								
1.09	ALCANTARILLA T.M.C. D=36"																								
1.10	PINTURA ASFÁLTICA PARA ALCANTARILLAS METÁLICAS																								
1.11	CUNETA REVESTIDA TIPO I																								
1.12	REVEST. DE PIEDRA EMBO. E=0.15 m.																								
1.13	ENROCADO D>0.60 m																								
DIAS TRANSCURRIDOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ANEXO N°13: PANEL FOTOGRAFICO



FOTO 01

Río Alis, al fondo la entrada al pueblo Alis.



FOTO 02

Otra Vista del Río Alis.



FOTO 03

Sector Crítico: el río se junta a la carretera haciendo una curva



FOTO 04

Se muestra el cauce del rio Alis.



FOTO 05

Cuneta Existente



FOTO 06

Calicata Progresiva 163+000

ANEXO N° 14: PLANOS

LISTA DE PLANOS

HH 01: Plano de Cuencas

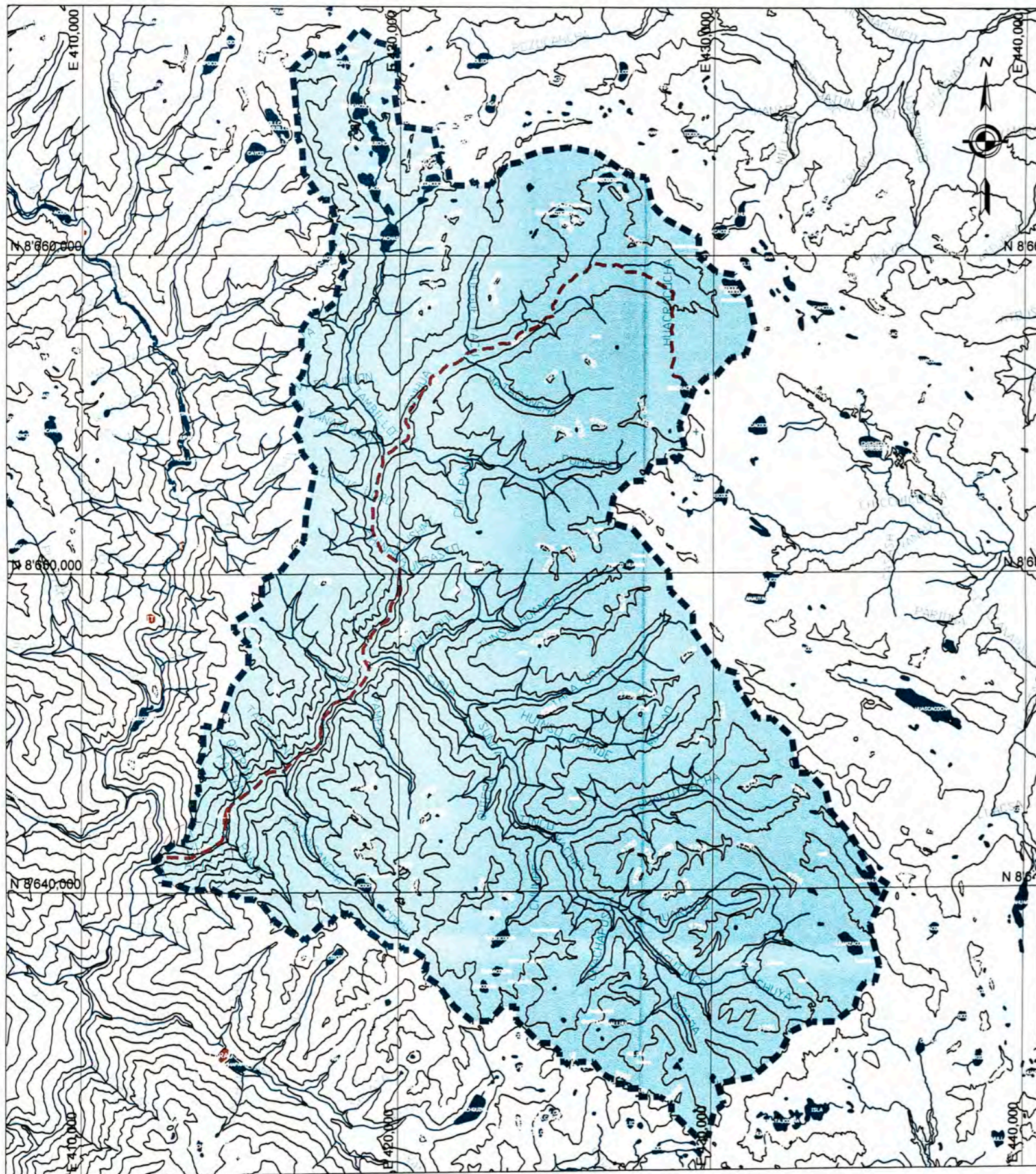
HH 02: Plano de Planta

HH_03: Plano Plano Típico de Cunetas y Zanja de Coronación

HH_04: Plano Típico de Alcantarilla TMC

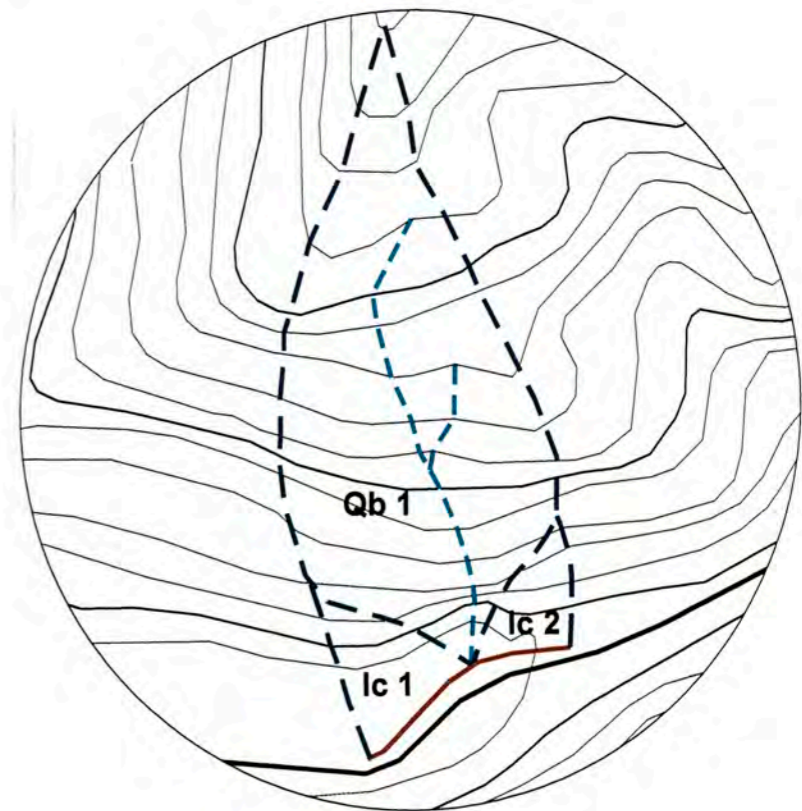
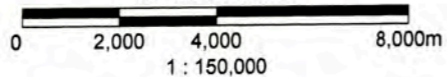
HH_05: Plano Típico de Alcantarilla MC

HH 06: Plano Defensa Ribereña



CUENCA ALIS

Escala en Metros



CUADRO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS CUENCAS

NOMBRE	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Cota (Max)	Cota (Min)
Cuenca ALIS	423.45	34.040	4,750	3,200
Quebrada (Qb 1)	0.155	0.579	3,950	3,200
Intercuenca 1 (Ic 1)	0.018	0.215	3,300	3,200
Intercuenca 2 (Ic 2)	0.012	0.174	3,400	3,200

LEYENDA:

- CAUCE MAS LARGO
- DELIMITACION DE LA CUENCA
- CUENCA ALIS
- LAGUNA
- CURSOS DE AGUA

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



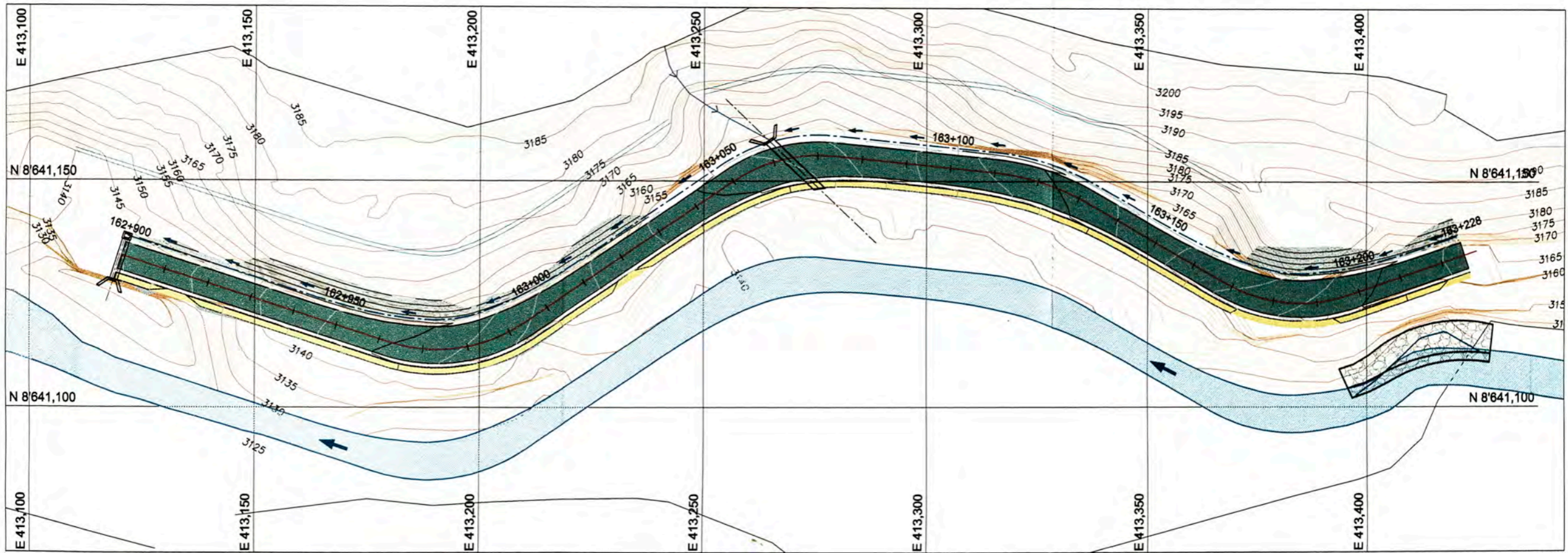
PROYECTOS: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO
PLANO: UBICACION DE CUENCAS

ESPECIALIDAD: HIDRAULICA E HIDROLOGIA

REV.: L.A.R ESCALA: INDICADA

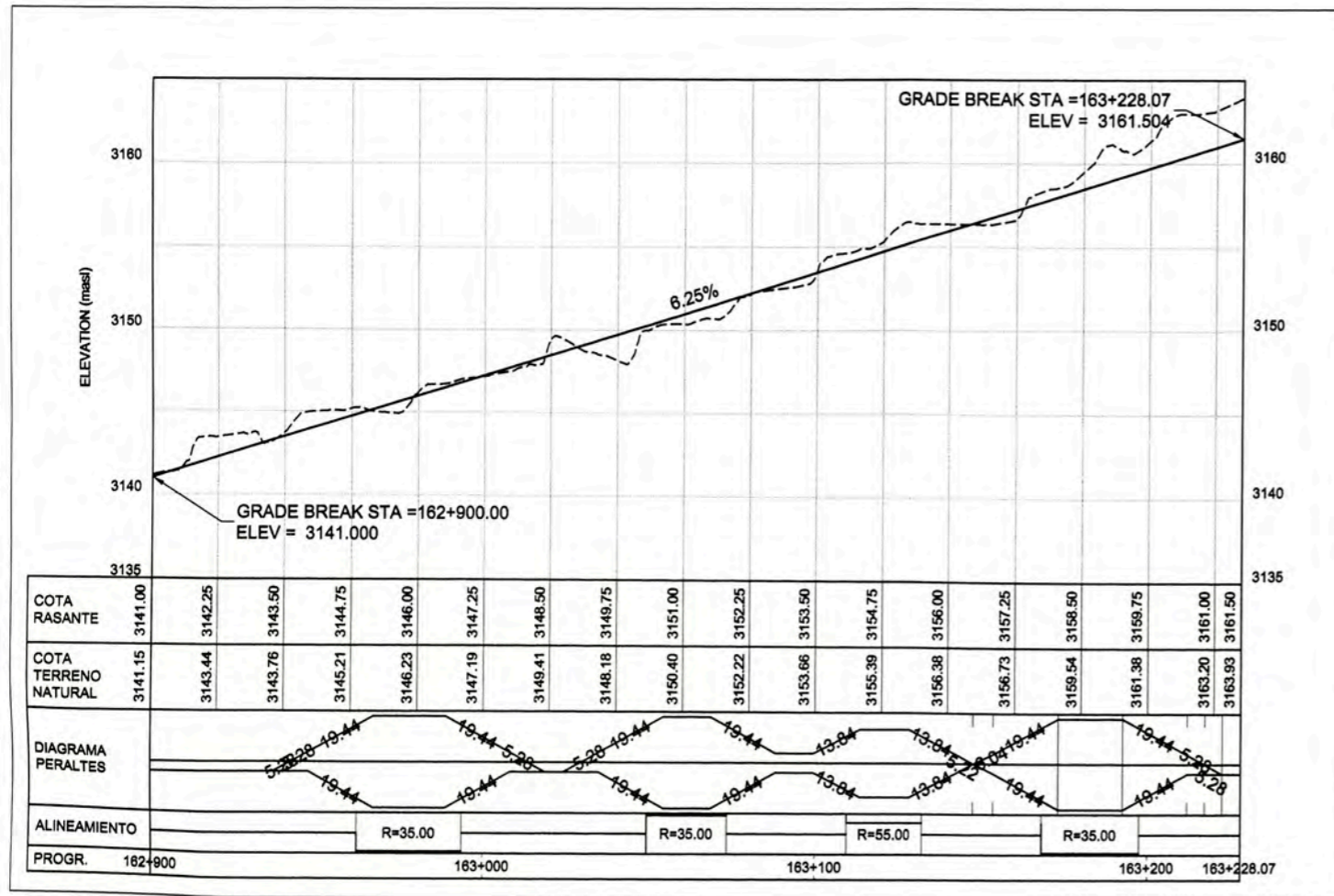
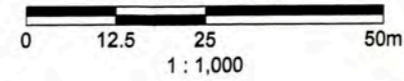
APRO.: FIC-UNI FECHA: JUNIO 09

DIS.: J.R.A. No PLANO: HH_01



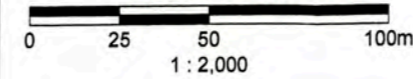
PLANTA GENERAL

Escala en Metros



PERFIL LONGITUDINAL

Escala en Metros



LEYENDA:

- TOPOGRAFÍA EXISTENTE
- ALCANTARILLA PROYECTADA
- ENROCADO DE PROTECCION
- BORDE RIO
- BERMAS SEGURIDAD
- CARRETERA PROYECTADA
- CUNETAS PROYECTADAS
- ZANJA DE CORONACION
- FLUJO DEL AGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTOS: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA CAÑETE-YAUYS-HUANCAYO

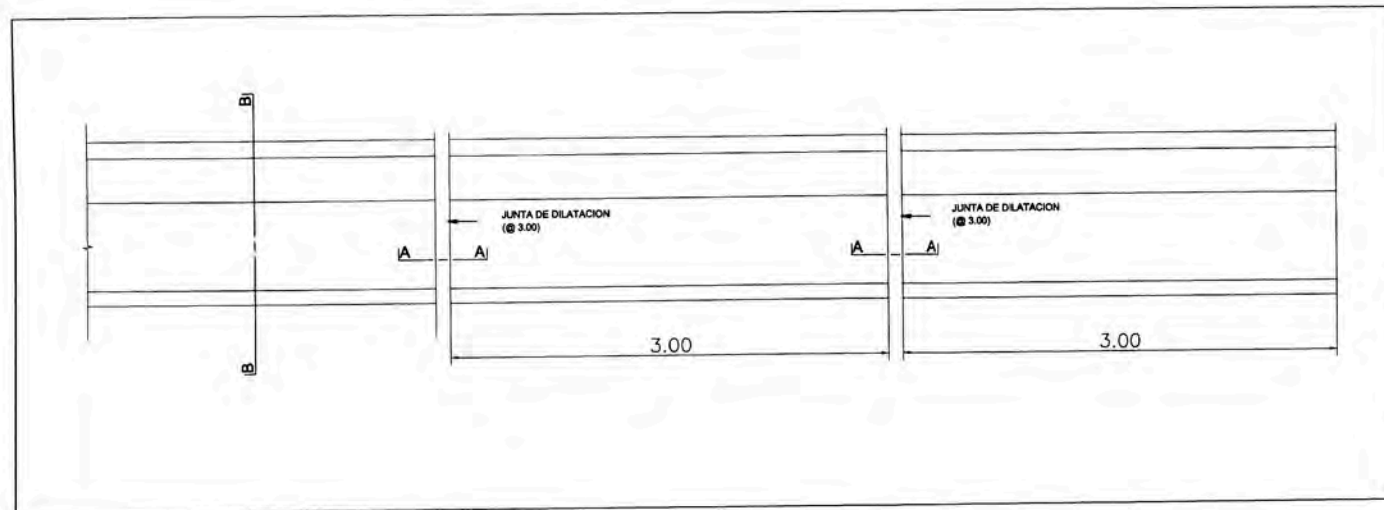
PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
Km 162+900 AL Km 163+200

ESPECIALIDAD: HIDRAULICA E HIDROLOGIA

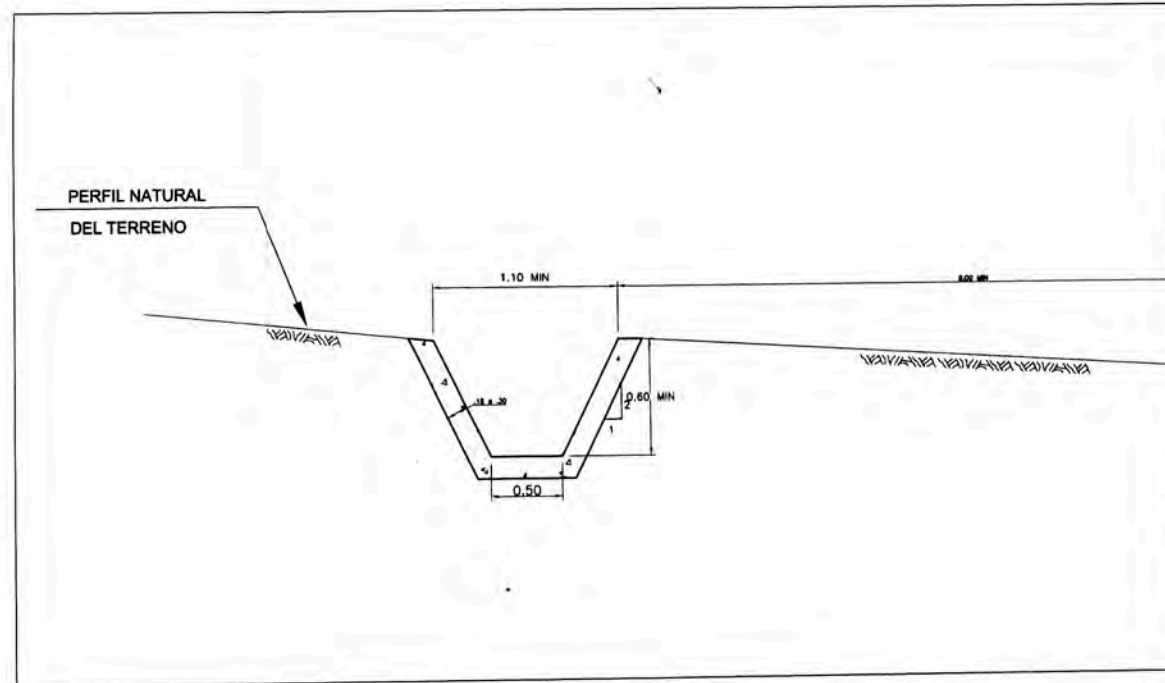
REV.: L.A.R ESCALA: INDICADA

APRO.: FIC-UNI FECHA: JUNIO 09

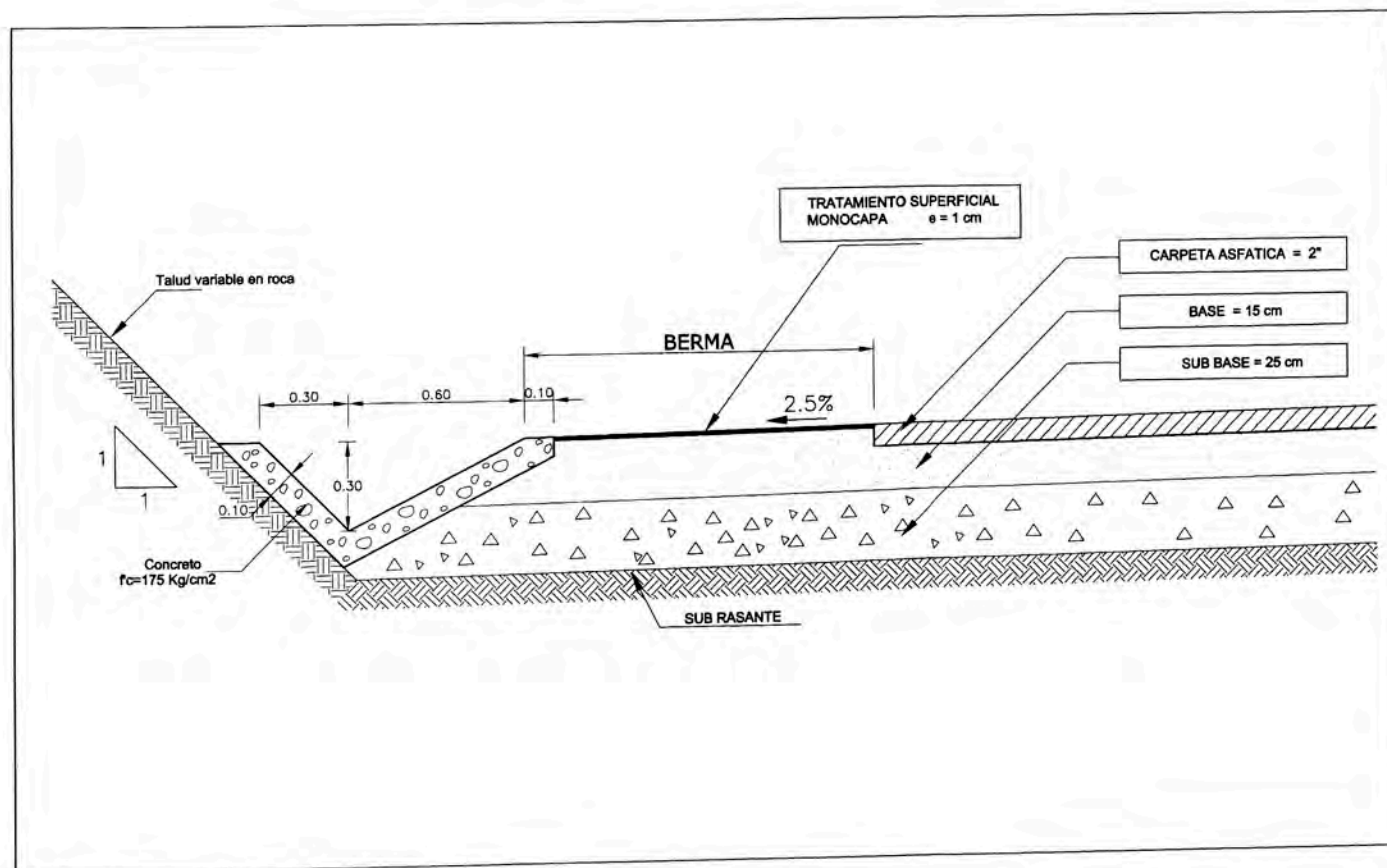
DIS.: J.R.A. No PLANO: HH_02



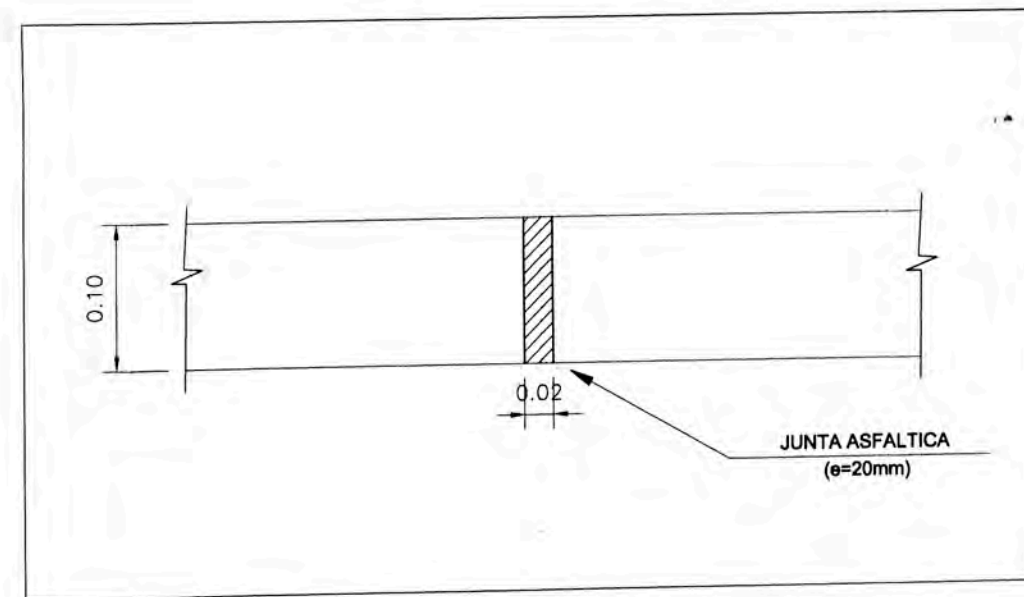
PLANTA - CUNETA REVESTIDA
Escala en Metros
1 : 50



ZANJA DE CORONACION

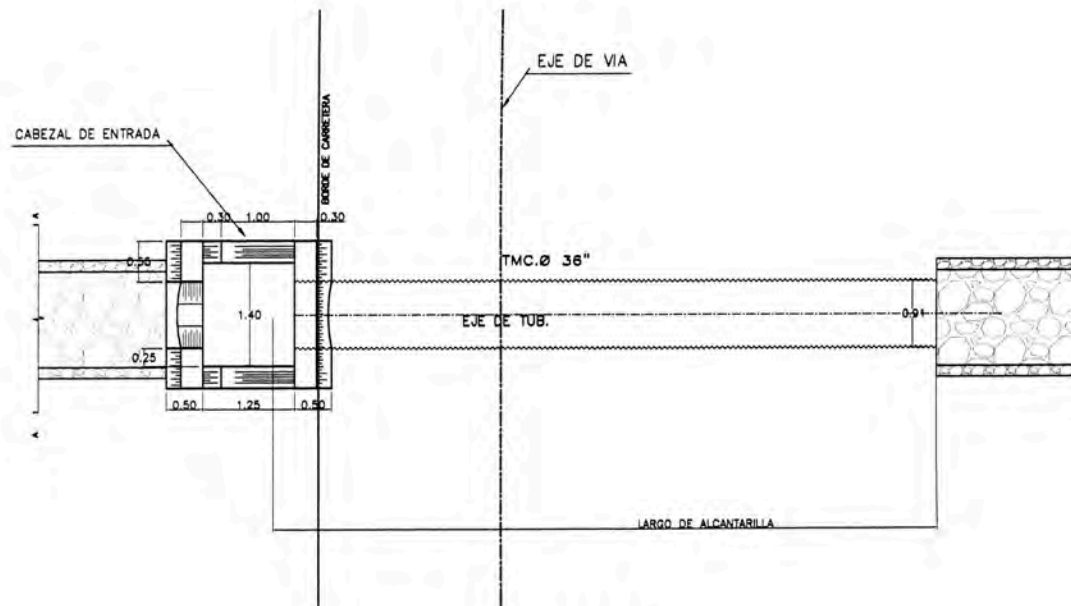


SECCION B - B
Escala en Metros
1 : 25

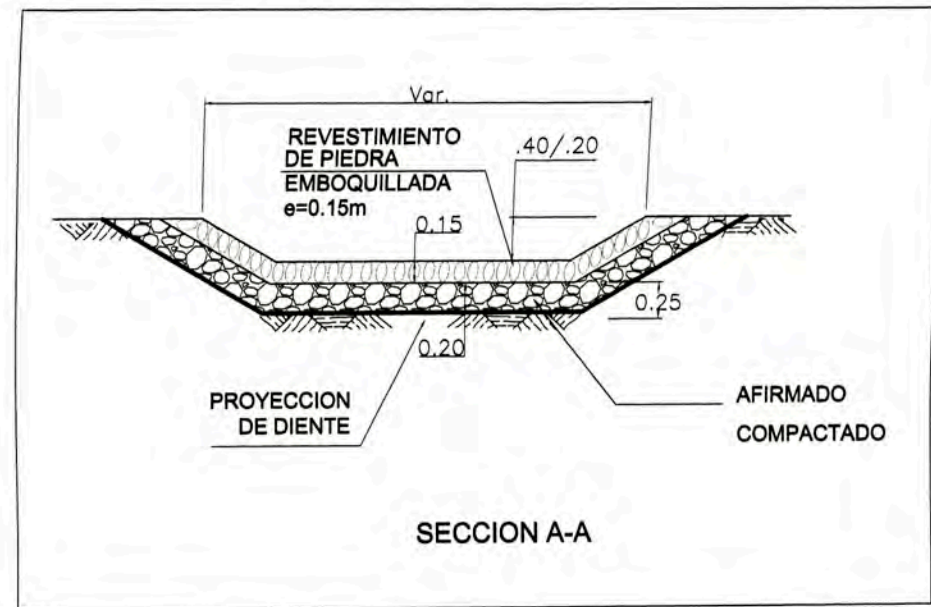
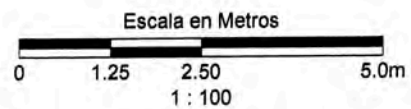


SECCION A - A
Escala en Metros
1 : 10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		ESPECIALIDAD: HIDRAULICA E HIDROLOGIA	
		REV.: L.A.R	ESCALA: INDICADA
	PROYECTOS: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYS-HUANCAYO		APRO.: FIC-UNI
	PLANO: PLANO TIPICO DE CUNETA Y ZANAJA DE DORONACION Km 162+900 AL Km 163+200		FECHA: JUNIO 09
			DIS.: J.R.A.
		No PLANO: HH_03	

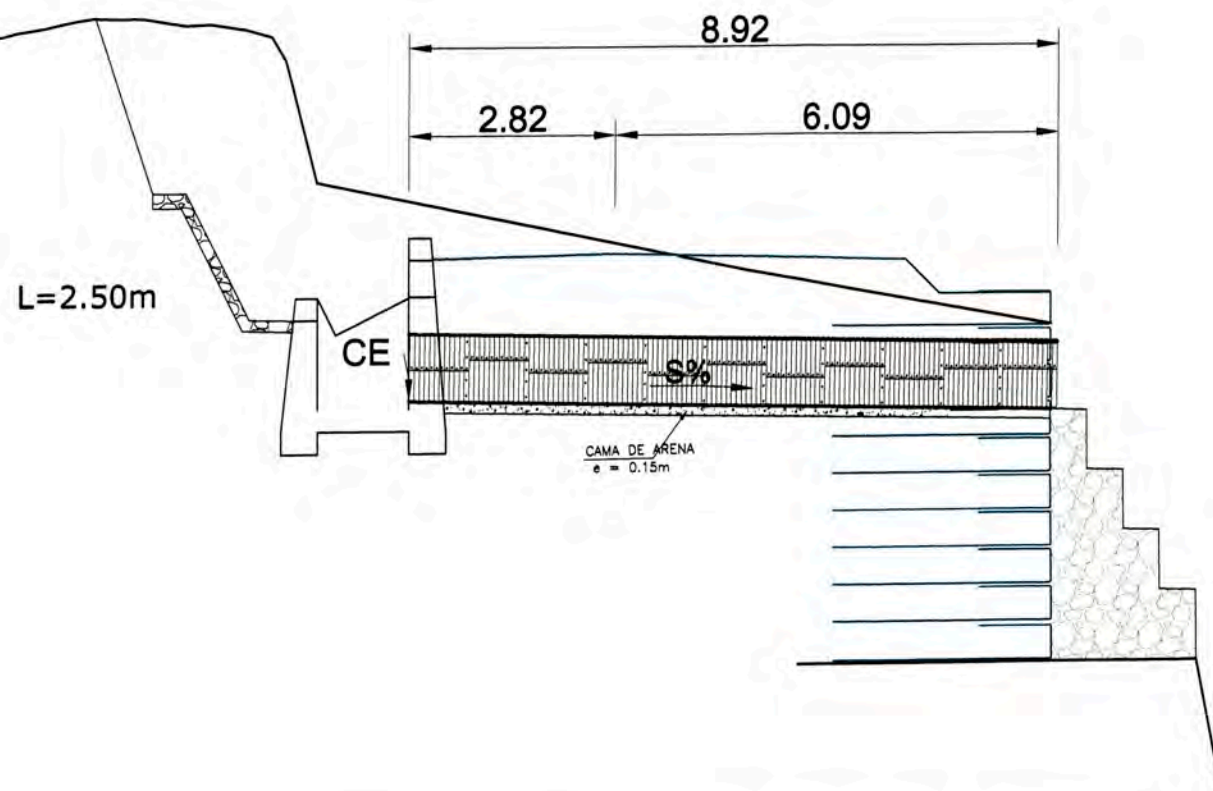


PLANTA




SECCION A-A

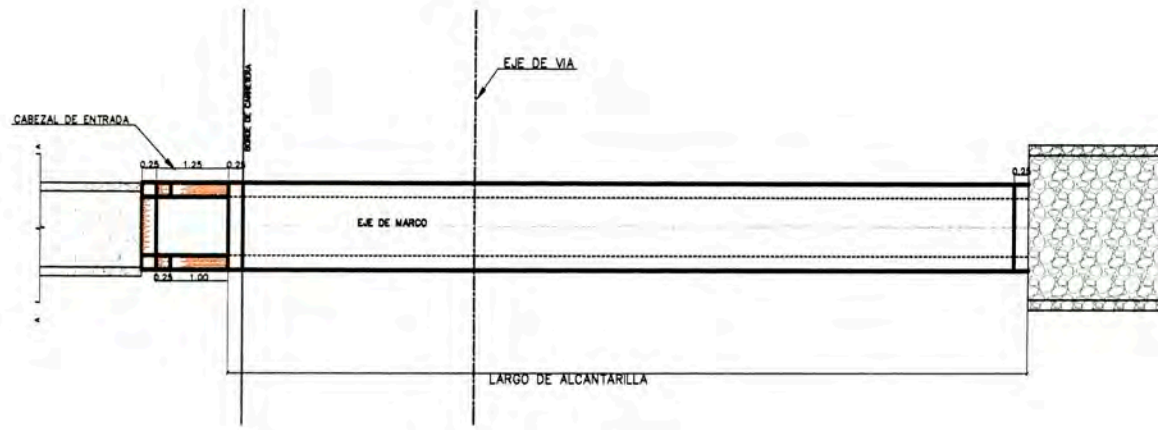
KM 162+900



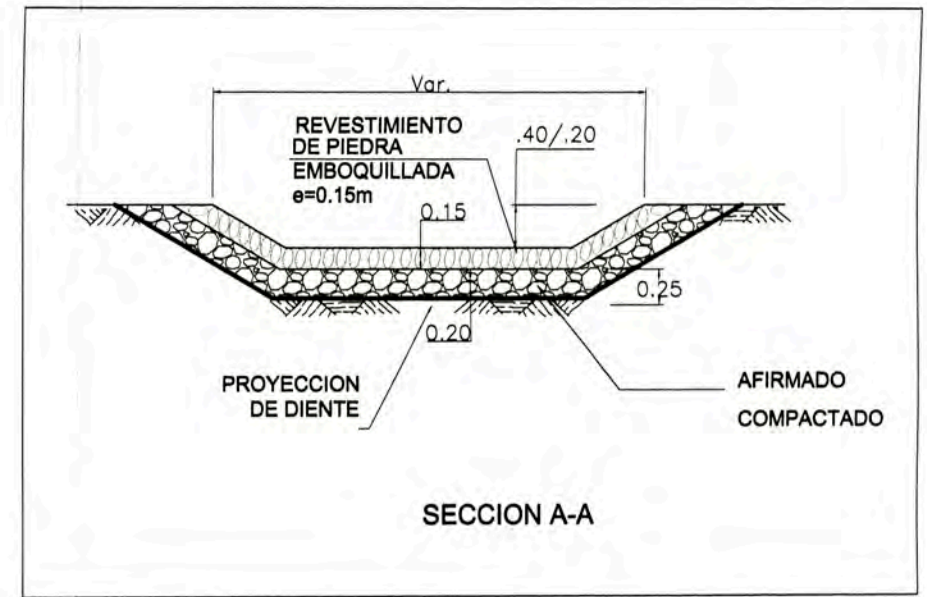
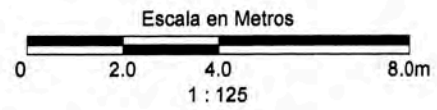
LEYENDA:

-  ENBOQUILLADO
-  TIERRA ARMADA
-  CAJA RECEPTORA
-  DISIPADOR DE ENERGÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		ESPECIALIDAD: HIDRAULICA E HIDROLOGIA	
		REV.: L.A.R	ESCALA: INDICADA
	PROYECTOS: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO		FECHA: JUNIO 09
	PLANO: ALCANTARILLA TIPO TMC Km 162+900		No PLANO: HH_04
	DIS.:	J.R.A.	

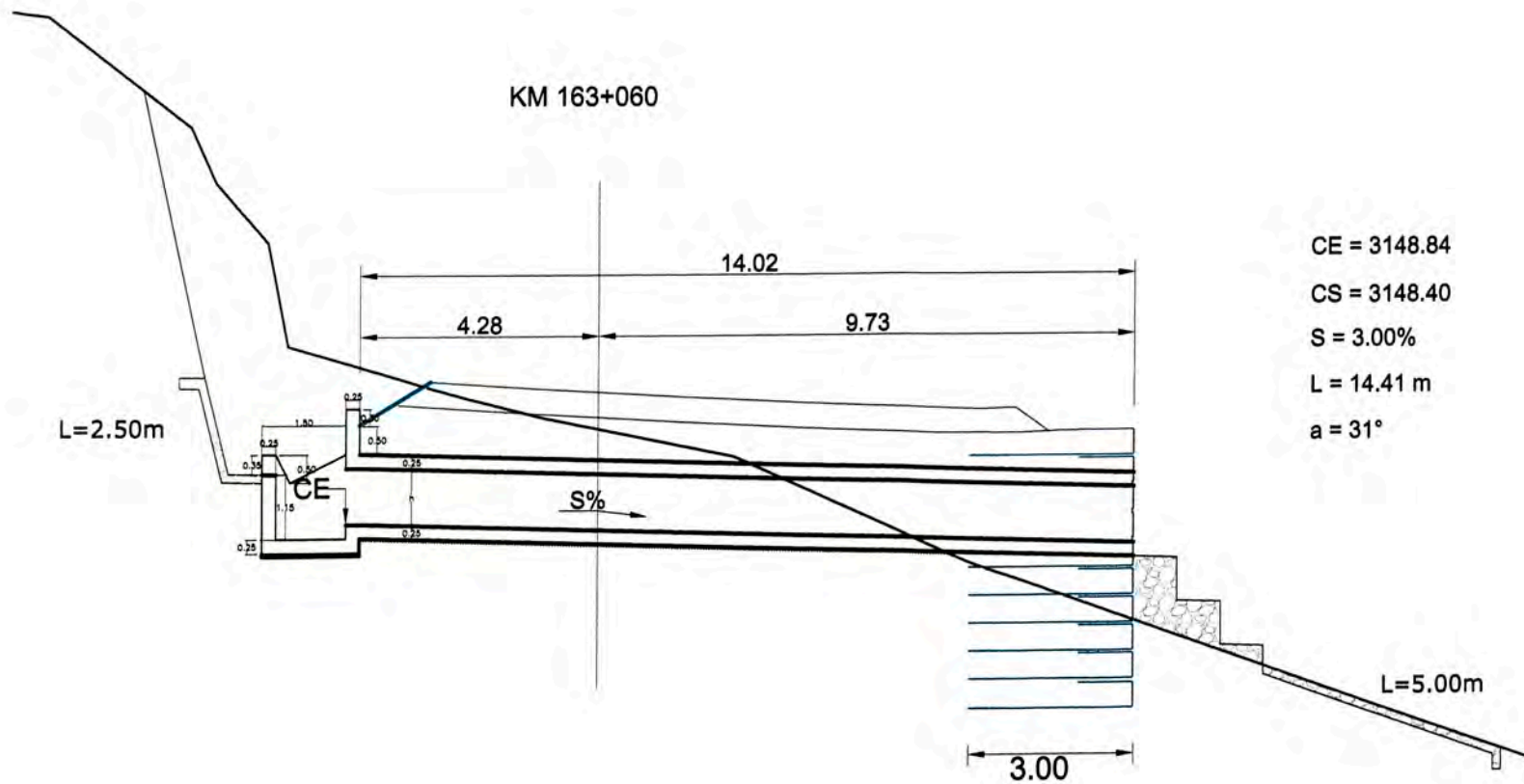


PLANTA



SECCION A-A


KM 163+060

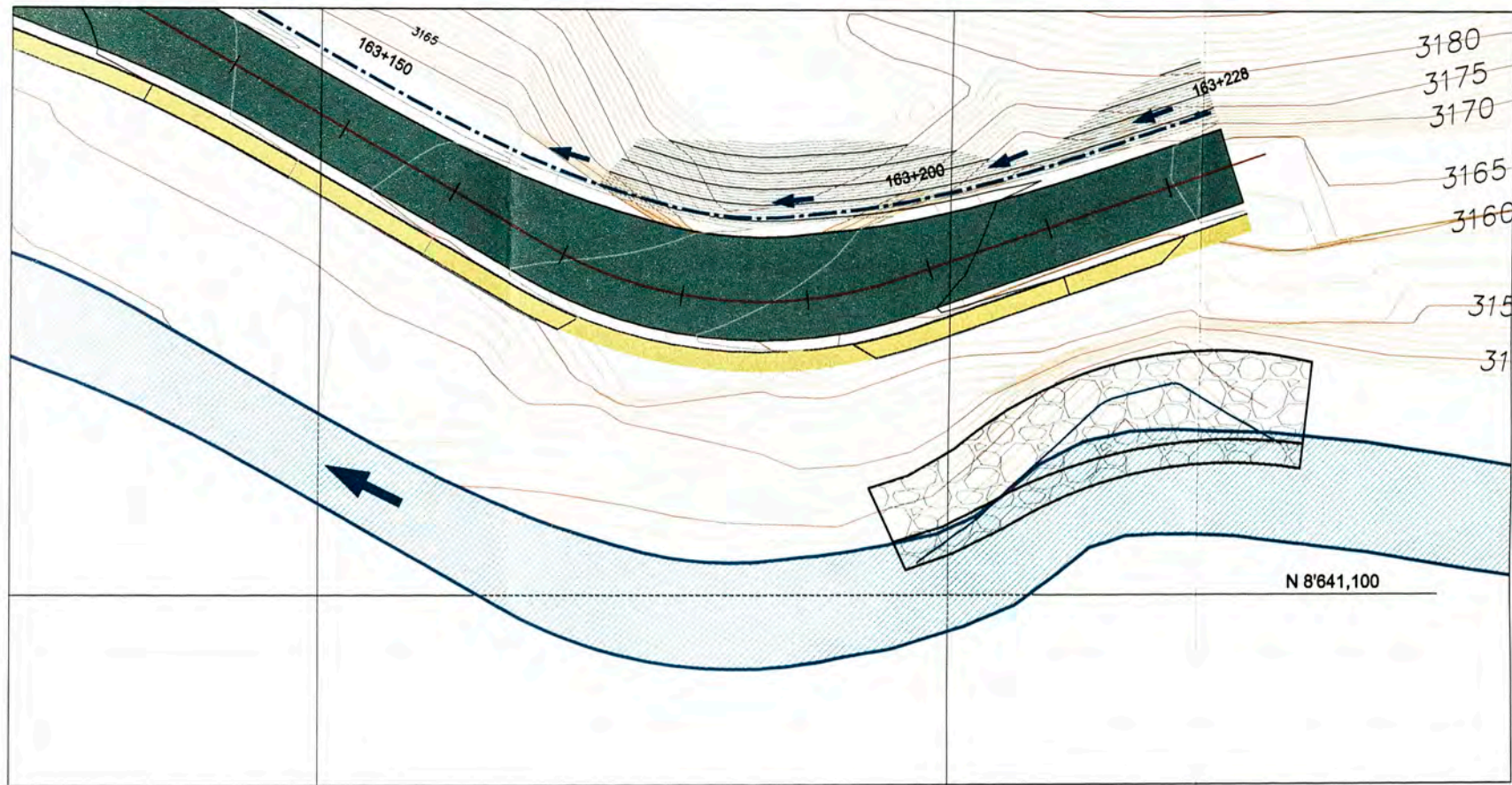


CE = 3148.84
CS = 3148.40
S = 3.00%
L = 14.41 m
a = 31°

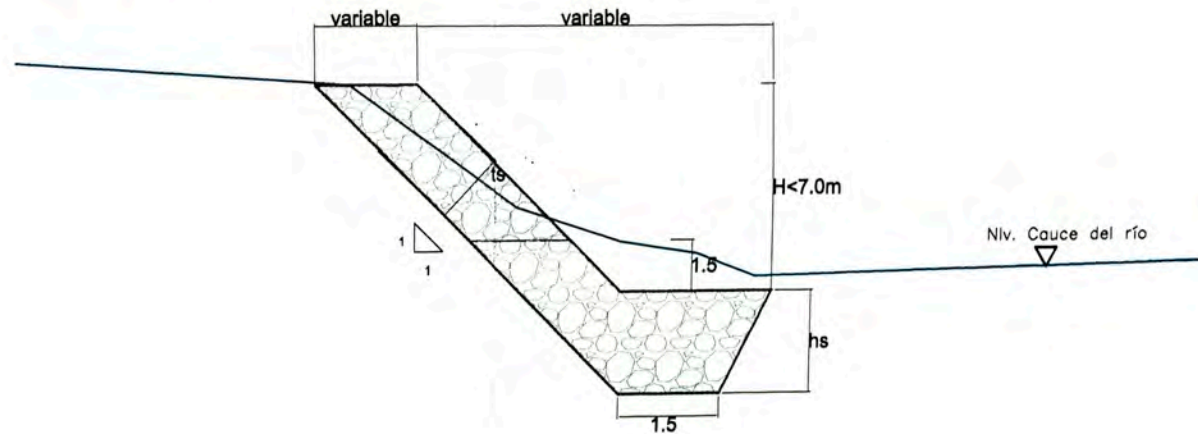
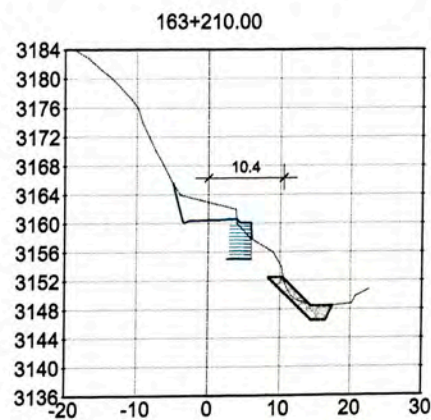
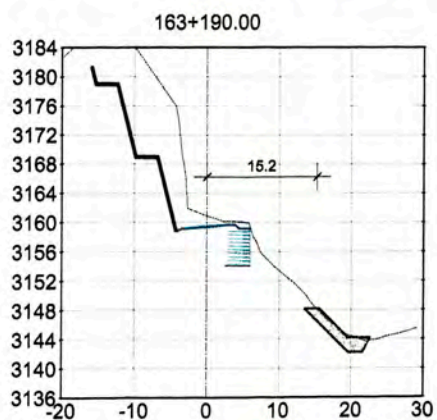
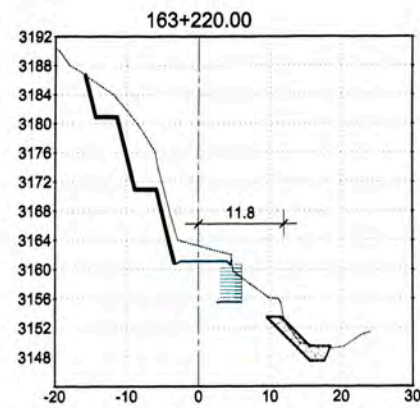
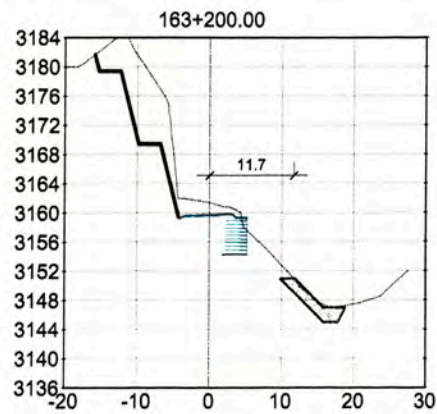
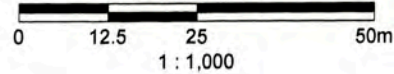
LEYENDA:


-  ENBOQUILLADO
-  TIERRA ARMADA
-  CAJA RECEPTORA
-  DISIPADOR DE ENERGÍA

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		ESPECIALIDAD: HIDRAULICA E HIDROLOGIA		
		REV.: L.A.R	ESCALA: INDICADA	
PROYECTOS:	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYS-HUANCAYO		APRO.: FIC-UNI	FECHA: JUNIO 09
PLANO:	ALCANTARILLA DE MARCO 1.5x1m Km 163+060		DIS.: J.R.A.	No PLANO: HH_05



PLANTA GENERAL
Escala en Metros



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		ESPECIALIDAD: HIDRAULICA E HIDROLOGIA	
		PROYECTOS: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO	PLANO: DEFENSA RIBEREÑA Km 163+190 AL Km 163+228	REV.: L.A.R	ESCALA: INDICADA
		DIS.: J.R.A.			No PLANO: HH_06