

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



**ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO**

**MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA  
CAÑETE - HUANCAYO DEL KM 205 + 000 AL 220+ 000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**RODOLFO JOSÉ PÉREZ FORERO**

**Lima- Perú**

**2010**

© 2010, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados  
**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”**

[rperez@knightpiesold.com](mailto:rperez@knightpiesold.com).

988605555 – 2750698

## RESUMEN

La Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo une los departamentos de Lima y Junín, la cual comunica las provincias de Cañete y Huancayo. Según el clasificador de rutas del Sistema Nacional de Carreteras, aprobado mediante DS. No 044-2008-MTC, la ruta Cañete-Yauyos-Huancayo pertenece a red departamental Ruta PE-24.

El presente informe está enfocado al diseño de las estructuras hidráulicas de la Carretera Cañete – Huancayo del km 205+000 al km 220+000, y se muestran procedimientos adecuados y análisis más detallados de los que actualmente contemplan los manuales de diseño de carreteras vigentes (DG-2001 y de bajo volumen de tránsito) respecto al tema de manejo de aguas.

Se ha realizado un estudio hidrológico detallado, aplicando los métodos estadísticos conocidos para el análisis inicial de los datos. Luego se utilizó la metodología de Onda cinemática para el cálculo de escorrentías. En base a estos resultados se evaluó el dimensionamiento de las estructuras de drenaje y evacuación de aguas superficiales.

Las cunetas y estructuras colectoras fueron evaluadas para un periodo de retorno de 5 y 10 años y la alcantarilla de cruce para un periodo de retorno de 5 años, realizando un análisis de riesgo para ambas estructuras y asumiendo una vida útil de 10 años se obtiene un 67,2% y 41% de riesgo respectivamente (ver anexo B-10).

El objetivo general del proyecto es mejorar y mantener un alto nivel de transitabilidad de la carretera a fin de facilitar una vía alterna entre los departamentos de Junín y Lima que permitan el traslado de pasajeros y carga en condiciones de continuidad, fluidez y seguridad, optimizando los costos de transporte y tiempo de viaje generando un mayor tráfico en la vía para lograr un alto nivel de desarrollo socio-económico en toda la zona de influencia del proyecto.

El problema central de la vía es su bajo nivel de transitabilidad que perjudica la integración de la población del valle del río cañete con Lima y Huancayo produciendo un efecto final expresado como: “el bajo desarrollo socio-económico, productivo y del nivel de vida de la población”.

Una vez identificado el problema central de la vía, se elaboró un análisis de alternativas con el objetivo de encontrar una óptima solución al problema de transitabilidad en la carretera en estudio. Para este análisis se ha tomado en cuenta los factores principales que afectan a la vía, como son el estado de la superficie de rodadura, el funcionamiento del sistema de drenaje, la adecuada señalización vial, entre otros.

Debido a que no todos los tramos de la carretera tienen el mismo flujo de tránsito vehicular, se ha dividido la carretera en seis tramos para analizarla. Estos tramos son: Lunahuaná-Pacarán, Pacarán-Cotahuasi, Cotahuasi-Dv. Yauyos, Dv. Yauyos-Alis, Alis-San José de Quero y San José de Quero-Roncha-Chupaca.

Gracias a este análisis, se ha identificado la demanda vehicular de cada tramo, los costos y beneficios, y se ha realizado una evaluación socioambiental, la cual ha permitido identificar los posibles impactos en el área de influencia.

Finalmente, se elaboró el expediente técnico del proyecto, el cual incluye memoria descriptiva, especificaciones técnicas, análisis de costos y presupuestos y cronograma de obra.

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

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO I. ....</b>	<b>10</b>
<b>PERFIL DEL PROYECTO .....</b>	<b>10</b>
1.1. Aspectos generales.....	10
1.1.1. Nombre del proyecto .....	10
1.1.2. Unidad formuladora y ejecutora.....	10
1.1.3. Participación de las entidades involucradas.....	10
1.1.4. Marco de referencia.....	11
1.2. Identificación .....	13
1.2.1. Diagnóstico de la situación actual .....	14
1.2.2. Definición del problema y sus causas .....	15
1.2.3. Objetivo del proyecto .....	16
1.2.4. Alternativas de solución.....	17
1.3. Formulación y costos .....	18
1.3.1. Horizonte del Proyecto (3 años) .....	18
1.3.2. Análisis de la demanda.....	19
1.3.3. Análisis de la oferta .....	19
1.3.4. Balance oferta – demanda.....	20
1.3.5. Costos.....	20
1.3.6. Beneficios .....	20
1.3.7. Evaluación .....	21
1.3.8. Análisis de Sensibilidad.....	21
1.3.9. Sostenibilidad .....	22
<b>CAPITULO II. ....</b>	<b>24</b>
<b>HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.....</b>	<b>24</b>
2.1. Fundamento teórico .....	24
2.1.1. Cuenca .....	24
2.1.2. Morfología de la cuenca .....	24
2.1.3. Tiempo de concentración .....	28
2.1.4. Precipitación .....	28

2.1.5. Relaciones intensidad-duración-frecuencia.....	30
2.1.6. Distribución temporal de la precipitación.....	30
2.1.7. Distribución espacial de la precipitación.....	30
2.1.8. Abstracciones hidrológicas.....	31
2.1.9. Escorrentía.....	32
2.1.10. Relación precipitación escorrentía.....	33
2.1.11. Modelamiento de la escorrentía.....	35
2.2. Cálculos hidrológicos.....	43
2.2.1. Información básica.....	43
2.2.2. Precipitaciones máximas de 24 horas.....	43
2.2.3. Parámetros geomorfológicos.....	45
2.2.4. Escurrimiento superficial.....	46
2.3. Sistema de drenaje existente.....	48
2.3.1. Estructuras de drenaje longitudinal.....	48
2.3.2. Estructuras de drenaje transversal.....	49
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>50</b>
<b>EXPEDIENTE TÉCNICO.....</b>	<b>50</b>
3.1. Memoria descriptiva.....	50
3.1.1. Ubicación.....	50
3.1.2. Clima y meteorología.....	50
3.1.3. Actividades Económicas.....	51
3.1.4. Descripción del Proyecto.....	51
3.2. Especificaciones técnicas de las obras de drenaje.....	52
3.2.1. Cunetas Revestidas de Piedra.....	52
3.3. Metrados.....	57
3.4. Presupuesto de obra.....	58
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.1</b>	Proyectos a nivel nacional.....	13
<b>Cuadro 1.2</b>	Características principales de la vía.....	15
<b>Cuadro 1.3</b>	Tramos de evaluación .....	18
<b>Cuadro 1.4</b>	Alternativas de solución .....	18
<b>Cuadro 1.5</b>	Análisis de sensibilidad .....	22
<b>Cuadro 2.1</b>	Relaciones entre tamaño de cuenca y tres aproximaciones comúnmente usadas.....	36
<b>Cuadro 2.2</b>	Estación pluviométrica y periodos de registro.....	44
<b>Cuadro 2.3</b>	Precipitaciones máximas de 24 horas por periodos de retorno.....	44
<b>Cuadro 2.4</b>	Parámetros Geomorfológicos para una sub-cuenca típica.....	47
<b>Cuadro 2.5</b>	Descargas pico (l/s) para 5 y 10 años de período de retorno – Método Racional.....	48
<b>Cuadro 2.6</b>	Descargas pico (l/s) para 5 y 10 años de período de retorno – Método de Onda Cinemática.....	48
<b>Cuadro 2.7</b>	Descargas pico en alcantarillas para 10 años de periodo de retorno.....	49
<b>Cuadro 3.1</b>	Régimen de precipitaciones mensuales (en mm) en el área del proyecto.....	50
<b>Cuadro 3.2</b>	Metrados .....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Grafico 2.1</b> Representación de una cuenca simple en el modelo de onda cinemática.....	40
---	----

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo A – Documentos del perfil
- Anexo B – Cálculos hidrológicos e hidráulicos
- Anexo C – Análisis de costos
- Anexo D – Figuras
- Anexo E – Fotografías

## INTRODUCCIÓN

La carretera Cañete - Huancayo es una vía alternativa a la Carretera Central. Esta vía se conectará a los nuevos corredores viales económicos planteados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que están integrados en el plan Intermodal de transportes al 2023.

Actualmente la vía se encuentra concesionada bajo la modalidad de contratación de servicios de conservación vial por niveles de servicio; sin embargo es evidente el bajo nivel de transitabilidad. La superficie de rodadura se encuentra expuesta a daños por las influencias climáticas y el deficiente control del agua proveniente de escorrentías.

La carretera en estudio tiene un nivel bajo de transitabilidad, principalmente debido a que el usuario encuentra altos costos de transporte y mantenimiento vehicular, altos tiempos de viaje, y las condiciones de seguridad no son las adecuadas. El bajo nivel de transitabilidad ya mencionado, nos indica que los principales usuarios de la carretera son los pobladores de zonas cercanas a la vía, ya que es muy baja la cantidad de vehículos que utiliza la carretera con fines turísticos o laborales.

Los estudios realizados previamente a este informe evidencian que es necesario proponer alternativas de solución para asegurar una adecuada transitabilidad y durabilidad de ésta.

Para conseguir estos objetivos será necesario conocer y comprender el comportamiento climatológico e hidrológico del área en estudio. De esta manera se contará con los elementos necesarios para evaluar el funcionamiento del sistema de drenaje superficial y elaborar las alternativas de solución para un funcionamiento y mantenimiento adecuado de éstas estructuras hidráulicas.

El presente informe presenta una propuesta enfocada al manejo de agua superficial de la carretera. El desarrollo del mismo busca evaluar el funcionamiento del actual sistema de drenaje y presentar una alternativa de

solución a los problemas que actualmente se presentan en la carretera en el tramo en estudio.

Este informe está compuesto por tres secciones principales; el Capítulo I que resume las consideraciones técnicas y económicas del estudio a nivel de perfil, realizado para la carretera Cañete – Huancayo. Describe la identificación del problema que lleva a proponer alternativas de solución, y además muestra el análisis de la viabilidad económica del proyecto.

En el Capítulo II se detallan los aspectos más importantes del análisis hidrológico e hidráulico. Inicialmente se mencionan las consideraciones teóricas utilizadas en el posterior análisis, luego muestra detalladamente el análisis hidrológico del área en estudio y finalmente en base a estos resultados se evalúa el funcionamiento de las estructuras que componen el actual sistema de drenaje.

En el Capítulo III se detalla el expediente técnico desarrollado para el proyecto de monitoreo de la conservación de la carretera Cañete – Huancayo del km 205+000 al km 220+000. Este expediente consta de una resumida memoria descriptiva, las especificaciones técnicas para las estructuras planteadas, las cuales han sido extraídas del manual EG 2000 del MTC, así como también el análisis de costos y cronograma de ejecución del proyecto.

## **CAPITULO I.**

### **PERFIL DEL PROYECTO**

#### **1.1. Aspectos generales**

##### **1.1.1. Nombre del proyecto**

“CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA-PACARAN-CHUPACA Y REHABILITACIÓN DEL TRAMO ZÚÑIGA-Dv YAUYOS - RONCHAS.”

##### **UBICACIÓN**

La Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo se encuentra entre los departamentos de Lima y Junín, la cual comunica las provincias de Cañete y Huancayo. Según el clasificador de rutas del Sistema Nacional de Carreteras, aprobado mediante DS. No 044-2008-MTC, la ruta Cañete-Yauyos-Huancayo pertenece a red departamental Ruta PE-24.

Su altitud varía desde los 165 m.s.n.m. (Cañete) hasta 3249 (Huancayo) m.s.n.m., su punto más alto se encuentra en el Abra Chaucha ubicada en el Km 195+135 con una altitud de 4751 msnm, y su longitud total es de 284.531Km aproximadamente.

##### **1.1.2. Unidad formuladora y ejecutora.**

Para el caso del presente perfil se considerará como unidad formuladora la Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil y como unidad ejecutora el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

##### **1.1.3. Participación de las entidades involucradas**

El proyecto ha generado una respuesta favorable y positiva de las diferentes instituciones, entidades y organizaciones públicas y privadas de la Provincia de Yauyos y de los pobladores del mismo, debido a que surge de una necesidad sentida por muchos años por la población de dicha zona, la misma que está relacionada con la problemática de la transitabilidad y accesibilidad vehicular y peatonal a los distritos de la Provincia de Yauyos y a los lugares turísticos del sector, que se veía restringido por las deficiencias de la infraestructura vial .

El mejoramiento de la carretera en estudio nace de la necesidad de optar por un desvío alternativo para la Carretera Central la cual actualmente no cuenta con un tránsito fluido y rápido debido a características propias de clima y topografía.

La identificación, selección y preparación del proyecto cuenta con la participación activa de las siguientes entidades:

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC
- Proviás Nacional.
- Gobierno Regional de Lima y Junín.
- Municipalidad de Cañete, Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, Yauyos, Concepción y Chupaca.
- Instituto Nacional de Cultura.
- Ministerio de Turismo.
- La población involucrada directa e indirectamente con la Carretera.
- Los productores agrícolas, quienes están directamente involucrados en el proyecto de la Conservación de la carretera Cañete – Yauyos.
- Comerciantes y asociaciones de las comunidades involucradas.
- Transportistas y usuarios de la Vía en General.

#### **1.1.4. Marco de referencia**

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

La carretera de penetración y enlace entre Huancayo-Yauyos-Cañete, fue proyectada y ejecutada por partes durante el gobierno del Presidente Augusto B. Leguía entre la década de 1920 a 1930, mediante la Ley decretada de la Conscripción Vial Territorial del Perú. Esta carretera conocida como Corredor Vial N° 13 Cañete-Lunahuaná-Chupaca-Huancayo, forma parte de la Ruta N° PE-24, con una longitud total de 281.73 km, a la cual se le brinda el servicio de Conservación Vial. Se encuentra entre los departamentos de Lima y Junín, y su ámbito de desarrollo abarca las provincias de Cañete, Yauyos, Concepción, Chupaca y Huancayo.

Como antecedentes a nivel de pre inversión, se cuenta con el perfil elaborado por el Ing. Floriano Palacios León en el año 2003. Según el Informe N° 838-2004-MTC/09.02 de fecha 07.09.2004, del Director de Inversiones de la Oficina General de Planificación y Presupuesto, dicho perfil satisface las exigencias de contenidos mínimos para un estudio a nivel de perfil establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública.

Con oficio N° 1411-2004-EF/68.01 de fecha 06.10.2004 el Director General de Programación Multianual del Sector Público del MEF autoriza la elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca.

En la Oficina de PROINVERSION existe el “Estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental para la Ampliación, Construcción y Conservación de la Carretera Lunahuaná – Huancayo (Progresiva 42+480 – 285+900), elaborado por el Consultor AYESA – ALPHA CONSULT en el año 1998 y consta de 13 tomos. El Estudio fue contratado por PROMCEPRI (Comisión de Promoción de Concesiones Privadas).

A nivel de estudio definitivo se cuenta con el que elaboró el consorcio AYESA – ALPHA CONSULT en el año 1998 mediante contrato con PROMCEPRI (Comisión de Promoción de Concesiones Privadas).

Según el Sub Programa Rehabilitación de Carreteras la ubicación del proyecto dentro del sistema de presupuesto público nacional es el No 2029342 “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca” financiado por recursos ordinarios.

### Cuadro 1.1 Proyectos a nivel nacional

#### PRINCIPALES PROYECTOS DEL SUBPROGRAMA REHABILITACIÓN DE CARRETERAS (En Miles de Nuevos Soles)

PROYECTOS	PIM	EJECUCIÓN		DPTO.
		MONTO	%	
2000270 Gestion de Proyectos	43 096,5	43 080,7	4,9	Varios
2001621 Estudios de Pre Inversión	2 171,9	2 129,1	0,2	Varios
2002060 Rehab.y Mejor.Carr.Tingo Maria - Aguaytia - Pucallpa	138 224,7	138 224,7	15,6	Ucayali San Martin
2002207 Rehab.y Mejor.Carretera Ingenio - Chachapoyas	30 444,8	25 556,3	3,0	Amazonas
2002213 Rehabilitac.Carretera Tarapoto - Juanjul	127 982,1	123 982,1	14,0	San Martin
2002603 Rehabilitac.Carretera Mojon - Chiquian	1 380,4	1 380,4	0,2	Ancash
2015970 Rehab.de la Carretera Oxapampa - Pte.Paucartambo	2 209,2	2 209,2	0,2	Pasco
2017079 Rehab.y Mejor.Carretera Izcuchaca - Huancavelica	3 445,1	3 445,1	0,4	Huancavelica
2002604 Rehabilitac. Carretera Casma - Huaraz	67 070,0	23 437,3	2,6	Ancash
2018964 Rehab.y Mejoram.Carretera .Huarney - Alja -Recuay	25 416,7	25 310,5	2,9	Ancash
2022937 Rehab.y Mejor.Carretera Trujillo - Shiran - Huamachuco	53 017,7	43 223,5	4,9	La Libertad
2026654 Rehab.y Mejor.Carret.DV Tocache - Tocache	123 726,8	119 598,8	13,5	San Martin
2027620 Concesiones Viales	391 720,1	291 707,6	33,0	Varios
2027711 Rehab.y Mejor.Carre.Patahuasi - Yauri - Sicuani	17 648,6	17 648,5	2,0	Arequipa, Cusco
2042771 Rehab.y Mejor.Carretera Ayacucho - Abancay	9 670,4	8 159,5	0,9	Apurimac, Ayacucho
2055842 Rehab.y Mejor.Carretera Santa - Huallanca	11 452,6	812,8	0,1	Ancash
2057464 Rehab.y Mejor.Carretera Panam. antigua Salas - Salas	10 470,6	3 447,8	0,4	Lambayeque
2062599 Gestion del Prog.Mejor.nivel de transitabil.a nivel nac.	2 141,4	119,7	0,0	Ica, La Libertad y Plura
2027712 Mejor.y Rehab.Carre. Catac - Huari - Pomabamba	1 924,1	1 919,4	0,2	Ancash
2029342 Rehab.y Mejor.Carre.Lunahuanua - DV.Yauyos-Chupaca	1 134,3	1 134,3	0,1	Lima
2030915 Piloto Dimensionamiento en caminos de bajo transito	4 852,4	4 852,4	0,5	Huánuco
2041941 Rehab.y Mejor.Carr.Nazca-Puquilo-Chalhuanca (urbano)	1 205,3	1 205,2	0,1	Ayacucho
Varios Otros Proyectos	11 389,3	2 736,9	0,3	
<b>TOTAL</b>	<b>1 081 795,0</b>	<b>885 321,8</b>	<b>100,0</b>	

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas. Proyecto del Sub Programa Construcción y Mejoramiento de Carreteras Presupuesto 2008.

## 1.2. Identificación

El propósito del presente capítulo es el de definir claramente el problema central que se intenta resolver con el proyecto, determinar los objetivos centrales y específicos del mismo y plantear posibles alternativas de solución.

Al proyectarse la carretera Cañete – Yauyos - Huancayo como ruta alterna a la Carretera Central, se necesitaría lograr una mejor transitabilidad para atender la demanda futura debido a que con el mejoramiento, la vía se convertirá en un corredor económico de gran importancia, es por esta razón que es competencia del Estado realizar los trabajos ahí proyectados.

Los beneficios económicos que se desarrollarán con la mejora de esta vía repercutirán en los pobladores de las zonas dentro del área de influencia elevando su nivel de vida y como consecuencia disminuyendo el nivel de pobreza, así como también al resto del país.

El 27 de diciembre de 2007, la empresa “Consorcio Gestión de Carreteras”, asume las obligaciones de contratista conservador para realizar el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete-Lunahuaná-

Pacarán-Ronchas-Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga-Dv. Yauyos-Ronchas. Actualmente, el Consorcio Gestión de Carretera (CGC), viene haciendo trabajos de mantenimiento periódico como parte de los compromisos contraídos, según los términos de referencia, dentro de la fase pre-operativa se ha realizado el Inventario Vial Calificado durante los meses de abril, mayo y junio de 2008.

### **1.2.1. Diagnóstico de la situación actual**

La carretera Cañete - Dv. Yauyos-Chupaca tiene un nivel bajo de transitabilidad, principalmente debido a que el usuario encuentra altos costos de transporte y mantenimiento vehicular, altos tiempos de viaje, y las condiciones de seguridad no son las adecuadas. El bajo nivel de transitabilidad ya mencionado, nos indica que los principales usuarios de la carretera son los pobladores de zonas cercanas a la vía, ya que es muy baja la cantidad de vehículos que utiliza la carretera con fines turísticos o laborales.

La vía se desarrolla sobre una topografía accidentada recorriendo por la margen derecha del Río Cañete.

En el tramo de Cañete-Zuñiga la estructura del pavimento se encuentra a nivel de carpeta asfáltica con anchos de 7m. En el tramo de Zuñiga-Catahuasi el pavimento presenta un tratamiento con Slurry Seal con ancho de pista de 4 a 3,20m.

En el tramo Catahuasi-Dv. Yauyos-Tinco Yauricocha presenta un tratamiento superficial monocapa con un ancho de pista variable de 2,60 a 5,20 m con ausencia de plazoletas de cruce, presenta curvas ciegas que no permiten la visibilidad de la vía debido a las curvas cerradas con peligro de deslizamiento de rocas y derrumbes de talud.

Entre Tinco - Roncha la topografía es ondulada y se encuentra sobre los 4000 msnm cuyo tramo se encuentra en plena aplicación del tratamiento monocapa, con un ancho de pista de 3,5 a 6,0m.

Entre el tramo de Roncha-Chupaca se encuentra a nivel de carpeta asfáltica cuyo ancho de pista entre 7,0m.

**Cuadro 1.2**  
**Características Principales de la Vía**

Tramo Inicial	Tramo Final	Long. Tramo (m)	Cota Inicial	Cota Fin	Dpto	Región	Topografía
Lunahuana	Pacaran	15270	523	710	Lima	Costa	ondulada
Pacaran	Zuñiga	4150	710	821	Lima	Costa	ondulada
Zuñiga	Dv. Yauyos	72600	821	2289	Lima	Sierra	accidentada
Dv. Yauyos	Ronchas	135130	2289	3458	Lima-Junin	Sierra	accidentada
Ronchas	Chupaca	16600	3458	3270	Junin	Sierra	accidentada

### 1.2.2. Definición del problema y sus causas

El problema central de la vía era su bajo nivel de transitabilidad que perjudica la integración de la población del valle del río cañete con Lima y Huancayo produciendo un efecto final expresado como: “el bajo desarrollo socio-económico, productivo y del nivel de vida de la población”.

Las causas del bajo nivel de transitabilidad se han clasificado en causas indirectas y directas las cuales provocan un efecto indirecto y directo los cuales se detallan a continuación:

#### Causas Indirectas:

- Inadecuado mantenimiento rutinario Vial
- Insuficiente señalización vial
- Inadecuado sistema de drenaje
- Insuficiente sección vial en algunos sectores
- Pendientes pronunciadas

#### Causa Directa:

- Vía en bajas condiciones de transitabilidad
- Exposición a condiciones exógenas desfavorables.

### Efectos Indirectos:

- Limitado acceso del flujo vehicular
- Disminución del nivel de las actividades de la población.

### Efectos Directos:

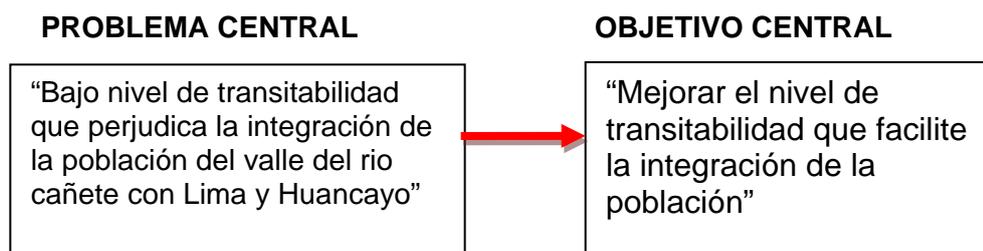
- Aumento de los costos de transporte.
- Aumento de los tiempos de viaje.
- Aumento de mermas en la carga.
- Escasa actividad económica

La figura 02 del Anexo D muestra el Árbol de Causas y Efectos.

### 1.2.3. Objetivo del proyecto

El objetivo del Proyecto es mejorar y mantener un alto nivel de transitabilidad de la Ruta PE- 24 a fin de facilitar una vía alterna entre los departamentos de Junín y Lima que permitan el traslado de pasajeros y carga en condiciones de continuidad, fluidez y seguridad, optimizando los costos de transporte y tiempo de viaje generando un mayor tráfico en la vía para lograr un alto nivel de desarrollo social-económico en toda la zona de influencia del proyecto.

Las condiciones de transitabilidad se obtiene con la mejora de la infraestructura vial y su mantenimiento para ofrecerles una mejor oferta vial a los usuarios.



### Medios de Primer Nivel

- Ausencia de derrumbes
- Eficiente mantenimiento (periódico y rutinario).
- Sistema de drenaje adecuado
- Suficiente sistema de seguridad vial

### **Medios Fundamentales**

- Vía en buenas condiciones de transitabilidad
- Baja ocurrencia de accidentes

### **Fines Indirectos**

- Flujo vehicular continuo.
- Facilidad para asistir a los colegios
- Facilidad para acudir a centro de salud en forma oportuna
- Horas hombre productivas
- Alto nivel de comercialización de productos
- Accesibilidad a los mercados locales y regionales
- Disminución de accidentes

### **Fines Directos**

- Disminución de los costos de transporte
- Accesibilidad a los servicios
- Menor tiempo de viaje por la vía
- Facilidad en el transporte de productos
- Bajo riesgo de accidentes.

La figura 03 del Anexo D muestra el Árbol de Medios y Fines.

#### **1.2.4. Alternativas de solución**

De acuerdo a los términos de referencia del proceso de selección del Proyecto de Cambio de Estándar de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo” y teniendo en consideración los valores del IMD calculados por el Consorcio en el año 2008, se ha dividido la vía en 6 tramos, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1.3**  
**Tramos de evaluación**

TRAMOS	KM.	ESTACION IMD.	IMD al 2010	SITUACION ACTUAL
LUNAHUANA - PACARAN	11.91	E2	423	ASFALTADO
PACARAN CATAHUASI	24.14	E3	420	SLURRY
CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	50	E4	47	MONOCAPA
ALIS - SAN JOSE DE QUERO	36.1	E4	47	MONOCAPA
SAN JOSE DE QUERO - RONCHA	66.2	E5	362	SLURRY
RONCHA-CHUPACA	42.43	E6	469	AFIRMADO

\* Estaciones utilizadas para el IMD.

E1: Lunahuana E4: Dv. Yauyos  
E2: Pacaran E5: Roncha  
E3: Zuñiga E6: Huarisca.

Fuente: Elaboracion Propia

**Cuadro 1.4**  
**Alternativas de solución**

TRAMOS	INICIO	FIN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
LUNAHUANA - PACARAN	km. 45+755	km. 54+662	SLURRY	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO
PACARAN CATAHUASI	km. 54+662	km. 78+805	MANTENIMIENTO	SLURRY	TSB 1"
CATAHUASI - DV. YAUYOS	km. 78+805	km. 128+805	MANTENIMIENTO	SLURRY	TSM 1"
DV. YAUYOS - ALIS	km. 128+805	km. 164+905	MANTENIMIENTO	SLURRY	TSM 1"
ALIS - SAN JOSE DE QUERO	km. 164+905	km. 231+105	MANTENIMIENTO	TSM 1"	TSB 1"
SAN JOSE DE QUERO - CHUPACA	km. 231+105	km. 273+531	SLURRY	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO

FUENTE: Elaboración Propia.

### 1.3. Formulación y costos

#### 1.3.1. Horizonte del Proyecto (3 años)

De acuerdo al contrato "Servicio de Conservación Vial de la Carretera Cañete - Lunahuaná - Chupaca y Rehabilitación de tramo Zuñiga- Dv Yauyos- Ronchas" se tiene que este vence el año 2012, de ello se deduce que el Horizonte del Proyecto es de 3 años.

### **1.3.2. Análisis de la demanda**

La demanda de viajes en el tramo en cuestión está determinada por el estudio del tráfico que se presenta en el cuadro de demanda de la carretera al año 2008, del cual se proyectó el IMD al 2010.

Ver: Anexo A-1: Análisis de la demanda

Para la proyección del tráfico se utilizará los indicadores macroeconómicos, expresados en tasas de crecimiento y otros parámetros relacionados, que permiten determinar las tasas de crecimiento del tráfico. Estos parámetros son la tasa de crecimiento anual del PBI nacional y la tasa de crecimiento anual de la población.

#### **Proyección del tráfico normal**

Para la proyección del tráfico de vehículos pesados se utilizará como criterio la tasa de crecimiento anual del PBI departamental para la región Lima y Junín de (7,3%) y (5,49%) respectivamente. La carretera en estudio se encuentra ubicado en los departamentos de Lima y Junín, además se ha tomado en consideración la tasa de crecimiento anual de la poblacional departamental de Lima con 2,2% y Junín con 0,78% al 2010, que servirá para la proyección del tráfico de vehículos ligeros y del transporte público.

#### **Tráfico generado**

El tráfico generado está relacionado al aumento del tráfico debido al Cambio de Estándar. El cálculo del tráfico generado se ha considerado como un 100% del tráfico normal.

#### **Tráfico total**

El tráfico total está compuesto por el tráfico normal y generado, asumiendo el año 2011 como inicio de operación de la carretera.

Ver: Anexo A-2: Evaluación Económica

### **1.3.3. Análisis de la oferta**

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

- Carretera a nivel de Afirmado en mal estado.
- Pendiente longitudinal variable entre 1 a 9%
- Los anchos de la calzada existente varían entre 2,50 m y 6,60 m.
- No existen bermas a los lados del camino.
- Inadecuado drenaje longitudinal, cuneta en tierra casi colmatada. La cuneta es artesanal de 0,50 m de ancho.
- Inadecuado drenaje transversal (alcantarillas y badenes en mal estado).

#### **1.3.4. Balance oferta – demanda**

El balance de Oferta-Demanda determina la interacción entre el flujo de vehículos que circulan y la capacidad vial que tiene la vía, que se verá reflejada en una adecuada transitabilidad de los vehículos y en sus costos operativos.

Cabe señalar, que los viajes están representados por el flujo de vehículos que transita por el tramo de la carretera, a efectos de la evaluación de los beneficios solo se tomará en cuenta el ahorro por Costos Operativos Vehicular (COV) por tipo de vehículo donde está incluido el ahorro del tiempo de viaje y/o de espera de los usuarios de la vías. La población beneficiaria con el proyecto son todos los habitantes residentes en las vías colindantes y adyacentes de los proyectos (directos e indirectos), que hacen uso de los servicios de transporte para su desplazamiento, como también para el traslado de sus mercancías.

#### **1.3.5. Costos**

Los costos de inversión y mantenimiento se han basado en la recopilación de información de proyectos similares y banco de datos proyectos viales del SNIP, Los factores utilizados para convertir los costos de inversión y los costos de mantenimiento a costos económicos son 0,79 y 0,75 respectivamente y tasa social de descuento será el 11%.

Ver: Anexo A-2: Evaluación Económica

#### **1.3.6. Beneficios**

Los beneficios del proyecto están representados por el ahorro de costos de operación vehicular, tiempos de viaje y en el mantenimiento con respecto a la situación sin proyecto.

La estimación de los beneficios del proyecto, se realizará en función al Método del Ahorro en Costos de Operación Vehicular (COV) y los ahorros en el mantenimiento de la vía.

### **Beneficios por ahorro en costo de operación vehicular**

Para realizar la Evaluación Económica del Proyecto se necesita el flujo de Beneficios y Costos Incrementales del Proyecto, el cual se obtiene como la diferencia de los flujos de beneficios y costos entre la situación con proyecto y sin proyecto (situación base) por alternativa de solución en cada tramo.

Ver: Anexo A-2: Evaluación Económica

#### **1.3.7. Evaluación**

Se ha realizado una evaluación económica para tres alternativas, resultando la alternativa 1 la más conveniente, pues es técnica y económicamente factible.

Ver: Anexo A-2: Evaluación Económica

#### **1.3.8. Análisis de Sensibilidad.**

En el análisis de sensibilidad se ha realizado considerando el aumento y disminución de los costos de inversión y el aumento de los beneficios a través del incremento del tráfico generado para las 3 alternativas planteadas, obteniéndose los siguientes resultados.

Ver: Anexo A-2: Evaluación Económica

**Cuadro 1.5**  
**Análisis de sensibilidad**  
**(Tráfico Generado: 100%,120%,140% Traf. Normal)**

**ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

Tramos Homogéneos	Alternativa	IMDA	IMDA
	Óptima	(+20%)	(+40%)
<b>TR1 LUNAHUANA - PACARAN</b>			
IMDA(2010)= 423			
VAN (Miles de S/.)	342,862.34	2,737,718.51	3,167,414.35
TIR (%)	N.R.	N.R.	N.R.
<b>TR2 PACARAN CATAHUASI</b>			
IMDA(2010)= 420			
VAN (Miles de S/.)	661,526.31	5,228,754.17	6,078,432.08
TIR (%)	N.R.	N.R.	N.R.
<b>TR3 CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS</b>			
IMDA(2010)= 47			
VAN (Miles de S/.)	737,796.95	3,379,409.97	3,770,630.73
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.
<b>TR4 ALIS - SAN JOSE DE QUERO</b>			
IMDA(2010)= 47			
VAN (Miles de S/.)	1,290,569.98	11,175,817.63	13,037,283.39
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.
<b>TR5 SAN JOSE DE QUERO - RONCHA</b>			
IMDA(2010)= 362			
VAN (Miles de S/.)	4,532,213.32	2,252,819.23	2,106,493.44
TIR (%)	N.A.	76%	72%
<b>TR6 RONCHA-CHUPACA</b>			
IMDA(2010)= 469			
VAN (Miles de S/.)	492,971.00	5,797,622.49	6,758,817.91
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.

### 1.3.9. Sostenibilidad

La sostenibilidad de este proyecto está dada principalmente por el adecuado mantenimiento que debe darse a la nueva infraestructura. Teniendo en cuenta que es una vía componente de la red vial nacional, la conservación estaría a cargo del Gobierno Central.

Con el mejoramiento de la vía vendría un incremento de circulación vehicular, lo que provocaría un vínculo económico entre las regiones de Lima, Junín e Ica (de manera indirecta); gobiernos que estarán dispuestos a darle la debida importancia para la realización del proyecto.

## **CAPITULO II. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**

En el presente capítulo se detallarán los conceptos más importantes en lo que concierne al plan de manejo de agua superficial en la carretera.

Para garantizar la adecuada conservación de la vía durante el horizonte del proyecto será necesario conocer y comprender el comportamiento climatológico e hidrológico del área en estudio. De esta manera se contará con los elementos necesarios para evaluar el funcionamiento del sistema de drenaje superficial y proponer soluciones para un funcionamiento y mantenimiento adecuado de éstas estructuras hidráulicas.

La evaluación realizada en campo permite obtener como conclusión preliminar que el actual sistema de drenaje no es el adecuado, ya que en la mayor parte del tramo en estudio no se observan cunetas definidas; asimismo, se ha identificado que las alcantarillas del tramo mencionado tampoco cuentan con un dimensionamiento adecuado ni se realiza el mantenimiento conveniente.

### **2.1. Fundamento teórico**

#### **2.1.1. Cuenca**

Se denomina cuenca de drenaje al espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural.

Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la cuenca hidrográfica se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas (acuíferos).

#### **2.1.2. Morfología de la cuenca**

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

La forma de la cuenca influye sobre el escurrimiento y el hidrograma resultante de una precipitación dada. La cuenca puede ser de forma alargada, donde el agua discurre en general por un solo cauce principal; o de forma ovalada, donde los escurrimientos recorren cauces secundarios hasta llegar a un cauce principal y la duración del escurrimiento es mayor. La relación área-perímetro permite determinar la forma de la cuenca mediante distintos índices. Los más utilizados son el coeficiente de Gravelius y el Rectángulo Equivalente.

### Coeficiente de Gravelius

Relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo de igual área.

$$C_g = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Cg, Coeficiente de Gravelius

P, perímetro de la cuenca en km.

A, superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>.

El valor que toma esta expresión es siempre mayor que la unidad y será mayor conforme sea más irregular forma de la cuenca. Si el valor de Cg es cercano a la unidad, la cuenca será redondeada, mientras que a mayores valores de Cg, la cuenca será alargada.

### Rectángulo equivalente

Es un rectángulo que tiene la misma superficie, perímetro y curva hipsométrica que la cuenca. Se calcula mediante las siguientes expresiones:

$$L = \frac{C_g \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{C_g} \right)^2} \right) \quad \text{y} \quad l = \frac{C_g \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{C_g} \right)^2} \right)$$

Donde:

L, altura del rectángulo.

l, base del rectángulo.

Cg, coeficiente de Gravelius.

A, superficie de la cuenca

Este parámetro es utilizado para poder comparar el comportamiento hidrológico de dos cuencas siempre que el  $C_0 \geq 1.12$ .

El relieve sobre el que una cuenca se asienta, tienen mayor influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma de la misma, debido a que con el aumento de la pendiente crece también la velocidad del agua y con ello la capacidad de erosión, por lo que se hace necesario establecer el coeficiente que caracterice el relieve de la cuenca, por ende las características de relieve se refieren al comportamiento altitudinal, tanto lineal como de superficie, de las cuencas.

### **Curva hipsométrica**

Es un diagrama de curvas utilizado para indicar la proporción de superficie con relación a la altitud. Sinónimo complementario: curva hipsográfica. El eje vertical representa las altitudes y el eje horizontal las superficies o sus porcentajes de superficie.

De la curva hipsométrica se extrae la relación de equilibrio de la cuenca

$$R_h = \frac{S_s}{S_i}$$

Esta relación indica el equilibrio dinámico de la cuenca; si  $R_h = 1$  se encuentra en equilibrio morfológico. Algunos autores atribuyen a esta relación la actividad dinámica de la cuenca.

### **Altitud media de la cuenca**

Es una relación entre el volumen de una cuenca (la superficie comprendida entre la curva hipsométrica y los ejes coordenados) y su superficie:

$$\bar{h} = \frac{V}{A}$$

Donde:

$\bar{h}$ , altura media.

V, volumen de la cuenca

A, superficie de la cuenca

### Pendiente media de la cuenca

Es la pendiente ponderada para toda la cuenca. Se obtiene a partir del cociente entre el producto de la longitud de las curvas de nivel que aparecen en la cuenca por la equidistancia entre las mismas y la superficie total de la cuenca.

$$J = 100 \cdot \frac{\sum Li \cdot E}{A}$$

Donde;

J, es la pendiente de la cuenca, en tanto por ciento.

$\sum Li$ , suma de las longitudes de las curvas de nivel en Km.

E, equidistancia entre curvas de nivel en Km.

A, superficie de la cuenca en Km<sup>2</sup>

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

### Longitud de cauce principal

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

### Densidad de drenaje

Es la longitud media del curso por unidad de superficie. Mientras mayor sea la densidad de drenaje, más rápida será la evacuación del agua de la cuenca:

$$D = \frac{\sum L}{A}$$

Donde:

D, densidad de drenaje (Km<sup>-1</sup>)

$\sum Li$ , suma de las longitudes de los cursos que se integran ala cuenca (Km).

A, superficie de la cuenca (Km.<sup>2</sup>)

### Pendiente del cauce

La fórmula más general para calcular la pendiente media del cauce principal es la siguiente:

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

Donde:

$j$ , pendiente media del cauce (%).

$H_{max}$ , altura máxima del cauce (m).

$H_{min}$ , altura mínima del cauce (m).

$L$ , longitud del cauce principal (m).

Esta fórmula se debe aplicar en cuencas pequeñas en las cuales se asume que la pendiente es uniforme a lo largo de todo el cauce principal; de no ser el caso, se deberá utilizar otros criterios que se ajusten a la topografía.

### 2.1.3. Tiempo de concentración

Es el tiempo para el cual toda la cuenca comienza a contribuir. Este parámetro se define como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida la gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca, determinándose mediante formulas experimentales.

Una de las ecuaciones muy utilizadas es la de Kirpich:

$$t_c = \left( \frac{0.870 \cdot L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

$t_c$ , tiempo de concentración en horas.

$L$ , longitud del cauce principal de la cuenca (Km.)

$H$ , diferencia de nivel entre la salida de la cuenca y el punto hidráulicamente más alejado de la cuenca.

### 2.1.4. Precipitación

Es cualquier tipo de agua que cae sobre la superficie de la Tierra. Las diferentes formas de precipitación incluyen llovizna, lluvia, nieve, granizo, agua nieve, y lluvia congelada.

Las lluvias presentan gran variación en el espacio y en el tiempo y pueden ser representadas con un mapa de isoyetas. Los mapas de isoyetas se construyen en base a información recopilada en las diversas estaciones de medición dentro de una cuenca.

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

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

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

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

### **Profundidad de precipitación**

Es el espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación sobre una superficie. Tiende a variar ampliamente dependiendo de la localización geográfica, el clima, el microclima y la época del año. La profundidad de precipitación está muy relacionada con la frecuencia de su ocurrencia.

### **Intensidad de precipitación**

Es la altura de precipitación por unidad de tiempo, generalmente se expresa en mm/h (milímetros por hora)

### **Frecuencia de precipitación**

Es el periodo de tiempo transcurrido entre las ocurrencias de dos eventos de precipitación de la misma profundidad y la misma duración. El inverso a la frecuencia de precipitación es el periodo de retorno.

#### **2.1.5. Relaciones intensidad-duración-frecuencia**

Para el caso de cuencas pequeñas es necesario determinar las curvas intensidad-duración para diversos periodos de retorno o frecuencias.

Son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno.

#### **2.1.6. Distribución temporal de la precipitación**

La distribución temporal de la precipitación juega un papel importante en la respuesta hidrológica de cuencas medianas. Para una profundidad y duración de tormenta dada, la elección de la distribución de precipitación temporal adimensional permite el desarrollo de un histograma de tormenta de diseño.

Para una profundidad y duración fija, una distribución temporal uniforme, producirá una respuesta baja, con un pico relativamente bajo y un tiempo base largo. Contrariamente, una distribución temporal altamente monouniforme producirá una respuesta rápida, con un pico relativamente alto y un tiempo base corto. En la práctica es necesaria una elección juiciosa de la distribución temporal para el cálculo exacto del flujo pico usando técnicas de modelamiento de cuencas.

#### **2.1.7. Distribución espacial de la precipitación**

La tasa de distribución espacial de la tormenta también jugará un papel importante en el modelamiento. Las tormentas que cubren grandes áreas tienden a tener forma elíptica, con un eje de alta intensidad localizado en el medio de la elipse, rodeado por el decrecimiento de la intensidad y profundidad de precipitación. Mucho más lejos, el eje de la tormenta tiende a moverse en una dirección paralela al viento dominante.

En algunos casos puede ser necesario considerar tormentas locales y generales. Para cuencas grandes, las tormentas locales son típicamente de alta intensidad cubriendo solo una fracción del área de la cuenca. Contrariamente, las tormentas generales cubren toda el área de la cuenca, aunque con baja intensidad y precipitación de larga duración.

### **2.1.8. Abstracciones hidrológicas**

Las abstracciones son procesos físicos que actúan para reducir la precipitación total en precipitación efectiva. La precipitación efectiva eventualmente va a constituir la escorrentía superficial. Entre los procesos por los que la precipitación es abstraída por la cuenca, se encuentran la intercepción, infiltración, superficie de almacenamiento, evaporación y evapotranspiración.

Los objetivos del modelamiento determinan que las abstracciones hidrológicas son importantes en cierta aplicación. Para modelos eventuales el énfasis es la infiltración.

#### **Intercepción**

Es el proceso por el que la precipitación es abstraída por la vegetación u otras formas de cobertura de la superficie. La pérdida por intercepción es la fracción de la precipitación que es retenida por la cobertura vegetal u otra superficie y también absorbida por ésta, eventualmente retornada a la atmósfera por medio de la evaporación. La intercepción es el primer proceso de abstracción que ocurre durante una tormenta.

#### **Infiltración**

Es el proceso por el que la precipitación es abstraída por la infiltración del suelo por debajo del terreno superficial. El agua abstraída se mueve lateralmente en el suelo como un interflujo hacia los cauces lagos o ríos o verticalmente por percolación dentro de los acuíferos. La infiltración es un proceso complejo y es descrito como una tasa de infiltración instantánea o también como una tasa de infiltración promedio medidas en mm/h. la profundidad total de infiltración se obtiene por la integración de la tasa de infiltración instantánea sobre la duración de la tormenta.

### **Superficie de almacenamiento**

Es el proceso por el cual la precipitación es abstraída por que es retenida en charcos, acequias y otras depresiones naturales o artificiales.

### **Evaporación**

Es el proceso por el cual el agua acumulada en la superficie del suelo que es retenida en las depresiones y los cuerpos de agua como lagos y reservorios es convertida al estado de vapor y retornada a la atmosfera. En hidrología la evaporación se refiere a la tasa neta de transferencia de agua al estado de vapor.

#### **2.1.9. Escorrentía**

Conviene distinguir entre escorrentía superficial y escorrentía en sentido amplio. La escorrentía superficial es la parte de la precipitación que se escapa de la infiltración y de la evapotranspiración y que, consecuentemente, circula por la superficie (arroyamiento en superficie). Escorrentía en sentido amplio es la circulación de agua producida en un cauce superficial.

La distinción es importante porque la escorrentía consta de varios componentes, tiene distintas aportaciones.

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

#### **Flujo superficial**

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

#### **Interflujo**

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

## Flujo subterráneo

El flujo subterráneo toma lugar en forma de flujo saturado a través de depósitos aluviales y otras formaciones que dirigen el agua por debajo del manto de suelo. Al igual que el interflujo el flujo subterráneo es un proceso lento que dirige el agua a zonas profundas que son llevadas hacia los océanos.

### 2.1.10. Relación precipitación escorrentía

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

El procedimiento más generalizado y fácil de adaptar a cualquier región es el método del número de curva (NC) desarrollado por el Soil Conservation Service (SCS) de Estados Unidos (1972). Este método se basa en la estimación directa de la escorrentía superficial de una lluvia aislada a partir de características del suelo, uso del mismo y de su cubierta vegetal. A partir de la representación de la precipitación (P) y precipitación efectiva (Pe) se obtiene una familia de curvas que fueron estandarizadas para definir un número adimensional de curva NC, que varía de 1 a 100 según sea el grado de escurrimiento directo. El NC igual a 1 indica que toda la lluvia infiltra y un NC de 100 representa el escurrimiento total de la precipitación. Los números de curva se aplican para diferentes condiciones de humedad antecedente, siendo la condición II la que corresponde a humedad media del suelo. Si en el momento de producirse la precipitación el suelo se encuentra saturado, de acuerdo con lluvias precedentes en el período de 5 días anteriores, se supone un aumento de la escorrentía (condición III); por el contrario, si el suelo está seco, la infiltración será predominante (condición I).

Una de las características de la superficie de escorrentía es su propiedad de concentración, para esto es necesario asumir que una tormenta que cae sobre una cuenca dada, produce una distribución uniforme de la intensidad de precipitación efectiva distribuida sobre todo el área de la cuenca. En tal caso, la superficie de escorrentía se concentra a la salida de la cuenca, provee la duración efectiva de la precipitación es suficientemente larga. La concentración de escorrentía implica que la tasa de flujo a la salida se incrementará gradualmente hasta que la precipitación de toda la cuenca ha tenido tiempo de

viajar hasta la salida y está contribuyendo al flujo en ese punto. En el tiempo en que la tasa de flujo máximo o de equilibrio es encausada significa que la superficie de escorrentía se ha concentrado a la salida.

La tasa de flujo de equilibrio se calcula multiplicando la intensidad de precipitación efectiva por el área de la cuenca:

$$Q_e = 2.78 \cdot I_e \cdot A$$

$Q_e$  = tasa de flujo de equilibrio (l/s)

$I_e$  = Intensidad de precipitación efectiva (mm/h)

$A$  = Área de la cuenca (Ha)

El proceso de concentración de escorrentía puede llevar a tres tipos de repuesta de una cuenca:

El primero ocurre cuando la duración de la precipitación efectiva excede el tiempo de concentración, en este caso la concentración de la escorrentía a la salida corre a su máxima tasa de equilibrio luego de transcurrido un tiempo igual al tiempo de concentración. La lluvia para en este momento y subsecuentemente los flujos en la salida no son grandemente concentrados por que no todas las cuencas están contribuyendo. Para esto se inicia la recesión del flujo hasta cero, el tiempo de concentración es aproximadamente igual al tiempo de concentración este tipo de respuesta es llamado flujo de cuenca concentrado.

El segundo tipo ocurre cuando la duración de de precipitación efectiva excede el tiempo de concentración. En este caso la escorrentía concentrada a la salida corriendo a su máxima tasa luego de transcurrido un tiempo igual al tiempo de concentración. Desde que la precipitación continúa ocurriendo toda la cuenca continúa contribuyendo al flujo a la salida y seguidamente el flujo queda concentrado igual al valor de equilibrio. Luego que la precipitación para el flujo gradualmente recesa a cero, el tiempo de recesión es aproximadamente igual al tiempo de concentración. Este tipo de respuesta es llamado flujo de cuenca subconcentrado.

El tercer tipo de respuesta ocurre cuando la duración de la precipitación efectiva es más corta que el tiempo de concentración. En este caso el flujo es en la salida no corre al valor de equilibrio. Luego de que la precipitación para, el flujo recesa

hasta regresar a cero. Los requerimientos que el volumen será conservado y el tiempo de recesión igual al tiempo de concentración permiten la respuesta de límite plano. A este tipo de respuesta se denomina flujo subconcentrado de la cuenca.

Los flujos sub concentrados son típicos de cuencas medianas y grandes, estos son aquellos con grandes tiempos de concentración.

#### **2.1.11. Modelamiento de la escorrentía**

El conocimiento de la geomorfología de una cuenca es importante en el análisis de la respuesta de la misma a un evento de tormenta significativo.

El procedimiento de tránsito ó circulación de caudales se emplea para determinar el tiempo y la magnitud (hidrograma) en un punto determinado de un curso de agua utilizando hidrogramas conocidos en puntos determinados.

Estos métodos son fundamentalmente de dos tipos, agregados (hidrológicos) y distribuidos (hidráulicos) según se calcule el flujo en función sólo del tiempo ó del espacio-tiempo, respectivamente.

El tamaño de la cuenca es una consideración importante antes de la elección de un modelo. El cuadro 2.1 muestra la aplicación de los diferentes modelos de acuerdo al tamaño de la cuenca.

**Cuadro 2.1**  
**Relaciones entre tamaño de cuenca y tres aproximaciones comúnmente usadas**

		Tamaño de la cuenca		
		Pequeña	Mediana	Grande
Métodos de aproximación	Método racional	Frecuente	No aplicable	No aplicable
	Hidrograma Unitario	No aplicable	Frecuente	Algunas veces
	Métodos de tránsito	Algunas veces	Algunas veces	Frecuente

FUENTE: Manual de referencias técnicas HEC-HMS

El Dr. Ponce sugiere los siguientes valores para los tamaños de cuenca:

- Cuenca Pequeñas: Área aproximada menor a 12.5 km<sup>2</sup>. Pueden ser modeladas asumiendo lluvias constantes en el tiempo y en el espacio.
- Cuenca Medianas: Área aproximada mayor a 12.5 km<sup>2</sup> y menor a 1040 km<sup>2</sup>. Pueden ser modeladas asumiendo lluvias constantes en el espacio pero variables en el tiempo.
- Cuenca Grandes: Área aproximada sea mayor a 1040 km<sup>2</sup>. Pueden ser modeladas asumiendo que la lluvia varía en el tiempo y en el espacio.

A continuación se detallan los métodos más usuales para el cálculo de la escorrentía en obras viales.

### Hidrograma unitario

Se define como el hidrograma de escorrentía directa resultante de una precipitación efectiva de profundidad unitaria, generada uniformemente sobre el área de la cuenca a una velocidad uniforme (intensidad constante) durante un período específico de tiempo.

El hidrograma unitario para una cuenca dada puede también ser calculado directamente usando los datos de precipitación escorrentía para eventos seleccionados o indirectamente usando las fórmulas del hidrograma unitario sintético. Mientras ambos métodos pueden ser usados sobre cuencas aforadas sólo métodos modernos son apropiados para cuencas no aforadas.

Desde que un hidrograma unitario ha sido designado solo en conexión con una duración de tormenta dada, seguidamente una cuenca puede tener diversos hidrogramas unitarios, cada uno para una diferente duración de la precipitación. Uno de los hidrogramas unitarios ha sido determinado, otro hidrograma unitario puede ser derivado de este usando uno de los siguientes métodos: método de Superposición y método del hidrograma S.

Las suposiciones para la aplicación del hidrograma unitario son las siguientes:

- El exceso de precipitación tiene intensidad constante dentro de la duración efectiva. Las tormentas seleccionadas para el análisis deben ser de corta duración, debido a que es más probable a que éstas produzcan una tasa de exceso de lluvia intensa y aproximadamente constante, arrojando un hidrograma bien definido y con pico único y tiempo base corto.
- El exceso de precipitación está distribuido en toda el área de drenaje. El hidrograma unitario puede volverse inaplicable cuando el área de drenaje es demasiado grande por ser cubierta por una lluvia distribuida aproximadamente en forma uniforme. En tales casos el área debe dividirse y cada subárea analizarse para tormentas que cubren toda la subárea.
- El tiempo base de un hidrograma de escorrentía directa resultante de un exceso de lluvia de una duración dada es constante. El tiempo base es generalmente incierto, pero depende del método de separación de flujo base. Usualmente el tiempo base es corto si se considera que la escorrentía directa solamente incluye la escorrentía superficial, pero es largo si la escorrentía directa también incluye la escorrentía subsuperficial.
- La ordenadas de todos los hidrogramas de escorrentía directa de una base de tiempo común son directamente proporcionales a la cantidad total de

escorrentía directa representada por cada hidrograma, los principios de superposición y proporcionalidad se suponen válidos de tal manera que las coordenadas  $Q_n$  del hidrograma de escorrentía directa pueden calcularse utilizando:  $Q_n = \sum_{m=1}^{n < M} P_m \cdot U_{n-m+1}$  La información hidrológica real no es verdaderamente lineal cuando se aplica la ecuación a esta. El hidrograma resultante es solamente una aproximación que es satisfactoria en muchos casos prácticos.

- Para una cuenca dada, el hidrograma resultante de un exceso de lluvia dado refleja las características no cambiantes de la cuenca. El hidrograma unitario se considera único en una cuenca dada e inviolable con respecto al tiempo. Este principio de invarianza temporal, el cual junto con los principios de superposición y proporcionalidad es fundamental para el modulo del hidrograma unitario.
- Los hidrogramas unitarios se aplican solamente cuando las condiciones del canal permanecen sin cambio y las cuencas no tienen almacenamientos apreciables. Esta condición se viola cuando el área de drenaje tiene muchos embalses o cuando las crecientes fluyen por las planicies de inundación, produciendo así, considerable almacenamiento.

### **Onda Cinemática**

El tránsito hidráulico de cuencas usando onda cinemática fue introducido por Wooding en 1965. Desde entonces, la aproximación de onda dinámica ha sido ampliamente usada en el modelamiento determinístico de cuencas. La aproximación también puede ser (agregada o distribuida, dependiendo ya sea de los parámetros que son guardados en forma constante o permiten variación en el espacio).

Las soluciones analíticas son ajustadas en modelos agregados considerando que las soluciones numéricas son las más apropiadas para modelos distribuidos. Wooding usó una configuración geométrica de libro abierto para representar físicamente el problema de avenidas de cuencas, como su nombre implica, una configuración de libro abierto consiste de dos cuencas rectangulares separadas

por un cauce y drenado lateralmente de este, en el instante en que el flujo en el cauce drena de la salida de la cuenca.

El modelo de onda cinemática para flujo superficial representa un comportamiento de flujo superficial en un plano. El modelo puede también ser usado para simular el comportamiento del flujo en los cauces de la cuenca.

Wooding usó soluciones analíticas de onda cinemática y el Método de Características para formular su método desde que la difusión está ausente para estas soluciones, el método es exactamente aplicable solo para onda cinemática. El contenido para la aplicabilidad de la onda cinemática ha sido desarrollado por Woolhiser y Liggett para flujo superficial

$$K = \frac{S_0 \cdot L}{F^2 \cdot h_0}$$

K; número cinemático de flujo

F, número de Froude correspondiente al flujo en la salida

$h_0$ , la profundidad de flujo de equilibrio a la salida.

$S_0$ , pendiente de fondo.

L, longitud del plano donde fluirá el escurrimiento superficial.

“Los valores de  $K > 20$  describen flujo fuertemente cinemático y por tanto es apropiada la solución utilizando onda cinemática.

Si el valor de K es alrededor de 10 se espera cometer un error del 10%, decreciendo exponencialmente con valores mas grandes que K.

Los modelos de transito cinemático de cuencas pueden ser aproximados en una variedad de formas. Los métodos pueden ser también: analíticos ó numéricos, agregados o distribuidos, lineales o no-lineales, plano singular, dos planos o cascada de planos.

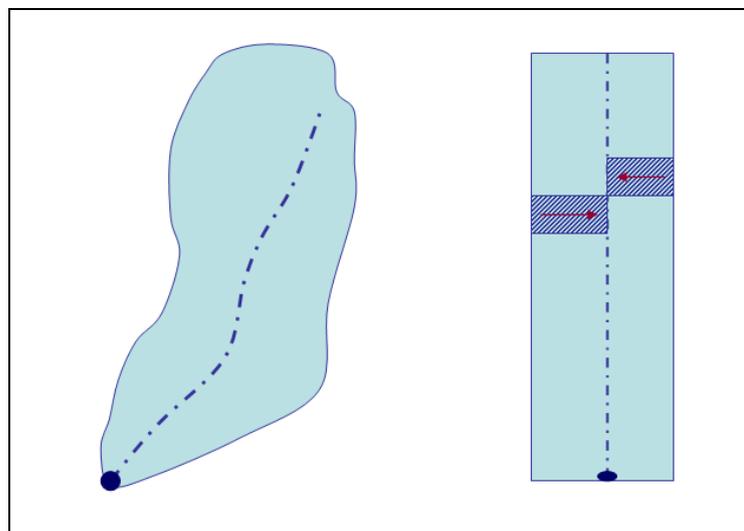
Los modelos analíticos toman ventajas de las propiedades no difusivas de la onda cinemática, por cuanto, modelos numéricos usualmente basados en el método de diferencias finitas o el método de características. Los modelos lineales asumen una celeridad de onda constante, pero los modelos no lineales

ceden esta restricción, los rasgos de la celeridad de onda variable vuelven los modelos no lineales imprácticos. Los modelos de uno y dos planos son más usados en la aproximación.

El modelo podría ser también agregado y distribuido dependiendo ya sea de las entradas y parámetros que están permitidos a variar en el espacio o no. Un modelo simplificado es el que usa entradas constantes y parámetros constantes.

### Gráfico 2.1

#### Representación de una cuenca simple en el modelo de onda cinemática



FUENTE: HEC-HMS, Technical Reference Manual

Las ecuaciones que utiliza el modelo son las ecuaciones fundamentales de flujo en canales abiertos y la ecuación de continuidad. El flujo sobre superficies planas es primariamente un flujo unidimensional. La ecuación de momentum en una dimensión en su forma no conservativa es:

$$S_f = S_0 - \frac{\partial y}{\partial x} - \frac{V}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t}$$

Donde:

$S_f$  = gradiente de energía.

$S_0$  = pendiente de fondo

$V$  = velocidad.

- $y$  = Profundidad de agua  
 $x$  = Distancia a lo largo de la trayectoria de flujo  
 $t$  = Tiempo.  
 $g$  = Aceleración debida a la gravedad  
 $\frac{\partial y}{\partial x}$  = Gradiente de presiones  
 $\frac{V}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial x}$  = Aceleración convectiva  
 $\frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t}$  = Aceleración local

El gradiente de energía puede ser estimado con la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{R^{2/3} S_f^{1/2}}{N} \cdot A$$

Donde:

- $Q$  = Caudal  
 $R$  = Radio hidráulico  
 $A$  = Área de la sección transversal  
 $N$  = Factor de resistencia que depende de la cobertura de los planos

Por continuidad la pendiente de fondo es igual a la pendiente de la línea de energía, entonces la ecuación de momentum se simplifica a:

$$S_0 = S_f$$

y la ecuación de Manning:

$$A = \alpha \cdot Q^\beta$$

Donde:

- $A$  = Área de la sección transversal húmeda.  
 $\alpha, \beta$  = Parámetros relacionados a la geometría y a la rugosidad de la superficie.

Y la ecuación de continuidad se reduce a:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

La aproximación de onda cinemática se resuelve de la misma forma para flujo superficial o flujo en canales y es como sigue:

- La ecuación diferencial parcial se aproxima con un esquema de diferencias finitas.
- Se asignan las condiciones iniciales y de borde.
- Las ecuaciones algebraicas resultantes son resueltas para encontrar las ordenadas del hidrograma desconocido.

Para estimar la escorrentía con el modelo de onda cinemática, la cuenca se debe describirse con un conjunto de elementos:

- Planos de flujo superficial: Pueden ser descritos más de dos planos que contribuyen a la escorrentía en los canales en la cuenca
- Canales subcolectores: estos son pequeños canales. (redes de drenaje de aguas de lluvia)
- Colector de canales: conduce el agua al canal principal proveniente de los subcolectores.
- El canal principal: este canal conduce agua de aguas arriba de las subcuencas y el flujo que ingresa del colector o planos de flujo superficial

El modelo de onda cinemática provee traslación y difusión, este sin embargo debido solo al tamaño de la grilla finita. El método puede ser lineal o no lineal, agregado o distribuido, dependiendo del esquema de ingreso de datos numéricos. El método es aplicable a cuencas pequeñas con pendientes empinadas donde la difusión es pequeña y puede ser controlada por el refinamiento de grillas. Teóricamente el método podría también ser aplicable a cuencas medianas, tan grande como la difusión física permanezca pequeña. En la práctica en las cuencas grandes la mayor diferencia es que la difusión física es despreciable. La naturaleza distribuida de los modelos de onda cinemática resultan en una necesidad substancial de datos, el uso de parámetros promedio volverían el modelo agregado con la consecuencia de pérdida de detalle. Una

consideración importante en los modelos de onda cinemática es la validación de la configuración geométrica. Además las descripciones de dos planos son adecuadas tan grandes como la geometría de la cuenca encaja en la configuración del modelo de dos planos.

## **2.2. Cálculos hidrológicos**

En esta sección se detalla el análisis y los resultados del análisis hidrológico del tramo en estudio. Como se ha mencionado anteriormente, la vía se desarrolla paralela al río Cañete hasta cruzar a la cuenca del Mantaro.

En base al cálculo de las precipitaciones máximas de diseño, se ha estimado caudales máximos de escorrentía, los cuales permitirán la verificación de la capacidad del sistema de drenaje existente.

### **2.2.1. Información básica**

La información básica sobre precipitación fue adquirida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Para el presente estudio se ha tomado los registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Carania, ubicada dentro de la cuenca del río Cañete en una zona cercana al tramo de la carretera en estudio.

Asimismo, el reconocimiento realizado en campo ha permitido verificar la situación actual del sistema de drenaje. A continuación se detallan el análisis de precipitaciones máximas y descargas máximas en el aspecto hidrológico.

### **2.2.2. Precipitaciones máximas de 24 horas**

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

El periodo de registro de las series de precipitaciones máximas de 24 horas utilizadas en el presente estudio se muestra en el cuadro 2.2 y los datos de precipitación mensual originales de la estación Carania se encuentran en el Anexo B-1 y los datos completos de la estación Carania se encuentran en el Anexo B-2.

**Cuadro 2.2.**  
**Estación pluviométrica y periodos de registro**

Estación	Cuenca	Norte	Este	Altitud (m.sn.m.)	Periodo de Registro	Años de Registro
Carania	Cañete	8634544	405357	3875	1966--2010	21

Fuente: Elaboración propia

Las series de máximas anuales fueron multiplicadas por un factor de corrección de 1,13 (WMO, 1973), este debido al número de mediciones realizadas por día.

Se realizaron las pruebas de ajuste de Smirnov Kolmogorov para dicha estación, considerando las funciones de distribución de probabilidades Pearson III, Log-Pearson III, Log-Normal y Gumbel, como se detalla en los Anexos B-3 a B-7. Finalmente se seleccionó la función Gumbel ya que para todas las estaciones se obtuvo un menor error respecto a los demás modelos. Sin embargo, estos no mostraron una diferencia considerable de preferencia respecto a las demás distribuciones. El cuadro 2.3 muestra los valores de precipitación por periodo de retorno.

**Cuadro 2.3.**  
**Precipitaciones máximas de 24 horas por periodos de retorno**

TR (años)	P (mm)
2	18,2
5	21,7
10	23,9
20	26,1
50	28,9
100	31,0
200	33,1

Fuente: Elaboración propia

### **2.2.3. Parámetros geomorfológicos**

En esta sección se ha realizado una caracterización de las cuencas y subcuencas que impactan al tramo en estudio, con el objetivo de determinar los parámetros fisiográficos que nos permitan contar con un conocimiento básico de cada unidad de drenaje.

La carretera recorre paralela al río Cañete hasta la divisoria con la cuenca del río Mantaro. El tramo en estudio se ubica unos kilómetros después de cruzar dicha divisoria; por este motivo se realiza una breve descripción de la cuenca del río Mantaro. La subcuenca del río Cunas es la involucrada en el tramo a ser analizado. Las cuencas y subcuencas analizadas se muestran en la figura 4 del Anexo D.

#### **Cuenca del río Mantaro**

El río Mantaro se inicia en el lago Junín a 4 080 msnm y en su recorrido cruza los departamentos de Junín (provincias de Junín, Yauli, Jauja, Concepción y Huancayo), Huancavelica y Ayacucho, antes de reingresar al departamento de Junín por la provincia de Satipo donde confluye con el río Apurímac para formar el río Ene. Sin embargo, su cuenca hidrográfica también incluye al departamento de Pasco. Pertenece a la cuenca del río Amazonas. Sus principales afluentes son el río Cunas y el río Ichu.

Su recorrido es de noroeste a sudeste y da origen al valle del Mantaro que es el principal valle del centro del Perú y el más ancho de todos los Andes centrales. Ese valle es el principal proveedor de alimentos de la ciudad de Lima.

#### **Cuenca del río Cunas**

El río Cunas es un río que se encuentra ubicado en la región Junín en la zona central del Perú. Se inicia en la Cordillera Occidental a 5 180 msnm y en su recorrido cruza la provincia de Chupaca, la provincia de Concepción y la provincia de Huancayo. Antes de reingresar en la provincia de Chupaca forma una U.

Su desembocadura se da aproximadamente a 3 220 msnm en el río Mantaro, esto en el límite de los distritos Pilcomayo y Huamancaca que están en las provincias de Huancayo y Chupaca respectivamente.

Su recorrido es de Suroeste a Noreste y entra al Valle del Mantaro en forma de V que es el principal valle del centro del Perú y el más ancho de todos los Andes centrales. Ese valle es el principal proveedor de la ciudad de Lima. La principal ciudad de todo su recorrido es Chupaca (provincia de Chupaca).

#### **2.2.4. Escurrimiento superficial**

En esta sección se detalla el cálculo de los caudales de diseño realizado para el presente estudio mediante la aplicación de procedimientos de cálculo precipitación – escorrentía y la ayuda del modelo de cálculo HEC-HMS del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos. La selección específica de métodos estuvo en función del tipo de respuesta hidrológica de las cuencas involucradas, es decir la predominancia de efectos de concentración o de difusión del flujo.

El método empleado para el cálculo de los caudales de diseño es el método de onda cinemática. Este modelo es recomendado para cuencas pequeñas y eventualmente medianas de acuerdo con la clasificación mostrada en el cuadro 2.1.

El método representa la cuenca como un conjunto de planos en los que el flujo se comporta como permanente gradualmente variado. Para el cálculo se utilizan los parámetros geométricos más importantes como longitud del plano, pendiente del plano, longitud de cauce principal, rugosidad de la superficie.

Para la transformación de la precipitación en precipitación efectiva se ha utilizado el método de Número de Curva del SCS (Soil Conservation Service), asignándose un número de curva adecuado a superficie de escorrentía. Se ha considerado que el suelo pertenece al Grupo B: Suelos poco profundos, depositados por el viento, marga arenosa. En las cuencas de terreno natural, se aprecia vegetación permanente, por lo que se ha considerado un número de curva de 79. En las áreas de aporte de la misma superficie de rodadura se ha considerado un número de curva de 98. (Tablas 5.5.1 y 5.5.2, Hidrología aplicada; Ven Te Chow, ver referencia bibliográfica 1).

La distribución de precipitación empleada es la del Soil Conservation Service Tipo II debido a que esta distribución es la más adecuada para cuencas que drenan al Océano Atlántico.

En el tramo en estudio, de la progresiva 205+000 a 220+000 se ha identificado una cantidad considerable de sub-cuencas que aportan a una porción determinada de la vía. El criterio adoptado para la división de cuencas es el estimar el flujo que ingresa a la cuneta de derivación para posteriormente descargar las aguas en una alcantarilla. De esta manera se ha determinado una sub-cuenca típica, considerando el caso más desfavorable. Las características de esta sub-cuenca se describen en el cuadro 2.4.

**Cuadro 2.4**  
**Parámetros Geomorfológicos para una sub-cuenca típica**

Area (km <sup>2</sup> )	0,1211
Pendiente media (%)	18,5
Longitud de recorrido máximo (m)	2 454
Longitud de cuneta (m)	1 000

La delimitación de las sub-cuencas se detalla en la figura 4 del Anexo D.

Con los parámetros descritos se realizó el cálculo de las descargas para los periodos de retorno de 5 y 10 años. Se observa que existen dos zonas muy diferenciadas: la cuenca alta que está compuesta por terrenos de cultivo permanente y pastos con buena capacidad de absorción y bajo escurrimiento; y la cuenca media y baja, compuesta por suelos coluviales con vegetación muy escasa típica de zonas áridas, esta zona es muy vulnerable a ser erosionada, generando riesgo de falla de las estructuras de cruce.

Los resultados obtenidos con el método racional para las laderas que drenan al tramo de estudio se muestran en el cuadro 2.5.

**Cuadro 2.5**  
**Descargas pico (l/s) para 5 y 10 años de periodo de retorno – Método Racional**

Cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Tr=5 años	Tr=10 años
C-8	0,1211	240,0	264,0
L-8	0,0024	388,0	427,0

El detalle de los cálculos realizados se muestra en el Anexo B-8.

Los resultados obtenidos con el método de onda cinemática para las laderas que drenan al tramo de estudio se muestran en el cuadro 2.6.

**Cuadro 2.6**  
**Descargas pico (l/s) para 5 y 10 años de periodo de retorno – Método de Onda Cinemática**

Cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Tr=5 años	Tr=10 años
C-8	0,1211	1,10	2,40
L-8	0,0024	9,40	10,80

El detalle de los cálculos realizados se muestra en el Anexo B-9.

Los caudales totales de escorrentía para ambos métodos resultan de magnitud muy diferente. Con el fin de aumentar el grado de precisión en el cálculo de los caudales, se ha considerado el cálculo realizado por el método de onda cinemática para la evaluación de las estructuras de drenaje existentes.

### **2.3. Sistema de drenaje existente**

El reconocimiento de campo del tramo en estudio ha permitido identificar la situación actual del sistema de drenaje existente. Esto permitirá evaluar el funcionamiento de las estructuras y proponer alternativas para el mejoramiento de dicho sistema.

#### **2.3.1. Estructuras de drenaje longitudinal**

Actualmente la vía cuenta únicamente con un sistema de cunetas paralelo a la vía. Se trata de cunetas simplemente excavadas o conformadas a base de material suelto, es decir, no presentan un revestimiento. La cuneta de sección triangular tiene 0,30 m de profundidad y 1,50 m de ancho en la parte más alta,

por lo tanto, el talud lateral de la cuneta es de 2,5H:1V. Debido a la falta de revestimiento en el sistema de derivación, ésta sección no se mantiene uniforme a lo largo del tramo, sin embargo, para fines de este estudio se asumirá que la sección es constante. La pendiente promedio del tramo en estudio es de 2%.

La escorrentía producida por precipitaciones con períodos de retorno de 5 y 10 años, mostrada en el cuadro 2.5, permite calcular el dimensionamiento para la cuneta mediante la ecuación de Manning, como se detalla en el Anexo B-10.

### 2.3.2. Estructuras de drenaje transversal

El sistema de drenaje transversal de la vía incluye obras de arte del tipo alcantarillas, las cuales en su mayoría han sido construidas en forma artesanal. A partir de la progresiva 209 + 000 se aprecian alcantarillas de concreto con diámetros desde 0,36 m a 1,20 m.

El objetivo del sistema de alcantarillas es permitir la evacuación ordenada de los flujos de cursos naturales y la recolección del flujo del sistema de drenaje longitudinal. Tomando como criterio base la descarga máxima de diseño, se ha establecido los diámetros de diseño recomendados para las estructuras de drenaje transversal, los cuales se detallan en el cuadro 2.6.

**Cuadro 2.7**  
**Descargas pico en alcantarillas para 10 años de periodo de retorno**

RANGO DE DESCARGAS DE DISEÑO	ESTRUCTURA DE DRENAJE PROYECTADA
0,4 m <sup>3</sup> /s a 1,2 m <sup>3</sup> /s	Alc 36"
< 0,4m <sup>3</sup> /s*	Alc 24"

\*calculado en función de la capacidad máxima de la alcantarilla

La mayoría de las alcantarillas observadas en el tramo tienen como función principal la recolección de cunetas, ya que debido a la topografía del área no es necesario captar el flujo en las quebradas existentes. Para dichas alcantarillas se ha utilizado un diámetro de 24", considerando una pendiente mínima de instalación de 2% y cobertura mínima de 0,60 m hasta el nivel de la sub-rasante. Los cálculos correspondientes se encuentran en el Anexo B-11.

## CAPITULO III. EXPEDIENTE TÉCNICO

### 3.1. Memoria descriptiva

#### 3.1.1. Ubicación.

La carretera Cañete - Huancayo es una vía alternativa a la Carretera Central. Esta vía se conectará a los nuevos corredores viales económicos planteados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que están integrados en el Plan Intermodal de Transportes al 2023.

El tramo de estudio correspondiente a las progresivas 205+000 a 220+000 se ubica en la provincia de Chupaca, a una altura aproximada de 4 600 m.s.n.m. La Figura 01 del Anexo D muestra la ubicación geográfica del proyecto.

Esta carretera existente, corresponde al corredor vial Nro. 13 del Programa Proyecto Perú, que comprende la conexión de las localidades de Cañete, Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, dv Yauyos, Chupaca.

#### 3.1.2. Clima y meteorología

Desde el punto de vista climático, corresponde al tipo húmedo y frío desde moderado a intenso, con una temperatura media anual máxima de 11,8 °C y una media anual mínima de 4,5 °C, produciéndose las temperaturas más bajas en los meses de junio, julio y agosto.

El comportamiento mensual de las precipitaciones en la zona presenta un periodo lluvioso comprendido entre los meses de octubre a abril, donde las precipitaciones mensuales en la estación Carania ascienden a 13 mm. El cuadro 3.1 muestra el régimen de precipitaciones mensuales de la zona.

**Cuadro 3.1**

**Régimen de precipitaciones mensuales (en mm) en el área del proyecto**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Carania</b>	13,3	11,8	10,7	11,0	2,6	1,4	0,5	1,6	3,7	9,2	8,4	11,8

Las precipitaciones mensuales son considerablemente menores durante el periodo de mayo a setiembre.

### **3.1.3. Actividades Económicas**

#### **Agricultura**

La principal actividad económica de la zona de estudio es la agricultura. En las localidades aledañas los principales cultivos son: papa, maíz, zanahoria, cebada, alfalfa, alcachofa. En la zona no hay escasez de agua, ya que se derivan para riego las aguas de la parte alta de la cuenca, además de contar con la presencia de lagunas.

#### **Ganadería**

Aunque en las poblaciones aledañas a la zona de estudio la actividad ganadera no es una de las principales actividades, y tampoco se desarrolla como una actividad económica, se practica para consumo interno. Se efectúa la crianza de especies como ganado caprino, ovino, porcino, vacuno y gallinas.

#### **Minería**

La unidad minera Yauricocha, perteneciente a la Sociedad Minera Corona S.A., está ubicada en el distrito de Allis, provincia de Yauyos, departamento de Lima.

Yauricocha explota yacimientos polimetálicos por el método de corte y relleno convencional. Del tratamiento de los minerales extraídos se obtienen concentrados de plomo, cobre-plata, zinc y óxidos.

### **3.1.4. Descripción del Proyecto.**

El proyecto permite la mejora de la transitabilidad y seguridad con la mejora de la infraestructura vial y su mantenimiento para ofrecerles una mejor oferta vial a los usuarios.

El mejoramiento de la transitabilidad se logrará asegurando la adecuada conservación de la vía mediante alternativas propuestas tanto para la superficie de rodadura como para las estructuras de drenaje.

En la actualidad, el inadecuado funcionamiento del sistema de drenaje produce un deterioro en la vía, el cual dificulta el transporte de los usuarios de la vía. Esto

trae como consecuencia que se prolonguen los tiempos de viaje, elevando el costo de sus productos, y a la vez impide que se eleve el nivel de vida de las poblaciones afectadas.

## **3.2. Especificaciones técnicas de las obras de drenaje**

### **3.2.1. Cunetas Revestidas de Piedra**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con piedra asentada con mortero de cemento, de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas, alineamientos, rasantes, dimensiones y en los sitios señalados en los planos o expediente técnico.

#### **Materiales**

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

- **Material de Relleno para el Acondicionamiento de la Superficie**

Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales apropiados, según lo especificado en la Sección 605B Rellenos para Estructuras.

- **Piedras**

Las piedras para las cunetas serán aprobadas por el Supervisor, sanas y durables de un espesor no menor de 150 mm y no mayor de 200 mm, con caras superiores aproximadamente planas, de un ancho de no menos de 50 mm y longitudes de no menos de 150 mm. Se recomienda no emplear piedras con forma y texturas que no favorezcan una buena adherencia con el mortero, tales como piedras redondeadas o cantos rodados sin fragmentar. No se utilizarán piedras intemperizadas ni piedras frágiles. De preferencia las piedras deberán ser de forma prismática, tener una cara plana como mínimo, la cual será colocada en el lado superficial del emboquillado.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Si sus superficies tienen cualquier materia extraña que reduzca la adherencia, se

limpiarán o lavarán. Serán rechazadas si tienen grasas, aceites y/o si las materias extrañas no son removidas.

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

- **Canteras**

Cortes y excavaciones para explanaciones y obras de arte

Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

(c) Agregados de base de asiento y/o relleno de intersticios

El agregado para base de asiento y/o relleno de intersticios entre las piedras, que conforman el revestimiento de las cunetas, consistirá de grava limpia y aprobada, arena, o piedra triturada cuyos tamaños pasen por el tamiz de 3/8".

- **Mortero**

El mortero a utilizar para el asentado y llenado de juntas de las piedras estará constituido de cemento y arena, en una proporción uno a tres (1:3).

- **Traslado de los Materiales**

Desde la zona de préstamo al lugar de las obras, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado y evitar afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares. Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

- **Equipo**

Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente para su acondicionamiento, carga y transporte de los materiales, elaboración del mortero; y además, se deberá disponer de elementos así como equipos manuales de compactación.

- **Acondicionamiento de la Cuneta en Tierra**

Todo material blando deformable o material inadecuado, será retirado y substituido por material adecuado. Se deberá tener en consideración los residuos que generen las sobras de excavación y depositar los excedentes en lugares de disposición final. Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud del hombre y ocasionar impactos ambientales al medio ambiente.

- **Preparación de la Superficie**

Una vez terminada el acondicionamiento (excavación y relleno), se procederá al perfilado y compactado de la superficie de apoyo, con pisón de mano de peso mínimo veinte (20) kilogramos, o bien con equipo mecánico vibratorio. Previamente a la compactación el material deberá humedecerse, la base será compacta completamente y acabada hasta obtener una superficie llana y firme. Cuando se indique en los planos, se colocará una capa de arena limpia y grava, u otro material permeable aprobado que tenga después de compactarse el espesor requerido en los planos, esta base se formará a la profundidad requerida debajo y paralela a la superficie acabada de la cuneta.

- **Preparación del Mortero**

El mortero, salvo indicación contraria del Supervisor, deberá hacerse a mano, mezclando la arena y el cemento en un recipiente limpio e impermeable hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, a continuación se agregará la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si fuera necesario preparar el mortero con mezcladora, ésta deberá ser de la capacidad adecuada y será previamente aprobada por el Supervisor. El mezclado se hará durante un minuto y medio (1½) como mínimo. No se empleará morteros de cemento después de treinta (30) minutos de haberse incorporado el agua; asimismo está prohibido el reemplado del mortero con el fin de mejorar la trabajabilidad.

- **Colocación de Piedras**

Antes de asentar las piedras, se deberán humedecerse la superficie de apoyo y las piedras que se colocarán sobre el mortero.

Las piedras se colocarán con sus superficies planas hacia arriba y sus dimensiones más largas en ángulo recto a la línea central de la cuneta; serán asentadas en hileras rectas, sobre una cama de mortero de 5 cm de espesor, de manera de obtener el mejor amarre posible y un contacto estrecho entre piedras contiguas, no se admitirán intersticios o juntas que excedan los 25 milímetros de ancho. Las piedras se asentarán teniendo cuidado de no aflojar las ya colocadas.

Las piedras así colocadas serán completamente apisonadas hasta obtener una superficie firme y en conformidad a la superficie final en rasante, alineamiento y sección transversal. Todo sector de la cuneta que tenga una superficie irregular o desigual será retirado y recolocado satisfactoriamente.

Las juntas entre piedras se llenarán completamente con mortero, y, antes del endurecimiento del mortero, se deberá enrasar la superficie del empedrado. En caso de que una piedra se afloje o quede mal asentada o se abra una de las juntas, dicha piedra será retirada, así como el mortero del lecho y las juntas, volviendo a asentar con mortero nuevo, humedeciendo el sitio del asiento. Para el desarrollo de los trabajos de colocación del mortero, no será necesario el uso de encofrados. Una vez concluido la colocación del mortero, la superficie deberá mantenerse húmeda durante tres (3) días como mínimo.

Después de que las piedras hayan sido apisonadas hasta ocupar su lugar y al superficie sea satisfactoria, los espacios o intersticios entre y alrededor de las piedras serán rellenados con grava limpia, arena limpia, o piedra triturada hasta que tal relleno quede a no menos de 10 centímetros de la superficie, después de lo cual se echará y barrerá lechada de cemento a los espacios entre las piedras, debiendo ésta operación continuar hasta que la lechada quede a no más de 1.5 centímetros por debajo de las caras superiores de las piedras. La lechada deberá ser de tal consistencia que pueda penetrar fácilmente en los espacios entre las piedras, pero no será tan aguada que la materia sólida se separe del agua. Durante el tiempo caluroso y seco la obra será protegida del sol y se mantendrá húmeda después del enlechado durante tres días por lo menos.

- **Aceptación de los Trabajos**

Se verificará el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el contratista.

Se verificará que se realice el traslado de los excedentes a los lugares de disposición final de desechos. Así también, verificará que se limpie el lugar de trabajo y los lugares que hayan sido contaminados.

Se verificará se cumplan con las consideraciones ambientales, incluido la decantación de sedimentos, cuando las cunetas y otras obras de drenaje que confluyen directamente a un río o quebrada.

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Supervisor sólo aceptará cunetas cuya forma y dimensión corresponda a la indicada en los planos o autorizadas por él. No se aceptarán 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 cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al décimo, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o expediente técnico.

El área se determinará midiendo las líneas o bordes expuestos (largo y ancho) de las cunetas señaladas en los planos o expediente técnico, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de las medidas se deberán incluir, también, los desagües de agua revestidos de piedra, correctamente construidos.

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

- **Pago**

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación aceptada por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de explotación, suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; las piedras, el material de la base de asiento y relleno de intersticios, la explotación de agregados, incluidos todos los permisos y derechos para ello; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar del mortero requerido; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas de piedra, y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados en esta Sección.

ITEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
636B Cunetas Revestidas de Piedra	Metro Lineal (m)

### 3.3. Metrados

En el caso del presente estudio que abarca la evaluación del diseño de estructuras hidráulicas de la carretera se considerarán los metrados correspondientes a la colocación, y construcción de cunetas, alcantarillas, cabezales y buzones de concreto armado, obras de protección contra erosión y subdrenes de material granular. El cuadro 3.2 muestra los metrados.

**Cuadro 3.2**  
**Metrados**

Item	Descripción	Unidad	Metrado
<b>01</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
01.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	180,00
01.02	CONCRETO F' c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	2,45
01.03	CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA	m	1.000,00
01.04	ALCANTARILLA TMC D= 24"	m	36,00

### **3.4. Presupuesto de obra**

Indica el monto total de inversión calculado en base a los metrados obtenidos y el análisis de costos unitarios. En el anexo C se detalla el análisis de costos unitarios y el valor referencial obtenido.

El monto final obtenido es de S/. 85 912,19.

## CONCLUSIONES

1. El informe a nivel de perfil del proyecto permite tener una visión aproximada del mismo para organizarlo en etapas posteriores, lo cual facilitará los cálculos y diseños a realizarse en el futuro a un mayor nivel de detalle. También permitirá identificar las actividades y tareas más críticas para el desarrollo de dicho proyecto.
2. El horizonte del proyecto para 3 años no representa necesariamente una ventaja para la elaboración de alternativas de solución, ya que es posible que la rentabilidad de las alternativas propuestas recién sea positiva a largo plazo.
3. La disponibilidad de información pluviométrica, a nivel nacional, es una seria limitación para el desarrollo de esta clase de proyectos, ya que deja una gran cantidad de vacíos en cuanto a la información, impidiendo alcanzar la precisión deseada.
4. Mediante la prueba de ajuste de Smirnov- Kolmogorov se determinó que la función de distribución de probabilidad de Gumbel es la más adecuada para el cálculo de precipitaciones máximas del área en estudio, ya que obtuvo el menor error respecto a los demás modelos utilizados.
5. Se realizó el cálculo de los caudales de escorrentía en las sub-cuencas utilizando el Método Racional y el Método de Onda Cinemática, obteniendo resultados variables en ambos métodos. Sin embargo se descartó el Método Racional debido a que al ser un método empírico es menos preciso en el cálculo, a pesar de que ambos métodos son aplicables debido a la extensión de las áreas de drenaje.
6. Las dimensiones de las estructuras de drenaje corresponden a valores mínimos requeridos para dichas estructuras, debido a que los caudales calculados para los períodos de retorno de 5 y 10 años representan volúmenes mínimos de escorrentía.

## RECOMENDACIONES

1. Para un estudio hidrológico de carreteras es necesario contar con una información de mayor precisión, tanto para la información hidrológica y climatológica, como para la información general del área como topografía de la zona, trazo de la carretera, etc. Por lo tanto, se recomienda obtener un mayor volumen de dicha información para posteriores investigaciones. Sería óptimo contar con una red de información pluviográfica, para reducir considerablemente el factor de error humano y así caracterizar adecuadamente el comportamiento de las tormentas y su influencia en cuencas pequeñas.
2. Para futuros estudios, con mayor nivel de detalle, también será necesario conocer las características geomorfológicas de las cuencas, ya que por ellas se puede predecir su comportamiento hidrológico. También es importante el conocimiento de la cobertura del suelo, identificando las principales características de la vegetación, con el objetivo de obtener mayor precisión en cuanto a las abstracciones. Se recomienda recopilar dicha información para alcanzar el nivel de detalle deseado.
3. El período de retorno para el diseño de las estructuras está directamente asociado con el riesgo, por lo que se recomienda hacer un análisis del mismo previamente a realizar un diseño, ya que este puede entregarnos una mayor precisión acerca de la vida útil de la estructura.

## BIBLIOGRAFIA

1. Chow, Ven Te, David Maidment; **“Hidrología Aplicada”**; Mc Graw-Hill; Austin-Tejas, 1994.
2. Chow, Ven Te, David Maidment; **“Hidráulica de Canales Abiertos”**; Mc Graw-Hill Bogota, 2000.
3. Federal Highway Administration, **“Hydraulic Design of Highway Culverts”**, Virginia 2001.
4. Instituto para la Mitigación de efectos del Fenómeno del Niño; **“Diseño de Defensas Ribereñas”**; Lima; 2004.
5. Instituto Italo Latino Americano (IILA)-SENAMHI-UNI; **“Estudio Hidrológico del Perú”**; Lima; 1983.
6. Ponce, Victor; **“Engineering Hydrology Principles and Practices”**; Mc Graw-Hill; New Jersey Estados Unidos; 1989.
7. United.State Army Corps; **“Hydrologic Modeling System-Technical Manual”**; Estados Unidos; 2002.
8. United States Department of Agriculture - Soil Conservation Service; **“Urban Hydrology for Small Watershed”**; Estados Unidos, 1975.



## ANEXO A-1. ANALISIS DE LA DEMANDA VEHICULAR

### 1.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE AFORO PARA EL IMD.

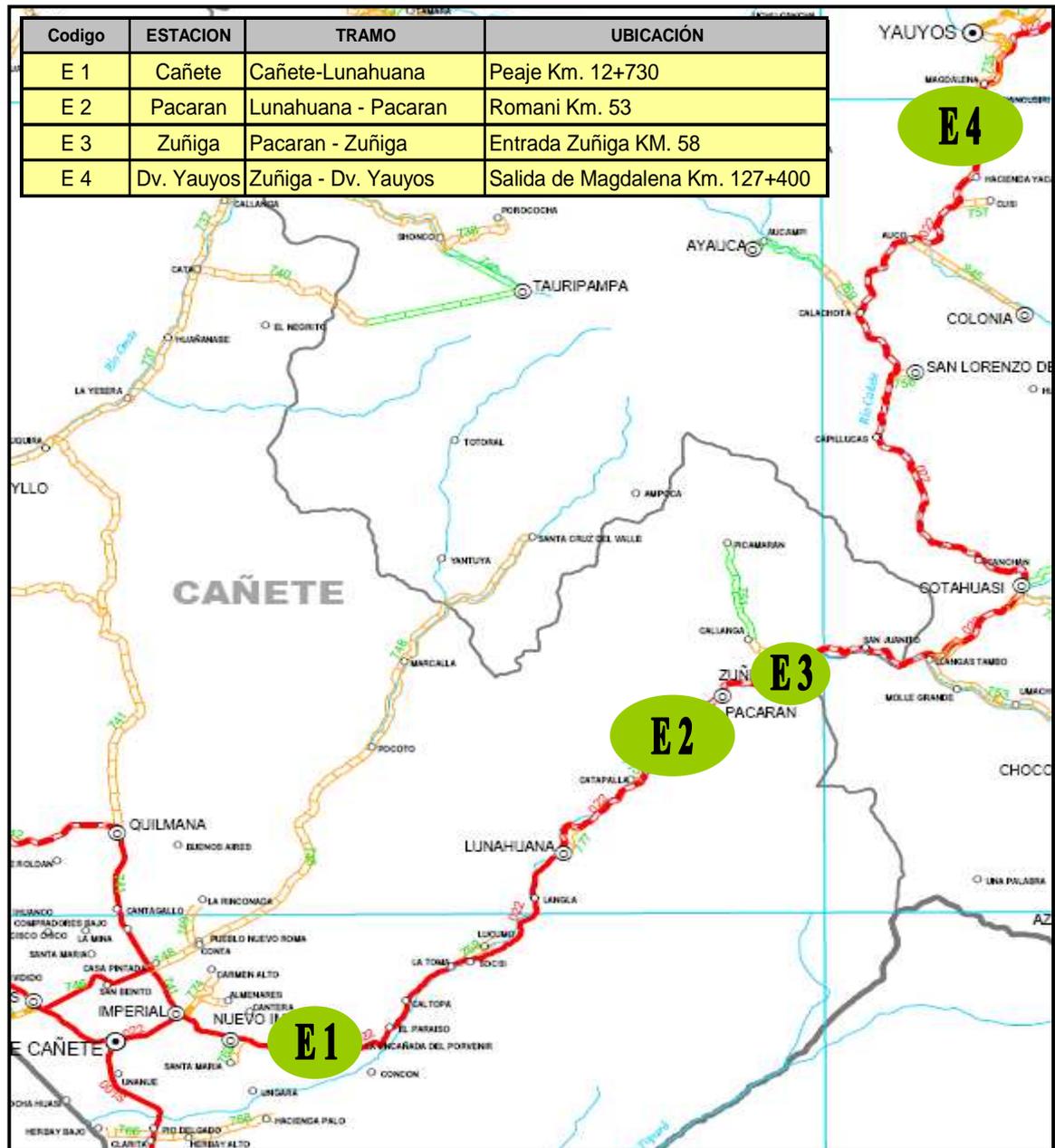
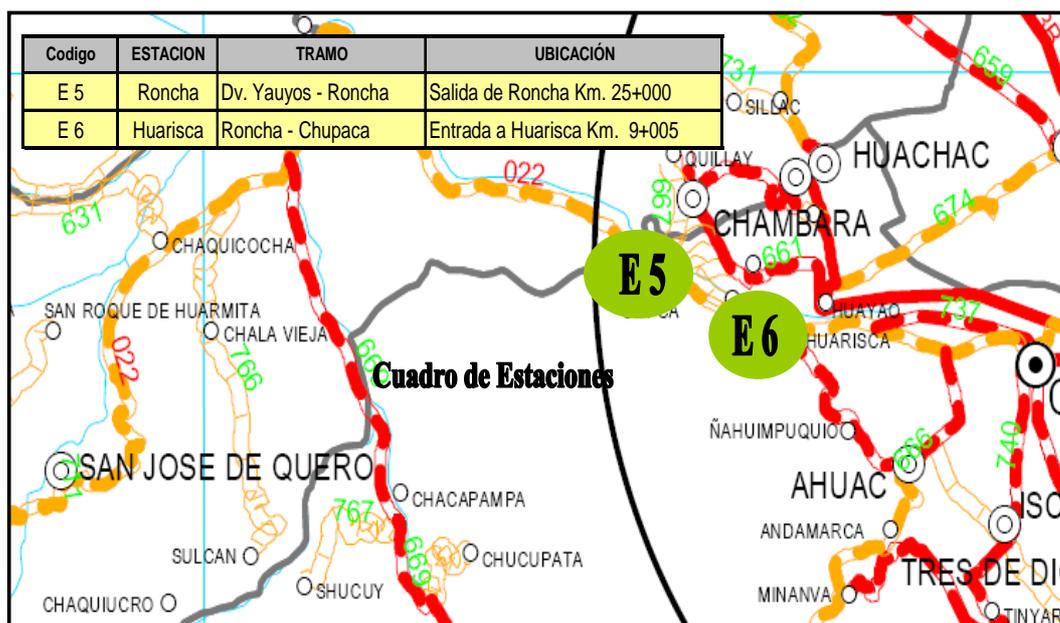


GRAFICO 3.2.1: Grafico de ubicación de las estaciones de control región Lima.



**GRAFICO 3.2.2:** Grafico de ubicación de las estaciones de control región Junín.

**CUADRO 3.2.1:** Volumen diario clasificado – Tramos de la Carretera

**CUADRO 3.2.1.1 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 2)  
TRAMO LUNAHUANA-PACARAN**

Tipo de Vehículo	Lunahuana-Pacaran	Pacaran-Lunahuana	Ambos	%
Auto	12	9	21	5%
Camioneta	93	96	189	45%
C.R.	62	58	120	29%
Micro	5	7	12	3%
Ómnibus 2	5	5	10	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	22	22	44	11%
Camión 3 Ejes	3	2	5	1%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	9	7	16	4%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	211	206	417	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Trafico 2008, CGC2 CONSORCIO DE CARRETERAS 2

**CUADRO 3.2.1.2 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 3)  
TRAMO PACARAN-ZUÑIGA**

Tipo de Vehículo	Pacaran-Zuñiga	Zuñiga-Pacaran	Ambos	%
Auto	35	41	76	18%
Camioneta	73	74	147	35%
C.R.	52	53	105	25%
Micro	9	8	17	4%
Ómnibus 2	4	4	8	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	18	18	36	9%
Camión 3 Ejes	4	4	8	2%
Camión 4 Ejes	1	1	2	0%
Semitraylers	9	10	19	5%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	205	213	418	100%
% sentido	49%	51%	100%	

Fuente: Estudio de Trafico 2008, CGC2 CONSORCIO DE CARRETERAS 2

**CUADRO 3.2.1.3 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 4)  
ZUÑIGA-DV. YAUYOS—SAN JOSE DE QUERO (TRAFICO NORMAL DE LARGA DISTANCIA)**

Tipo de Vehículo	Zuñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	San José de Quero- Dv, Yauyos-Zuñiga	Ambos	%
Auto	0	1	1	2%
Camioneta	10	10	20	38%
C.R.	2	2	4	8%
Micro	0	0	0	0%
Ómnibus 2	4	4	8	15%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	4	5	9	17%
Camión 3 Ejes	7	4	11	21%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	0	0	0	0%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	27	26	53	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Trafico 2008, CGC2 CONSORCIO DE CARRETERAS 2

**CUADRO 3.2.1.4 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 5)  
- TRAMO SAN JOSE DE QUERO-RONCHAS**

Tipo de Vehículo	San Jose de Quero-Roncha	Roncha-San José de Quero	Ambos	%
Auto	5	4	9	3%
Camioneta	106	102	208	60%
C.R.	19	18	37	11%
Micro	3	2	5	1%
Ómnibus 2	4	4	8	2%
Ómnibus +2				
Camión 2 Ejes	19	18	37	11%
Camión 3 Ejes	3	4	7	2%
Camión 4 Ejes				
Semitraylers	25	11	36	10%
Traylers				
TOTAL	184	163	347	100%
% sentido	53%	47%	100%	

Fuente: Estudio de Trafico 2008, CGC2 CONSORCIO DE CARRETERAS 2

**CUADRO 3.2.1.5 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 6)  
TRAMO RONCHAS-CHUPACA**

Tipo de Vehículo	Chupaca-Ronchas	Ronchas-Chupaca	Ambos	%
Auto	8	9	17	4%
Camioneta	164	155	319	70%
C.R.	18	15	33	7%
Micro	3	2	5	1%
Ómnibus 2	6	3	9	2%
Ómnibus +2				
Camión 2 Ejes	20	16	36	8%
Camión 3 Ejes	3	2	5	1%
Camión 4 Ejes				
Semitraylers	9	21	30	7%
Traylers				
TOTAL	231	223	454	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Trafico 2008, CGC2 CONSORCIO DE CARRETERAS 2

**TRAMOS EN EVALUACION**

TRAMOS	KM.	ESTACION	IMD	SITUACION	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
		IMD.	al 2010	ACTUAL			
LUNAHUANA - PACARAN	11,91	E2	423	ASFALTADO	SLURRY	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO
PACARAN CATAHUASI	24,14	E3	420	SLURRY	MANTENIMIENTO	TSM 1"	TSB 1"
CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	50	E4	47	MONOCAPA	MANTENIMIENTO	SLURRY	TSM 1"
ALIS - SAN JOSE DE QUERO	36,1	E4	47	MONOCAPA	MANTENIMIENTO	SLURRY	TSM 1"
SAN JOSE DE QUERO - RONCHA	66,2	E5	362	SLURRY	MANTENIMIENTO	TSM 1"	TSB 1"
RONCHA-CHUPACA	42,43	E6	469	AFIRMADO	SLURRY	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO

**\* Estaciones utilizadas para el IMD.**

E1: Lunahuana    E4: Dv. Yauyos  
 E2: Pacaran     E5: Roncha  
 E3: Zuñiga      E6: Huarisca.

Fuente: Elaboracion Propia

**CALCULO DEL VAN PARA LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

TRAMOS	SITUACION ACTUAL	CALCULO DEL VAN		
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
LUNAHUANA - PACARAN	ASFALTADO	-196 675,73	966 590,44	966 590,44
PACARAN CATAHUASI	SLURRY	1 742 701,72	-1 760 434,68	-2 905 984,04
CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	MONOCAPA	7 832 683,99	-9 528 572,28	-9 947 847,67
ALIS - SAN JOSE DE QUERO	MONOCAPA	3 652 678,91	-4 225 459,79	-8 482 914,82
SAN JOSE DE QUERO - RONCHA	AFIRMADO	7 860 819,37	1 008 281,38	1 430 512,82
RONCHA-CHUPACA	ASFALTADO	30 580,40	1 383 376,46	1 383 376,46
<b>TOTAL</b>		20 922 788,67	-12 156 218,48	-17 556 266,80

**CALCULO DEL VAN PARA LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN CATAHUASI	CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	ALIS - SAN JOSE DE QUERO	SAN JOSE DE QUERO - RONCHA	RONCHA-CHUPACA
---------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------

**Alternativa 1**

Año	Flujo Neto del Tramo	Total					
2010	-1 201 269,61	44 362,86	158 228,77	121 657,89	-2 611 324,11	-1 668 261,90	-5 156 606,09
2011	244 801,50	364 338,99	341 759,53	685 987,57	753 276,86	360 403,42	2 750 567,87
2012	263 515,99	386 719,18	363 600,95	737 092,32	807 188,26	387 691,11	2 945 807,79
2013	69 662,57	317 463,93	526 978,92	789 284,40	663 094,87	288 693,42	2 655 178,12
2014	173 203,94	335 394,52	412 626,29	846 671,52	916 523,02	443 987,07	3 128 406,36
2015	324 223,94	459 278,59	437 138,96	907 199,84	971 946,39	472 874,59	3 572 662,30
2016	346 655,23	488 619,55	461 651,63	968 815,49	1 033 606,66	504 780,66	3 804 129,22
2017	278 238,83	518 401,07	625 972,40	1 039 733,89	835 223,89	378 042,50	3 675 612,58

VAN (14%)	-196 675,73	1 742 701,72	2 025 321,08	3 652 678,91	970 258,02	30 580,40	8 224 864,39
TIR	-	-	-	-	25%	15%	54%
B/C	-0,16	-39,28	-12,80	-30,02	0,37	0,02	1,60

VAN (14%)	-477 123,82
TIR	7%
B/C	-0,09

LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN CATAHUASI	CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	ALIS - SAN JOSE DE QUERO	SAN JOSE DE QUERO - RONCHA	RONCHA-CHUPACA
---------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------

**Alternativa 2**

Año	Flujo Neto del Tramo	Total					
2010	21 887,39	-2 339 462,14	-8 684 241,23	-6 415 592,11	47 578,89	30 396,10	-17 339 433,09
2011	189 470,53	145 601,19	-138 493,36	496 543,53	2 565 303,53	272 876,92	3 531 302,35
2012	201 142,63	163 267,45	-108 638,18	560 696,29	2 723 116,03	290 082,66	3 829 666,87
2013	213 336,39	-48 644,88	-734 912,36	-4 128,56	2 882 582,24	307 560,06	2 615 792,89
2014	225 617,09	199 040,52	-41 699,74	697 821,32	3 045 355,91	325 610,99	4 451 746,08
2015	238 984,57	220 539,60	-8 230,51	773 572,32	3 209 783,30	343 903,40	4 778 552,68
2016	252 960,66	243 800,90	25 238,71	850 410,66	3 390 464,43	364 127,69	5 127 003,05
2017	267 197,57	37 659,85	-600 092,68	309 144,73	3 390 464,43	364 127,69	3 768 501,60

VAN (14%)	966 590,44	-1 760 434,68	-9 642 650,37	-4 225 459,79	12 708 617,57	1 383 376,46	-569 960,38
TIR	-	-	-	-	-	-	13%
B/C	-44,16	-0,75	-1,11	-0,66	-267,11	-45,51	-0,03

-17 339 433,09  
-13 808 130,75  
-9 978 463,88  
-7 362 670,99  
-2 910 924,91  
1 867 627,77  
6 994 630,82  
10 763 132,42

VAN (14%)	-569 960,38
TIR	10%
B/C	-0,03

VAN (14%)	#####
TIR	-42%
B/C	0,65

LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN CATAHUASI	CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	ALIS - SAN JOSE DE QUERO	SAN JOSE DE QUERO - RONCHA	RONCHA-CHUPACA
---------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------

**Alternativa 3**

Año	Flujo Neto del Tramo	Total					
2010	21 887,39	-4 246 522,14	-8 344 146,23	-11 645 392,11	47 578,89	30 396,10	-24 136 198,09
2011	189 470,53	288 223,94	-245 920,33	661 739,01	2 647 564,47	272 876,92	3 813 954,54
2012	201 142,63	310 604,13	-216 065,15	725 891,77	2 810 007,40	290 082,66	4 121 663,43
2013	213 336,39	193 012,70	-1 002 061,07	406 678,52	2 974 151,29	307 560,06	3 092 677,88
2014	225 617,09	355 981,29	-149 126,71	863 016,80	3 141 697,13	325 610,99	4 762 796,59
2015	238 984,57	383 163,54	-115 657,48	938 767,80	3 310 943,94	343 903,40	5 100 105,77
2016	252 960,66	412 504,50	-82 188,26	1 015 606,14	3 496 916,99	364 127,69	5 459 927,72
2017	267 197,57	302 094,12	-867 241,39	719 951,81	3 496 916,99	364 127,69	4 283 046,79

VAN (14%)	966 590,44	-2 905 984,04	-9 934 873,37	-8 482 914,82	13 110 065,05	1 383 376,46	-5 863 740,26
TIR	-	-	-	-	-	-	6%
B/C	-44,16	-0,68	-1,19	-0,73	-275,54	-45,51	-0,24

-24 136 198,09  
-20 322 243,55  
-16 200 580,12  
-13 107 902,24  
-8 345 105,66  
-3 244 999,88  
2 214 927,84  
6 497 974,63

VAN (14%)	-5 863 740,26
TIR	2%
B/C	-0,2429

VAN (14%)	#####
TIR	#NUM!
B/C	0,73

**CALCULO DEL VAN PARA LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN CATAHUASI	CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	ALIS - SAN JOSE DE QUERO	SAN JOSE DE QUERO RONCHA	RONCHA-CHUPACA
---------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------

**Alternativa 1**

Año	Flujo Neto del Tramo	Total					
2010	-1 201 269,61	44 362,86	158 228,77	121 657,89	-2 611 324,11	-1 668 261,90	-5 156 606,09
2011	244 801,50	364 338,99	341 759,53	685 987,57	753 276,86	360 403,42	2 750 567,87
2012	263 515,99	386 719,18	363 600,95	737 092,32	807 188,26	387 691,11	2 945 807,79
<b>VAN (14%)</b>	<b>-783 764,45</b>	<b>661 526,31</b>	<b>737 796,95</b>	<b>1 290 569,98</b>	<b>-1 329 449,77</b>	<b>-1 053 802,84</b>	<b>-477 123,82</b>
TIR	-42%	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	-28%	-40%	7%
B/C	-0,65	-14,91	-4,66	-10,61	-0,51	-0,63	-0,09

VAN (14%)	-477 123,82
TIR	7%
B/C	-0,09

LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN CATAHUASI	CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	ALIS - SAN JOSE DE QUERO	SAN JOSE DE QUERO RONCHA	RONCHA-CHUPACA
---------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------

**Alternativa 2**

Año	Flujo Neto del Tramo	Total					
2010	21 887,39	-2 339 462,14	-8 684 241,23	-6 415 592,11	47 578,89	30 396,10	-17 339 433,09
2011	189 470,53	145 601,19	-138 493,36	496 543,53	2 565 303,53	272 876,92	3 531 302,35
2012	201 142,63	163 267,45	-108 638,18	560 696,29	2 723 116,03	290 082,66	3 829 666,87
<b>VAN (14%)</b>	<b>342 862,34</b>	<b>-2 086 112,79</b>	<b>-8 889 320,19</b>	<b>-5 548 590,02</b>	<b>4 393 194,51</b>	<b>492 971,00</b>	<b>-11 294 995,15</b>
TIR	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	-42%
B/C	-15,66	-0,89	-1,02	-0,86	-92,33	-16,22	-0,65

VAN (14%)	-11 294 995,15
TIR	-42%
B/C	-0,65

VAN (14%)	-11 294 995,15
TIR	-42%
B/C	0,65

LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN CATAHUASI	CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	ALIS - SAN JOSE DE QUERO	SAN JOSE DE QUERO RONCHA	RONCHA-CHUPACA
---------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------

**Alternativa 3**

Año	Flujo Neto del Tramo	Flujo Neto del Tramo	Flujo Neto del Tramo	Total			
2010	21 887,39	-4 246 522,14	-8 344 146,23	-11 645 392,11	47 578,89	30 396,10	-24 136 198,09
2011	189 470,53	288 223,94	-245 920,33	661 739,01	2 647 564,47	272 876,92	3 813 954,54
2012	201 142,63	310 604,13	-216 065,15	725 891,77	2 810 007,40	290 082,66	4 121 663,43
<b>VAN (14%)</b>	<b>342 862,34</b>	<b>-3 754 694,33</b>	<b>-8 726 120,93</b>	<b>-10 506 369,15</b>	<b>4 532 213,32</b>	<b>492 971,00</b>	<b>-17 619 137,76</b>
TIR	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!
B/C	-15,66	-0,88	-1,05	-0,90	-95,26	-16,22	-0,73

VAN (14%)	-17 619 137,76
TIR	#¡NUM!
B/C	-0,7300

VAN (14%)	-17 619 137,76
TIR	#¡NUM!
B/C	0,73

**MEJOR ALTERNATIVA**

LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN CATAHUASI	CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	ALIS - SAN JOSE DE QUERO	SAN JOSE DE QUERO RONCHA	RONCHA-CHUPACA
---------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------

**Alternativa 2**

Año	Flujo Neto del Tramo	Total					
2010	21 887,39	44 362,86	158 228,77	121 657,89	-2 611 324,11	30 396,10	-1 976 899,10
2011	189 470,53	364 338,99	341 759,53	685 987,57	753 276,86	272 876,92	2 750 567,87
2012	201 142,63	386 719,18	363 600,95	737 092,32	807 188,26	290 082,66	2 945 807,79
<b>VAN (14%)</b>	<b>342 862,34</b>	<b>661 526,31</b>	<b>737 796,95</b>	<b>1 290 569,98</b>	<b>-1 329 449,77</b>	<b>492 971,00</b>	<b>-477 123,82</b>
TIR	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	#¡NUM!	-28%	#¡NUM!	7%
B/C	-15,66	-14,91	-4,66	-10,61	-0,51	-16,22	-0,09

**COSTOS DE MANTENIMIENTO DE CONTRATO DE OBRA (S/.)**

TRAMOS	COSTO MANTENIMIENTO ACTUAL	COSTO MANTENIMIENTO PERIODICO S/.	COSTO X AÑO S/.			TOTAL COSTO S/.
			AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	
LUNAHUANA - PACARAN	248 149,57	2 194 360,23	248 149,57	248 149,57	2 194 360,23	2 690 659,37
PACARAN - ZUÑIGA	57 546,06	0,00	57 546,06	57 546,06	57 546,06	172 638,18
ZUÑIGA - DV. YAUYOS	1 823 147,90	9 866 422,76	1 823 147,90	1 823 147,90	9 866 422,76	13 512 718,56
DV. YAUYOS - RONCHA	3 361 614,15	0,00	3 361 614,15	3 361 614,15	3 361 614,15	10 084 842,45
RONCHA - CHUPACA	220 656,21	0,00	220 656,21	220 656,21	220 656,21	661 968,63
	<b>5 711 113,89</b>	<b>12 060 782,99</b>	<b>11 422 227,78</b>		<b>15 700 599,41</b>	<b>27 122 827,19</b>

**11 422 227,78**

TIPO DE CAMBIO

2,89

**COSTOS DE MANTENIMIENTO DE CONTRATO DE OBRA (\$)**

TRAMOS	COSTO MANTENIMIENTO ACTUAL	COSTO MANTENIMIENTO PERIODICO S/.	COSTO X AÑO S/.			TOTAL COSTO S/.
			AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	
LUNAHUANA - PACARAN	85 864,90	759 294,20	85 864,90	85 864,90	759 294,20	931 024,00
PACARAN - ZUÑIGA	19 912,13	0,00	19 912,13	19 912,13	19 912,13	59 736,39
ZUÑIGA - DV. YAUYOS	630 847,02	3 413 987,11	630 847,02	630 847,02	3 413 987,11	4 675 681,16
DV. YAUYOS - RONCHA	1 163 188,29	0,00	1 163 188,29	1 163 188,29	1 163 188,29	3 489 564,86
RONCHA - CHUPACA	76 351,63	0,00	76 351,63	76 351,63	76 351,63	229 054,89
	<b>1 976 163,98</b>	<b>4 173 281,31</b>	<b>1 976 163,98</b>		<b>5 432 733,36</b>	<b>9 385 061,31</b>

**3 952 327,95**

**ANALISIS PARA 2010-2012**

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
VAN (14%)	16 051 508,91	-9 533 778,80	-15 548 957,25
TIR	222%	-32%	-41%
B/C	3,11	0,55	0,64

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

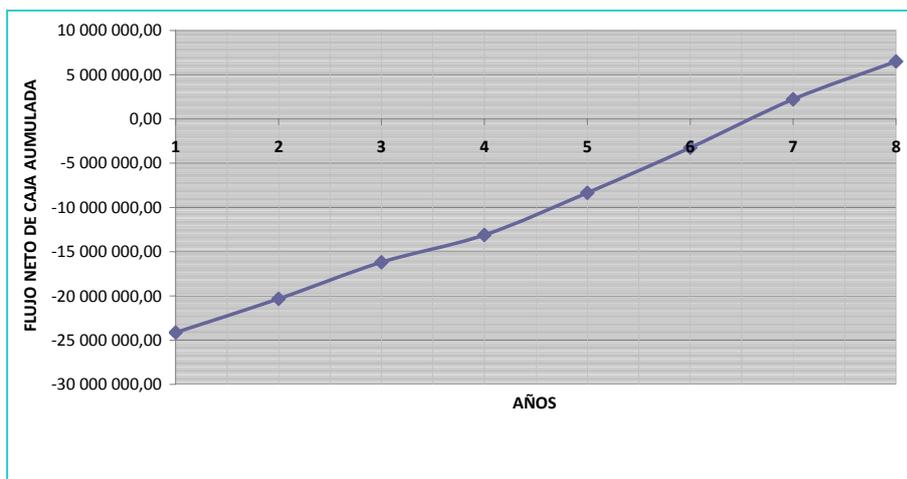
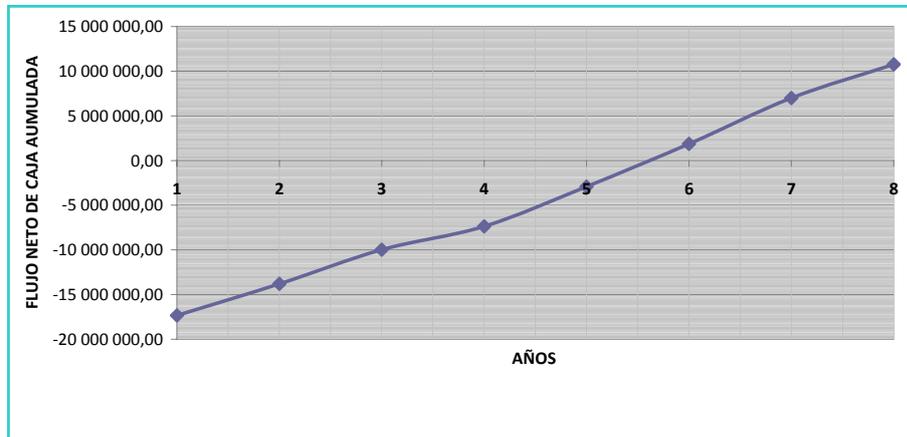
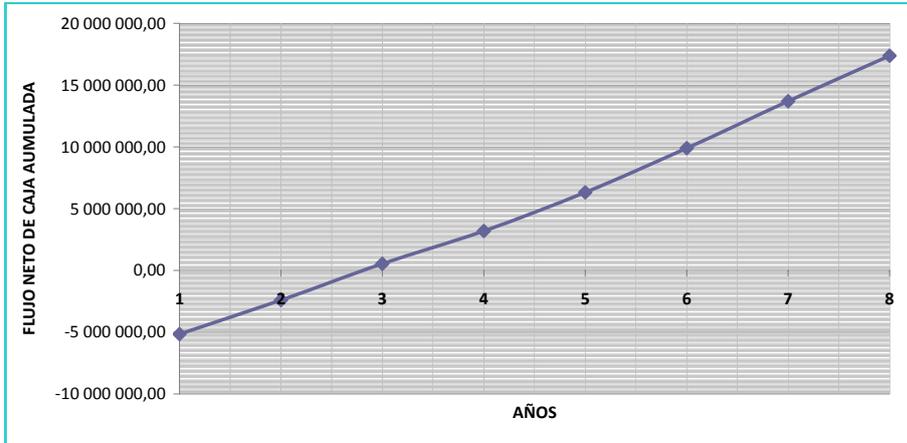
Tramos Homogéneos	Alternativa Optima	IMDA (+20%)	IMDA (+40%)
<b>TR1 LUNAHUANA - PACARAN</b>			
IMDA(2010)= 423			
VAN (Miles de S/.)	342 862,34	2 737 718,51	3 167 414,35
TIR (%)	N.R.	N.R.	N.R.
<b>TR2 PACARAN CATAHUASI</b>			
IMDA(2010)= 420			
VAN (Miles de S/.)	661 526,31	5 228 754,17	6 078 432,08
TIR (%)	N.R.	N.R.	N.R.
<b>TR3 CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS</b>			
IMDA(2010)= 47			
VAN (Miles de S/.)	737 796,95	3 379 409,97	3 770 630,73
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.
<b>TR4 ALIS - SAN JOSE DE QUERO</b>			
IMDA(2010)= 47			
VAN (Miles de S/.)	1 290 569,98	11 175 817,63	13 037 283,39
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.
<b>TR5 SAN JOSE DE QUERO - RONCHA</b>			
IMDA(2010)= 362			
VAN (Miles de S/.)	4 532 213,32	2 252 819,23	2 106 493,44
TIR (%)	N.A.	76%	72%
<b>TR6 RONCHA-CHUPACA</b>			
IMDA(2010)= 469			
VAN (Miles de S/.)	492 971,00	5 797 622,49	6 758 817,91
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.

Tramos Homogéneos	Alternativa Optima	IMDA (+20%)	IMDA (+40%)
<b>TR1 LUNAHUANA - PACARAN</b>			
IMDA(2010)= 423			
VAN (Miles de S/.)	2 287 450,64	2 737 718,51	3 167 414,35
TIR (%)	N.R.	N.R.	N.R.
<b>TR2 PACARAN CATAHUASI</b>			
IMDA(2010)= 420			
VAN (Miles de S/.)	4 410 920,56	5 228 754,17	6 078 432,08
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.
<b>TR3 CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS</b>			
IMDA(2010)= 47			
VAN (Miles de S/.)	2 876 172,47	3 379 409,97	3 770 630,73
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.
<b>TR4 ALIS - SAN JOSE DE QUERO</b>			
IMDA(2010)= 47			
VAN (Miles de S/.)	9 408 542,21	#####	#####
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.
<b>TR5 SAN JOSE DE QUERO - RONCHA</b>			
IMDA(2010)= 362			
VAN (Miles de S/.)	713 204,82	2 252 819,23	2 106 493,44
TIR (%)	34%	76%	72%
<b>TR6 RONCHA-CHUPACA</b>			
IMDA(2010)= 469			
VAN (Miles de S/.)	4 897 919,46	5 797 622,49	6 758 817,91
TIR (%)	N.A.	N.A.	N.A.

TRAMOS	IMD (2010)	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012
LUNAHUANA - PACARAN	423	297 214,65	315 929,13	189 470,53	201 142,63	189 470,53	201 142,63
PACARAN CATAHUASI	420	364 338,99	386 719,18	281 955,20	299 621,46	364 338,99	386 719,18
CATAHUASI - DV. YAUYOS-ALIS	47	183 530,76	205 372,18	240 412,73	270 267,90	240 412,73	270 267,90
ALIS - SAN JOSE DE QUERO	47	685 987,57	737 092,32	870 472,08	934 624,84	870 472,08	934 624,84
<b>SAN JOSE DE QUERO - RONCHA</b>	<b>362</b>	<b>867 212,73</b>	<b>921 124,13</b>	<b>2 565 303,53</b>	<b>2 723 116,03</b>	<b>2 647 564,47</b>	<b>2 810 007,40</b>
RONCHA-CHUPACA	469	433 192,11	460 479,80	272 876,92	290 082,66	272 876,92	290 082,66
<b>TOTAL</b>		<b>2 831 476,81</b>	<b>3 026 716,73</b>	<b>4 420 490,98</b>	<b>4 718 855,51</b>	<b>4 585 135,71</b>	<b>4 892 844,60</b>

**FLUJO DE CAJA EN LA CARRETERA "CAÑETE - DV. YAUYOS - CHUPACA (PE 24)"**  
**TRAMO: Roncha - Chupaca, Km. 256+990 al Km. 273+531**

Grafico 3.7.1. - Flujo de Caja de la Alternativa 1 - Mantenimiento





Anexo B-2

Precipitaciones máximas anuales de 24 horas en la estación Carania

Año	Estación	
	P (mm)	P' (mm) <sup>(1)</sup>
1960		
1961		
1962		
1963		
1964		
1965		
1966	21,6	24,4
1967		
1968		
1969		
1970		
1971	18,0	20,3
1972		
1973	22,6	25,5
1974	16,8	19,0
1975	16,0	18,1
1976	19,3	21,8
1977		
1978	15,1	17,1
1979		
1980		
1981		
1982		
1983	16,6	18,8
1984		
1985		
1986		
1987	20,9	23,6
1988		
1989	24,4	27,6
1990		
1991		
1992	15,1	17,1
1993	16,0	18,1
1994	14,1	15,9
1995	13,5	15,3
1996		
1997		
1998	14,1	15,9
1999		
2000		
2001		
2002		
2003		
2004		
2005	15,4	17,4
2006	14,6	16,5
2007	14,8	16,7
2008	18,2	20,6
2009	12,7	14,4
2010	10,9	12,3
N	21	21
PROMEDIO	16,7	18,9
MAXIMA	24,4	27,6
MINIMA	10,9	12,3

1. Las series de máximas anuales fueron multiplicadas por un factor de corrección de 1,13 (WMO, 1973), este debido al número de mediciones realizadas por día.

**Anexo B-3**  
**Prueba de bondad de ajuste - Kolmogorov - Smirnov**

m de orden	Po (mm)	P WEIBULL	P Pearson III	P Log Pearson III	P Log Normal	P Gumbel
1	27,57	0,0455	0,0311	0,0233	0,0222	0,0069
2	25,54	0,0909	0,0272	0,0253	0,0371	0,0011
3	24,41	0,1364	0,0536	0,0525	0,0529	0,0158
4	23,62	0,1818	0,0616	0,0636	0,0702	0,0341
5	21,81	0,2273	0,0169	0,0250	0,0211	0,0041
6	20,57	0,2727	0,0436	0,0309	0,0265	0,0370
7	20,34	0,3182	0,0201	0,0045	0,0005	0,0078
8	18,98	0,3636	0,0765	0,0782	0,0861	0,0727
9	18,76	0,4091	0,0547	0,0534	0,0644	0,0476
10	18,08	0,4545	0,0803	0,0716	0,0922	0,0662
11	18,08	0,5000	0,0348	0,0261	0,0467	0,0207
12	17,40	0,5455	0,0604	0,0467	0,0757	0,0425
13	17,06	0,5909	0,1302	0,1434	0,0670	0,0314
14	17,06	0,6364	0,0847	0,0980	0,0215	0,0141
15	16,72	0,6818	0,0569	0,0673	0,0121	0,0252
16	16,50	0,7273	0,0233	0,0319	0,0099	0,0478
17	15,93	0,7727	0,0073	0,0122	0,0004	0,0374
18	15,93	0,8182	0,0382	0,0333	0,0451	0,0828
19	15,26	0,8636	0,0483	0,0466	0,0305	0,0650
20	14,35	0,9091	0,0467	0,0470	0,0108	0,0370
21	12,32	0,9545	0,0139	0,0203	0,0246	0,0182
			0,1302	0,1434	0,0922	0,0828

$$\Delta_{\text{m\acute{a}x}} = |P_{\text{EXP}} - P_{\text{TEO}}| = 0,0828$$

$$\Delta_{\text{tablas}} \quad 0,3380 \quad ;$$

$$\Delta_{\text{tablas}} \quad 0,2660 \quad ;$$

$$\alpha = 5\%$$

$$\alpha = 20\%$$

$$\Delta_{\text{m\acute{a}x} < \Delta_{\text{tablas}}$$

OK

OK



**Anexo B-4**  
**Distribución Pearson Tipo III**

Media ( $P_o$ )	18,871		
Des. Std ( $P_o$ )	3,879		
Coef. asimetría	0,714	$k$	0,118984344

# de orden	$P_o$ (mm)	$K$	$P_{TEORICA}$	$P_{NO EXCEDENCIA}$	$Tr$ (AÑOS)
1	27,57	2,243	0,0143	0,9857	69,714
2	25,54	1,719	0,0637	0,9363	15,694
3	24,41	1,427	0,0827	0,9173	12,085
4	23,62	1,223	0,1202	0,8798	8,321
5	21,81	0,757	0,2103	0,7897	4,755
6	20,57	0,437	0,3163	0,6837	3,161
7	20,34	0,379	0,2981	0,7019	3,355
8	18,98	0,029	0,4401	0,5599	2,272
9	18,76	-0,029	0,4638	0,5362	2,156
10	18,08	-0,204	0,5348	0,4652	1,870
11	18,08	-0,204	0,5348	0,4652	1,870
12	17,40	-0,379	0,6059	0,3941	1,651
13	17,06	-0,466	0,7211	0,2789	1,387
14	17,06	-0,466	0,7211	0,2789	1,387
15	16,72	-0,553	0,7388	0,2612	1,354
16	16,50	-0,612	0,7505	0,2495	1,332
17	15,93	-0,757	0,7800	0,2200	1,282
18	15,93	-0,757	0,7800	0,2200	1,282
19	15,26	-0,932	0,8153	0,1847	1,227
20	14,35	-1,165	0,8624	0,1376	1,160
21	12,32	-1,690	0,9684	0,0316	1,033

**Anexo B-5**  
**Distribución LogPearson III**

Media (Log Q <sub>o</sub> )	1,267
Des. Std (Log Q <sub>o</sub> )	0,087
Coef. asimetría	0,254

*k* 0,04228127

# de orden	P <sub>o</sub> (mm)	Log (Q <sub>o</sub> )	K	P <sub>TEORICA</sub>	P <sub>NO EXCEDENCIA</sub>	Tr (AÑOS)
1	27,57	1,440	1,992	0,0222	0,9778	45,037
2	25,54	1,407	1,609	0,0656	0,9344	15,240
3	24,41	1,388	1,382	0,0839	0,9161	11,920
4	23,62	1,373	1,218	0,1183	0,8817	8,456
5	21,81	1,339	0,820	0,2022	0,7978	4,945
6	20,57	1,313	0,526	0,3036	0,6964	3,294
7	20,34	1,308	0,471	0,3227	0,6773	3,099
8	18,98	1,278	0,126	0,4418	0,5582	2,263
9	18,76	1,273	0,067	0,4625	0,5375	2,162
10	18,08	1,257	-0,117	0,5261	0,4739	1,901
11	18,08	1,257	-0,117	0,5261	0,4739	1,901
12	17,40	1,241	-0,308	0,5921	0,4079	1,689
13	17,06	1,232	-0,407	0,7343	0,2657	1,362
14	17,06	1,232	-0,407	0,7343	0,2657	1,362
15	16,72	1,223	-0,507	0,7492	0,2508	1,335
16	16,50	1,217	-0,575	0,7592	0,2408	1,317
17	15,93	1,202	-0,749	0,7849	0,2151	1,274
18	15,93	1,202	-0,749	0,7849	0,2151	1,274
19	15,26	1,183	-0,967	0,8170	0,1830	1,224
20	14,35	1,157	-1,272	0,8621	0,1379	1,160
21	12,32	1,091	-2,036	0,9749	0,0251	1,026

## Anexo B-6 Distribución Log-Normal

Media (Ln P <sub>o</sub> )	18,871	2,918
Des. Std (Ln P <sub>o</sub> )	3,879	0,200

# de orden	Po (mm)	Ln (P <sub>o</sub> )	f(x)	P = 1 - P	T <sub>r</sub> (años)
1	27,57	3,317	0,977	0,023	43,0945
2	25,54	3,240	0,946	0,054	18,5714
3	24,41	3,195	0,917	0,083	11,9884
4	23,62	3,162	0,888	0,112	8,9569
5	21,81	3,082	0,794	0,206	4,8503
6	20,57	3,024	0,701	0,299	3,3414
7	20,34	3,013	0,681	0,319	3,1375
8	18,98	2,944	0,550	0,450	2,2238
9	18,76	2,932	0,527	0,473	2,1121
10	18,08	2,895	0,453	0,547	1,8291
11	18,08	2,895	0,453	0,547	1,8291
12	17,40	2,857	0,379	0,621	1,6100
13	17,06	2,837	0,342	0,658	1,5200
14	17,06	2,837	0,342	0,658	1,5200
15	16,72	2,817	0,306	0,694	1,4411
16	16,50	2,803	0,283	0,717	1,3940
17	15,93	2,768	0,227	0,773	1,2934
18	15,93	2,768	0,227	0,773	1,2934
19	15,26	2,725	0,167	0,833	1,2003
20	14,35	2,664	0,102	0,898	1,1132
21	12,32	2,511	0,021	0,979	1,0213

**Anexo B-7**  
**Distribución Gumbel - Valor Extreme Tipo I**

Media ( $Q_0$ )	18,87	$y_n$	0,5252
Des. Std ( $Q_0$ )	3,88	$\sigma_n$	1,0694

# de orden	$P_0$ (mm)	K	Y	$P_{TEÓRICA}$	$P_{OBSERVADA}$	Tr (AÑOS)
1	27,57	2,243	2,924	0,948	0,052	19,119
2	25,54	1,719	2,363	0,910	0,090	11,133
3	24,41	1,427	2,052	0,879	0,121	8,292
4	23,62	1,223	1,834	0,852	0,148	6,770
5	21,81	0,757	1,335	0,769	0,231	4,323
6	20,57	0,437	0,993	0,690	0,310	3,229
7	20,34	0,379	0,930	0,674	0,326	3,068
8	18,98	0,029	0,556	0,564	0,436	2,292
9	18,76	-0,029	0,494	0,543	0,457	2,190
10	18,08	-0,204	0,307	0,479	0,521	1,920
11	18,08	-0,204	0,307	0,479	0,521	1,920
12	17,40	-0,379	0,120	0,412	0,588	1,701
13	17,06	-0,466	0,027	0,378	0,622	1,607
14	17,06	-0,466	0,027	0,378	0,622	1,607
15	16,72	-0,553	-0,067	0,343	0,657	1,523
16	16,50	-0,612	-0,129	0,321	0,679	1,472
17	15,93	-0,757	-0,285	0,265	0,735	1,360
18	15,93	-0,757	-0,285	0,265	0,735	1,360
19	15,26	-0,932	-0,472	0,201	0,799	1,252
20	14,35	-1,165	-0,721	0,128	0,872	1,147
21	12,32	-1,690	-1,282	0,027	0,973	1,028

Anexo B-8

Hoja de cálculo de escurrimiento - Método racional

Tiempo de concentración:

Formula de Kirpich  $t_c = \left( \frac{0.87 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$

Sub-Cuenca	Area (Km2)	Longitud (Km)	Pendiente	Diferencia de elevaciones	Tc Kirpich (horas)	US Army Corps (horas)	Tc Kirpich (min)	US Army Corps (min)	tlag (0.6xtc)
C-8	0,1211	2,45	0,19	50,00	0,59	0,34	35,57	20,46	21,34
L-8	0,0024	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,17	0,16	0,10

$\Delta t (C-8) =$	<b>6,189</b>	min
$\Delta t (L-8) =$	<b>0,030</b>	min

Cálculo de escorrentías:

$$Q_e = 0.278 \cdot C \cdot I_e \cdot A$$

Sub-Cuenca	Tr (años)	P (mm)	Tc (horas)	I (mm/h)	Area (Km <sup>2</sup> )	Coficiente de Escorrentía	Q (m <sup>3</sup> /s)
C-8	5	21,70	0,1031	23,75	0,1211	0,30	0,240
L-8	5	21,70	0,0005	581,05	0,0024	1,00	0,388
C-8	10	23,90	0,1031	26,15	0,1211	0,30	0,264
L-8	10	23,90	0,0005	639,96	0,0024	1,00	0,427

**Anexo B-9**  
**Hoja de cálculo de escurrimiento - Método de onda cinemática**

**I.- Caracterización de planos:**

Nombre de Sub-Cuenca	PLANO 1					PLANO 2			
	Area(km <sup>2</sup> )	Longitud(m)	Pendiente	Rugosidad	% Area	Longitud(m)	Pendiente	Rugosidad	% Area
C-8	0,121111	2454	0,185	0,15	100				
L-8	0,0024	2,4	0,02	0,15	100				

**II.- Caracterización del canal principal**

SUBCUENCA	METODO	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/m)	MANNING	FORMA	ANCHO (m)
C-8		1000,00	0,02	0,035		
L-8		1000,00	0,02	0,035		

**III.- Esquema Hidrologico (Formato HMS)**

**Anexo B-9**

**Hoja de cálculo de escurrimiento - Método de onda cinemática (Continuación)**

**IV.- Datos de cobertura**

<b>Nombre de Subcuenca</b>	<b>SCS Numero de la Curva</b>	<b>Tipo de Cobertura</b>	<b>I (mm)</b>
C-8	79	Tipo II	13,50
L-8	98	Tipo II	1,04

**V.- Lluvia de diseño**

Precipitación Máxima en 24 horas de la tormenta de:

5 años periodo de retorno 21,7 mm

10 años periodo de retorno 23,9 mm

Distribución Tipo II del Soil Conservation Service de los Estados Unidos

**VI.- Resultados**

**TR=5 AÑOS**

<b>Elemento</b>	<b>Area de drenaje (km2)</b>	<b>Descarga Pico (m3/s)</b>	<b>Tiempo del pico</b>	<b>Volumen (1000 m3)</b>
C-8	0,1211	0,0011	11may2010, 17:05	0,022
L-8	0,0024	0,0094	11may2010, 05:05	0,039
Cuneta	0,1235	0,0094	11may2010, 05:05	0,061

**TR = 10 AÑOS**

<b>Elemento</b>	<b>Area de drenaje (km2)</b>	<b>Descarga Pico (m3/s)</b>	<b>Tiempo del pico</b>	<b>Volumen (1000 m3)</b>
C-8	0,1211	0,0024	11may2010, 17:04	0,052
L-8	0,0024	0,0108	11may2010, 05:04	0,044
Cuneta	0,1235	0,0108	11may2010, 05:04	0,096

**Anexo B-10**  
**Calculo de cunetas laterales para un Tr = 5 años**

**I. Características hidráulicas del canal:**

Temperatura de agua: 20

v= 1,1E-06 m<sup>2</sup>/s

Estacion		Q (m <sup>3</sup> /s)	d (m)	S (m/m)	n	z	b (m)	A (m)	P (m <sup>2</sup> )	R (m)	v (m/s)	d <sub>c</sub> (m)	Fr	Re. x 10 <sup>5</sup>	d/D50
Desde	Hasta														
209+500	210+500	0,009	0,092	0,020	0,035	2,00	0,01	0,018	0,422	0,042	0,491		0,72	0,09	1,23

**II. Borde Libre:**

Estacion		Radio (m)	Borde Libre flow (m)	Sobre- elevación or curva (m)	Longitud de protección (m)
Desde	Hasta				
209+500	210+500	100	0,20	0,00	0,53

**III. Dimensiones finales:**

Estacion		Tipo de Revestimiento riprap	D <sub>50</sub> (mm)	T (mm)	B (cm)	H (cm)
Desde	Hasta					
209+500	210+500	Suelo			0	30

**Anexo B-10 (continuación)**  
**Calculo de cunetas laterales para un Tr = 10 años**

**I. Características hidráulicas del canal:**

Temperatura de agua: 20

v= 1,1E-06 m<sup>2</sup>/s

Estacion		Q (m <sup>3</sup> /s)	d (m)	S (m/m)	n	z	b (m)	A (m)	P (m <sup>2</sup> )	R (m)	v (m/s)	d <sub>c</sub> (m)	Fr	Re. x 10 <sup>5</sup>	d/D50
Desde	Hasta														
209+500	210+500	0,011	0,100	0,020	0,035	2,00	0,01	0,021	0,458	0,046	0,519		0,73	0,10	1,34

**II. Borde Libre:**

Estacion		Radio (m)	Borde Libre flow (m)	Sobre- elevación or curva (m)	Longitud de protección (m)
Desde	Hasta				
209+500	210+500	100	0,20	0,00	0,58

**III. Dimensiones finales:**

Estacion		Tipo de Revestimiento riprap	D <sub>50</sub> (mm)	T (mm)	B (cm)	H (cm)
Desde	Hasta					
209+500	210+500	Suelo			0	30

**Anexo B-11**  
**Cálculo de alcantarilla de colección de denaje superficial de cunetas**

**I. Relaciones utilizadas**

(HYDRAULIC DESIGN OF HIGHWAYS CULVERTS - HDS5 - FHWA)

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[ \frac{K_u Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

Ecuación no sumergida aplicable a valores menores a  $Q/AD^{0.5} = 1.93$ .

$$\frac{H_{wi}}{D} = c \left[ \frac{K_u Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S^2$$

Ecuación sumergida aplicable a valores mayores a  $Q/AD^{0.5} = 2.21$ .

Donde:

- HW<sub>i</sub> : Carga aguas arriba (m)
- D : diámetro de la tubería (pulg.)
- S : pendiente de la tubería (m/m)
- Y : constante (ver tabla 1)
- c : constante (ver tabla 1)
- M : constante (ver tabla 1)
- K : constante (ver tabla 1)
- K<sub>u</sub> (SI) : 1.811

**II. Verificación del dimensionamiento de alcantarillas para un periodo de retorno de 5 años:**

**ALCANTARILLAS:**

Alcantarilla	HW <sub>i</sub> (m)	S <sub>PENDIENTE</sub> (m/m)	Diámetro (pulgadas)	Espesor mín. pared	K	M	K <sub>u</sub>	Diámetro interior (m)	Área de la tubería (m <sup>2</sup> )	Q/AD <sup>0.5</sup>	Q <sub>MÁX</sub> (m <sup>3</sup> /s)
<b>Izquierda</b>	0,05	0,02	24	0,07	0,0078	2	1,811	0,61	0,290	1,793	0,406
Total											0,406 m <sup>3</sup> /s
Punto de Control	H <sub>BERMA</sub> (m)	S <sub>PENDIENTE</sub> (m/m)	Diámetro (pulgadas)	Espesor mín. pared	Y	c	K <sub>u</sub>	Diámetro interior (m)	Área de la tubería (m <sup>2</sup> )	Q/AD <sup>0.5</sup>	Q <sub>MÁX</sub> (m <sup>3</sup> /s)
<b>Izquierda</b>	0,80	0,020	24	0,06	0,69	0,0379	1,811	0,61	0,290	2,244	0,508
Total											0,508 m <sup>3</sup> /s

Notas:

Tipo de entrada y salida HEADWALL por tanto los coeficientes k, M, c, Y cambian a:

K=0.0078

M=2

c=0.0379

Y=0.69

El caudal de entrada ha sido calculado para un TR de 5 años en la etapa de construcción de la fase A por ser la más crítica.

**Anexo B-12**  
**Análisis de riesgo**

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Vida útil (años)	Periodo de retorno (años)	Riesgo (%)
5	5	67,2
5	10	41,0

Anexo C-1

S10

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000				Fecha presupuesto	
Subpresupuesto		MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000				10/07/2010	
<b>Partida</b>		<b>01.01 EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>MO. 150,0000</b>	<b>EQ. 150,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>9,54</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	12,0000	0,6400	10,40	6,66	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1,0000	0,0533	14,08	0,75	
<b>7,41</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	7,41	0,22	
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	0,5000	0,0267	71,72	1,91	
<b>2,13</b>							
<b>Partida</b>		<b>01.02 CONCRETO F' c = 210 kg/cm<sup>2</sup></b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>MO. 16,0000</b>	<b>EQ. 16,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>284,87</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	3,0000	1,5000	12,29	18,44	
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,5000	11,50	5,75	
0147010004	PEON	hh	6,0000	3,0000	10,40	31,20	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0,2000	0,1000	14,08	1,41	
<b>56,80</b>							
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0,6100	39,50	24,10	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,4700	30,00	14,10	
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO 1 (42.5KG)	BOL		8,5000	19,82	168,47	
0239050100	AGUA PARA CONSTRUCCION	m3		0,1890	5,00	0,95	
<b>207,62</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	56,80	1,70	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1,0000	0,5000	11,41	5,71	
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,5000	26,08	13,04	
<b>20,45</b>							
<b>Partida</b>		<b>01.03 CUNETETA TRIANGULAR REVESTIDA</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>MO. 24,0000</b>	<b>EQ. 24,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m</b>			<b>44,13</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	3,0000	1,0000	11,50	11,50	
0147010004	PEON	hh	3,0000	1,0000	10,40	10,40	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0,2000	0,0667	14,08	0,94	
<b>22,84</b>							
<b>Materiales</b>							
0213520030	JUNTA ASFALTICA	m		0,8330	3,00	2,50	
0221990042	CONCRETO F'c=175KG/CM2	m3		0,1000	179,00	17,90	
0243010079	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		0,0910	2,22	0,20	
<b>20,60</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	22,84	0,69	
<b>0,69</b>							
<b>Partida</b>		<b>01.04 ALCANTARILLA TMC D= 24"</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>MO. 8,0000</b>	<b>EQ. 8,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m</b>			<b>341,60</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	1,0000	11,50	11,50	
0147010004	PEON	hh	4,0000	4,0000	10,40	41,60	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1,0000	1,0000	14,08	14,08	
<b>67,18</b>							
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,1800	30,00	5,40	
0209140024	ALCANTARILLA METALICA 0=24" C=14	m		1,1000	240,00	264,00	
0213000006	ASFALTO RC-250	gln		0,3000	10,00	3,00	
<b>272,40</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	67,18	2,02	
<b>2,02</b>							

**Anexo C-2**  
**Análisis de precios unitarios**  
**Partidas principales**

Presupuesto           **MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000**  
Subpresupuesto      **MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000**  
Cliente                **S10 S.A.**  
Lugar                 **LIMA - CAÑETE - HUANCAYO**

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>
01	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>	
01.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3
01.02	CONCRETO F' c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m3
01.03	CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS	m
01.04	ALCANTARILLA TMC D= 24"	m

**Anexo C-3**

S10

**Valor Referencial**

Presupuesto **MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000**  
 Subpresupuesto **MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000**  
 Cliente **S10 S.A.** Costo al **10/07/2010**  
 Lugar **LIMA - CAÑETE - HUANCAYO**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>63.329,05</b>
01.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PIESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	180,00	9,54	1.717,20
01.02	CONCRETO F' c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	2,45	284,87	697,93
01.03	CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA	m	1.000,00	44,13	44.130,00
01.04	ALCANTARILLA TMC D= 24"	m	36,00	466,22	16.783,92
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>63.329,05</b>
	<b>GASTOS GENERALES (7%)</b>				<b>4.433,03</b>
	<b>UTILIDAD (7%)</b>				<b>4.433,03</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>72.195,12</b>
	<b>IGV (19%)</b>				<b>13.717,07</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>85.912,19</b>

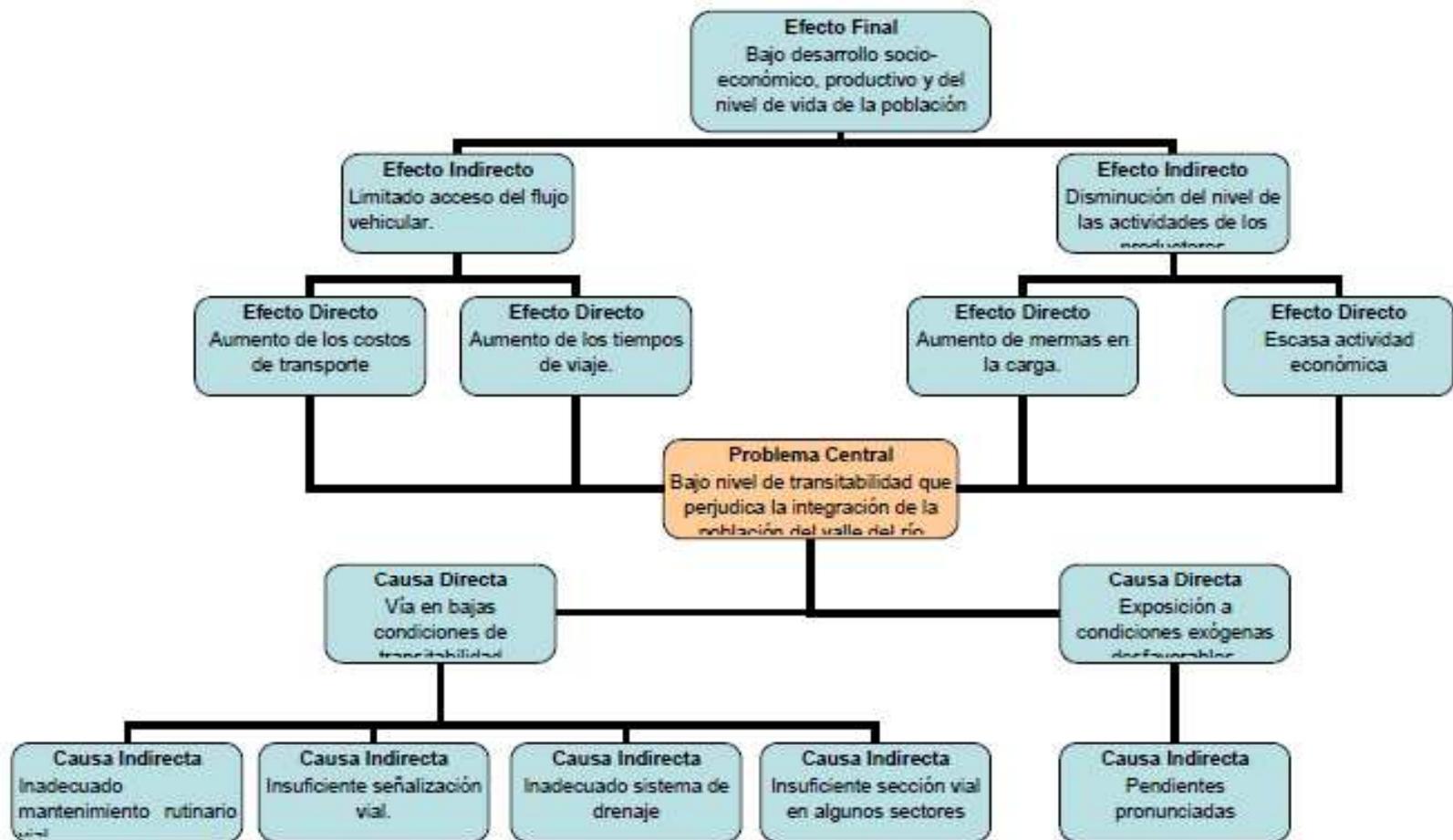
**SON : OCHENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS DOCE Y 19/100 NUEVOS SOLES**

## CORREDORES VIALES NACIONALES PROYECTO PERU

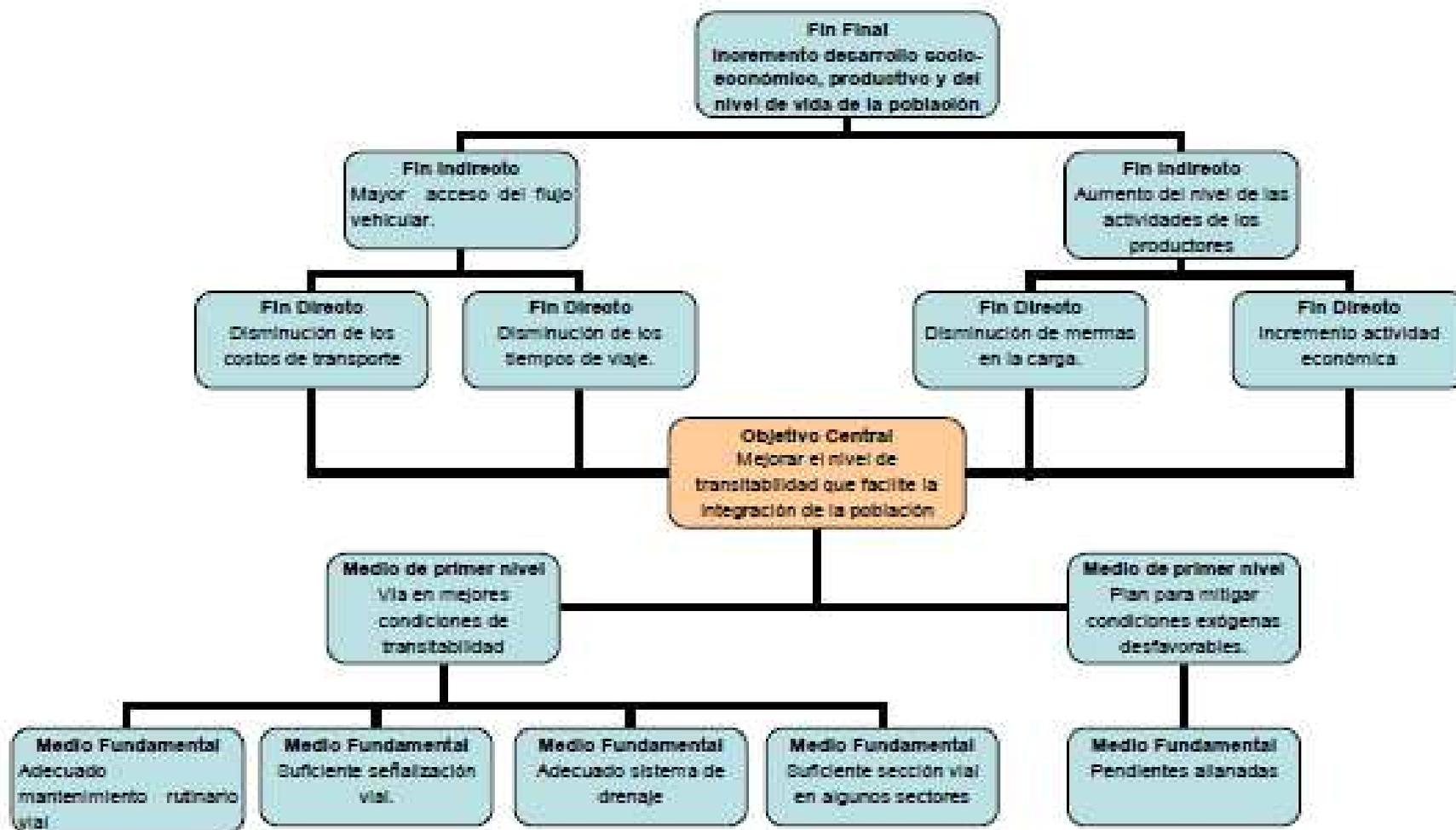


Fuente: Proyecto Perú - Ministerio de economía y finanzas

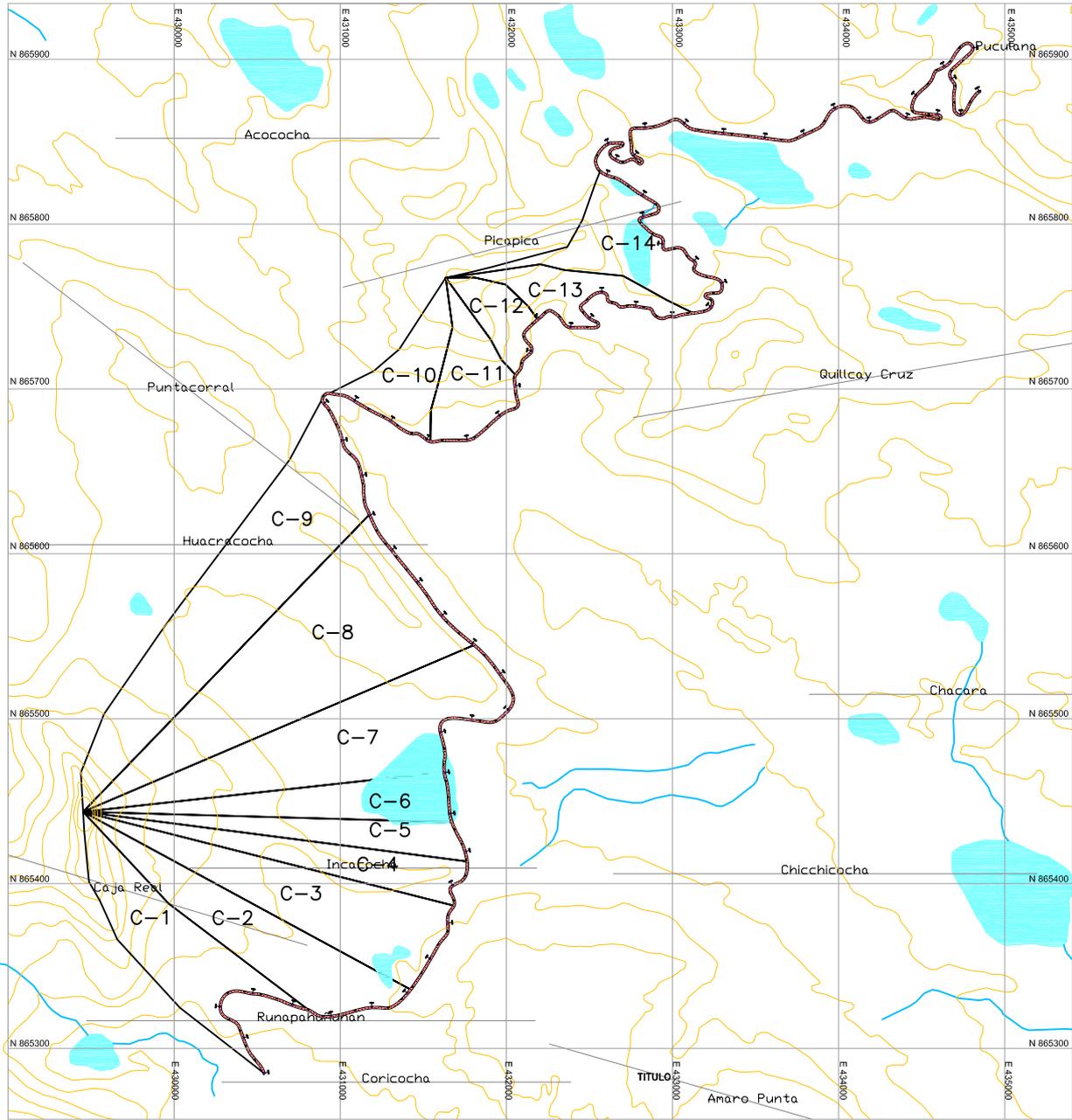
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.			
TITULACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS			
MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE-HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000			
<b>UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>			
BACH. RODOLFO PÉREZ FORERO	FECHA	<b>FIGURA 1</b>	ANEXO D
	25/07/2010		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.			
TITULACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS			
MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE-HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000			
<b>ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS</b>			
BACH. RODOLFO PÉREZ FORERO		FECHA	<b>FIGURA 2</b>
		25/07/2010	
			ANEXO D



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.		
TITULACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS		
MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE-HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000		
<b>ÁRBOL DE OBJETIVOS Y FINES</b>		
BACH. RODOLFO PÉREZ FORERO	FECHA	<b>FIGURA 3</b>
	25/07/2010	
		ANEXO D



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
TITULACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS		
MONITOREO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE–HUANCAYO TRAMO DEL KM 205+000 AL 220+000 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO		
ESQUEMA DE CUENCAS		
BACH. RODOLFO PÉREZ FORERO	FIGURA 4	

### Fotografía 01



Sección típica de la cuneta  
Progresiva 205+200

### Fotografía 02



Sección típica de la cuneta  
Progresiva 207+000

### Fotografía 03



Presencia de vegetación tipo ichu en la superficie de la cuenca  
Progresiva 209+400

### Fotografía 04



Talud de aproximadamente 4m de altura  
Progresiva 209+000

### Fotografía 05



Vista panorámica de la vía. Muro construido para estabilizar el talud.  
Progresiva 208+500

### Fotografía 06



Hundimiento en el talud debido a la erosión causada por las aguas de  
escorrentía – Progresiva 208+700

**Fotografía 07**



Alcantarilla de 48" de diámetro  
Progresiva 211+100

**Fotografía 08**



Alcantarilla artesanal  
Progresiva 206+500