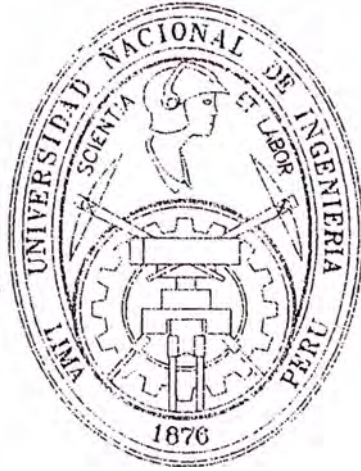


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**



**PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA  
CARRETERA COCACHACRA – MATUCANA  
DEL Km. 69+000 Al Km. 72+000  
ESTUDIO HIDROLOGICO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE  
LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCION**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de :

**INGENIERO CIVIL**

**Erick Brando Pacheco Aguilar**

**Lima - Perú**

**2006**

## INDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO I : ASPECTOS GENERALES	
1.1. Antecedentes	9
1.2. Objetivos del Estudio	9
1.3. Beneficios	10
1.4. Ubicación del Proyecto	11
1.5. Resumen del Proyecto	12
1.5.1. Características Técnicas	12
1.5.2. Trazo y Diseño Vial	13
1.5.3. Estudio de Tráfico	14
1.5.4. Estudio de Suelos	16
1.5.5. Diseño de Pavimentos	18
1.5.6. Hidrología	20
1.5.7. Geología	22
1.5.8. Obras de Arte	23
1.5.9. Impacto Ambiental	25
1.5.10. Señalización y Seguridad Vial	28
1.5.11. Mantenimiento Rutinario y Periódico	29
1.5.12. Descripción de las Obras	30
1.5.13. Presupuesto de Obra	32
CAPITULO II : DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA	
2.1. Descripción del Río Rimac	34
2.2. Tramo del estudio	34
2.3. Temperatura, Evaporación y Humedad	35
CAPITULO III : ANÁLISIS HIDROLÓGICO	
3.1. Información Cartográfica	43
3.2. Información Pluviométrica	43

3.3. Análisis de Información Pluviométrica	44
3.3.1. Análisis de Frecuencia	46
3.3.2. Análisis de Bondad y Ajuste	49
3.3.3. Precipitación Máxima en 24 Horas	52
3.3.4. Curvas IDF (Intensidad, Duración y Frecuencia)	52
3.4. Análisis de Subcuencas	56
3.4.1. Características Fisiográficas	56
3.4.2. Parámetros Físicos y Geomorfológicos	57
3.4.3. Parámetros Hidrológicos	62
3.4.4. Estimación de Caudales Máximos (Hidrograma Unitario Sintético)	64
<b>CAPITULO IV : DRENAJE</b>	
4.1. Drenaje Transversal – Alcantarillas	66
4.1.1. Evaluación	66
4.1.2. Inventario de alcantarillas	66
4.1.3. Criterios de diseño	71
4.1.4. Estructuras diseñadas	73
4.2. Drenaje Longitudinal – Cunetas	73
4.2.1. Evaluación	73
4.2.2. Inventario de cunetas	73
4.2.3. Criterios de diseño	75
<b>CONCLUSIONES</b>	79
<b>RECOMENDACIONES</b>	81
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	83
<b>ANEXOS</b>	
Anexo I : Planos	85
Anexo II : Fotos	92
Anexo III : Memoria de Cálculo	107

## RESUMEN

El presente informe describe el Diseño Hidrológico para Estructuras de Control de Agua de las Quebradas Yamajune (Puente E. Habich) y Palcacancha (Puente Collana) ubicado en la carretera Héroes de la Breña (Ex. Carretera Central), tratándose de una vía importante ya que une las ciudad de Lima con la Selva y Sierra Central.

Aparentemente las quebradas se observan inofensivas, pero en 1998, ocurrió el Mega evento Fenómeno EL Niño (FEN) causando grandes precipitaciones en la Costa Peruana los cuales dieron origen a flujos de agua, arena, rocas y material orgánico, en cauces que generalmente permanecen secos por largas temporadas de tiempo, estos flujos conocidos internacionalmente como: Flujo de Escombros, en el Perú se le conoce como Huaycos; ocasionaron daños en todas las estructuras construidas a lo largo de su recorrido, teniendo presente que este evento es recurrente en periodos cada vez más corto, por lo que los diseños de obras de cruce de quebrada, deben contemplar, los caudales y tipos de flujos que suceden durante la ocurrencia del FEN.

En el presente Informe solo se estudia el flujo de agua superficial que se encuentra sobre la superficie de la tierra describiéndose como la información hidrológica que se analiza para suministrar datos de entrada a los modelos de flujo superficial teniendo como finalidad determinar la precipitación que se convierte en caudal mediante una metodología simplificada y aplicable en la zona.

El Diseño Hidrológico para Estructuras de Control de Agua de las Quebradas Yamajune y Palcacancha se ha dividido en IV Capítulos;

En el Capítulo I, se desarrolla los Aspectos Generales del Informe realizado en el Taller del Curso de Actualización de Conocimientos 2005.

En el Capítulo II, se describe la cuenca del Río Rimac, dotando de información básica como localización, área, altitud y otras características.



Asimismo se enumera las características de la zona del proyecto describiendo las quebradas en estudio.

Además de la Climatología de la zona a partir de registros de estaciones meteorológicas, a su vez se tiene las ecuaciones de regresión de Temperatura y Evaporación.

En el Capítulo III, se encuentra la información disponible, el análisis, y la descripción de la teoría completa que ha sido utilizada en la elaboración del estudio y que posteriormente ha sido aplicada para la obtención de los resultados de la investigación hidrológica.

Así como también se encuentra el Análisis de las Subcuencas determinando los parámetros geomorfológicos e hidrológicos para la estimación del caudal.

El Capítulo IV, ha sido designado para describir las obras existentes y proyectadas de Drenaje Transversal y Longitudinal.

Por último se enumeran las Conclusiones y Recomendaciones, es decir los resultados de los cálculos, así como se describen los criterios ingenieriles usados en el diseño del proyecto. Agregando también un conjunto de anexos, donde se incluyen los planos topográficos y ubicación del proyecto, planos de detalles y el respectivo álbum fotográfico.

## INTRODUCCIÓN

El presente Informe está dirigido al estudio hidrológico de la Quebrada Palcacancha y de la Quebrada Yamajune tributarios del Río Rímac, que son los que rigen el comportamiento hidrológico del área de influencia del tramo en estudio.

El procedimiento seguido en el estudio es el siguiente:

- Selección de las estaciones pluviométricas
- Recopilación de la información cartográfica y pluviométrica
- Análisis de consistencia de la información.
- Estudio de las características fisiográficas de las cuencas
- Determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno.
- Trazo de mapas de Isoyetas
- Cálculo de las descargas máximas en los sitios requeridos.

El estudio hidrológico tiene como objetivo determinar el régimen pluvial en la zona de emplazamiento de la carretera y las características físicas e hidrológicas de las cuencas que inciden en ella, para la estimación de los caudales máximos y los parámetros que intervienen en el diseño de las obras de drenaje para periodos de retorno de 25 y 100 años, en función de la vida útil de la vía proyectada, que depende de la importancia de la Obra.

La Carretera Héroes de la Breña (antes Carretera Central) de la cual es parte el tramo objeto de este estudio, se sitúa en el valle del Río Rímac hasta llegar al punto más alto de su desarrollo, que es el abra de Anticono o Ticlio; luego cruza la divisoria de aguas para continuar hasta su progresiva final en la localidad de la Oroya.

La quebrada Collana, está ubicada en la Sierra Central del Perú, su nacimiento está en la Cota 5,000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y entrega sus aguas al Río Rímac, en la Cota 2,212 m.s.n.m, a unos 71.5 Kilómetros de la Ciudad de Lima, Capital del Perú.

Históricamente las aguas de la quebrada, también conocida como Palcacancha entregaban al Río Rímac, en un proceso que no generaba la atención de los ingenieros.

Su importancia comenzó cuando se construyó la Carretera Central que une la Capital de Lima con la Sierra y Selva Peruana, la cual cruzaba el cauce de la Quebrada mediante un terraplén, que dispone de dos alcantarillas circulares, con el fin de permitir el paso de la escorrentía superficial, esta estructura periódicamente sufría daños debido a la ocurrencia de un flujo de escombros, que obstruía los ductos y obligaba al flujo a pasar sobre la carpeta asfáltica, causando el destrozo del terraplén y obligando a paralizar el tráfico, por un periodo de tiempo suficiente para realizar las obras de emergencia que permita el tráfico vehicular causando grandes pérdidas económicas a los pasajeros y a los transportistas de frutas, que abastecen a la ciudad de Lima.

Esta situación se volvió grave cuando en 1,983 sucedió el Fenómeno El Niño, el cual ocasionó lluvias en la Cuenca Palcacancha, lo cual provocó un flujo que rápidamente, se transformó en flujo de escombros, dañando la estructura del cruce de la quebrada, dejando incomunicado a Lima sin su abastecimiento de alimentos. El Gobierno del Perú, emprendió un plan de reconstrucción de las Carreteras afectadas por el fenómeno El Niño, para lo cual se proyectó la utilización de un puente como medio de cruce de la quebrada Palcacancha o Collana, diseño que se hizo bajo supuestos prácticos en lo que respecta a la separación de pilares y estribos, la construcción del Puente se paralizó en el año 1985 por problemas económicos, dejando solo construidos los pilares y estribos, reconstruyendo como estructura de cruce el terraplén con las alcantarillas. En 1998, al presentarse el fenómeno El Niño, ocasionó que la quebrada Palcacancha transportara un flujo de escombros, que volvió a dañar la estructura de cruce, desapareciendo el terraplén y las alcantarillas metálicas.

Ante la recurrencia del evento del FEN, el Gobierno Peruano, mediante préstamo del Banco Mundial, emprendió a través del Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción (M.T.C.V.C.) un

programa de Reconstrucción de la Infraestructura dañada por el Fenómeno El Niño, siendo el Sistema Nacional de Mantenimiento de Carreteras (SINMAC) el Organo ejecutor.

El SINMAC, contrata al Consorcio Pacific Consultant International - CESEL, para realizar los diseños de la estructura que de solución al cruce de la quebrada Palcacancha, mediante la utilización del antiguo Puente Collana, construyéndose éste en el año 2000.

## CAPITULO I : ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Antecedentes

Por efecto de la temporada de lluvias del año 1,998, cuya magnitud fue extraordinaria, así como lo fue el fenómeno de “El Niño”, se han producido daños a lo largo de toda la ruta que cubre la Carretera Héroes de la Breña y otras vías nacionales, siendo algunos de ellos de mayor cuantía y con una diversidad de manifestaciones.

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, en el Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos, implementó el Proyecto de Vialidad Interurbana, desarrollando en el taller del curso; el Proyecto: “Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera: Cocachacra - Matucana” del Km. 52+000 al Km. 74+000, el cual fue dividido en 10 tramos para poder ser estudiado por diez grupos, de 5 alumnos cada grupo.

El tramo estudiado en el presente informe esta comprendido entre el Km. 69+000 al Km. 72+000 que corresponde al Grupo N° 09.

### 1.2. Objetivos del Estudio

El “Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera: Cocachacra - Matucana” del Km. 69+000 al Km. 72+000, tiene por finalidad mejorar las condiciones de servicio de la vía a través de la adecuación del diseño geométrico actual, el cual permita la circulación vehicular a una velocidad directriz igual a 55 km/h. Además se plantea como complemento un programa de mantenimiento rutinario y periódico de la superficie de rodadura, obras de arte y drenaje (puentes, muros, alcantarillas, cunetas, etc) y de los dispositivos de señalización y seguridad vial.

Para lograr dicho objetivo se contempla realizar las siguientes actividades:

- Mejorar el diseño vial considerando una velocidad directriz igual a 55 km/h, en conformidad con la normatividad vigente (Norma de Diseño Geométrico DG-2001).
- Tratamiento de las zonas que presentan problemas de visibilidad de parada.
- Tratamiento de las zonas que presentan inestabilidad de taludes.
- Tratamiento de las zonas de desprendimiento de rocas.
- Reparación y mantenimiento del sistema de drenaje y obras de arte.
- Mejoramiento de los dispositivos de señalización y seguridad vial.

### **1.3. Beneficios**

Como consecuencia de la rehabilitación de la carretera se espera obtener los beneficios siguientes:

#### **Beneficios directos**

Reducción de fletes debido a la utilización de vehículos de mayor tonelaje.

- Disminución de tiempos de recorrido de los vehículos.
- Menores costos de operación de los vehículos.
- Facilitar el turismo interno y receptivo.
- Integrar las diferentes zonas por donde cruza la ruta.

#### **Beneficios indirectos**

- Mejorar la competitividad de productos de las zonas que hoy no pueden acceder a determinados mercados, debido a los elevados costos de transporte.

#### **1.4. Ubicación del Proyecto**

El proyecto tiene 21.3 Km de longitud, forma parte de la Carretera Héroes de la Breña y se encuentra ubicado en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distrito de Matucana.

Los datos precisos de longitud son los siguientes:

Inicio: Km. 52+948.61 de la Carretera Central.

Final: Km. 74+295.80 .

Longitud: 21 Km. + 347.19 m.

## 1.5. Resumen del Proyecto

### 1.5.1 Características Técnicas

Las características técnicas del Tramo Cocachacra – Matucana responden a una Velocidad Directriz que está en un rango de 55 Km./hr con restricciones en zonas de desarrollo y puntos críticos. en parte del tramo la velocidad podría ser mayor de 60 Km/hr sin embargo al no tener curvas de transición no se le puede situar en ese rango de acuerdo a lo que indican las Normas Peruanas.

CARACTERISTICAS TECNICAS	
• Categoría	Segunda.
• Velocidad directriz	55 Km/h ,con restricciones en zonas con desarrollo..
• Superficie de rodadura	7.20 m a nivel de carpeta asfáltica.
• Pendiente	La pendiente máxima permisible para altitudes menores de 3,000 m.s.n.m. es de 7%. Existe 7.5 % en 330m y 7.03 en 406m.
• Radio	60.00 m (mínimo normal)
• Bombeo	2.0%
• Cunetas revestidas	1.00 x 0.40 y 1.20 m x 0.40 m.



### **1.5.2 Trazo y Diseño Vial**

Los trabajos fueron ejecutados siguiendo el procedimiento general establecido en las Normas Peruanas para Diseño de Carreteras y las exigencias de los Términos de Referencia.

Según lo anteriormente expuesto y en armonía con lo indicado en los Términos de Referencia (3.1.1) el trazo definitivo de la carretera, se ha mantenido en todo lo posible, dado que ésta ha sido objeto de mejoramientos y rectificaciones hechas en zonas críticas para dotar a la vía una mayor Velocidad Directriz, como parte de los trabajos de rehabilitación realizados en el pasado.

### 1.5.3 Estudio de Tráfico

Este estudio tiene por finalidad proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico y repeticiones de ejes equivalentes para la evaluación económica y el diseño del pavimento, para lo cual ha sido necesario realizar trabajos de campo y gabinete.

Los valores obtenidos en el estudio en lo referente a los parámetros para el diseño del pavimento, se resume en lo siguiente:

#### – Índice Medio Diario Anual

El IMDA en este tramo es de 3,322, compuesto por 35% de vehículos ligeros, 12% de ómnibus y 53% de vehículos de transporte de carga.

#### – Tasa de Crecimiento

Las tasas de crecimiento para el periodo 2000 al 2011 y 2012 al 2021 es el siguiente:

#### TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRAFICO

PERIODOS	VEHÍCULOS LIGEROS	ÓMNIBUS	CAMIONES
2000-2011	5.8%	5.1%	6.1%
2012-2021	3.6%	3.1%	3.9%

\* Las tasas de crecimiento por tráfico inducido y por tráfico, son las mismas

#### – Tráfico Proyectado

El tráfico proyectado está compuesto por el tráfico normal existente, con crecimiento vegetativo, además por el tráfico derivado o desviado que puede ser atraído desde o hacia otra carretera, como también por el tráfico inducido o generado.

### – Factores Destructivos del Pavimento

Los factores destructivos del pavimento o ejes equivalentes a 8.2 toneladas se han determinado para un número estructural SN de 4 y una serviciabilidad final de 2.5.

### – Ejes Equivalentes

Con los factores destructivos del pavimento corregido por presión de inflado de llantas, el IMDA, y las tasas de crecimiento del tráfico, se ha calculado la cantidad acumulada de ejes equivalentes a 8.2 toneladas.

El cálculo se ha efectuado para dos periodos:

- 1.- El primer periodo comprende el año de puesta en marcha del proyecto (2007) hasta el año 4 de vida útil (2011).
- 2.- El segundo periodo abarca el año 05 (2012) al año 20 (2027).

#### 1.5.4 Estudio de Suelos

El objetivo del estudio de suelos es conocer las características y condiciones de las capas constituyentes del pavimento existente y de los suelos de subrasante (cimentación). Para tal fin, se llevó a cabo un trabajo previo de recopilación de información de estudios realizados anteriormente y la implementación de un programa de exploración de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete que permitan obtener resultados y conclusiones para el diseño del pavimento.

##### Trabajos de Campo

Los trabajos de campo realizados fueron los siguientes:

- Reconocimiento del área de proyecto e identificación de los lugares donde se harán la exploración y los muestreos.
- Excavaciones a cielo abierto (calicatas)
- Extracción de muestras de los diferentes estratos en cada una de las excavaciones, para realizar los ensayos de laboratorio programados para cada tipo de muestra.
- Ensayos de densidad de campo de los suelos de subrasante.

##### Ensayos de Laboratorio

Los ensayos estándar realizados fueron:

Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM C-136
Límite Líquido y Límite Plástico	ASTM D-4318
Contenido de Humedad	ASTM D-2216

Con los resultados de estos ensayos se hizo la clasificación de los suelos según el sistema SUCS (ASTM D-2487) y el sistema AASHTO.

## Perfil Estratigráfico

Con la información y los resultados de los ensayos de laboratorio se elaboró el perfil estratigráfico a lo largo del tramo, en el que figuran:

- Los espesores y tipo de las capas constituyentes del pavimento existente.
- La clasificación y las constantes físicas de los suelos de la subrasante que constituye la cimentación del pavimento.

## Estudio de Canteras y Fuentes de Agua

En el tramo Cocachacra - Matucana se hizo el estudio de canteras y fuentes de agua con la finalidad de proporcionar la información para el sustento técnico de la calidad y volumen de los materiales que serán utilizados en las capas granulares del pavimento y en la fabricación del concreto asfáltico y concreto hidráulico y en los rellenos de explanaciones.

- **Cantera Esperanza:** Ubicada en la progresiva 57+500 lado izquierdo en el lecho del río Rímac, margen izquierda. Uso para concretos asfálticos e hidráulicos, base granular, subbase y rellenos.
- **Cantera San Juan:** Ubicada a la derecha de la progresiva 69+860. Lecho de río. Uso para subbase y rellenos.
- **Cantera Huariqueña:** Se ubica a la derecha de la progresiva 71+640. Lecho de río. Uso para subbase y rellenos.

### 1.5.5 Diseño de Pavimentos

En base a la información del estudio de suelos y la evaluación del pavimento existente se ha abordado el diseño del pavimento habiéndose analizado los siguientes aspectos:

- Análisis de Tráfico.
- Juicio de condición estructural del pavimento actual, en base a la inspección visual en campo.

#### Métodos de Diseño

En el presente estudio se han empleado los métodos de diseño para pavimentos flexibles de la AASHTO la cual se reseña a continuación.

##### (1) Reseña del Metodo de Diseño AASHTO

El método de la American Association of State Highway and Transportation Officials (**AASHTO**), versión 1993, establece que la estructura de un pavimento debe satisfacer un determinado Número Estructural, el cuál se calcula en función de: a) El tráfico que transcurrirá por la vía, durante un determinado número de años (período de diseño); b) La resistencia del suelo que soportará al pavimento; y, c) Los niveles de serviciabilidad deseados para la vía, tanto al inicio como al final de su vida de servicio.

Adicionalmente, deben considerarse determinados parámetros estadísticos, que funcionan como factores de seguridad que garantizan que la solución obtenida cumpla con un determinado nivel de confianza.

Para diseñar el refuerzo, para cada uno de los dos casos a desarrollar: 5 años, y el refuerzo a 20 años para un período adicional de 16 años, en primer lugar se debe encontrar el Número Estructural efectivo del pavimento existente. La diferencia entre el Número Estructural Total requerido (SN req) y el Número Estructural efectivo (SN eff), será el Número Estructural del refuerzo (SN ref).

De acuerdo a la metodología AASHTO, se ha utilizado tres métodos para calcular el Número Estructural del Pavimento:

Utilizando resultados de ensayos no-destructivos

- Utilizando análisis por componentes
- Estimando la vida remanente del pavimento

### **Alternativas de Diseño**

Alternativa 1, considerando una capa asfáltica nueva para las zonas donde se va a realizar ampliaciones y mejoramiento de las curvas horizontales.

Alternativa 2, considerando la serviciabilidad del pavimento al cabo de la cual se le va a hacer un recapeo

En la elaboración de estas alternativas (diseño de espesores) ha primado fundamentalmente la necesidad uniformizar las zonas de ensanche en curvas y tramos en tangentes, para luego en el año 2011 se va a realizar un recapeo de toda la vía con la finalidad de mejorar su serviciabilidad.

### 1.5.6 Hidrología

El estudio hidrológico tiene por objeto determinar el régimen pluvial en la zona de emplazamiento de la carretera y las características físicas e hidrológicas de las cuencas que inciden en ella para la estimación de las descargas máximas y los parámetros de diseño de las obras de arte.

En el presente informe se desarrolla el estudio hidrológico de la cuenca del Río Rímac y de tributarios vecinos de la cuenca alta del Río Mantaro, que son los que rigen el comportamiento hidrológico del área de influencia del tramo en estudio.

La Carretera Héroes de la Breña de la cual es parte el tramo objeto de este estudio, a partir de Chosica se sitúa en el valle del río Rímac hasta llegar al punto más alto de su desarrollo, que es el abra de Anticona o Ticlio; luego cruza la divisoria de aguas para continuar hasta su progresiva final en la localidad de la Oroya.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- Selección de las estaciones pluviométricas
- Recopilación de la información cartográfica y pluviométrica
- Análisis de consistencia de la información.
- Estudio de las características fisiográficas de las cuencas
- Determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno.
- Cálculo de las descargas máximas en los lugares requeridos. .

Se ha estudiado los 2 casos de quebradas que tienen cuenca, las que se indican en el cuadro siguiente:



<b>Nombre</b>	<b>Ubicación (km)</b>	<b>Obra de arte en cruce</b>
Qda. Yamajune	69+700	Puente Habich
Qda. Collana	71+522	Puente Collana

En ellas existen sendos puentes cuyas estructuras se encuentran en buen estado.

### **1.5.7 Geología**

El presente estudio tiene por objeto evaluar los problemas geodinámicos existentes en la carretera Cocachacra – Matucana y recomendar las medidas correctivas así como identificar los problemas de estabilidad de taludes y fenómenos de geodinámica externa averiguando su causa para diseñar las correspondientes soluciones.

Para el desarrollo del estudio se ha seguido el siguiente esquema metodológico:

- a) Trabajos de campo durante los cuales se realizaron análisis y observaciones relativas a los aspectos geológicos, geomorfológicos, estratigráficos y de geodinámica externa.
- b) Síntesis sobre las recomendaciones a tener en cuenta para los diseños de ingeniería.

#### **(1) Geomorfología**

El Tramo cocachacra – matucana se caracteriza por estar ubicado en la parte media del valle, conformada por terrazas fluvio-aluviales y pendientes abruptas de rocas intrusivas. El río en este tramo, presenta sectores sinuosos y los taludes disectados por quebradas.

#### **(2) Geodinamica externa**

##### **Taludes Inestables**

Los principales fenómenos registrados son: caída de rocas, flujos de escombros y derrumbes.

La zona crítica se encuentra ubicada pasando el puente collana cuyos taludes esta formado por rocas grano dioritas que presentan un sistema de fracturamiento desfavorable ya que estas fracturas están en sentido hacia la carretera

### 1.5.8 Obras de Arte

Como parte del procedimiento se llevó a cabo los trabajos siguientes:

- Identificación en el terreno, de quebradas y cauces importantes
- Evaluación del estado de las obras de arte: puentes, pontones, alcantarillas, cunetas, obras complementarias.
- Inventario de alcantarillas
- Inventario de puentes
- Zonas críticas: Evaluación y planteamiento de soluciones.

#### Problemas Particulares

Los casos que presentan algún tipo de problema para el correcto funcionamiento de la carretera son los siguientes:

Déficit de cunetas en zonas que se requieren tales como corte a media ladera e inclusive en cortes cerrados.

- Estructuras con daños menores por colisión u otras causas
- Se ha estudiado los 2 casos de quebradas que tienen cuenca, las que se indican en el cuadro siguiente:

Nombre	Ubicación (km)	Obra de arte en cruce
Qda. Yamajune	69+700	Puente Habich
Qda. Collana	71+522	Puente Collana

#### Trabajos por Realizar

##### Alcantarillas

El resumen de trabajos por hacer es el siguiente:

- Alargamiento de las alcantarillas tipo Marco en zonas donde se a realizado ensanchamiento:
- Se han registrado 14 alcantarillas en las que hay que realizar algún tipo de trabajo tales, alargamientos, limpieza de la estructura y del cauce

### **Cunetas**

Se ejecutaran los siguientes trabajos:

- Cunetas Triangulares
- Cunetas Tipo Francesa

### **1.5.9 Impacto Ambiental**

El presente estudio tiene como propósito el analizar y proponer alternativas viables que permitan evitar o minimizar los impactos negativos que las labores de construcción en la rehabilitación del tramo: Cocachacra - Matucana, sector km 69+000 al km 72+000 puedan causar en el medio ambiente, dentro de un marco legal que sustenta este tipo de estudios a nivel general e institucional.

Para la elaboración del estudio se ha seguido los lineamientos planteados en el Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías, publicado por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, y además Guía de Costos Ambientales y Guía de Informe de Supervisión Ambiental elaborados por la Unidad Especializada de Impacto Ambiental del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

#### **Impacto Ambiental en la Etapa de la Rehabilitación**

Por tratarse de obras de mejoramiento y mantenimiento de una carretera existente, se ha tenido la oportunidad de observar directamente los puntos en que existen problemas de inestabilidad de taludes, deficiencias de drenaje, quebradas activas durante el periodo de lluvias etc.

Durante esta etapa se presentarán algunos impactos negativos, siendo estos entre otros los siguientes:

- La calidad del aire se verá afectada por el aumento de niveles de inmisión, residuos de combustión incompleta de hidrocarburos debido al constante tránsito de vehículos, maquinaria pesada, compresoras y otros, además de partículas en suspensión debido a movimientos de tierra, explotación de canteras, etc.

- Pérdida de suelos debido a la construcción de trochas y vías de acceso, explotación de canteras, implementación de botaderos, aumento de erosión en áreas de corte de talud por pérdida de cobertura vegetal.
- Pérdida de calidad de agua por agentes contaminantes como, combustible, lubricantes y finos de cobertura vegetal.
- Destrucción directa de flora y fauna.

### **Impactos Ambientales en la Etapa de la Vida Útil de la Vía**

En la segunda etapa de operación y vida útil de la vía se deberá concretar las mejoras en el servicio tales como una mayor comodidad y seguridad para el usuario, prolongación de la vida útil de la flota vehicular como consecuencia directa de las considerables reducciones en el consumo de combustible y el tiempo de viaje y una adecuada señalización vial, lo que conllevaría a un incremento del turismo respectivo. En general un desarrollo regional con la consecuente elevación de la calidad de vida del poblador de la región.

### **Medidas de Mitigación en la Etapa de Construcción del Proyecto**

Las medidas de mitigación de los impactos negativos en la etapa de construcción que se deberán implementar, se presentan a continuación:

- Apoyo de los Organismos del Estado. Protección de las laderas contra la erosión mediante un plan de reforestación e impedir la caza furtiva.
- Construcción y manejo de campamento. Racionalizar el uso de espacios destinados a las construcciones provisionales
- Manejo de lubricantes y aceites. Se han hecho recomendaciones con la finalidad de evitar el vertido de aceites y grasas durante la limpieza de motores.

- **Mantenimiento de Canteras.**

Guardar la capa superficial de material orgánico retirado de las canteras, para que al final de la obra, pueda volver a cubrirse la cantera con dicho material para facilitar la regeneración de la vegetación, en las canteras que tengan cubierta vegetal.

En las canteras de playa de río, la explotación deberá ser controlada, evitando abrir nuevos cauces, respetando la morfología original.

- **Protección de Taludes.**
- **Mantenimiento de la diversidad de los cauces.**
- **Control de ruidos.**
- **Cuidado en el transporte de materiales**
- **Protección de Flora y Fauna.**
- **Programa de reforestación.**
- **Uso de la mano de obra local (de la zona de trabajo).**
- **Utilización del Programa de Educación Ambiental.**
- **Acciones compensatorias con la propiedad afectada de terceros.**
- **Ubicación de planta de asfalto según requisitos especificados.**  
La instalación de la planta de asfalto deberá cumplir con los requisitos especificados en el estudio de Impacto Ambiental.

### **Medidas de Mitigación en la Etapa de la Vida Útil de la Vía**

Las medidas de carácter técnico y normativo a implementarse son:

- **Ejecutar tareas de mantenimiento rutinario y de emergencia, al término de los cuales llevar a botaderos el material excedente del mantenimiento y hacer limpieza protegiendo la flora y fauna.**

### **1.5.10 Señalización y Seguridad Vial**

En esta carretera se requiere densa señalización pues discurre en terreno accidentado, en el que hay una diversidad de elementos tales como presencia de quebradas, puentes, curvas reversas, desarrollos con curvas de volteo, zonas con acantilados y farallones.

En el Estudio de Señalización y Seguridad Vial se abordó los aspectos siguientes:

- Señalización Vertical que comprende las Señales de prevención, de reglamentación y de información.
- Señalización Horizontal o marcas en el pavimento.
- Dispositivos de Seguridad Vial: guardavías, postes delineadores, vialetas (tachas) bidireccionales, pintado de parapetos, jibas retroreflectantes.



### **1.5.11 Mantenimiento Rutinario y Periódico**

El mantenimiento vial tiene dos objetivos genéricos:

La preservación del deterioro de la vía, mediante la ejecución de actividades de orden periódico y rutinario.

La atención inmediata a fenómenos naturales o eventos extraordinarios mediante la ejecución de actividades de emergencia, que permitan mantener la transitabilidad de la vía.

Los beneficios de los objetivos genéricos antes descritos son los siguientes:

- Preservación del capital invertido en la rehabilitación de la carretera.
- Protección del parque automotor y ahorro en los costos de operación vehicular.

El mantenimiento rutinario comprende las siguientes áreas de la vía: Calzada, Bermas, Drenaje, Estructuras, Señalización y Preservación Ambiental. El mantenimiento periódico incluye las mismas áreas que el mantenimiento rutinario, con la adición del acondicionamiento de taludes inestables.

## **1.5.12 Descripción de las Obras**

### **Movimiento de Tierras**

Los trabajos a ejecutar dentro de esta partida genérica, corresponden fundamentalmente a las zonas del puente collana donde se esta cambiando los radios de curva por curvas de transición, comprendido entre el Km 70+200 al Km 70+600, así como a la remoción de las obras de arte y la colocación de la nueva estructura de pavimento.

### **Base**

Esta partida corresponde igualmente al trabajo a ejecutar en zonas de ensanchamiento y ampliación de curvas

### **Pavimentos**

Este trabajo comprende fundamentalmente en la colocación de un pavimento nuevo en las zonas de ensanche la cual será colocada con mezcla asfáltica como capa nivelante en el mismo espesor.

### **Obras de Arte y Drenaje**

Estas obras están dirigidas a mejorar y complementar el sistema de drenaje y las obras de arte existentes, mediante la incorporación de nuevas estructuras, reparaciones. Dentro de ello se ha considerado alcantarillas, cunetas, así como la reparación de las obras existentes y el encauzamiento de las quebradas.

### **Transporte**

Esta partida genérica comprende el transporte proveniente de canteras a la zona de procesamiento de los materiales para base y agregados de la mezcla asfáltica y concreto hidráulico.

Corresponden igualmente al transporte de material procesado a la pista, así como de la mezcla asfáltica. En cuanto al transporte a

botaderos, éste comprende la eliminación de derrumbes, remoción de carpeta asfáltica, materiales desechables de la limpieza.

### **Señalización y Seguridad Vial**

El presente Estudio de Señalización y Seguridad Vial aborda los aspectos siguientes:

- Señalización Vertical que comprende las Señales de prevención, de reglamentación y de información.
- Señalización Horizontal o marcas en el pavimento.
- Dispositivos de Seguridad Vial: guardavías, postes delineadores, tachas bidireccionales.

En el proyecto se ha la reparación y reemplazo de las deterioradas.

### **Proteccion Ambiental**

Dentro de esta partida, se considera el acondicionamiento de los materiales eliminados a los diferentes botaderos, así como la limpieza y restauración de las canteras, zonas de proceso de materiales, campamentos y accesos.

### **Estabilidad De Taludes**

Como consecuencia de los estudios geológicos se ha considerado medidas de mitigación o correctivas, para disminuir o descartar el riesgo en los taludes inestables y quebradas

### 1.5.13 Presupuesto de Obra

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio SI.	Parcial SI.	Sub Total
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>98,579.07</b>
01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	gib	1.00	58,102.10	58,102.10	
01.02	Mantenimiento Vial y de tránsito durante la construcción	gib	1.00	24,290.31	24,290.31	
01.03	Accesos a canteras, botaderos, plantas de proceso y fuente de agua, sin explosivos	KM	2.85	5,679.53	16,186.66	
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>59,150.28</b>
02.01	Explanación no Clasificada para Explanaciones	m3	11,566.25	4.85	56,096.31	
02.02	Perfilado y compactado en zonas de corte	m2	2,689.36	1.04	2,796.93	
02.03	Remoción de carpeta asfáltica existente	m3	61.20	4.20	257.04	
03	<b>BASE GRANULAR</b>					<b>17,023.59</b>
03.01	Base Granular	m3	537.87	31.65	17,023.59	
04	<b>PAVIMENTOS</b>					<b>567,434.29</b>
04.01	Imprimación asfáltica	m2	2,689.36	175.87	472,977.74	
04.02	Pavimento de concreto asfáltico	m3	403.40	73.67	29,718.48	
04.03	Cemento Asfáltico PEN 60/70	gln	17,104.16	2.93	50,115.19	
04.04	Asfalto Líquido RC-250	gln	681.75	3.35	2,283.86	
04.05	Riego de Liga	m2	2,981.06	0.33	983.75	
04.06	Filler o relleno mineral	kg	17,388.56	0.15	2,608.28	
04.07	Mejorador de Adherencia	kg	342.08	25.57	8,746.99	
05	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>					<b>145,432.29</b>
05.01	Excavación no clasificada para estructuras	m3	181.00	3.65	660.65	
05.02	Concreto $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	121.43	214.99	26,106.24	
05.03	Encofrado y desencofrado en seco	m2	606.01	34.98	21,198.23	
05.04	Aceros de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	11,374.00	4.41	50,159.34	
05.05	Cunetas revestidas triangulares 0.45x1.00m	m	402.51	65.40	26,324.15	
05.06	Emboquillado de piedra, $e = 0.30$ m	m2	122.00	57.98	7,073.56	
05.07	Relleno de Estructuras	m3	65.00	29.66	1,927.90	
05.08	Limpieza de Alcantarillas Tipo Marco (manual)	und	14.00	117.42	1,643.88	
05.09	Limpieza de cauces para alcantarillas	m3	22.55	3.40	76.67	
05.10	Demolición de estructuras existentes	m3	145.37	70.59	10,261.67	
06	<b>TRANSPORTE PAGADO</b>					<b>74,894.48</b>
06.01	Material proveniente de cantera para $d \leq 1$ Km	m3k	1,288.48	4.59	5,914.12	
06.02	Material proveniente de cantera para $d > 1$ Km	m3k	825.36	1.06	874.88	
06.03	Mezcla Asfáltica para $d \leq 1$ Km	m3k	403.40	4.39	1,770.93	
06.04	Mezcla Asfáltica para $d > 1$ Km	m3k	44.82	1.14	51.09	
06.05	Eliminación de material a botadero para $d \leq 1$ Km	m3k	11,778.14	5.61	66,075.37	
06.06	Eliminación de material a botadero para $d > 1$ Km	m3k	190.91	1.09	208.09	

## Continúa Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Sub Total
07	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					<b>72,485.98</b>
07.01	Señales preventivas completas	und	6.00	267.06	1,602.36	
07.02	Señales preventivas, paneles	und	6.00	269.81	1,518.86	
07.03	Señales reglamentarias, completas	und	2.00	257.06	514.12	
07.04	Señales reglamentarias, panel	und	5.00	254.81	1,274.05	
07.05	Señales Informativas	m2	4.20	582.97	2,448.47	
07.06	Señal de servicios auxiliares	und	1.00	227.06	227.06	
07.07	Elemento de soporte para señales informativas	m	14.40	111.57	1,606.61	
07.08	Cimentación de señales informativas	m3	2.30	365.46	840.56	
07.09	Postes delineadores	und	65.00	76.16	4,950.40	
07.10	Marcas permanentes en el pavimento	m2	1,140.56	13.55	15,454.59	
07.11	Tachas bidireccionales retrorreflectantes	und	552.00	12.87	7,104.24	
07.12	Guardavias (incluye terminal, captaforos)	m	208.00	156.51	32,554.08	
07.13	Postes de kilometraje	und	4.00	77.80	311.20	
07.14	Pintado de parapetos en muros y alcantarillas	m2	23.59	15.85	373.90	
07.15	Remoción de señales existentes, sin transporte	und	5.00	14.12	70.60	
07.16	Pintado de Guardavías existentes	m2	106.00	14.48	1,534.88	
08	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>					<b>31,808.88</b>
08.01	Acondicionamiento de excedentes en zonas de botadero	m3	11,722.68	2.27	26,610.48	
08.02	Recuperación ambiental de áreas afectadas: limpieza y restauración de canteras y zonas de p m2		3,420.00	1.52	5,198.40	
	<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>1,066,808.86</b>
	<b>GASTOS GENERALES FIJOS (3.19% CD)</b>					<b>34,070.40</b>
	<b>GASTOS GENERALES VARIABLES (18.85% CD)</b>					<b>201,069.75</b>
	<b>UTILIDADES (7% CD)</b>					<b>74,676.62</b>
	<b>SUB TOTAL (Soles)</b>					<b>1,376,625.63</b>
	<b>IGV (19%)</b>					<b>261,558.87</b>
	<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>					<b>1,638,184.50</b>

SON: UN MILLON SEISCIENTOS TREINTY OCHO MIL CIENTO SESENTES Y OCHO NUEVOS SOLES

## CAPITULO II : DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

### 2.1. Descripción del Río Rimac

La cuenca del río Rímac está localizada entre los 11°32' y 12°15' de latitud sur y entre los 76°08' y 77°10' de longitud oeste, en las provincias de Lima y Huarochirí del departamento de Lima.

El río Rímac está formado por dos subcuencas el río Santa Eulalia y el río San Mateo, que al unirse a la altura de la ciudad de Chosica forman el río del mismo nombre.

El área de cuenca asciende a 3583 km<sup>2</sup> de la cual el 61.7% o sea 2211 km<sup>2</sup> corresponde a la cuenca húmeda sobre los 2500 msnm. Altitudinalmente se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 5000 msnm que corresponde a las cumbres nevadas.

El relieve es el que predomina en los ríos de la vertiente occidental, con una cuenca alargada, de fondo profundo y de fuerte pendiente. En la parte superior de la cuenca se tiene un gran número de lagunas originadas por la pendiente suave que permite el almacenamiento parcial del flujo superficial.

La subcuenca del río Rímac recibe el aporte de varias quebradas, siendo las principales río Blanco y Parac, por la margen izquierda.

De la información revisada no se presenta uso alguno de agua subterránea, tampoco se encontró manantiales que afecten la transitabilidad del tramo en estudio.

### 2.2. Tramo del estudio

En el tramo de estudio Km. 69+000 al Km. 72+000 de la Carretera Héroes de la Breña se ve influenciada por las descargas fluviales de las quebradas Palcacancha y Yamajune localizada entre los 11°46' y 11°52' de latitud sur y entre los 76°24' y 76°27' de longitud oeste respectivamente, el cual tienen un carácter fundamentalmente estacional, correspondiendo la época de lluvias

más intensas al período hidrológico entre Noviembre y Abril. Fisiográficamente presenta un valle amplio y abrupto presentándose descargas grandes los que se estimaran para dimensionar las obras de drenaje y defensas ribereñas para la conservación de la estructura de la carretera, Ver Plano de Ubicación PU-01 y Plano Clave PC01 en el Anexo.

Se ha estudiado los 2 casos de quebradas que tienen cuenca, las que se indican en el cuadro siguiente:

Nombre	Ubicación (km)	Obra de arte en cruce
Qda. Yamajune	69+700	Puente Habich
Qda. Palcacancha	71+522	Puente Collana

En ellas existen puentes cuyas estructuras se encuentran en buen estado.

### 2.3. Temperatura, Evaporación y Humedad

Las estaciones meteorológicas utilizadas, son las que existen actualmente en el río Rimac. Los parámetros básicos medidos son temperatura, evaporación y humedad relativa. El siguiente cuadro muestra los principales parámetros de estas estaciones, a nivel de valores medios anuales:

**Cuadro 2.1**  
**ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA**

Estación	Altitud msnm	Latitud Sur	Longitud Oeste	T °C	E mm	HR %
Hipólito Unanue	70	12°04'	77°04'	19.1	515.7	87
Limatambo *	136	12°02'	77°01'	18.1		84
Campo de Marte *	137	12°02'	77°02'	18.6	722.4	95
A. Von Humboldt *	238	12°05'	77°00'	17.9		85
La Molina	255	12°05'	76°55'	18.3	995.0	85
Ñaña	566	11°59'	76°50'	18.5	920.7	85
Chosica *	851	11°55'	76°23'	19.8		71
Matucana	2350	11°50'	76°23'	15.3	1890.8	61
Milloc	4400	11°34'	76°21'	5.0		
Aeropuerto Internacional	13	12°00'	77°07'	19.2		
Chuchito	4	12°03'	77°09'	19.3		

\* Estaciones clausuradas

Adicionalmente se cuenta con las siguientes estaciones de cuencas vecinas de los ríos Cañete, Mantaro y Chillón:

**Cuadro 2.2**  
**ESTACIONES METEOROLÓGICAS VECINAS**

Estación	Cuenca	Altitud msnm	Latitud Sur	Longitud Oeste	T °C	E mm
Cañete	Cañete	104	13°04'	76°21'	20.5	1211.4
Pacarán	Cañete	710	12°52'	76°03'	20.2	1329.7
Yauyos	Cañete	2871	12°27'	75°55'	14.5	
Upamayo	Mantaro	4080	10°55'	76°16'	6	
Canta	Chillón	2832	11°28'	76°38'	13.6	

La relación Altitud – Temperatura media anual es buena y responde a la expresión:

$$T = -0.0029H + 20.006$$

$$R^2 = -0.932$$

Siendo:

T = Temperatura media anual, en °C

H = Altitud, en msnm

R = Coeficiente de correlación

El promedio anual de temperatura de las estaciones que se ubican en el tramo en estudio es de 16.50°C. Esta temperatura promedio no presenta épocas diferenciadas.

De la información recopilada de la Estación Matucana de los últimos 10 años se obtiene que la temperatura máxima absoluta fue de 28° C registrada en el mes de Mayo de 1998 y la mínima absoluta es de 3.2 °C registrada en el mes de Julio de 1999. La temperatura promedio es de 15.3 °C. los registros fueron tomados durante la década 1990 a 2,000 (ver cuadros 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4)



**REGRESION LINEAL DE LA TEMPERATURA**  
( $Y = a + b \cdot X$ )

Estación	Altitud en m "X"	Latitud Sur	Longitud Oeste	T °C "Y"	E mm	HR %	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}$ )	(Y <sub>i</sub> - $\bar{Y}$ )	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}$ )*(Y <sub>i</sub> - $\bar{Y}$ )	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	(Y <sub>i</sub> - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>	Y=A+B*X	Δ=Y-Y <sub>i</sub>
Hipólito Unanue	70.00	12°04'	77°04'	19.10	515.70	87.00	-1,156.06	2.61	-3,012.99	1,336,480.50	6.79	19.81	0.71
Limatambo *	136.00	12°02'	77°01'	18.10		84.00	-1,080.06	1.61	-1,750.91	1,188,236.25	2.58	19.82	1.52
Campo de Marte *	137.00	12°02'	77°02'	18.60	722.40	95.00	-1,089.06	2.11	-2,293.84	1,186,057.13	4.44	19.81	1.01
A. Von Humboldt *	238.00	12°05'	77°00'	17.90		85.00	-988.06	1.41	-1,389.46	976,267.50	1.98	19.32	1.42
La Molina	255.00	12°05'	78°55'	18.30	995.00	85.00	-971.06	1.81	-1,753.98	942,962.38	3.26	19.28	0.98
Ñaña	588.00	11°59'	78°50'	18.50	920.70	85.00	-680.08	2.01	-1,324.25	435,682.50	4.03	18.38	-0.12
Chosica *	851.00	11°55'	78°23'	19.80		71.00	-375.06	3.31	-1,240.05	140,871.88	10.93	17.57	-2.23
Matucana	2,350.00	11°50'	76°23'	15.30	1,890.80	61.00	1,123.94	-1.19	-1,341.70	1,263,235.50	1.43	13.27	-2.03
Milloc	4,400.00	11°34'	76°21'	5.00			3,173.94	-11.49	-36,480.44	10,073,879.25	132.11	7.40	2.40
Aeropuerto Intemacional	13.00	12°00'	77°07'	19.20			-1,213.06	2.71	-3,282.85	1,471,520.83	7.32	19.97	0.77
Chucuito	4.00	12°03'	77°09'	19.30			-1,222.06	2.81	-3,429.41	1,493,436.75	7.88	19.99	0.69
Cañete	104.00	13°04'	76°21'	20.50	1,211.40		-1,122.08	4.01	-4,495.26	1,259,024.25	18.05	19.71	-0.79
Pacarán	710.00	12°52'	78°03'	20.20	1,329.70		-518.06	3.71	-1,912.66	266,320.50	13.74	17.97	-2.23
Yauyos	2,871.00	12°27'	75°55'	14.50			1,844.94	-1.99	-3,279.59	2,705,819.38	3.98	11.78	-2.72
Upamayo	4,080.00	10°55'	78°18'	8.00			2,853.94	-10.49	-29,948.51	8,144,959.25	110.12	8.32	2.32
Canta	2,832.00	11°28'	76°38'	13.60			1,805.94	-2.89	-4,647.18	2,579,035.25	8.37	11.89	-1.71
<b>Suma</b>	<b>19,817.00</b>			<b>283.80</b>					<b>-101,583.09</b>	<b>35,463,588.94</b>	<b>334.99</b>		
<b>Promedio</b>	<b>1,228.08</b>			<b>16.49</b>									

Regresion Lineal

$$Y = a + b \cdot X$$

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{X}) \cdot (y_i - \bar{Y})}{\sum (x_i - \bar{X})^2} = -0.0029$$

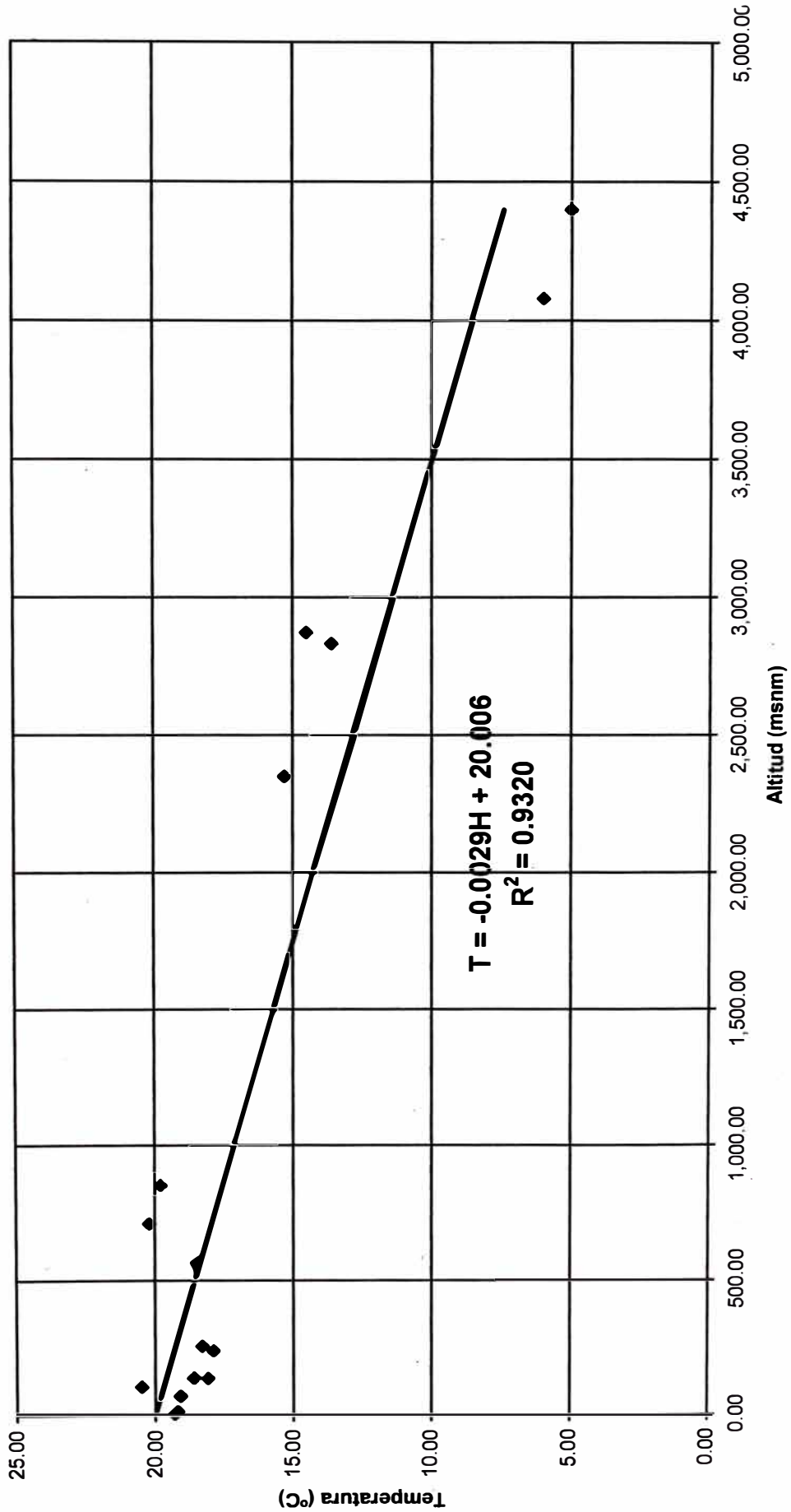
$$a = \frac{\sum y_i - b \cdot \sum x_i}{n} = 20.006$$

$$\text{Coeficiente de Correlacion } r = \frac{\sum (x_i - \bar{X}) \cdot (y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{X})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{Y})^2}} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = -0.932$$

de la Regresion Lineal se tiene la Siguiete Ecuacion de Temperatura :

$$T = -0.0029 \cdot H + 20.006$$

Gráfico de Temperatura Vs Altitud



Con respecto a la evaporación, los valores estadísticos son muy irregulares estimándose una evaporación anual de 1560 mm, esta mayor evaporación en la zona de más baja altitud se explica porque el sector altitudinal medio soporta un índice de insolación más alto, factor que está en relación directa con la evaporación.

En relación a la humedad relativa se caracteriza por tener un promedio anual inverso a la costa, es decir, mayor en verano o época lluviosa (87%) y menor durante el invierno (61%),

Con respecto a la precipitación media, se cuenta con la estación Matucana que registra una lluvia media anual de 285 mm., considerando valor característico de la zona en estudio.

Respecto a la evaporación, la relación no es tan definida, no obstante se puede detectar cierta tendencia expresada como:

$$\begin{aligned} E &= 212.25 \cdot H^{0.2721} \\ R^2 &= 0.799 \end{aligned}$$

Siendo:

E = Evaporación total anual, en mm

H = Altitud, en msnm

R = Coeficiente de correlación

Ver la Teoría de Regresión en el anexo Memoria de Cálculo.

Cuadro 2.3

**ESTACION MATUCANA  
TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA (°C)**

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1990	23.9	24.0	23.4	23.9	25.3	24.8	22.9	25.7	24.3	22.3	22.3	22.6
1991	22.8	23.5	22.1	22.3	22.9	23.0	22.8	22.8	24.3	22.4	22.9	23.2
1992	22.5	22.9	22.7	22.9	23.0	23.6	23.2	23.0	23.0	22.5	22.9	23.1
1993	21.9	22.0	22.3	21.9	22.8	23.5	23.2	23.0	23.2	22.6	22.4	21.7
1994	21.9	21.7	22.1	22.9	22.9	24.9	26.7	23.7	26.5	24.6	24.4	25.6
1995	24.0	24.3	23.8	23.9	24.8	23.6	22.8	24.0	26.4	23.4	24.2	24.6
1996	23.2	23.2	22.6	23.7	23.2	23.9	23.4	23.2	24.2	24.8	24.8	25.2
1997	22.9	24.8	24.5	23.8	23.9	24.6	25.6	26.5	25.8	25.9	24.6	25.6
1998	25.6	26.3	24.6	25.3	28.0	23.8	23.2	24.3	24.9	24.7	24.4	24.6
1999	23.8	22.0	21.7	22.5	22.7	23.9	23.4	23.9	23.8	22.9	24.9	22.8
2000	21.8	21.9	21.0									

Cuadro 2.4

**ESTACION MATUCANA  
TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA (°C)**

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1990	7.4	6.3	8.3	7.6	6.3	8.0	5.8	6.4	6.5	7.9	8.4	9.3
1991	9.0	9.7	10.8	9.7	10.3	9.0	8.6	9.7	9.0	9.6	10.6	10.4
1992	10.8	10.9	11.3	11.0	11.4	11.3	10.2	9.5	10.0	10.3	9.4	10.6
1993	10.5	10.4	9.5	10.8	10.2	9.7	9.8	9.8	9.4	9.8	9.8	9.6
1994	9.6	10.2	10.2	8.2	9.6	6.0	7.0	7.8	8.4	7.8	8.2	8.4
1995	10.0	8.6	8.6	7.0	5.6	6.5	6.0	7.2	8.0	8.2	9.0	7.5
1996	8.8	7.2	9.0	8.0	6.2	5.2	5.6	7.2	7.5	8.6	6.8	8.0
1997	7.4	6.6	6.8	6.2	6.4	5.2	7.2	5.4	7.0	6.6	5.2	7.2
1998	9.6	10.0	9.5	8.5	7.4	5.0	4.4	5.2	4.4	6.2	4.2	5.6
1999	4.3	5.4	5.4	4.6	3.9	3.4	3.2	3.7	4.4	4.2	4.2	5.6
2000	4.4	4.8	4.6									

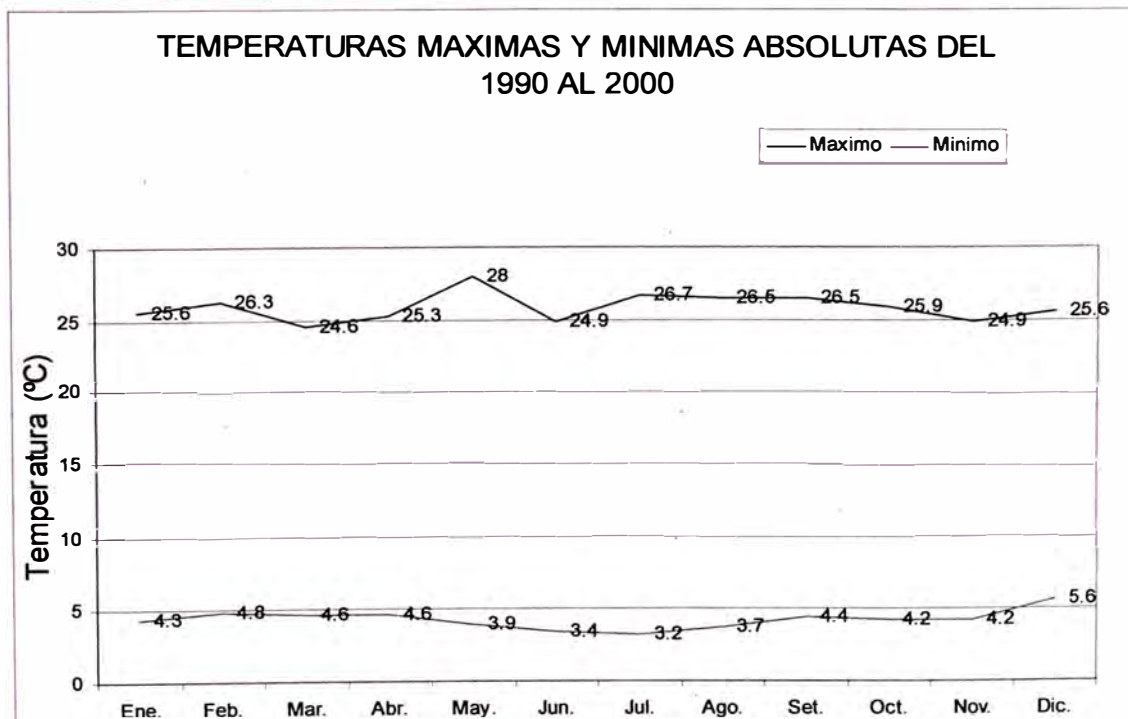
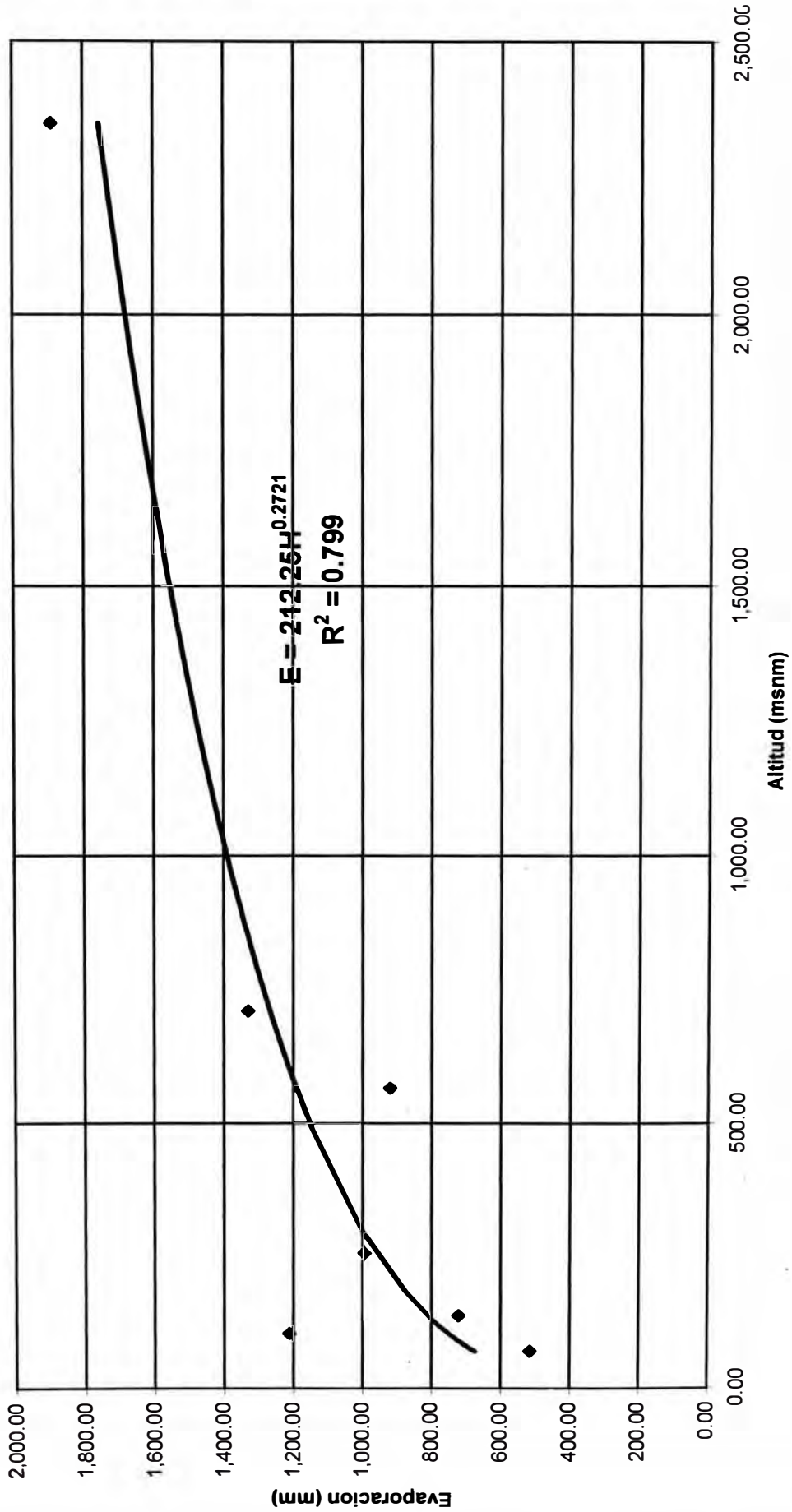


Gráfico de Evaporacion Vs Altitud



## **CAPITULO III : ANÁLISIS HIDROLÓGICO**

### **3.1. Información Cartográfica**

Son los planos o mapas topográficos disponibles, que nos permite obtener el curso de agua y delimitar cuencas, en el Peru tenemos las siguientes fuentes de información:

- IGN : Instituto Geográfico Nacional.  
Planos a escala 1/250,000; 1/100,000; 1/50,000; 1/25,000.
- Ministerio de Agricultura.  
Planos a escala 1/50,000; 1/25,000; 1/10,000, 1/5,000.
- INGEMET : Instituto Nacional Geológico y Metalúrgico.  
Planos a escala 1/100,000.

En el presente informe se ha recurrido a la siguiente información:

- a) Instituto Geográfico Nacional (IGN): Carta Nacional hoja Matucana 24 k a escala 1:100,000
- b) Ministerio de Agricultura: Plano de Catastro Rural a escala 1:25,000

### **3.2. Información Pluviométrica**

Son los registros de la caída de lluvia, nieve, granizo o aguanieve sobre la superficie de la tierra, recogidos en los pluviómetros.

en el Peru tenemos las siguientes fuentes de información:

- SENAMHI : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Electroperú.
- Ministerio de Energía y Minas.
- INRENA : Instituto Nacional de Recursos Naturales.

En el presente informe se ha recurrido a la siguiente información:

- a) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Las estaciones pluviométricas disponibles en las cuencas del Río Rímac, Río Mantaro y vecinas se muestran en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1**  
**ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS**

(i) Estación	Cuenca	Altitud msnm	Latitud	Longitud	Periodo de Registro
Matucana	Rímac	2378	11°50'	76°23'	1964-1998
Autisha	Rímac	2250	11°44'	76°37'	1980-1996*
Carampoma	Rímac	3272	11°39'	76°31'	1965-1998
San José de Parac	Rímac	3800	11°48'	76°15'	1966-1999*
Chalilla	Lurín	4050	11°56'	76°20'	1969-1983
Mina Colque	Rímac	4600	11°35'	76°29'	1968-1993*
Milloc	Rímac	4400	11°34'	76°21'	1965-1998
Casapalca	Rímac	4191	11°37'	76°13'	1966-1997*
Marcapomacocha	Mantaro	4413	11°24'	76°20'	1965-1990*

\* Serie Discontinua

### 3.3. Análisis de Información Pluviométrica

De la información pluviométrica disponible que se muestra en el cuadro 3.2, se ha elaborado el Mapa de ubicación de estaciones pluviométricas Véase Plano HI-01 en el Anexo – Planos, para poder elegir las estaciones que tienen mayor representatividad en la zona de estudio Km. 69+000 – Km. 72+000 de la Carretera Héroes de la Breña, siendo las estaciones elegidas las siguientes:

1. Estación Matucana: por su cercanía y mayor longitud de registro.
2. Estación Carampoma: por Mayor longitud de registro.
3. Estación Milloc: por Mayor longitud de registro.

Para la estimación de caudales se ha efectuado un análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. No contando con registros de aforo en los cursos



hídricos que desfogon a través de la carretera, se considera el siguiente procedimiento:

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

**Cuadro 3.2**  
**PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)**  
**CUENCA RIO RIMAC**

Año	Matucana	Caram poma	Autisha	Casapalca	San José de Parac	Mina Colque	Marcapo macocha	Chalilla	Milloc
1964	15.9								
1965	14.9	19.5					23.4		25.0
1966	17.1	10.6		35.2	12.5		30.5		23.0
1967	16.7	22.2		29.2	24.0		28.0		36.0
1968	12.8	15.5		19.2	10.0	13.6			26.0
1969	12.0	21.3		26.7	17.0	21.6	17.8	20.4	30.0
1970	31.7	30.2		46.1		24.9	26.2	24.1	17.5
1971	23.3	30.4				32.5	33.1	22.6	18.0
1972	18.1	27.5		23.0		13.8	20.2	39.1	21.0
1973	25.2	32.6		20.1			25.6	50.2	27.0
1974	11.9	28.2		20.1			22.6	23.3	26.7
1975	10.8	17.0		18.7		18.4	33.8	25.3	30.0
1976	15.8	24.5		24.1		14.4	27.2	37.8	21.8
1977	35.2	23.8		31.1		12.0	40.5	25.5	22.0
1978	7.8	14.8		17.8		16.0	35.0	31.3	22.4
1979	12.3	20.3		24.4		18.2	27.8	31.6	24.6
1980	8.8	20.6	7.5	18.8	17.4	17.4	28.8	11.3	23.0
1981	12.5	30.3	13.7	25.4	42.0	18.2	24.8	29.4	22.4
1982	9.5	15.5	11.2	35.6	28.5	16.4	45.6	38.6	24.6
1983	25.0	26.2		16.8	27.7	16.4	27.0	7.9	31.2
1984	21.5	20.8	14.0	23.6	29.1	18.4	24.4		23.4
1985	19.8	21.4	6.4	44.5	24.3	18.6	21.2		20.8
1986	27.2	33.3	4.3	38.1	21.8	12.8	19.6		22.8
1987	20.9	22.7	11.6	17.8		9.6	43.2		14.8
1988	13.2	31.5	9.8	28.2		13.8	23.2		32.4
1989	10.7	19.6	20.3	16.8		13.5	20.8		33.1
1990	20.6	25.6	14.7	22.4	14.6	10.7	29.2		46.2
1991	17.6	23.3	29.7	47.0	18.2	9.6			24.1
1992	30.5	19.2	6.3	19.8	12.4	7.1			44.4
1993	30.3	22.4	23.3	33.9	19.7	13.0			37.6
1994	15.5	17.9	11.2	40.3	25.4				49.2
1995	22.3	15.1	9.3	36.8	28.8				41.5
1996	13.6	17.2	18.4	20.2	17.8				54.4
1997	9.5	15.7		15.7	18.1				18.3
1998	21.9	24.1			18.8				27.5
1999					28.4				

\* Fuente: Senamhi



### 3.3.1. Análisis de Frecuencia

Las estaciones elegidas, Matucana–Carampoma–Milloc, son estaciones ordinarias con datos continuos, que proporcionan información relevante al estudio.

Con los datos de precipitación máxima en 24 horas se calcularon las precipitaciones cuyos periodos de retorno son 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 500 años usando las distribuciones de probabilidad usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos

Las distribuciones de frecuencia más usuales son:

- I Distribución Normal (N).
- II Distribución LogNormal de 2 Parámetros (LN)
- III Distribución LogPearson III (LP3).
- IV Distribución Valor Extremo Tipo I - Gumbel (EVI)

#### I Distribución Normal

La distribución Normal o Gaussiana no transformada, es simétrica con respecto a la media y no ha sido muy usada en análisis de frecuencias de avenidas, ya que la mayor cantidad de las series de avenidas tiene un pronunciado sesgo positivo. Sin embargo se ha encontrado apropiada para ciertas series de descargas de avenidas y niveles de agua, en particular donde hay grandes almacenamientos.

La función de distribución de probabilidades es:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Los parámetros son en este caso:

- $\mu \cong$  Media de la muestra  
 $\sigma \cong$  Desviación Standard

Considerando la variable estandarizada:  $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

$$F(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

## II Distribución LogNormal (LN)

Considera que los logaritmos de los caudales tienen una distribución Normal. Ha sido extensamente usada en los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá debido a su consistencia y facilidad de aplicación e interpretación, Algunas de las limitaciones Log Normal son, por un lado, que tiene solamente dos parámetros y, por otro lado, que requiere que los logaritmos de los datos sean simétricos alrededor de su media.

La función de probabilidad es:

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

la variable estandarizada es:

$$z = \frac{\ln x - \mu}{\sigma}$$

en este caso  $\mu$  y  $\sigma$  son la media y desviación estándar de los logaritmos de los caudales.

## III Distribución LogPearson III (LP3)

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

La distribución Pearson Tipo III se aplicó por primera vez en la hidrología por Foster (1924) para describir la distribución de probabilidad de picos de crecientes máximos anuales. Cuando la información es muy asimétrica positivamente, se utiliza una transformación log para reducir la simetría.

La función de distribución de probabilidades es:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \int_0^x e^{-\left(\frac{\ln x - \delta}{\alpha}\right)} \left(\frac{\ln x - \delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} dx$$

En este caso se tienen las relaciones adicionales:

$$\mu = \alpha\beta + \delta$$

$$\sigma^2 = \alpha^2 \beta$$

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}}$$

Siendo  $\gamma$  el sesgo.

#### IV Valor extremo tipo I - Gumbel (EVI)

La distribución de valores tipo I conocida como distribución Gumbel o doble exponencial, ha sido aplicada tanto a precipitaciones máximas como avenidas; en el Perú ha tenido buenos resultados.

Las propiedades de la función EVI, fue desarrollada en mayor detalle por Gumbel (1941).

Su función de distribución de probabilidades es:

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

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

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Se escogió la distribución de probabilidades en base al método no paramétrico de Kolmogorov – Smirnov. Los cálculos estadísticos se pueden ver en el Anexo Memoria de Cálculo. A continuación se resumen los resultados del análisis estadístico.

**Cuadro 3.3**  
**Resumen de precipitación máxima en 24 horas**  
**para la Estación Matucana, ubicada en el distrito de Matucana,**  
**Provincia de Huarochiri, departamento de Lima**

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
2	18.07	16.76	17.17	16.89
5	24.09	23.38	23.49	23.22
10	27.24	27.83	27.32	27.40
20	29.84	32.14	30.74	31.42
25	30.60	33.51	31.78	32.69
50	32.76	37.78	34.85	36.62
100	34.71	42.09	37.75	40.51
200	36.50	46.46	40.50	44.39
500	38.66	52.36	43.95	49.51
Máximo Registrado:		35.20	mm	

### 3.3.2. Análisis de Bondad y Ajuste

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

- a) Test de Kolmogorov – Smirnov
- b) Test de Chi – Cuadrado  $\chi^2$

#### Método de Kolmogorov – Smirnov.

El método consiste en comparar el máximo valor absoluto de las diferencias entre la función de distribución de probabilidad observada  $P_o(x_m)$  y la estimada  $P(x_m)$ :

$$D = \max |P_o(x_m) - P(x_m)|$$

Valor que debe compararse con uno crítico determinado en la siguiente Tabla y depende del número de datos y el nivel de significancia, según el Cuadro 3.4:

**Cuadro 3.4**  
**Prueba de Kolgomorov – Smirnov**

Tamaño de la muestra	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
N grande	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

**b) Método o prueba  $\chi^2$ .**

La bondad del ajuste de una distribución de probabilidad puede probarse comparando los valores teóricos y muestrales de las funciones de frecuencia relativa o de frecuencia acumulada.

Su aplicación requiere en primer lugar agrupar los valores de caudales en clases, para lo cual se debe calcular el número de intervalos usando la sugerencia de Sturges:

$$K = 1 + 3.3 \log N$$

Donde K es el número de intervalos y N el número total de datos. Alternativamente se puede usar la expresión de Yevjevich:

$$K = 1 + 1.33 \ln N$$

Además se debe calcular el parámetro estadístico:

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{(e_i - e_0)^2}{e_i}$$

Donde  $e_0$  es el número observado de eventos en el intervalo  $i$  y  $e_i$  es el número esperado de eventos en el mismo intervalo. Para calcular  $e_i$  se tiene:

$$e_i = n(F(S_i) - F(I_i))$$

$F(S_i)$  es la función de distribución de probabilidad en el límite superior del intervalo  $i$ ,  $F(I_i)$  es la misma función en el límite inferior y  $n$  es el número de eventos.

En las estaciones se efectuaron las pruebas de  $\chi^2$  en los datos de precipitación máxima en 24 horas para verificar si ajustan a las distribuciones Normal y Log Normal. Los datos de la estación Matucana pasaron las pruebas de  $\chi^2$  en la distribución Normal y Log Normal.

La distribución Valor Extremo Tipo I (Gumbel) ajustó mejor los datos de la Estación Matucana (ver Cuadro 3.5) según el método de Kolmogorov-Smirnov. Esta distribución, siendo no paramétrica, permite obtener la mejor distribución sin considerar un sesgo en el tipo de distribución, como ocurre con la distribución  $\chi^2$ , que sólo se debería usar para verificar la normalidad de una función, es decir si una función ajusta a una distribución normal, o si los logaritmos de una función ajustan a una distribución normal.

**Cuadro 3.5**  
**Prueba Kolgomorov-Smirnov**

$$\Delta_{\max \text{ Tabular}} = 1.35/\sqrt{n} = 0.228 \quad \text{para un nivel de significancia de 5\%}$$

	$\Delta$	
Normal	0.0951	La distribución de datos puede ser Normal
Log Normal	0.0623	La distribución de datos puede ser Log Normal
Log Pearson III	0.9621	La distribución de datos no puede ser Log Pearson
Pearson Gumbel	0.0535	La distribución de datos puede ser Gumbel

Min  $\Delta =$             0.0535            Gumbel

### 3.3.3. Precipitación Máxima en 24 Horas

Se define como la mayor profundidad de precipitación estimada analíticamente para un periodo de retorno dado, que caracterice razonablemente la región geográfica de la Carretera en estudio (longitud de 3.00 Km.) Pequeñas y medianas quebradas cruzan la carretera, y al no disponer de datos de caudales, estos han sido calculados en base a datos de precipitación máxima de 24 horas.

La estación climatológica más cercana es la estación Matucana

T (años)	Gumbel Diseño
2	16.89
5	23.22
10	27.40
20	31.42
25	32.69
50	36.62
100	40.51
200	44.39
500	49.51

### 3.3.4. Curvas IDF (Intensidad, Duración y Frecuencia)

El grado óptimo de seguridad de una estructura depende, por un lado, de su costo y, por otro, del costo de las pérdidas asociadas con una falla. Por ejemplo puede ser aceptable que una carretera se inunde en promedio una vez cada dos o tres años, si el costo de su sistema de drenaje se compara con el de uno que permita inundaciones una vez cada 50 años en promedio o mas aun, podría resultar totalmente incosteable un sistema de drenaje con el que se pudiera extraer cualquier cantidad de agua de precipitación por grande que fuera, aun cuando tal drenaje fuera posible construir.

Por otra parte, sería poco económico y poco ético aceptar un riesgo alto de falla de un vertedor de una presa aguas arriba en una ciudad importante, pues estas fallas tendría consecuencias desastrosas,

mientras que en el ejemplo de la carretera una insuficiencia del drenaje no ocasionara mas que algunas molestias a los usuarios.

Para elaborar las curvas IDF se empleará la Fórmula de Dick y Peschke por su aplicabilidad y debido a que no contamos con datos de duración para las lluvias locales.

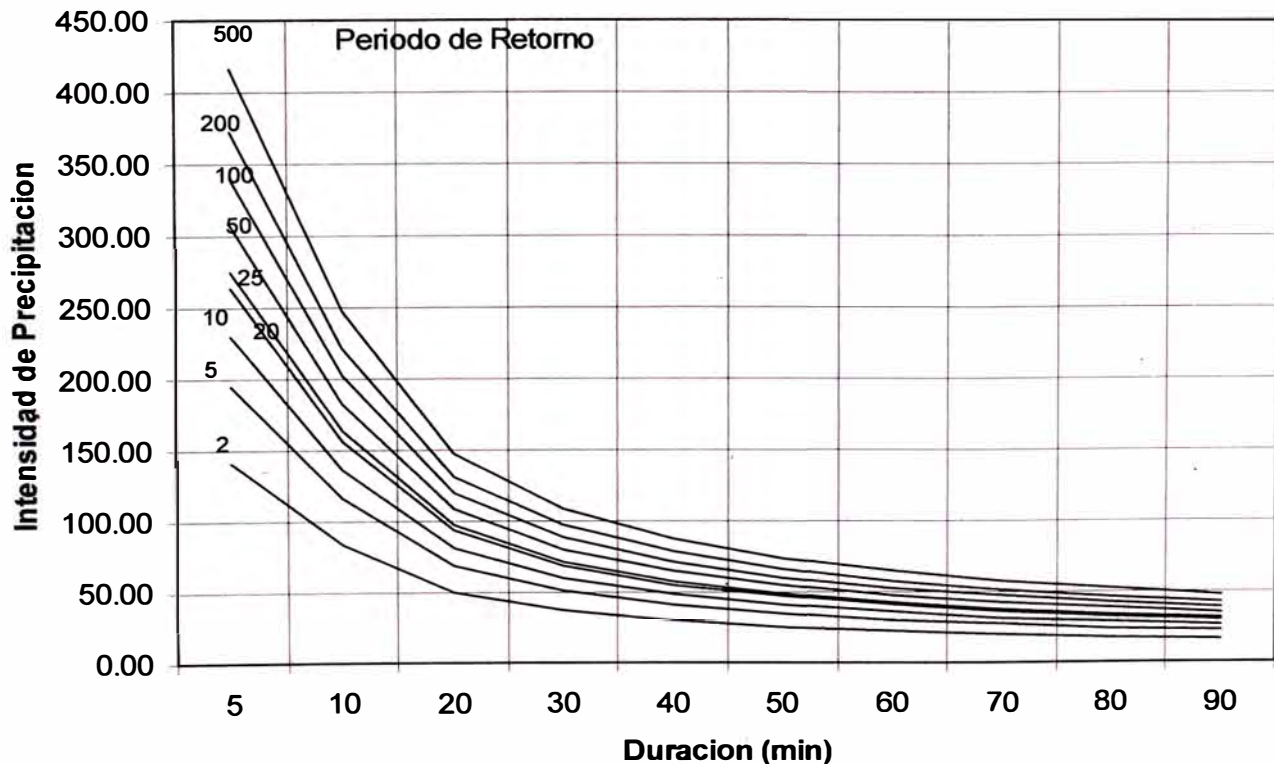
$$P_D = P_{24\text{Horas}} \left( \frac{D}{1440} \right)^{0.25}$$

$P_D$  = Precipitación en el Tiempo  $D$   
 $P_{24\text{ Horas}}$  = Precipitación máxima en 24 horas  
= Duración en minutos;  $5' < D < 1440'$



**Cuenca Palcacancha**

Periodo de Retorno T (Años)	Duracion Td (min) - Precipitacion (mm) - Intensidad (mm/Hr)									
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
2	11.82	14.06	16.72	18.50	19.88	21.02	22.00	22.86	23.64	24.35
	141.83	84.33	50.15	37.00	29.82	25.22	22.00	19.60	17.73	16.23
5	16.24	19.32	22.97	25.42	27.32	28.88	30.23	31.42	32.49	33.46
	194.91	115.90	68.91	50.84	40.98	34.66	30.23	26.93	24.36	22.30
10	19.17	22.80	27.11	30.01	32.24	34.09	35.68	37.08	38.34	39.49
	230.06	136.79	81.34	60.01	48.36	40.91	35.68	31.79	28.76	26.33
20	21.98	26.14	31.09	34.40	36.97	39.09	40.91	42.52	43.96	45.28
	263.77	156.84	93.26	68.80	55.45	46.91	40.91	36.44	32.97	30.18
25	22.87	27.20	32.35	35.80	38.47	40.67	42.57	44.24	45.74	47.11
	274.47	163.20	97.04	71.59	57.70	48.81	42.57	37.92	34.31	31.41
50	25.62	30.46	36.23	40.09	43.08	45.55	47.68	49.55	51.23	52.77
	307.41	182.79	108.69	80.19	64.62	54.67	47.68	42.47	38.43	35.18
100	28.34	33.70	40.08	44.36	47.67	50.40	52.75	54.82	56.68	58.38
	340.11	202.23	120.25	88.72	71.50	60.48	52.75	46.99	42.51	38.92
200	31.06	36.93	43.92	48.61	52.23	55.23	57.80	60.08	62.11	63.97
	372.69	221.60	131.77	97.21	78.35	66.27	57.80	51.49	46.59	42.65
500	34.64	41.19	48.99	54.21	58.26	61.60	64.47	67.00	69.28	71.35
	415.67	247.16	146.96	108.43	87.38	73.92	64.47	57.43	51.96	47.57

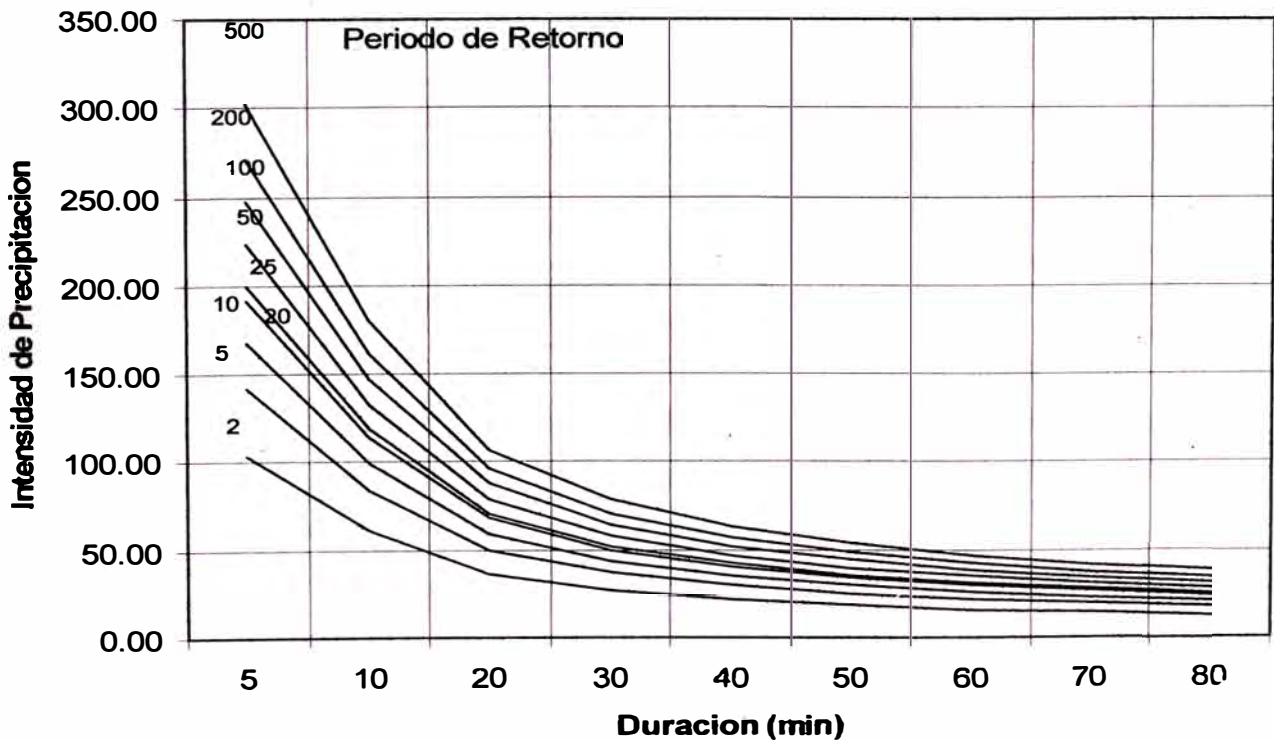
**QUEBRADA PALCACANCHA****CURVA INTENSIDAD - DURACION - FRECUENCIA**

**Cuenca Yamajune**

Periodo de Retorno T (Años)	Duracion Td (min) - Maxima Profundidad (mm)								
	5	10	20	30	40	50	60	70	80
2	8.60	10.23	12.16	13.46	14.47	15.29	16.01	16.64	17.20
	103.21	61.37	36.49	26.92	21.70	18.35	16.01	14.26	12.90
5	11.82	14.06	16.72	18.50	19.88	21.02	22.00	22.86	23.64
	141.84	84.34	50.15	37.00	29.82	25.22	22.00	19.60	17.73
10	13.95	16.59	19.73	21.83	23.46	24.81	25.97	26.99	27.90
	167.41	99.55	59.19	43.67	35.19	29.77	25.97	23.13	20.93
20	16.00	19.02	22.62	25.03	26.90	28.44	29.77	30.94	31.99
	191.95	114.13	67.86	50.07	40.35	34.13	29.77	26.52	23.99
25	16.64	19.79	23.54	26.05	27.99	29.60	30.98	32.20	33.29
	199.73	118.76	70.61	52.10	41.99	35.52	30.98	27.60	24.97
50	18.64	22.17	26.36	29.18	31.35	33.15	34.70	36.06	37.28
	223.70	133.01	79.09	58.35	47.03	39.78	34.70	30.91	27.96
100	20.62	24.53	29.17	32.28	34.69	36.68	38.39	39.90	41.25
	247.50	147.16	87.50	64.56	52.03	44.01	38.39	34.20	30.94
200	22.60	26.88	31.96	35.37	38.01	40.19	42.06	43.72	45.20
	271.21	161.26	95.89	70.74	57.01	48.23	42.06	37.47	33.90
500	25.21	29.98	35.65	39.45	42.39	44.83	46.92	48.76	50.41
	302.48	179.86	106.94	78.90	63.59	53.79	46.92	41.79	37.81

**QUEBRADA YAMAJUNE**

**CURVA INTENSIDAD - DURACION - FRECUENCIA**



### 3.4 Análisis de Subcuencas

En la carta nacional hoja Matucana 24 k a escala 1:100,000 se ha delimitado las cuencas principales de las quebradas Palcacancha y Yamajune que desfogan a través del Km. 69+000 al Km. 72+000 de la carretera. Se efectuó un inventario de las mismas y se determinó los parámetros geomorfológicos e hidrológicos para la estimación del caudal de aquellas que constituyen riesgo potencial para la vía. Véase Plano HI-02 en el Anexo – Planos, además ver los planos PE-01 y GG-01.

#### 3.4.1. Características Fisiográficas

En el Tramo: Cocachacra – Matucana Km. 69+000 al Km. 72+000 se presentan quebradas espaciadas entre sí, cuyos cauces son rectos o ligeramente sinuosos con fuertes pendientes en la parte alta y moderada en la desembocadura. El curso principal de esorrentía es el río Rímac.

A continuación se presenta cuadro de subcuencas con su ubicación, incidencia en la carretera o río y la obra de arte en el cruce de la vía:

**Cuadro 3.6**  
**CUADRO DE SUBCUENCAS**

Cuenca E N°	Nombre	Ubicación (km)	Incidencia		Obra de arte en cruce
			Carretera	Río	
01	Yamajune	69+700	IZQ	DER	Puente
02	Palcacancha	71+522	IZQ	DER	Puente

En este tramo las quebradas se activan durante la época de avenidas ocurriendo flujo de escombros, en particular la quebrada Palcacancha donde se encuentra emplazado el Puente Collana.

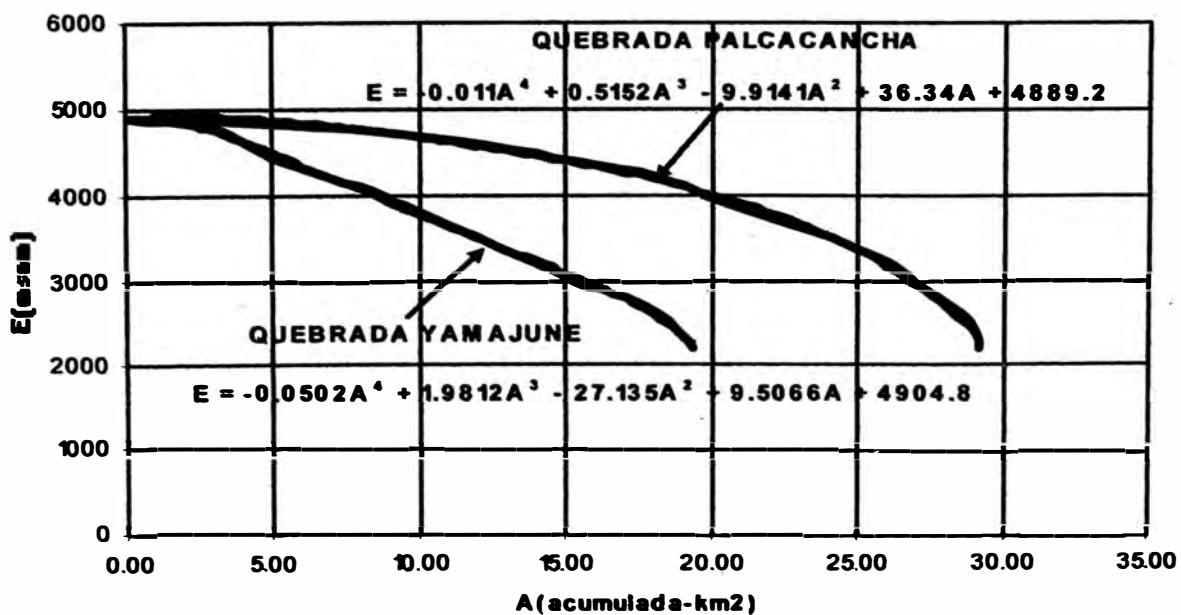


2. Altitud media, altitud mediana y altitud media ponderada de las cuencas, previa elaboración de la curva hipsométrica.

a. Relieve:

Elevación (msnm)	Palcacancha		Yamajune	
	Áreas Parciales (km <sup>2</sup> )	Suma de Áreas (km <sup>2</sup> )	Áreas Parciales (km <sup>2</sup> )	Suma de Áreas (km <sup>2</sup> )
4900	0.00	0.00	0.00	0.00
4800	6.05	6.05	2.75	2.75
4600	6.15	12.19	1.38	4.13
4400	3.11	15.30	1.12	5.25
4200	2.81	18.11	1.63	6.88
4000	1.57	19.68	1.87	8.75
3800	1.65	21.33	1.23	9.98
3600	1.77	23.11	1.22	11.20
3400	1.66	24.77	1.44	12.64
3200	1.33	26.10	1.35	13.99
3000	0.82	26.91	1.26	15.25
2800	0.82	27.73	1.79	17.04
2600	0.80	28.53	1.06	18.10
2400	0.46	28.99	0.74	18.84
2200	0.17	29.16	0.53	19.36
<b>Total</b>	<b>29.162</b>		<b>19.362</b>	

### CURVA HIPSOMETRICA



## b. Altitud Media:

Se calcula a partir de la Curva Hipsométrica, buscando un rectángulo de igual área que la curva, teniendo bases iguales.

Entonces Tenemos:

**Quebrada Palcacancha:**

$$\text{Área Curva} = \int_{A=0}^{A=29.162} (-0.011A^4 + 0.5152A^3 - 9.9141A^2 + 36.34A + 4889.2) dA$$

$$\text{Área Curva} = \left[ -0.0022A^5 + 0.1288A^4 - 3.3047A^3 + 18.17A^2 + 4889.2A \right]_{A=0}^{A=29.162}$$

$$\text{Área Curva} = 122,825.83 \text{ Km}^2 - \text{msnm}$$

$$\text{Área Rectángulo} = \text{Área Acumulada} \times \text{Altitud Media}$$

$$\text{Área Rectángulo} = 29.162 \times \text{Emedia}$$

$$\text{Área Rectángulo} = \text{Área Curva}$$

$$29.162 \times \text{Emedia} \text{ Km}^2 = 122,825.83 \text{ Km}^2 - \text{msnm}$$

$$\text{Emedia} = 4212.00 \text{ msnm}$$

**Quebrada Yamajune:**

$$\text{Área Curva} = \int_{A=0}^{A=19.362} (-0.0502A^4 + 1.9812A^3 - 27.135A^2 + 9.5066A + 4904.8) dA$$

$$\text{Área Curva} = \left[ -0.01004A^5 + 0.4953A^4 - 9.045A^3 + 4.7533A^2 + 4904.8A \right]_{A=0}^{A=19.362}$$

$$\text{Área Curva} = 73,384.34 \text{ Km}^2 - \text{msnm}$$



Área Rectángulo = Área Acumulada x Altitud Media

Área Rectángulo = 29.162 x Emedia

Área Rectángulo = Área Curva

19.362 x Emedia Km<sup>2</sup> = 73,384.34 Km<sup>2</sup> - msnm

**Emedia = 3790.00 msnm**

c. Altitud Mediana:

$$E_{mediana} = E(50\% \text{Acca})$$

Por regla de 3 simples hallamos la altitud mediana, también se puede hallar gráficamente:

**Quebrada Palcacancha:**

4600msnm ..... 12.19 Km<sup>2</sup>

**Emediana ..... 14.58 Km<sup>2</sup>**

4400msnm..... 15.30 Km<sup>2</sup>

**Emediana= 4446 msnm**

**Quebrada Yamajune:**

4000msnm ..... 8.75 Km<sup>2</sup>

**Emediana ..... 9.68 Km<sup>2</sup>**

3800msnm..... 9.98 Km<sup>2</sup>

**Emediana= 3848 msnm**

## 3. Pendiente del Cauce Principal.

ELEVACION (msnm)	Longitud Palcacancha (m)	Longitud Yamajune (m)
2200	591	1375
2400	873	698
2600	814	701
2800	419	838
3000	419	381
3200	340	269
3400	712	625
3600	678	521
3800	911	613
4000	1035	1068
4200	1324	777
4400	1204	547
4600	1296	227
4800	77	
<b>Total</b>	<b>10,693</b>	<b>8,640</b>

Quebrada Palcacancha Scauce = 24.31%

Quebrada Yamajune Scauce = 27.78%

## 4. Pendiente de la cuenca.

a. Pendiente Media (Scca): 
$$Scca = \frac{\Delta \sum_{i=1}^n l_{CNi}}{Acca}$$

$\Delta$  : Diferencia de elevación entre curvas de nivel (cte)

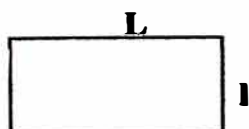
LCN : Longitud de la curva de nivel dentro de la Cuenca

N : # de curvas de nivel dentro de la Cuenca

Acca : Área de la cuenca

## b. Método del Rectángulo Equivalente

El rectángulo es aquel que tiene la misma área y el mismo perímetro de la cuenca.



$$\begin{aligned} L \times l &= A \\ 2 \times (L + l) &= P \end{aligned}$$



Además:

$$Kc = \frac{Pcca}{Po = Acca} = \frac{Pcca}{2\sqrt{\pi}\sqrt{A}} = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}} : \text{Coeficiente de Compacidad}$$

$$L \times l = A \dots\dots\dots(I)$$

$$L + l = 3.545\sqrt{A} \times Kc \dots\dots\dots(II)$$

Resolviendo (I) y (II) se hallan los valores de L y l

		Palcacancha	Yamajune
L x l =		29.162	19.362
L + l =		26.686	21.870
		<hr/>	<hr/>
L =	=	1.142	0.924 Km.
l =	=	25.545	20.945 Km.

Luego la pendiente de la cuenca se obtiene aplicando:

$$Scca = \frac{H}{L}$$

Donde:

Ccca *Pendiente de la Cuenca*

L *Longitud mayor del rectángulo equivalente*

H *Desnivel total de la cuenca*

	Palcacancha	Yamajune
Scca	10.178 %	11.459 %

### 3.4.3. Parámetros Hidrológicos

#### Tiempo de concentración

Se define como el tiempo para el cual toda la cuenca empieza a contribuir al flujo superficial, este es el tiempo desde el punto mas alejado de la cuenca hasta la salida.

Para su determinación se utilizaron las conocidas formulas planteadas por Kirpich, Hathaway y el US Corps. Of Engineers.

**Fórmula de Kirpich:**

Para nuestro caso utilizaremos la Formula de Kirpich (1940):

$$tc = 0.0078 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (Pies)

S = Pendiente promedio de la cuenca (Pies/pie)

Esta formula fue desarrollada a partir de la información del SCS en siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definido y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar tc por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.

**Fórmula de Hathaway:**

$$T_c = \frac{0.606(Ln)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

En la cual:

- T<sub>c</sub> = tiempo de concentración en hs  
 L = longitud del cauce principal en km  
 n = factor de rugosidad  
 S = pendiente en m/m

**Fórmula del US Corps of Engineers:**

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

donde:

- T<sub>c</sub> = tiempo de concentración en hs  
 L = longitud del cauce en km.  
 S = pendiente en m/m.

La aplicación de las formulas indicadas se resume en el cuadro adjunto, siendo los valores más realistas los obtenidos con la última de ellas:

**Cuadro 3.7  
RESUMEN DE APLICACIÓN DE LAS FORMULAS**

Cuenca	Longitud Cauce (km)	Pendiente (m/m)	Factor de Rugosidad	Tiempo de concentración (horas)		
				Kirpich	Hathaway	Corps of Engineers
Palcacancha	10.693	0.1018	0.2	0.99	1.48	2.80
Yamajune	8.640	0.1146	0.2	0.80	1.30	2.33

Se considera el factor de rugosidad de 0.2 por ser cauces con poca hierba, cultivos cosechados suelos moderadamente rugosos.

De los tres  $T_c$  evaluados con las diferentes formulas se eligea Hathaway debido a ser consistente con la velocidad de la particula de agua el cual se encuentra alrededor de los 2 m/seg.

#### **3.4.4. Estimación de Caudales Máximos - Hidrograma Unitario Sintético**

Para usar el método del hidrograma unitario, siempre es necesario contar con al menos un hidrograma medido a la salida de la cuenca, además de los registros de precipitación. Si embargo las cuencas en estudio (Palcacancha y Yamajune) no cuentan con una estación hidrométrica o bien con los registros pluviografos necesarios.

Por ello es conveniente utilizar el Hidrograma Unitario Triangular desarrollado por Mockus que lo usa el SCS (Soil Conservation Service), debido a su simplicidad usando únicamente datos de características generales de la cuencas.

$$V_e = H_{p_e} \times A$$

$V_e$  = Volumen de Agua Escurrido

$H_{p_e}$  = Altura de Precipitación en Exceso o Precipitación Efectiva

$A$  = Área de la Cuenca

**HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR****Cuenca****Palcacancha**

Area	29.16
Long del Cauce	10.693
Pendiente	7.330
tc	1.480
de	2.43
Tp	<b>2.10</b>
Tb	<b>1.41</b>

**Yamajune**

Area	19.362	
Long del Cauce	8.640	
Pendiente	8.930	
tc	1.300	Horas
de	2.280	
Tp	<b>1.92</b>	Horas
Tb	<b>5.13</b>	Horas

CALCULO DEL CAUDAL PICO CON LA ECUACION

$$Q_p = \frac{0.208 * H_{pe} * A}{T_p}$$

T (años)	Gumbel	Palcacancha	Yamajune
		Qp	Qp
2	16.89	<b>48.7</b>	<b>35.4</b>
5	23.22	<b>66.9</b>	<b>48.7</b>
10	27.40	<b>79.0</b>	<b>57.5</b>
20	31.42	<b>90.6</b>	<b>65.9</b>
25	32.69	<b>94.2</b>	<b>68.6</b>
50	36.62	<b>105.5</b>	<b>76.8</b>
100	40.51	<b>116.8</b>	<b>85.0</b>
200	44.39	<b>127.9</b>	<b>93.1</b>
500	49.51	<b>142.7</b>	<b>103.8</b>

## **CAPITULO IV : DRENAJE**

### **4.1. Drenaje Transversal – Alcantarillas**

#### **4.1.1. Evaluación**

Las alcantarillas encontradas en el tramo Km. 69+000 al 72+000 son del Tipo Marco de concreto, Se han identificado las corrientes de agua existentes, y en base al estudio hidrológico se ha definido los caudales de diseño. Las secciones de las alcantarillas han sido definidas en base a los caudales y las pendientes de los conductos, Existe un grupo de alcantarillas que solo captan las aguas provenientes de las cunetas, y por los caudales que reciben se ha considerado las mínimas longitudes.

Tomando en cuenta la entrada se tienen dos tipos de entrada: tipo buzón y con aleros

Lo mismo ocurre con la salida. Se han definido tres tipos de salida

En la mayor parte de la carretera las alcantarillas se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento en lo que concierne al aspecto hidráulico, no hay presencia de problemas graves salvo algunos cambios y o mantenimientos a las estructuras existentes para una mejor operación; pero contamos a la vez con algunas deficiencias en tres tramos que se sugiere se coloque alcantarillas para que el flujo de agua (caudal generado en esos puntos de concentración) descarguen en la misma dado que las quebradas pronunciadas que en épocas de avenidas pueden provocar daños significativos a la carretera; la cuneta no es suficiente para este flujo de agua concentrado en estos puntos, requiere punto de descarga porque es propensa a sobrepasar su capacidad de transporte de agua.

#### **4.1.2. Inventario de alcantarillas**

Se ha realizó una inspección e inventario de las pocas alcantarillas existentes del tramo, habiéndose encontrado que en gran parte se

encuentran en buen estado, debido a sus características de construcción.

En los casos de mal funcionamiento de la alcantarilla, se ha previsto su reemplazo con una alcantarilla de sección mínima que para nuestro caso es de 1.50 m. x 1.50 m. en marco de concreto.

En el presente estudio se han diseñado alcantarillas nuevas, exclusivamente para el encauzamiento de flujos de agua superficial que atraviesan la carretera, en ubicaciones elegidas tales como pequeñas quebradas.

En el Cuadro 4.1, 4.2 y 4.3 se muestra la ubicación de las alcantarillas Existentes y proyectadas.

Cuadro 4.1  
RELACIÓN TOTAL DE ESTRUCTURAS EXISTENTES DE DRENAJE TRANSVERSAL

Alcantarilla No.	Progresiva	Condición	Función	Estructura de Entrada		Conducto			Dimensiones de Campo			ESTRUCTURA DE SALIDA		OBSERVACIONES	Foto
				Tipo	Protección	Tipo	Sentido	Esviaje	L	A	H	TIPO	PROTECCIÓN		
1	69+020.00	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		12.00	1.50	1.50	Rus.	EN	Hacer cambios correspondientes a la estructura de salida, no es estable	Alcantarilla N° 01
2	69+104.30	E	Quebrada	MU	EM	MARCO	I-D		10.95	1.50	1.50	MU		Realizar Limpieza	Alcantarilla N° 02
3	69+406.80	E	Quebrada	AI	EM	MARCO	I-D		11.50	1.50	1.50	AI	EM	Mantenimiento periodico y construccion de emboquillado en las carcavas	Alcantarilla N° 03
4	69+530.50	E	Quebrada	BZ		MARCO	I-D		12.00	1.50	1.50	Rus.		Construccion de emboquillado de entrada y salida	Alcantarilla N° 04
5	70+195.00	E	Quebrada	AI	EM	MARCO	I-D		13.10	1.50	1.50	AI		Limpieza y Construccion de emboquillado de salida	Alcantarilla N° 05
6	70+318.40	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		19.40	1.50	1.20	MN	MN	Limpieza y Construccion de emboquillado de entrada	Alcantarilla N° 06
7	70+347.80	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		12.40	2.30	2.00	AI	MN	Realizar Limpieza	Alcantarilla N° 07
8	70+491.20	E	Curso de agua	BZ		MARCO	I-D	29°30'	15.90	0.90	0.90	AI	CC - MN	Realizar Limpieza	Alcantarilla N° 08
9	70+860.00	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		12.15	2.00	2.00	AI	MN	Realizar Limpieza	Alcantarilla N° 09
10	70+937.50	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		12.00	2.00	1.70	Rus.	MN	Construccion de emboquillado de entrada y salida	Alcantarilla N° 10
11	71+180.00	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		20.30	0.90	0.90	AI	MN	Limpieza y Construccion de emboquillado de salida	Alcantarilla N° 11
12	71+212.30	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		11.00	0.90	0.90	AI		Retiro de obietos que obstruyen la alcantarilla, limpieza y mantenimiento periodico	Alcantarilla N° 12
13	71+772.00	E	Curso de agua	BZ		MARCO	I-D		11.90	0.90	0.90	AI		Realizar Limpieza	Alcantarilla N° 13
14	71+993.50	E	Quebrada	AI		MARCO	I-D		12.80	0.90	0.90	AI		Realizar Limpieza	Alcantarilla N° 14

**NOTACIÓN:**

Estable	E	Buzón	BZ
Remplazar	R	Alero Inclinado	AI
Normal	N	Alero Recto	AR
		Mampostería	MN
		Emboquillado	EM
		Enrocado	EN
		Zanja Mampostería	ZM
		Muro	MU
		Rústico	Rus
		Canal Concreto	CC

**Cuadro 4.2**  
**RELACIÓN TOTAL DE ESTRUCTURAS NUEVAS DE DRENAJE TRANSVERSAL**

Alcantarilla No.	Progresiva	Condicion	Funcion	Estructura de Entrada		Conducto			Dimensiones Propuestas			ESTRUCTURA DE SALIDA		Foto
				Tipo	Proteccion	Tipo	Sentido	Esviaje	L	A	H	TIPO	PROTECCION	
1	69+271.00	N	Quebrada	AI	EM	MARCO	I-D		15.00	1.50	1.50	AI	EM	Quebrada N° 01
2	69+341.50	N	Quebrada	AI	EM	MARCO	I-D		15.00	1.50	1.50	AI	EM	Quebrada N° 02
3	70+963.00	N	Quebrada	AI	EM	MARCO	I-D		15.00	1.50	1.50	AI	EM	Quebrada N° 03

**NOTACIÓN:**

E	Estructura Existente	Buzón	BZ
N	Estructura Nueva	Alero Inclinado	AI
P	Estructura Existente que puede Permanecer	Alero Recto	AR
R	Estructura Existente que se debe Reemplazar	Mampostería	MN
RH	Estructura a Rehabilitar	Emboquillado	EM
D-I	Sentido de Derecha a Izquierda	Enrocado	EN
I-D	Sentido de Izquierda a Derecha	Zanja Mampostería	ZM
FT	Estructura fuera del trazo	Muro	MU
		Rustico	Rus
		Canal Concreto	CC



**Cuadro 4.3  
RELACIÓN TOTAL DE Puentes**

Puen- te No.	Progresiva		Condi- cion	Funcion	Puen- te				Dimen- siones Propuestas			Observaciones	Foto
	Inicio	Fin			Nombre	Tipo	Sentido	Esvlaje	L	A	H		
1	69+800.00	69+721.00	P	Quebrada Yamajune	Eduado Habich	Colgante	I-D		121.00	9.60	20.00	Este puente es de tipo Colgante, se encuentra en buenas condiciones	Foto N° 01
2	71+440.00	71+590.00	P	Quebrada Paicacancha	Coliana	Concreto	I-D	Curvo	150.00	9.60	20.00	Este puente es Concreto Armado tipo cajon, se encuentra en buenas condiciones	Foto N° 02

**NOTACIÓN:**

E	Estructura Existente	Buzón	BZ
N	Estructura Nueva	Alero Inclinado	AI
P	Estructura Existente que puede Permanecer	Alero Recto	AR
R	Estructura Existente que se debe Reemplazar	Mampostería	MN
RH	Estructura a Rehabilitar	Emboquillado	EM
D-I	Sentido de Derecha a Izquierda	Enrocado	EN
I-D	Sentido de Izquierda a Derecha	Zanja Mampostería	ZM
FT	Estructura fuera del trazo	Muro	MU
		Rústico	Rus
		Canal Concreto	CC

### 4.1.3. Criterios de diseño

Los parámetros hidráulicos de cada alcantarilla, fueron calculados usando la fórmula de Manning para los caudales mínimo y máximo determinados y presentados en el estudio hidrológico para un periodo de retorno de 25 años.

Las dimensiones de los bordes libres para los requerimientos hidráulicos como se puede observar en la mayoría de los casos están sobre dimensionados para facilitar la limpieza y evitar los atoros continuos en los periodos de lluvia ya que por las pendientes, la naturaleza de los suelos y geomorfología de la zona las quebradas y torrenteras arrastran material sólido y palizadas.

Para dimensionar las alcantarillas buscamos una sección cuadrada  $b=y$  y buscamos las medidas geométricas mínimas para facilitar la limpieza y analizamos el flujo en la alcantarilla, con la pendiente del tramo ( $S=120\%$ ).

El caudal de diseño para el dimensionamiento de la alcantarilla se ha estimado mediante el Método Racional:

$$Q = C \cdot i \cdot A / 360$$

Donde:

- C Coeficiente de Escurrimiento, 0.50  
Intensidad en (mm/hora), usamos 31.41 mm/hora, máximo de acuerdo al Estudio Hidrológico para un  $T_r = 25$  años.
- A Área tributaria en hectáreas
- Q Caudal  $m^3/\text{seg}$ .

Consideramos que el área tributaria esta compuesta por 300 m. de talud sobre la quebrada, tanto en el lado derecho e izquierdo, por una longitud de 3,500 m. estos valores se estiman de acuerdo a la visita de

campo y dado que no se cuenta con información suficiente para poder trazar las subcuencas, por lo tanto se tiene:

$$3,500 \text{ m.} \times 600 \text{ m.} = 2'100,000 \text{ m}^2 \text{ de talud} \times 0.45 = 945,000 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área tributaria total} = 945,000 \text{ m}^2 = 94.50 \text{ Has.}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.50 \times 31.41 \times 94.50/360 = 4.12 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Conociendo el caudal de diseño y utilizando la fórmula de Manning se analizó la sección para determinar las dimensiones de la alcantarilla tipo marco, en el siguiente cuadro se presenta las características hidráulicas.

De la fórmula de Manning:

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

Donde:

- A : Área Hidráulica  $\text{m}^2$
- R : Radio Hidráulico  $\text{m}^3$
- S : Pendiente de la cuneta
- n : Coeficiente de Rugosidad, 0.05 para canales naturales
- Q : Caudal  $\text{m}^3/\text{seg.}$

Conociendo el caudal de diseño se analizó para los casos de la máxima (120 %) pendiente de las quebradas, según las mediciones efectuadas en campo, en el siguiente cuadro se presentan las características hidráulicas.

Resolviendo la ecuación tenemos que el área de la sección es  $0.50 \text{ m}^2$

Largo =  $0.70 \text{ m.}$

Ancho =  $0.70 \text{ m.}$

Por lo que se concluye que las alcantarillas existentes son suficientes para los caudales de avenidas.

**4.1.4. Estructuras diseñadas**

Para las nuevas alcantarillas se han considerado una sección conservadora de 1.50 m x 1.50 m debido al flujo de escombros y para poder realizar el mantenimiento rutinario.

**4.2. Drenaje Longitudinal – Cunetas**

**4.2.1. Evaluación**

Las cunetas que se observaron a lo largo de la vía son de sección triangular de talud:

Lado que da a la vía	Otro Talud
1V:0.50H	1V:2.50H
1V:1.25H	1V:1.25H

Construidas de concreto, encontrándose en perfectas condiciones de funcionamiento.

**4.2.2. Inventario de Cunetas**

Se ha realizó una inspección e inventario de las Cunetas existentes del tramo, habiéndose encontrado que en gran parte se encuentran en buen estado.

En el Cuadro 4.4 se muestra la ubicación de las cunetas existentes.

**Cuadro 4.4**  
**RELACIÓN DE CUNETAS**

LADO	DE	A	LONGITUD (m)	ENTREGA A	izquierdo	derecho	Foto
I	69+000.00	69+019.25	19.25	Alcant. antes del 69+000	19.25		N° 05 y N° 06
I	69+020.75	69+103.55	82.80	Alcant. 69+020.00	82.80		N° 05 y N° 06
I	69+105.05	69+408.05	303.00	Alcant. 69+104.30	303.00		N° 05 y N° 06
I	69+409.55	69+529.75	120.20	Alcant. 69+408.80	120.20		N° 05 y N° 06
D	69+435.00	69+500.00	65.00	Terreno Natural		65.00	N° 03 y N° 04
I	69+531.25	69+625.00	93.75	Alcant. 69+530.50	93.75		N° 03 y N° 04
I	69+860.00	70+194.25	334.25	Puente Habich	334.25		N° 01
D	69+869.00	70+182.00	313.00	Puente Habich		313.00	N° 01
I	70+195.75	70+315.65	119.90	Alcant. 70+195.00	119.90		N° 05 y N° 06
I	70+317.15	70+346.45	29.30	Alcant. 70+316.40	29.30		N° 05 y N° 06
I	70+348.75	70+490.75	142.00	Alcant. 70+347.60	142.00		N° 03 y N° 04
I	70+491.65	70+659.00	167.35	Alcant. 70+491.20	167.35		N° 03 y N° 04
I	70+661.00	70+936.50	275.50	Alcant. 70+660.00	275.50		N° 05 y N° 06
D	70+661.00	70+802.00	141.00	Alcant. 70+660.00		141.00	N° 05 y N° 06
I	70+938.50	71+159.55	221.05	Alcant. 70+937.50	221.05		N° 05 y N° 06
I	71+160.45	71+211.85	51.40	Alcant. 71+160.00	51.40		N° 05 y N° 06
I	71+212.75	71+466.00	253.25	Alcant. 71+212.30	253.25		N° 05 y N° 06
D	71+620.00	71+680.50	60.50	Puente Collana		60.50	N° 02
I	71+620.70	71+771.55	150.85	Puente Collana	150.85		N° 02
I	71+772.45	71+993.05	220.60	Alcant. 71+772.00	220.60		N° 05 y N° 06
I	71+993.95	72+000.00	6.05	Alcant. 71+993.50	6.05		N° 05 y N° 06

<b>TOTAL CUNETA LADO I (ML)</b>	<b>2590.5</b>
---------------------------------	---------------

<b>TOTAL CUNETA LADO D (ML)</b>	<b>579.5</b>
---------------------------------	--------------

### 4.2.3. Criterios de diseño

#### Cuneta Triangular

Este tipo de cuneta se utilizará a lo largo de la carretera en las zonas rurales, para dimensionar dicha cuneta tomamos las medidas geométricas mínimas de acuerdo a las Normas y analizamos el flujo en la cuneta, con la pendiente máxima y mínima que tiene la carretera.

El caudal de diseño para el dimensionamiento de la cuneta se ha estimado mediante el Método Racional:

$$Q = c.i.A/360$$

Donde:

- c : Coeficiente de Escurrimiento, 0.60
- i : Intensidad en (mm/hora), usamos 31.41 mm/hora, máximo de acuerdo al Estudio Hidrológico para un Tr = 25 años.
- A : Área tributaria en hectáreas
- Q : Caudal m<sup>3</sup>/seg.

Considerando que el área tributaria esta compuestas por 50 m. de talud sobre la cuneta y 10 m. de calzada por una longitud de 500 m., se tiene:

$$500 \text{ m.} \times 50 \text{ m.} = 25000 \text{ m}^2 \text{ de talud} \times 0.45 = 11250 \text{ m}^2.$$

$$500 \text{ m.} \times 10 \text{ m.} = 5000 \text{ m}^2 \text{ de calzada}$$

$$\text{Área tributaria total} = 11250 + 5000 = 16250 \text{ m}^2 = 1.625 \text{ Has.}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.60 \times 31.41 \times 1.625/360 = 0.085 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

De la formula de Maning:

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

Donde:

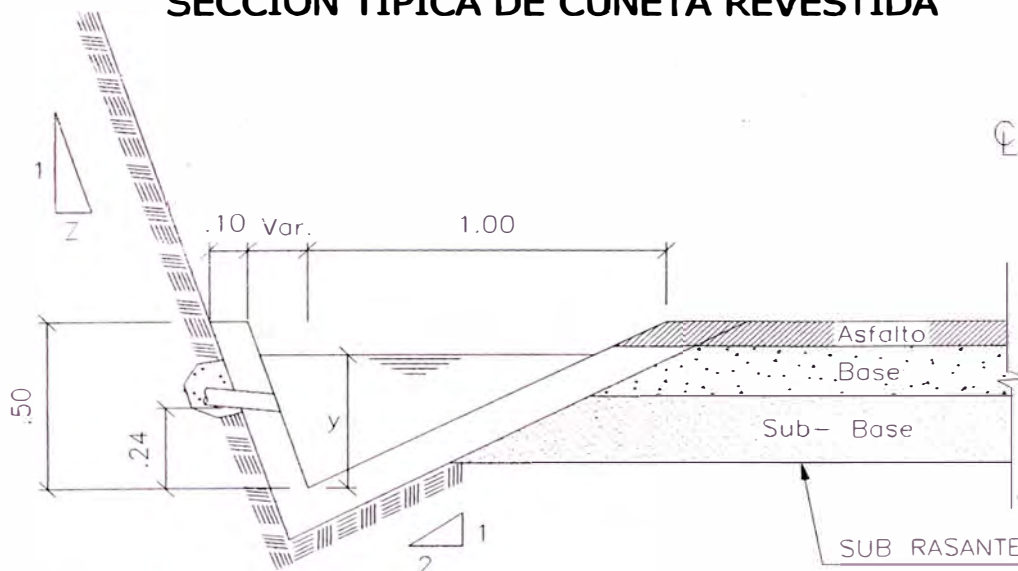
- A : Área Hidráulica m<sup>2</sup>

- R : Radio Hidráulico  $m^3$   
 S : Pendiente de la cuneta  
 n : Coeficiente de Rugosidad, 0.014 para concreto  
 Q : Caudal  $m^3/seg.$

Conociendo el caudal de diseño se analizó para los casos de la máxima (7.5 %) y mínima (0.5 %) pendiente de la carretera, en el primer caso para verificar que la velocidad no sea erosiva y en el segundo caso para verificar que área hidráulica de la cuneta conduzca el caudal de diseño, en el siguiente cuadro se presente las características hidráulicas para ambos casos.

z1	Z2	Y (m)	S	n	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	T (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1.25	1.25	0.45	0.075	0.014	0.25	1.15	0.22	1.13	1.80
1.25	1.25	0.25	0.005	0.014	0.08	0.64	0.12	0.63	0.10

### SECCION TIPICA DE CUNETA REVESTIDA



Se observa que los caudales que puede permitir las cunetas actualmente existente son demasiados conservadores, por lo tanto no se necesita ampliación.

### b) Cuneta Rectangular

Este tipo de cuneta se utiliza a lo largo de la carretera en las zonas urbanas, específicamente en nuestro caso en los poblados cerca de los Puentes Habich y Collana, para dimensionar dicha cuneta buscamos la máxima eficiencia hidráulica del canal  $b=2y$  para rectangulares y buscamos las medidas geométricas mínimas para facilitar la limpieza por lo cual asumimos una base  $b = 0.60$  m. y analizamos el flujo en la cuneta, con la pendiente del tramo comprendido en el poblado ( $S=2.55\%$ ).

El caudal de diseño para el dimensionamiento de la cuneta se ha estimado mediante el Método Racional:

$$Q = c.i.A/360$$

Donde:

- c : Coeficiente de Escurrimiento, 0.60
- i : Intensidad en (mm/hora), usamos 31.41 mm/hora, máximo de acuerdo al Estudio Hidrológico para un  $Tr = 25$  años.
- A : Área tributaria en hectáreas
- Q : Caudal  $m^3/seg.$

Nuevamente consideramos que el área tributaria esta compuestas por 50 m. de talud sobre la cuneta y 10 m. de calzada por una longitud de 500 m., se tiene:

$$500 \text{ m.} \times 50 \text{ m.} = 25000 \text{ m}^2 \text{ de talud} \times 0.45 = 11250 \text{ m}^2.$$

$$500 \text{ m.} \times 10 \text{ m.} = 5000 \text{ m}^2 \text{ de calzada}$$

$$\text{Área tributaria total} = 11250 + 5000 = 16250 \text{ m}^2 = 1.625 \text{ Has.}$$

Reemplazando:

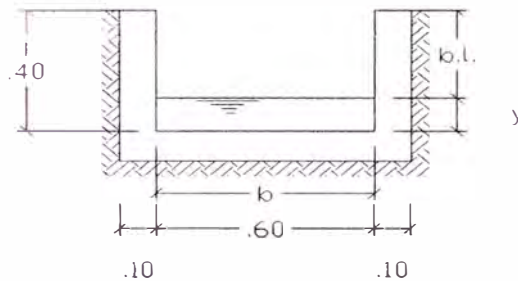
$$Q = 0.60 \times 31.41 \times 1.625/360 = 0.085 \text{ m}^3/\text{seg.}$$



Conociendo el caudal de diseño y utilizando la fórmula de Manning se analizó la sección para determinar la altura de la cuneta, en el siguiente cuadro se presenta las características hidráulicas.

B	Y (m)	S	N	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	T (m)	Q (m <sup>3</sup> / s)
0.4	0.13	0.03	0.014	0.052	0.66	0.08	0.4	0.11

### SECCION TIPICA DE CUNETTA RECTANGULAR



Por cuestiones prácticas de limpieza de la cuneta en los cruces peatonales asumimos un Borde Libre (b.l.) de 0.27 m. lo cual nos da una altura total de 0.40 m.

Además se observa que la cuneta puede evacuar un caudal de 0.11 m<sup>3</sup>/seg, contra 0.085 m<sup>3</sup>/seg siendo las dimensiones de la cuneta adecuadas.

## CONCLUSIONES

1. La escorrentía de las Quebradas Yamajune y Palcacancha en su recorrido natural hacia sus fuentes naturales, se encuentra obstaculizadas por obras de Ingeniería Civil, las cuales se deben de diseñar con los criterios de poder transportar una mezcla de agua, arenas, gravas, rocas, y material orgánico.
2. En el presente Informe se toma en cuenta que el diseño Hidrológico, se basa en métodos y/o criterios que tomen en cuenta el verdadero tipo de flujo, que ocurrieron en estas quebradas, con la finalidad de que las estructuras diseñadas no queden fuera de servicio interrumpiendo las vías.
3. Las obras viales son muy vulnerables al exceso de agua (lluvia, escorrentía, etc.). El Fenómeno de El Niño es una realidad que no puede ignorarse, pues su periodo de recurrencia es del orden de 50 años. En consecuencia tenemos que convivir con el FEN.
4. El FEN ha causado en diferentes épocas enormes daños a las obras viales, los que podrían haber sido menores mediante un adecuado planeamiento, La mayor parte de los daños se origina en una inapropiada consideración de los aspectos hidráulicos vinculados a las obras viales.
5. Debido a la falta de estaciones de aforo sobre la Quebrada "Yamajune" y "Palcacancha", se hizo uso de toda la información disponible proporcionada por el SENAMHI SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA - referente a precipitaciones máximas en 24 horas registradas en estaciones cercanas a la zona en estudio. Los datos analizados corresponden a la Estación MATUCANA, por ser la mas completa ya que contiene registros de 35 años desde 1964 hasta 1998

6. La descarga máxima de diseño fue calculada para un tiempo de retorno de 200 años, dando como resultado:

Quebrada Yamajune : 93.10 m<sup>3</sup>/s

Quebrada Palcacancha : 127.90 m<sup>3</sup>/s

En la zona del Proyecto, usando el Hidrograma Unitario Triangular desarrollado por Mockus que lo usa el SCS (Soil Conservation Service), debido a su simplicidad usando únicamente datos de características generales de la cuencas.

7. Los procesos de geodinámica externa en la zona de estudio están afectados por el comportamiento hidrodinámico de las quebradas, asociado al Fenómeno del Niño manifestado en .lluvias torrenciales, que lubrican el material coluvial y conglomerados policmiticos (de diferentes genes: ígneas, metamórficas y/o sedimentarias) que recubren las formaciones rocosas a lo largo de toda la carretera. Como resultados se obtienen aluviones que arrastran grandes volúmenes de barro, material rocoso y vegetal, el último ocurrió en el año 1998, tal como se describió en el Primer Capítulo, con tirantes máximos de alrededor de los 8.00 m. ante tal evento, la naturaleza destruyó completamente el puente que se hallaba anteriormente, modificando las dimensiones y niveles de .la sección hidráulica, esto se corrobora con las observaciones de campo e información de los lugareños. Por lo expuesto anteriormente podemos decir que los resultados obtenidos por métodos convencionales (tirante máximo) no coinciden con los tirantes alcanzados en la última avenida extraordinaria durante el Fenómeno del Niño llegando a la conclusión de que existe la presencia de tipos de flujo de otros mecanismos (huaycos y aluviones), que no es tema de estudio en el presente informe.
8. Es necesario realizar limpieza y mantenimiento de las alcantarillas existente y de las Quebradas.

## RECOMENDACIONES

1. La vida útil de los materiales constituyentes de la alcantarilla debe superar la vida útil del pavimento.
2. En el estudio hidrológico se pueden presentar dos casos;
  - a) Si existen datos de aforo:

Se debe seleccionar un periodo de retorno adecuado ( $T > 20$  años para alcantarillas).

Utilizar una distribución estadística para calcular los caudales correspondientes a diversos periodos de retorno; Normal, Log Normal, Log Pearson y Gumbel.

Hallar la distribución que mejor ajusta a los datos de aforo (método de Kolmogorov – Smirnov o similar).

Escoger el caudal con el periodo de retorno y distribución
  - b) Si no existen datos de aforo:

Realizar una simulación hidrológica en los que los datos de entrada son:

Precipitación basada en la curva intensidad – duración – frecuencia (si existe).

Características de la cuenca (Geometría, Topografía, Cobertura Vegetal, Sistema de Drenaje Natural, etc.)

El dato de salida es el caudal de diseño.

Utilizar una distribución estadística para calcular los caudales correspondientes a diversos periodos de retorno; Normal, Log Normal, Log Pearson y Gumbel.

Hallar la distribución que mejor ajusta a los datos de aforo (método de Kolmogorov – Smirnov o similar).

Escoger el caudal con el periodo de retorno y distribución
3. Las variables principales para el estudio hidrológico son las siguientes: área de la cuenca, intensidad de diseño, características del cauce principal.

4. El tiempo de concentración se determina en base a las características geométricas de la cuenca.
5. Generalmente la intensidad es inversamente proporcional a la duración de una tormenta.
6. En el caso del Perú, si solo tenemos P24h, este se puede ajustar tal con la relación tal como la de Dick y Peschke, también puede usarse el Método del IILA-UNI-SENAMHI.
7. El sistema de drenaje debe diseñarse para el flujo esperado sin que se presente taponamiento del sistema
8. Es importante realizar el reconocimiento de campo, para poder diseñar una solución adecuada, además de tomar en cuenta los cambios esperados en la cuenca para que las obras perduren en el tiempo.
9. Uno de los problemas comunes que se presentan es la capacidad insuficiente de la estructuras diseñadas, esta situación se puede deber a los estudios hidrológicos que no se han efectuado adecuadamente, debido a que la quebrada transporta gran cantidad de material flotante y/o sedimentos.
10. Para diseñar los cruces con cursos de agua se requieren conocer básicamente las características geomorfológicas de los ríos o quebradas, realizar una estimación de la cantidad de agua (o mezcla de agua con sedimentos) que puede pasar a través de las estructuras para su dimensionamiento. Además se deben diseñar obras de arte cuyas dimensiones permitan el paso del agua sin ocasionar daños a la vía o causar efectos ambientales negativos.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Alfredo Mansen Valderrama;  
Paper: Rehabilitación de Obras Civiles afectadas durante el Fenómeno El Niño – Caso Quebrada Collana  
2000, Lima – Perú
  
2. Asociación Shannon & Wilson INC – CORPEI;  
Estudios Definitivos de Estabilización de Taludes y Deslizamientos  
Estudio 2 : Carretera Central  
1998, Lima – Perú.
  
3. Consorcio Cesel – PCI;  
Estudio de la Rehabilitación de las Carreteras Afectadas por “El Niño”  
MTC – SINMAC – JBIC  
2000, Lima – Peru.
  
3. Chow, Ven Te;  
Hidrología Aplicada  
Mc Graw Hill Book Co. Nueva York , L.W. (1994), N.Y. E.E.U.U.
  
4. Luis Hudson Leon Prado;  
Tesis: Estudio Hidrológico del Río Rimac.  
Universidad Nacional de Ingeniería, 1959, Lima – Peru.
  
5. Martha Catherine Vasquez Matheus;  
Tesis: Estudio Hidrológico y de Hidráulica Fluvial con Fines de  
Cimentación de Puente “Tingo” Departamento de Amazonas, Carretera  
Olmos – Corral Quemado – Pedro Ruiz Km. 279+065.  
Universidad Nacional de Ingeniería, 2005, Lima – Peru.



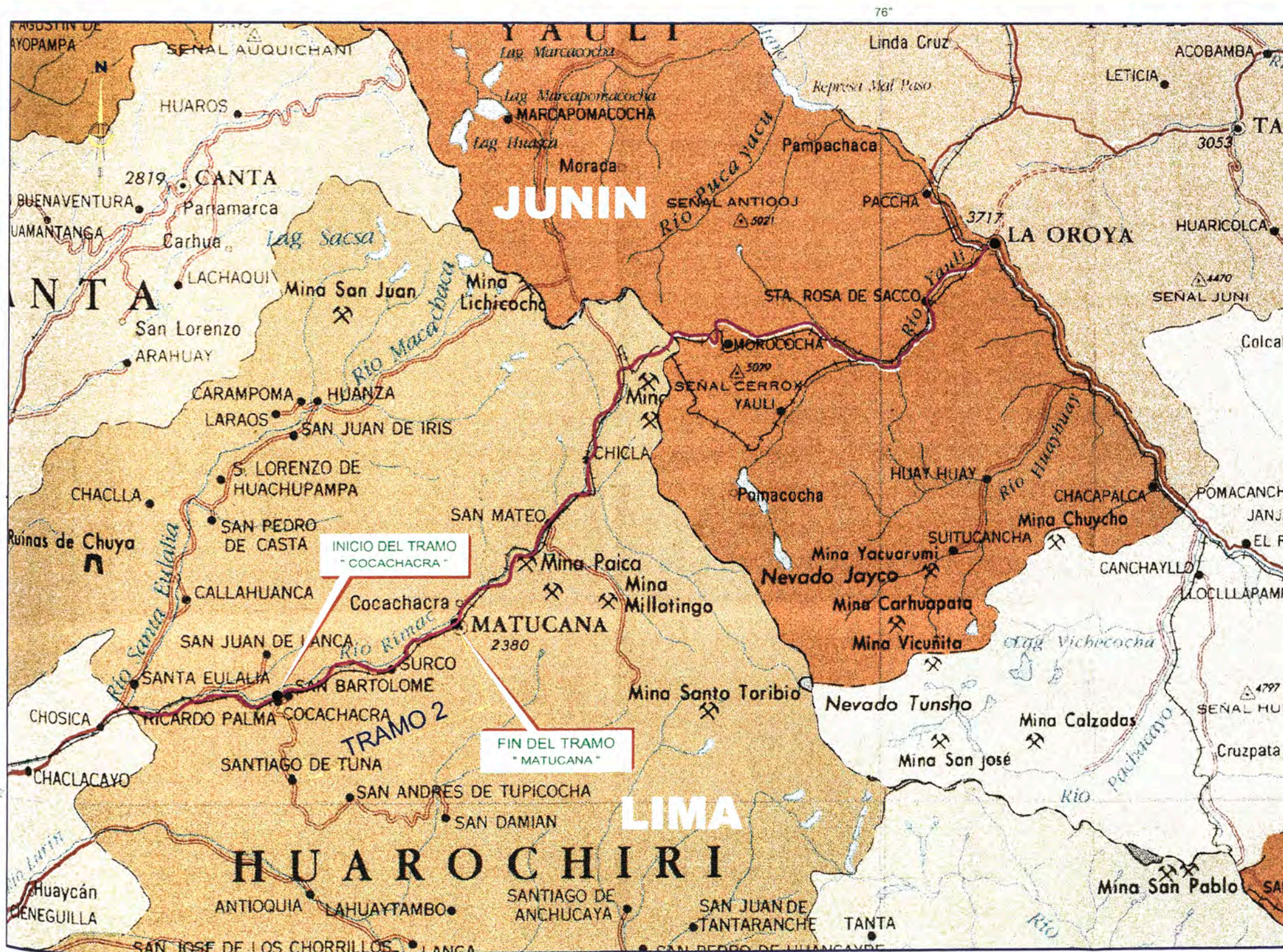
***ANEXOS***



## ***ANEXO I : PLANOS***

- |                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| - Plano de Ubicación                 | PU-01 |
| - Plano Clave                        | PC-01 |
| - Plano de Estaciones Meteorológicas | HI-01 |
| - Plano de Cuencas                   | HI-02 |
| - Plano Estratigráfico               | PE-01 |
| - Plano Geológico                    | GG-01 |

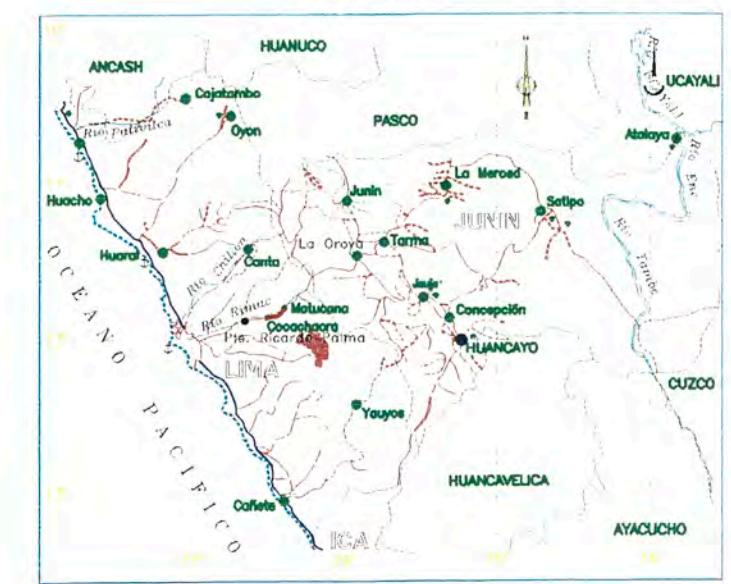




PLANTA GENERAL



UBICACION



LOCALIZACION

MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA  
 COCACHACRA - MATUCANA DEL Km. 69 AL Km. 72  
 "Estudio Hidrológico para el Dimensionamiento  
 de las Estructuras de Protección"

PLANO UBICACION

PROYECTO DE VIABILIDAD INTERURBANA	BACHILLER:	ESCALA:	FECHA:	DIBUJANTE:
DISENADO:	ERICK BRANDO PACHECO AGUILAR	INDICADA	MARZO 2006	
		PLANO N°	PU-01	REV. N°

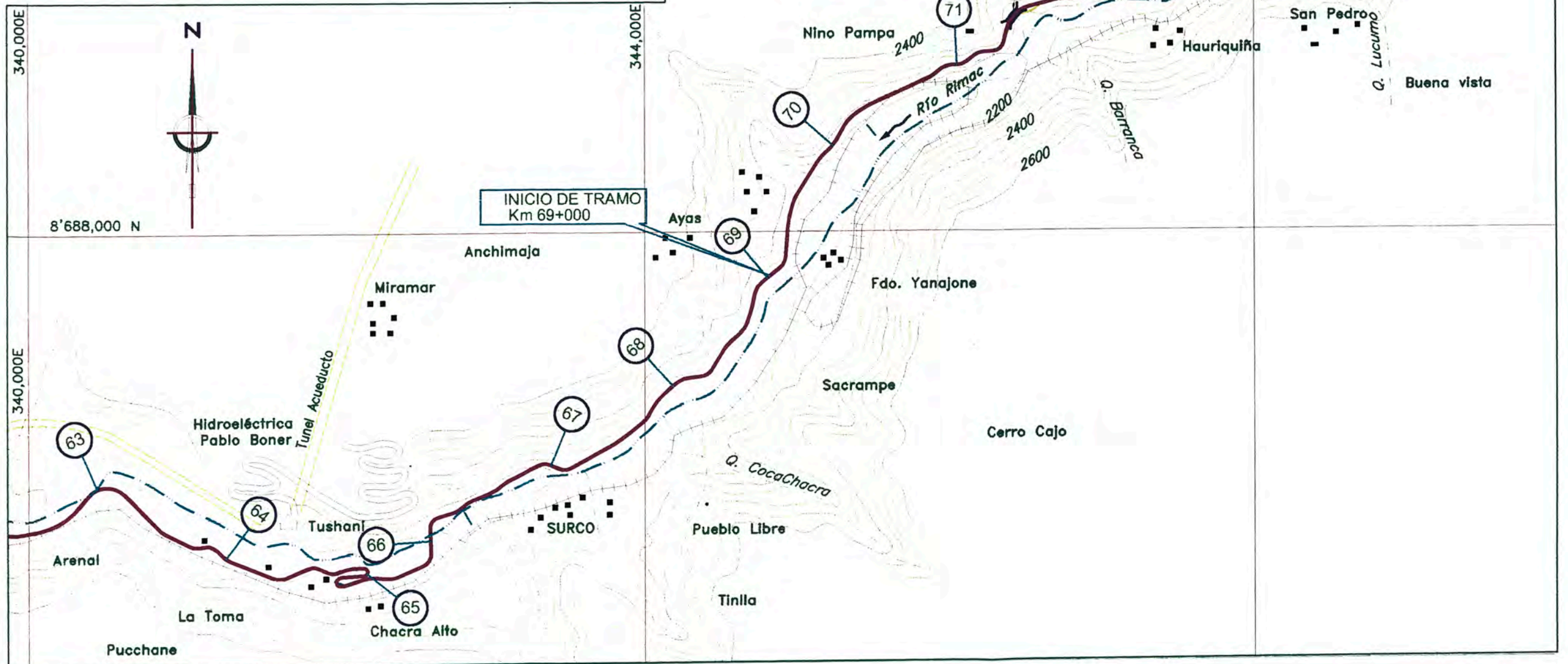


CUADRO DE DISTANCIAS

	LIMA	RICARDO PALMA	COCACHACRA	MATUCANA	SAN MATEO	LA OROYA
LIMA	--	38.5	53.0	74.0	96.0	176.0
RDO. PALMA	38.5	--	14.5	35.5	57.5	137.5
COCACHACRA	53.0	14.5	--	21.0	43.0	123.0
MATUCANA	74.0	35.5	21.0	--	22.0	102.0

ALTITUDES

LUGAR	COTA (msnm)
COCACHACRA	1,401.25
MATUCANA	2,378.60

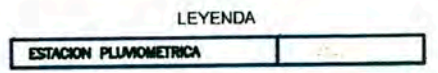
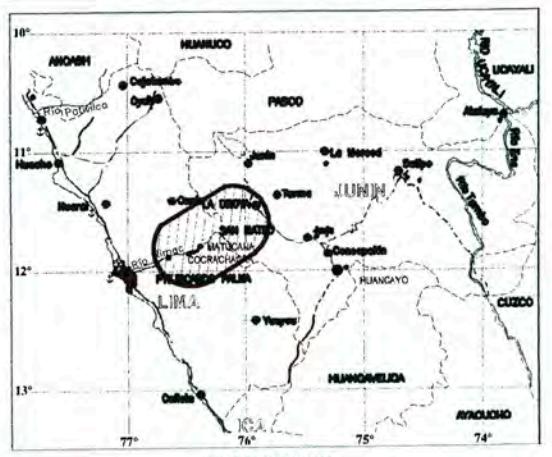
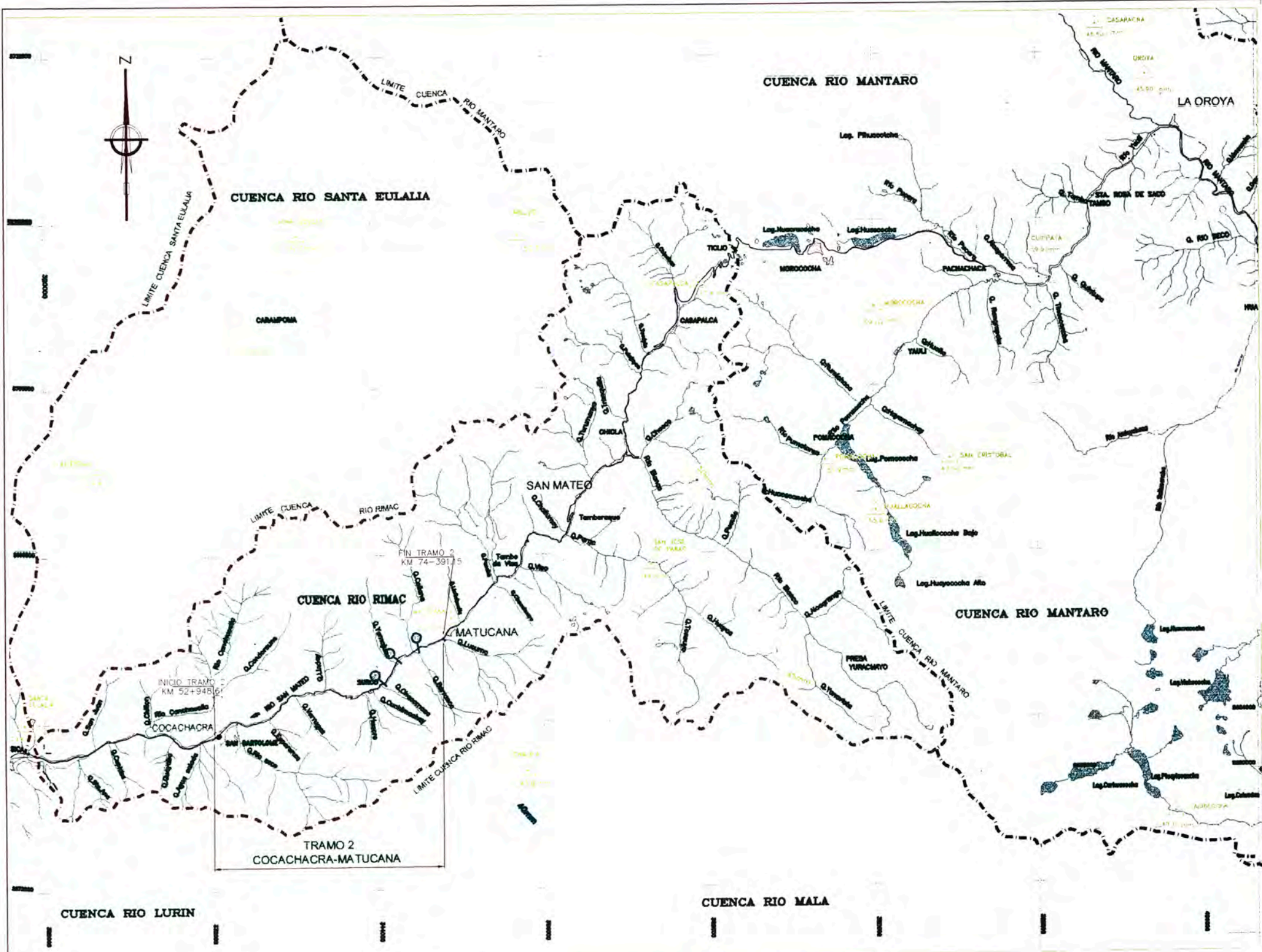


MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA  
 COCACHACRA - MATUCANA DEL Km. 69 AL Km. 72  
 "ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA EL DIMENSIONAMIENTO  
 DE LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN"

PLANO CLAVE

PROYECTO DE VALIDAD INTERURBANA	BACHILLER: ERICK BRANDO PACHECO AGUILAR	ESCALA: INDICADA	FECHA: MARZO 2006	DIBUJANTE:
DISEÑADO:		PLANO N° PC-01	REV. N°	





NOTA:  
SE HA GRAFICADO TODA EL AREA DE LA CUENCA DEL ESTUDIO, QUE ABRCA HASTA LA LINEA DIVISORIA DE AGUAS (TICLIO)

MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA  
COCACHACRA - MATUCANA DEL Km. 69 AL 72  
"Estudio Hidrológico para el Dimensionamiento  
de las Estructuras de Protección"

PLANO :  
**PLANO ESTACIONES  
PLUVIOMETRICAS**

PROYECTO DE VIALIDAD INTERURBANA  
DISEÑADO:

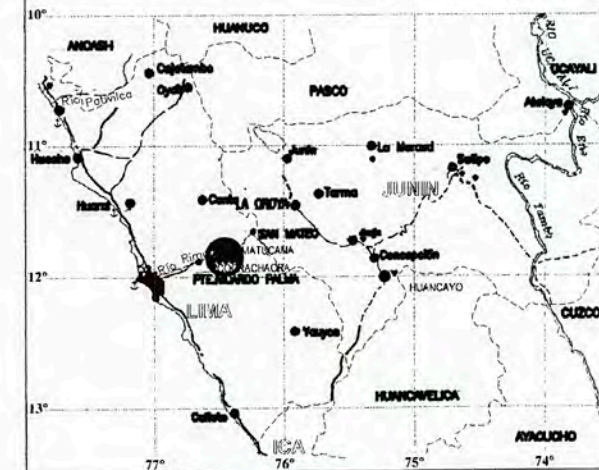
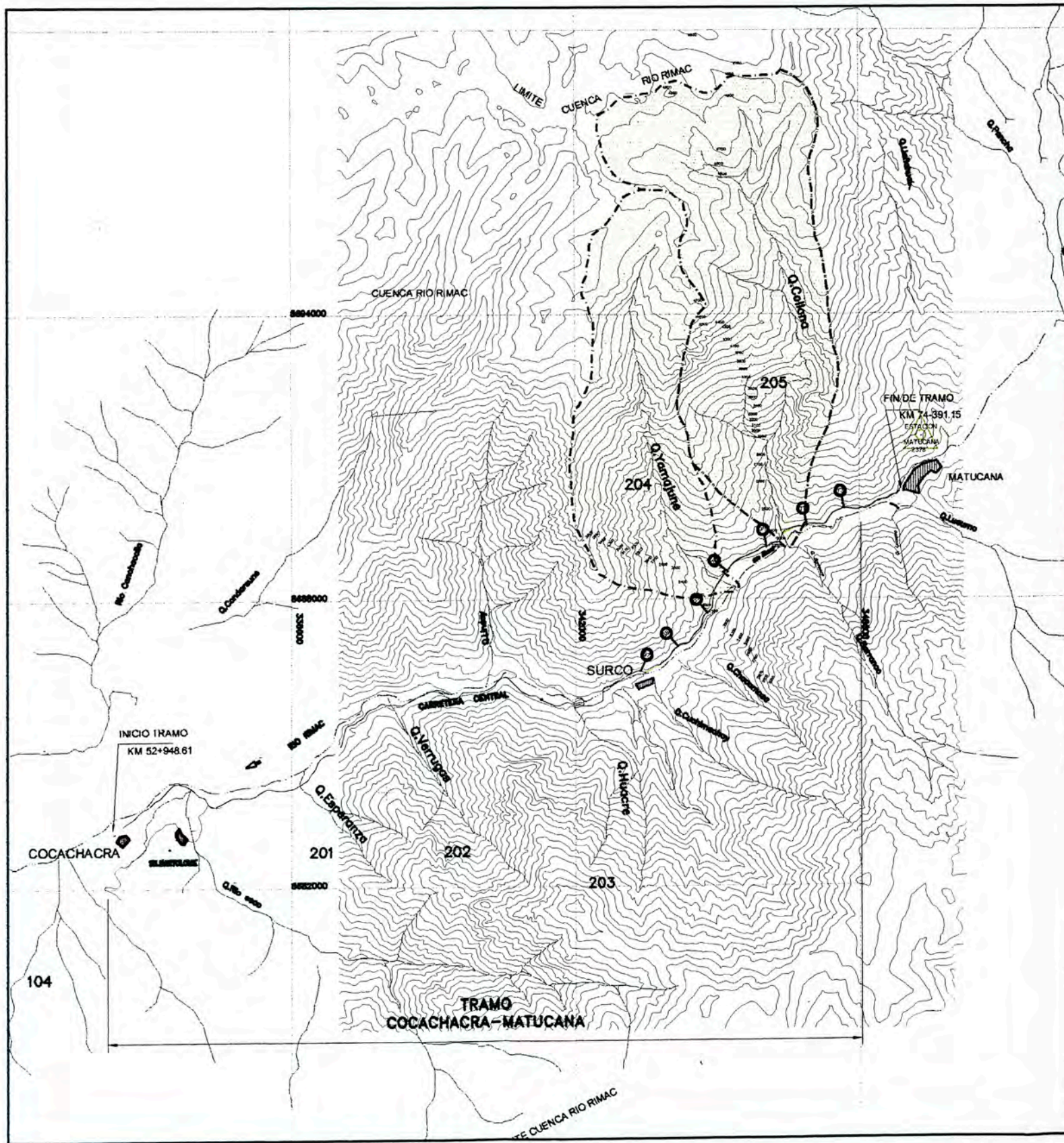
BACHILLER:  
**ERICK BRANDO  
PACHECO AGUILAR**

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
MARZO 2006

PLANO N°  
**HI-01**  
REV. N°

DIBUJANTE





LOCALIZACION

CUENCAS ESTUDIADAS

SECTOR	CUENCA N°	NOMBRE	UBICACION	LADO	AREA (ha)	Perimetro (m)	Long. Cauce (m)	Pendiente (%)
69+000	01	Dda. Ymajuna	69+700	IZO	19.36	21.88	6.95	8.70
72+000	02	Oda. Collana	71+522	IZO	29.16	26.69	9.35	15.90



MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA  
COCACHACRA - MATUCANA DEL Km. 69 AL 72  
"Estudio Hidrológico para el Dimensionamiento  
de las Estructuras de Protección"

PLANO :

CUENCAS ESTUDIADAS

PROYECTO DE VIALIDAD INTERURBANA

DISEÑADO:

BACHILLER:

ERICK BRANDO  
PACHECO AGUILAR

ESCALA:

INDICADA

PLANO N°

FECHA:

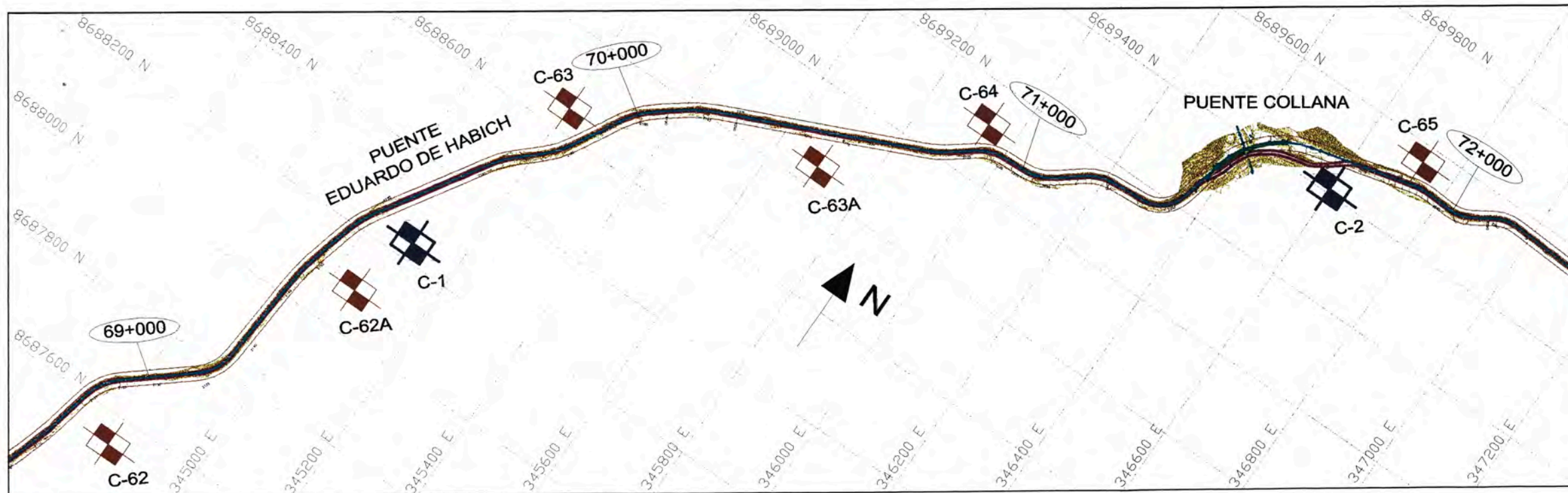
MARZO 2006

HI-02

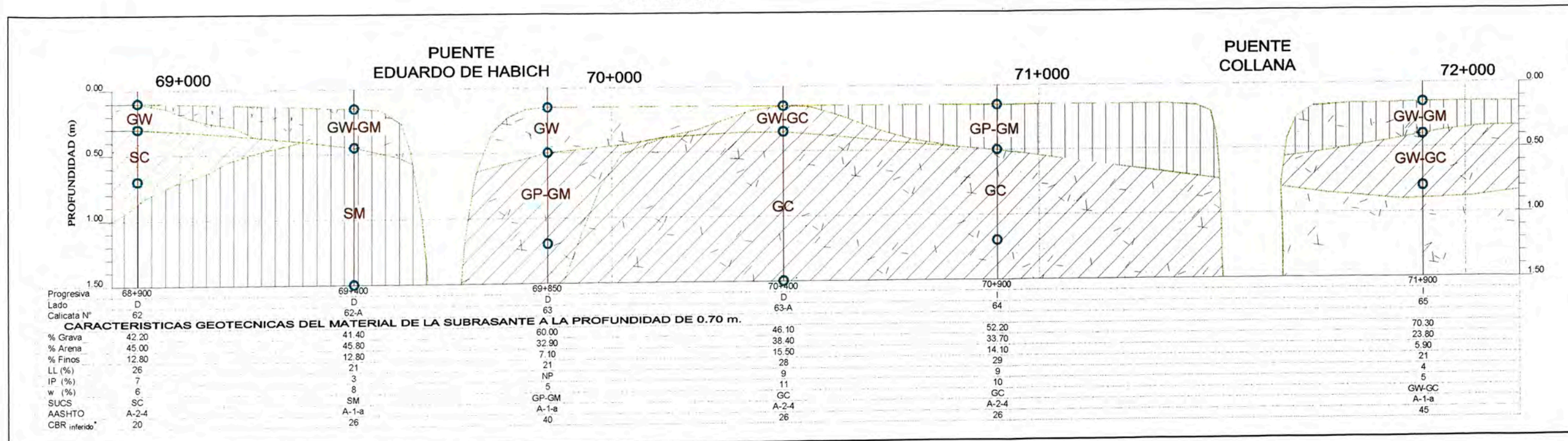
DIBUJANTE:

REV.N°





**PLANTA**  
ESCALA : 1/100

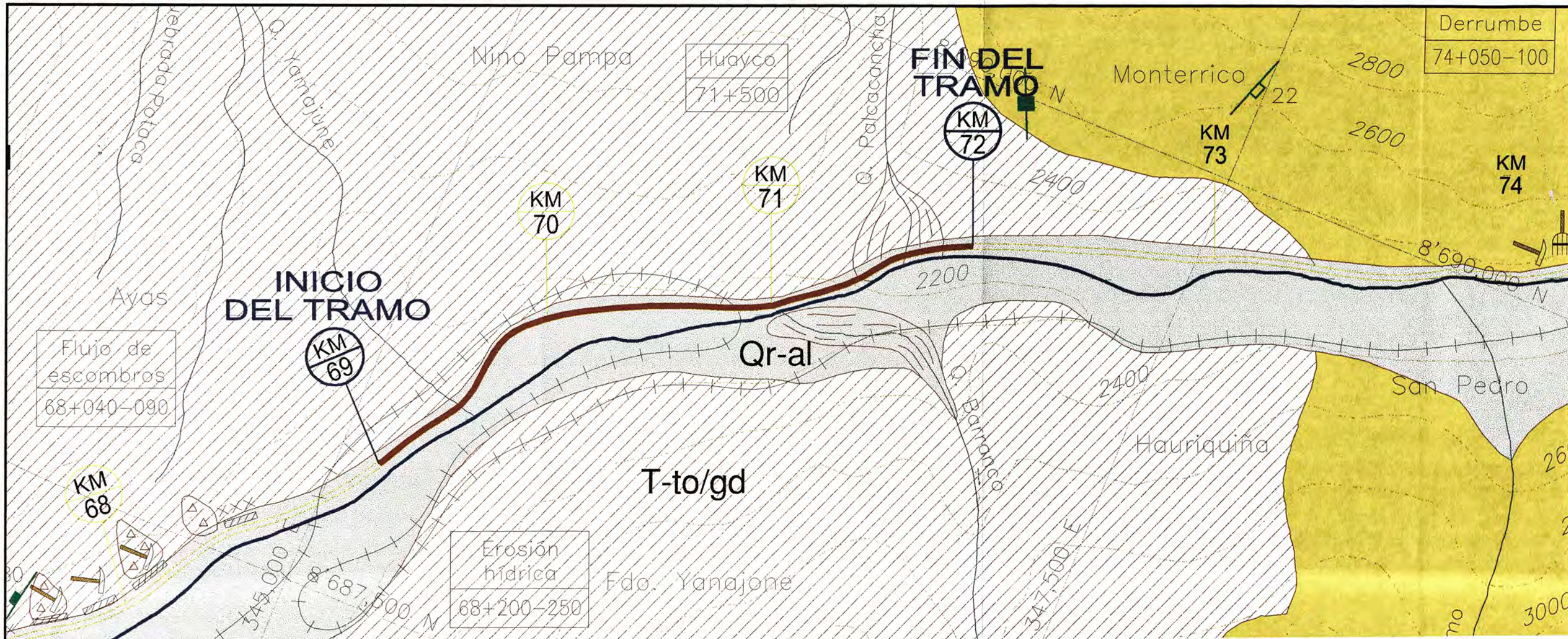


**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
ESCALA : 1/100

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	PLANO	PROYECTO DE VALIDAD INTERURBANA	BACHILLER:	ESCALA:	FECHA:	DIBUJANTE:
			UBICACION DE SONDEOS Y PERFIL ESTRATIGRAFICO		ERICK BRANDO PACHECO AGUILAR		MARZO 2006	
				DISEÑADO:		PLANO N°		REV. N°
						PE-01		01

MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA  
COCACHACRA - MATUCANA DEL Km. 69 AL Km. 72  
"Estudio Hidrológico para el Dimensionamiento  
de las Estructuras de Protección"





**LEYENDA**

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Qr-al Depósitos aluviales	
		PLEISTOCENO		
	TERCIARIO	SUPERIOR		
		MEDIO	Tm-m Volc. Millotingo	T-to/gd Tonalita Granodiorita
	INFERIOR	Ti-ri Grupo Rimac	Ks-o Andesito	
MESOZOICO	CRETACIO	SUPERIOR		
INFERIOR				
	JURASICO			Frm. Arahuy

ESCALA: 1/20,000

**SIMBOLOGIA**

	Rumbo y buzamiento de estrato		Desquinche
	Buzamiento moderado: Fotointerpretación		Gavión
	Diaclasas o fracturas		Muro
	Eje de sinclinal		Limpieza
	Eje de anticlinal		Dren horizontal
	Eje de anticlinal invertido		Falla conocida
	Contacto conocido		Falla inferida
	Contacto cubierto		Carretera asfaltada
	Huayco		Carretera afirmada
	Escarpa		
	Flujo de escombros		

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	PLANO :	PROYECTO DE VALIDAD INTERURBANA	BACHILLER:	ESCALA:	FECHA:	DIBUJANTE:
			MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA DEL Km. 69 al Km. 72 "Estudio Hidrológico para el Dimensionamiento de las Estructuras de Protección"	GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO	ERICK BRANDO PACHECO AGUILAR		MARZO 2006	
						PLANO N°		REV. N°
						GG-01		01





***ANEXO II : FOTOS***

- Fotos de Alcantarillas
- Fotos de Quebradas
- Fotos Puentes
- Fotos de Cunetas

Nº 01 al Nº 14  
Nº 01 al Nº 03  
Habich y Collana

**Alcantarilla N° 01  
Km. 69+020.00**



El ingreso se ve interrumpido por tubería Provisionales

**Alcantarilla N° 01  
Km. 69+020.00**



La salida ha sufrido modificaciones por los mismos pobladores, encontrándose enterrado con relleno.

**Alcantarilla N° 02  
Km. 69+104.30**



El ingreso se ve cubierto con vegetal, Falta limpieza

**Alcantarilla N° 02  
Km. 69+104.30**



La salida se encuentra cubierta con Vegetal, falta limpieza.

**Alcantarilla N° 02  
Km. 69+104.30**



Vista Panorámica



**Alcantarilla N° 03  
Km. 69+408.80**



**Alcantarilla N° 03  
Km. 69+408.80**



Alcantarilla en buenas condiciones, presenta emboquillado al ingreso y salida, realizar mantenimiento periódico y construir en el ingreso un emboquillado en las cárcavas para impedir su ensanchamiento.

**Alcantarilla N° 04  
Km. 69+530.50**



**Alcantarilla N° 04  
Km. 69+530.50**



El ingreso se ve cubierto con material, falta limpieza.

La salida se encuentra cubierta con Vegetal, falta limpieza.

Construcción de emboquillado en el ingreso y salida para evitar la erosión y formación de cárcavas



**Alcantarilla N° 05**  
**Km. 70+195.00**



**Alcantarilla N° 05**  
**Km. 70+195.00**



Alcantarilla en buenas condiciones, realizar limpieza y mantenimiento periódico , además construir en la salida emboquillado.

**Alcantarilla N° 06**  
**Km. 70+316.40**



**Alcantarilla N° 06**  
**Km. 70+316.40**



Alcantarilla en buenas condiciones, realizar mantenimiento periódico.



**Alcantarilla N° 07  
Km. 70+347.60**



**Alcantarilla N° 07  
Km. 70+347.60**



Alcantarilla en buenas condiciones, realizar limpieza y mantenimiento periódico.

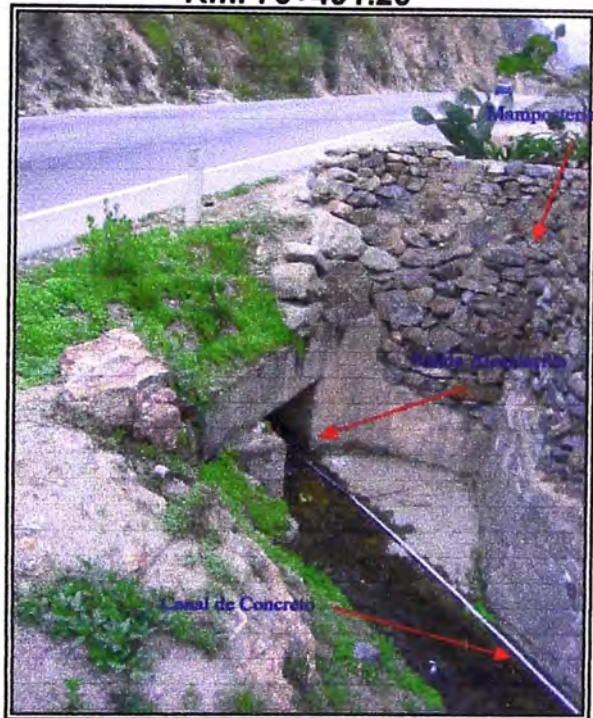




**Alcantarilla N° 08  
Km. 70+491.20**

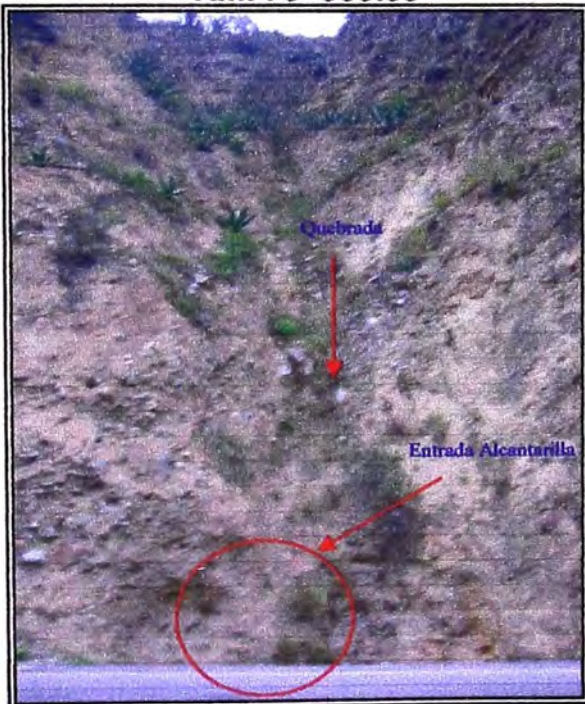


**Alcantarilla N° 08  
Km. 70+491.20**



Alcantarilla esviada en buenas condiciones, limpieza y mantenimiento periódico.

**Alcantarilla N° 09  
Km. 70+660.00**



**Alcantarilla N° 09  
Km. 70+660.00**



Alcantarilla en buenas condiciones, realizar limpieza y mantenimiento periódico, así como también emboquillado de entrada



**Alcantarilla N° 10  
Km. 70+937.50**



**Alcantarilla N° 10  
Km. 70+937.50**



Alcantarilla en buenas condiciones, realizar limpieza y mantenimiento periódico, así como también emboquillado de entrada y salida.

**Alcantarilla N° 11  
Km. 71+160.00**



**Alcantarilla N° 11  
Km. 71+160.00**



Alcantarilla en buenas condiciones, realizar limpieza y mantenimiento periódico, así como también emboquillado de salida.

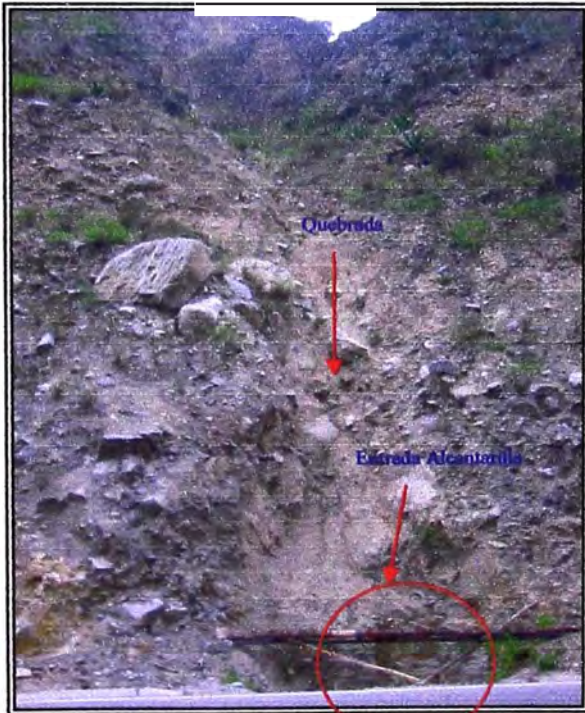


**Alcantarilla N° 11  
Km. 71+160.00**

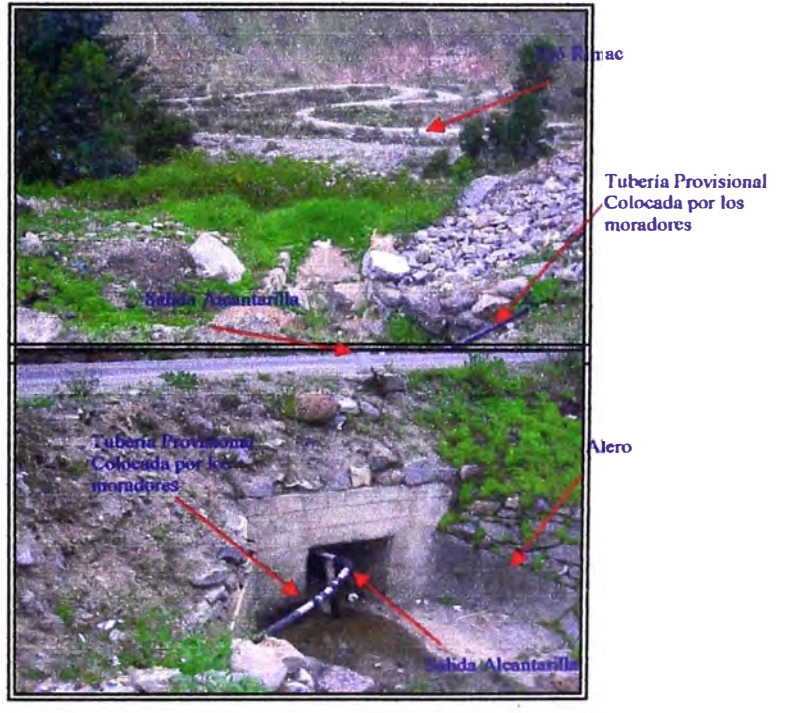


Ingreso Alcantarilla

**Alcantarilla N° 12  
Km. 71+212.30**



**Alcantarilla N° 12  
Km. 71+212.30**



Alcantarilla en buenas condiciones, retirar objetos que obstruyen la alcantarilla (palos), realizar limpieza y mantenimiento periódico.



**Alcantarilla N° 13  
Km. 71+772.00**

**Alcantarilla N° 13  
Km. 71+772.00**



Alcantarilla en buenas condiciones, realizar limpieza y mantenimiento periódico

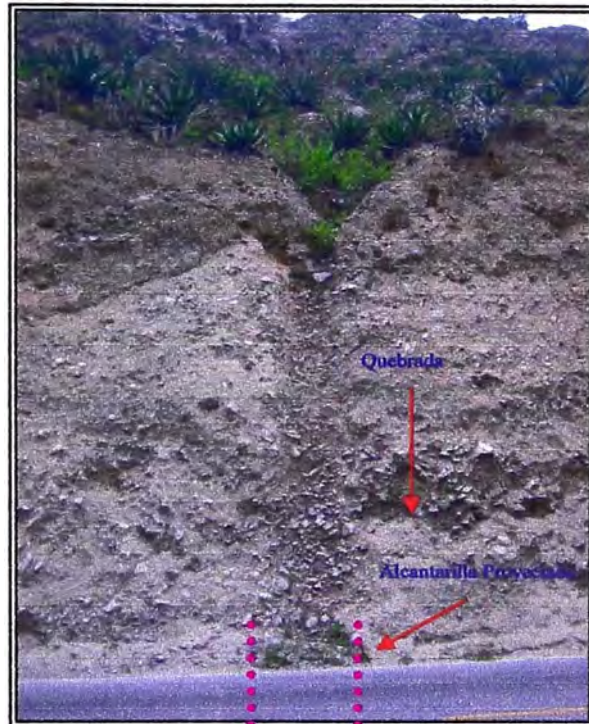
**Alcantarilla N° 14  
Km. 71+993.50**

**Alcantarilla N° 14  
Km. 71+993.50**



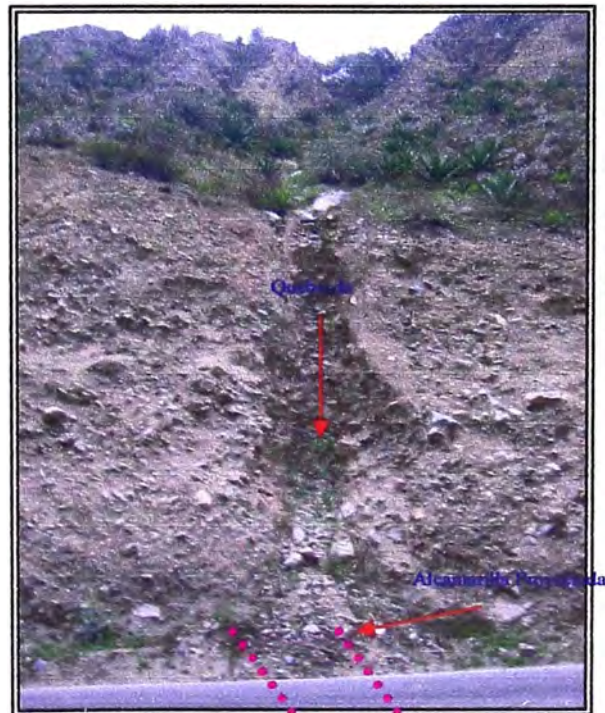
Alcantarilla en buenas condiciones, retirar material que obstruye la alcantarilla (escombros), realizar mantenimiento periódico.

**Quebrada N° 01  
Km. 69+271.00**



Quebrada que no presenta Obra de arte

**Quebrada N° 02  
Km. 69+341.50**



Quebrada que no presenta Obra de arte



**Quebrada N° 03  
Km. 70+963.00**



Quebrada que no presenta Obra de arte

Foto N° 01  
Puente Eduardo de Habich

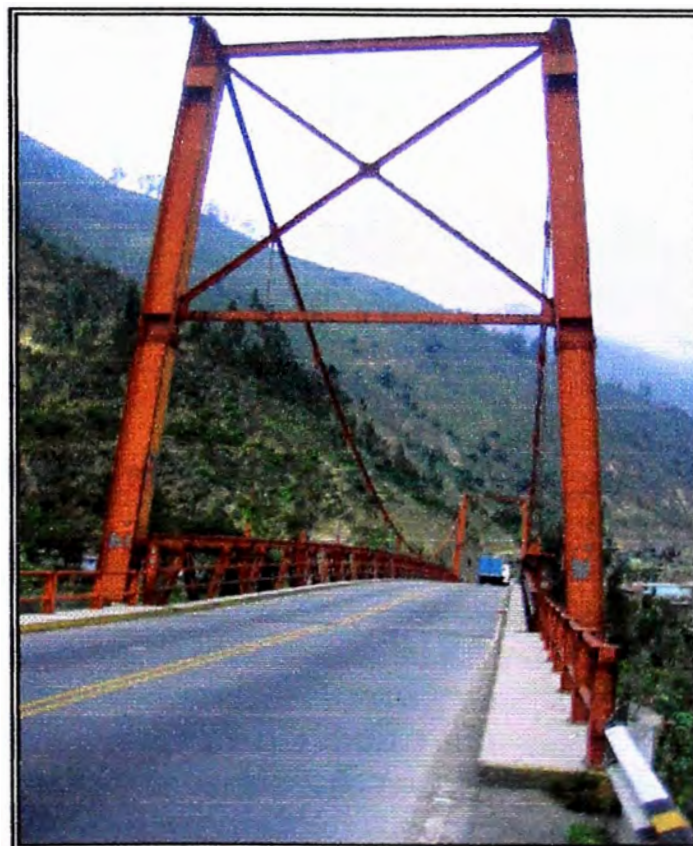
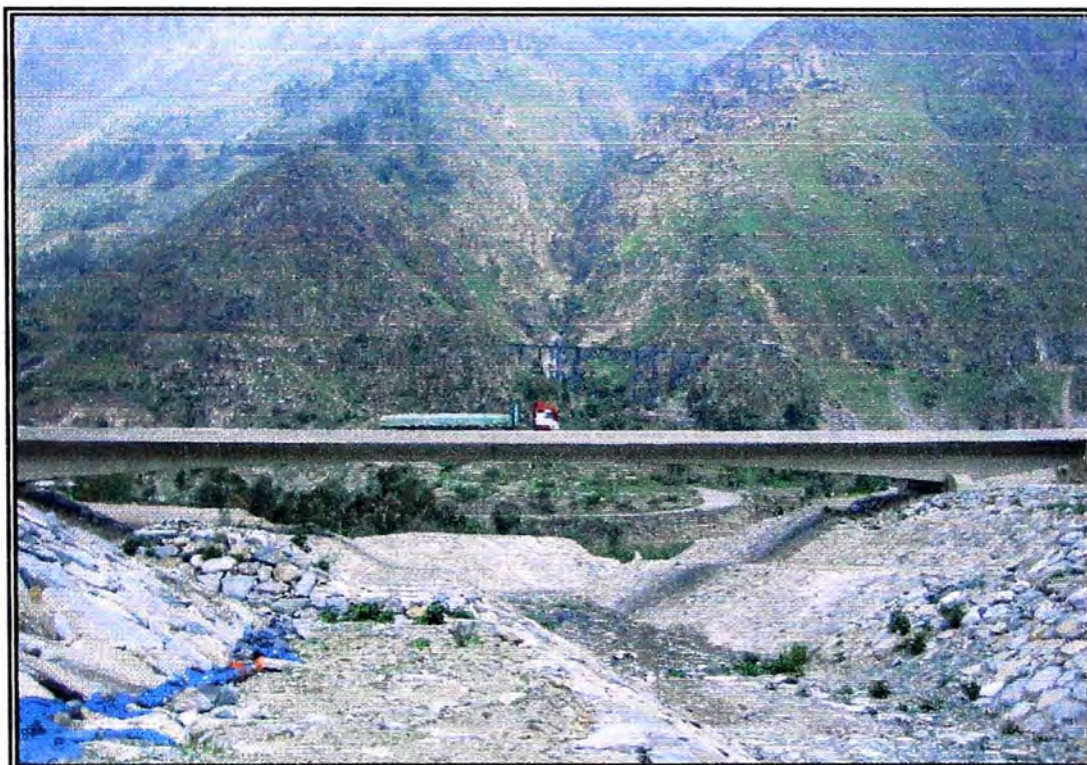
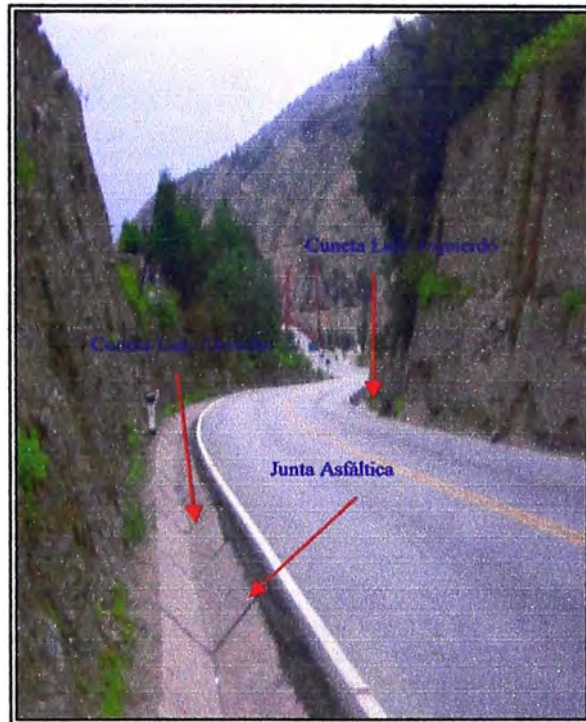




Foto N° 02  
Puente Collana



**Foto N° 03**  
**Cuneta Triangular en Sección Cajón**

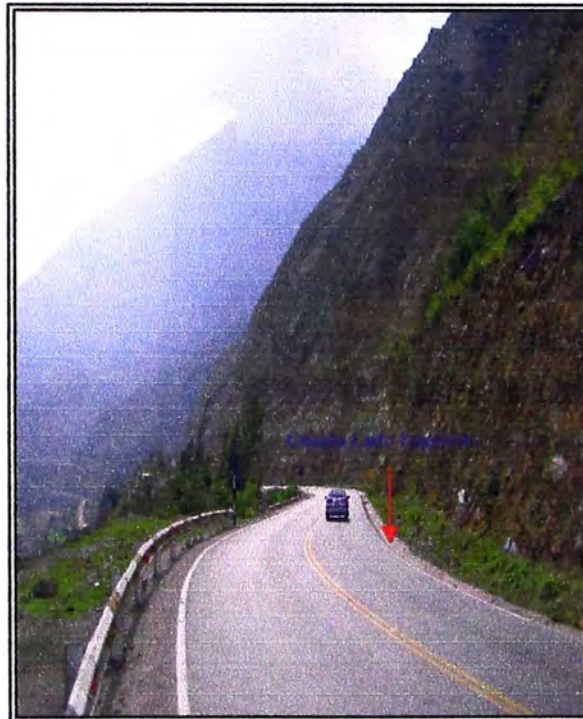


**Foto N° 04**  
**Cuneta Triangular en Sección Cajón**





**Foto N° 05**  
**Cuneta Triangular en Sección Media Ladera**



**Foto N° 06**  
**Entrega de Cuneta**



### ***ANEXO III : MEMORIA DE CÁLCULO***

- Análisis Estadístico de Precipitaciones
- Diseño Estructural de Alcantarilla
- Teoría de Regresión

**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRAULICA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA****Estación: Matucana****ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ANUALES EN Matucana**

Latitud 11° 50'  
Longitud 76° 23'  
Altitud 2378 msnm.

Dpto LIMA  
Prov HUAROCHIRI  
Dist MATUCANA

AÑO	Pmax (mm)
1964	15.9
1965	14.9
1966	17.1
1967	16.7
1968	12.8
1969	12
1970	31.7
1971	23.3
1972	18.1
1973	25.2
1974	11.9
1975	10.8
1976	15.8
1977	35.2
1978	7.8
1979	12.3
1980	8.8
1981	12.5
1982	9.5
1983	25
1984	21.5
1985	19.8
1986	27.2
1987	20.9
1988	13.2
1989	10.7
1990	20.6
1991	17.6
1992	30.5
1993	30.3
1994	15.5
1995	22.3
1996	13.6
1997	9.5
1998	21.9

**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRAULICA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA****Estación: Matucana****ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ANUALES EN Matucana**

<b>AÑO</b>	<b>Pmax (mm)</b>	<b>Log P</b>
1964	15.90	1.201397
1965	14.90	1.173186
1966	17.10	1.232996
1967	16.70	1.222716
1968	12.80	1.107210
1969	12.00	1.079181
1970	31.70	1.501059
1971	23.30	1.367356
1972	18.10	1.257679
1973	25.20	1.401401
1974	11.90	1.075547
1975	10.80	1.033424
1976	15.80	1.198657
1977	35.20	1.546543
1978	7.80	0.892095
1979	12.30	1.089905
1980	8.80	0.944483
1981	12.50	1.096910
1982	9.50	0.977724
1983	25.00	1.397940
1984	21.50	1.332438
1985	19.80	1.296665
1986	27.20	1.434569
1987	20.90	1.320146
1988	13.20	1.120574
1989	10.70	1.029384
1990	20.60	1.313867
1991	17.60	1.245513
1992	30.50	1.484300
1993	30.30	1.481443
1994	15.50	1.190332
1995	22.30	1.348305
1996	13.60	1.133539
1997	9.50	0.977724
1998	21.90	1.340444
Promedio (n)	18.0686	1.2242
Desv Estand	7.1544	0.1719
C.V.	0.3960	0.1404
Coef. Asime	0.29	-0.37
k = CS/6		-0.062120
N	35	35



**Cálculo de Precipitaciones maximas en 24 Horas anuales usando una distribución Normal**

T (años)	P	w	z	P (mm)
2	0.5000	1.17741	-0.0001	18.07
5	0.2000	1.79412	0.8414	24.09
10	0.1000	2.14597	1.2816	27.24
20	0.0500	2.44775	1.6451	29.84
25	0.0400	2.53727	1.7510	30.60
50	0.0200	2.79715	2.0541	32.76
100	0.0100	3.03485	2.3267	34.71
200	0.0050	3.25525	2.5761	36.50
500	0.0020	3.52551	2.87837	38.66

**Cálculo de Precipitaciones maximas en 24 Horas anuales usando una distribución Log Normal**

T (años)	P	w	z	log P	P (mm)
2	0.5000	1.1774	-0.0001	1.22417639	16.76
5	0.2000	1.7941	0.8414	1.36882772	23.38
10	0.1000	2.1460	1.2816	1.44451363	27.83
20	0.0500	2.4477	1.6451	1.50699918	32.14
25	0.0400	2.5373	1.7510	1.52519826	33.51
50	0.0200	2.7971	2.0541	1.57730583	37.78
100	0.0100	3.0349	2.3267	1.62416766	42.09
200	0.0050	3.2552	2.5761	1.66705057	46.46
500	0.0020	3.5255	2.8784	1.71901370	52.36

**Cálculo de Precipitaciones maximas en 24 Horas anuales usando una distribución Log Pearson III**

T (años)	P	w	z	KT	Log P	P (mm)
2	0.5000	1.1774	-0.0001	0.062	1.23481441	17.17
5	0.2000	1.7941	0.8414	0.854	1.37095286	23.49
10	0.1000	2.1460	1.2816	1.235	1.43644667	27.32
20	0.0500	2.4477	1.6451	1.533	1.48765337	30.74
25	0.0400	2.5373	1.7510	1.617	1.50209030	31.78
50	0.0200	2.7971	2.0541	1.850	1.54225677	34.85
100	0.0100	3.0349	2.3267	2.052	1.57692297	37.75
200	0.0050	3.2552	2.5761	2.229	1.60746077	40.50
500	0.0020	3.5255	2.8784	2.436	1.6429777	43.95

**Cálculo de Precipitaciones maximas en 24 Horas anuales usando una distribución Gumbel**

T (años)	K*	P (mm)
2	-0.1642	16.89
5	0.7195	23.22
10	1.3046	27.40
20	1.8659	31.42
25	2.0439	32.69
50	2.5923	36.62
100	3.1367	40.51
200	3.6791	44.39
500	4.3947	49.51

**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRAULICA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA**Estación: **Matucana****ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ANUALES EN Matucana****PRUEBAS DE NORMALIDAD PARA LA DISTRIBUCIÓN NORMAL****Coefficiente de simetría**

Media	18.07
D.S.	7.15
Coef. Asim	0.29
N	35
Var Coef Asi	0.3333333
D.S. Coef As	0.5773503

**Coefficiente de asimetría**

Conf	95%
a	0.05
u	1.96
Lim conf -Sup	0.74709
Lim conf - Inf	-1.5161231

**La distribución de datos puede ser Normal**

Calculo del numero de intervalos según Yevjevich:

$$NC = 1 + 1.33 \cdot \ln(N)$$

$$NC = 5.73 = 6$$

Calculo de la amplitud de cada intervalo

$$\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{NC - 1} = 5.48 = 6.00$$

**Prueba  $\chi^2$** **Rango**

m	Lim Inf	Lim Sup	Número	fmi	Fmi	zi	F(xi)	pxi	$\chi^2$	
1	4.8	10.8	5.00	0.1429	0.1429	-1.0160	0.155	0.1551	0.0336	
2	10.8	16.8	13.00	0.3714	0.5143	-0.1773	0.430	0.2747	1.1908	
3	16.8	22.8	9.00	0.2571	0.7714	0.6613	0.746	0.3161	0.3851	
4	22.8	28.8	4.00	0.1143	0.8857	1.5000	0.933	0.1873	0.9973	
5	28.8	34.8	3.00	0.0857	0.9714	2.3386	0.990	0.0570	0.5052	
6	34.8	40.8	1.00	0.0286	1.0000	3.1773	0.999	0.0088	1.5686	
Total			35.00						Suma	4.6805

m-p-1	3
$\chi_{0.05, 3}$	7.8
$\chi^2$ -muestra	4.7

de la tabla de distribución  $\chi^2$

N°	AÑO	Pmax (mm)	TR
1	1977	35.2	36.00
2	1970	31.7	18.00
3	1992	30.5	12.00
4	1993	30.3	9.00
5	1986	27.2	7.20
6	1973	25.2	6.00
7	1983	25	5.14
8	1971	23.3	4.50
9	1995	22.3	4.00
10	1998	21.9	3.60
11	1984	21.5	3.27
12	1987	20.9	3.00
13	1990	20.6	2.77
14	1985	19.8	2.57
15	1972	18.1	2.40
16	1991	17.6	2.25
17	1966	17.1	2.12
18	1967	16.7	2.00
19	1964	15.9	1.89
20	1976	15.8	1.80
21	1994	15.5	1.71
22	1965	14.9	1.64
23	1996	13.6	1.57
24	1988	13.2	1.50
25	1968	12.8	1.44
26	1981	12.5	1.38
27	1979	12.3	1.33
28	1969	12	1.29
29	1974	11.9	1.24
30	1975	10.8	1.20
31	1989	10.7	1.16
32	1982	9.5	1.13
33	1997	9.5	1.09
34	1980	8.8	1.06
35	1978	7.8	1.03

Utilizando la Formula de Weibul - Gumbel

$$Tr = \frac{N+1}{m}$$

**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRAULICA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA**Estación: **Matucana****ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ANUALES EN Matucana****PRUEBAS DE NORMALIDAD PARA LA DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL****Coefficiente de simetría**

Media	1.22
D.S.	0.17
Coef. Asim	-0.37
N	35
Var Coef Asi	0.3333333
D.S. Coef As	0.5773503

**Coefficiente de asimetría**

Conf	95%
a	0.05
u	1.96
Lim conf -Sup	0.74709
Lim conf - Inf	-1.5161231

**La distribución de datos puede ser Log Normal**

Calculo del numero de intervalos según Yevjevich:

$$NC = 1 + 1.33 \cdot \ln(N)$$

$$NC = 5.73 = 6$$

Calculo de la amplitud de cada intervalo

$$\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{NC - 1} = 0.131 = 0.131$$

**Prueba  $\chi^2$** **Rango**

m	Lim Inf	Lim Sup	Número	fmi	Fmi	zi	F(xi)	pxi	$\chi^2$
1	0.681	1.033	5.00	0.1429	0.1429	-1.1097	0.134	0.1338	0.0215
2	1.033	1.225	13.00	0.3714	0.5143	0.0065	0.503	0.3688	0.0007
3	1.225	1.358	9.00	0.2571	0.7714	0.7780	0.782	0.2791	0.0606
4	1.358	1.459	4.00	0.1143	0.8857	1.3682	0.914	0.1326	0.0888
5	1.459	1.542	3.00	0.0857	0.9714	1.8462	0.968	0.0535	0.6799
6	1.542	1.611	1.00	0.0286	1.0000	2.2481	0.988	0.0199	0.1307
		Total	35.00					Suma	0.9821

m-p-1	3
$\chi_{0.05, 3}$	7.8
$\chi^2$ -muestra	1.0

de la tabla de distribución  $\chi^2$

N°	ANO	Log(Pmax)
35	1978	0.89
34	1980	0.94
32	1982	0.98
33	1997	0.98
31	1989	1.03
30	1975	1.03
29	1974	1.08
28	1969	1.08
27	1979	1.09
26	1981	1.10
25	1968	1.11
24	1988	1.12
23	1996	1.13
22	1965	1.17
21	1994	1.19
20	1976	1.20
19	1964	1.20
18	1967	1.22
17	1966	1.23
16	1991	1.25
15	1972	1.26
14	1985	1.30
13	1990	1.31
12	1987	1.32
11	1984	1.33
10	1998	1.34
9	1995	1.35
8	1971	1.37
7	1983	1.40
6	1973	1.40
5	1986	1.43
4	1993	1.48
3	1992	1.48
2	1970	1.50
1	1977	1.55

**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA CARRETERA COCACHACRA - MATUCANA**  
**Estación: Matucana**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ANUALES EN Matucana**

**PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV**

**Variables**

Meda	18.07
D.S	7.154
Coef. Asim	0.293
N	35.00
Var. Coef. Asi	0.333
D.S. Coef. As	0.577

Meda	1.224
D.S	0.172
Coef. Asim	-0.373
N	35.00
Var. Coef. Asi	0.333
D.S. Coef. As	0.577
k	-0.062

**Prueba Kolmogorov-Smirnov**

m Orden	Xo Orden	P(X<Xo) 1-m/(N+1)	NORMAL			LOG NORMAL				LOG PEARSON TIPO III				GUMBEL				
			Z	F(Z) P(X<Xo)	Δ = /F.P /	Log (X)	Z	F(Z) P(X<Xo)	Δ = /F.P /	Log (X)	K	P(X<Xo)	P(X<Xo)	Δ = /F.P /	k	y = S'K + Y	P(X<Xo) e <sup>-e<sup>-y</sup></sup>	Δ = /F.P /
1	35.20	0.972	2.39	0.992	0.019	1.547	1.88	0.970	0.002	1.547	1.875	0.002	0.998	0.025	2.39	3.243	0.962	0.011
2	31.70	0.944	1.91	0.972	0.027	1.501	1.61	0.947	0.002	1.501	1.611	0.003	0.997	0.053	1.91	2.690	0.934	0.010
3	30.50	0.917	1.74	0.959	0.042	1.484	1.51	0.935	0.018	1.484	1.513	0.003	0.997	0.080	1.74	2.501	0.921	0.005
4	30.30	0.889	1.71	0.957	0.068	1.481	1.50	0.933	0.044	1.481	1.496	0.003	0.997	0.108	1.71	2.470	0.919	0.030
5	27.20	0.861	1.28	0.899	0.038	1.435	1.22	0.889	0.028	1.435	1.224	0.003	0.997	0.136	1.28	1.981	0.871	0.010
6	25.20	0.833	1.00	0.840	0.007	1.401	1.03	0.846	0.015	1.401	1.031	0.003	0.997	0.163	1.00	1.665	0.828	0.006
7	25.00	0.806	0.97	0.833	0.028	1.398	1.01	0.844	0.038	1.398	1.011	0.003	0.997	0.191	0.97	1.634	0.823	0.017
8	23.30	0.778	0.73	0.768	0.010	1.367	0.83	0.797	0.020	1.367	0.833	0.004	0.996	0.219	0.73	1.365	0.775	0.003
9	22.30	0.750	0.59	0.723	0.027	1.348	0.72	0.765	0.015	1.348	0.722	0.004	0.996	0.246	0.59	1.208	0.742	0.008
10	21.90	0.722	0.54	0.704	0.018	1.340	0.68	0.751	0.028	1.340	0.676	0.004	0.996	0.274	0.54	1.145	0.727	0.005
11	21.50	0.694	0.48	0.684	0.010	1.332	0.63	0.736	0.041	1.332	0.630	0.004	0.996	0.302	0.48	1.082	0.712	0.018
12	20.90	0.667	0.40	0.654	0.013	1.320	0.56	0.712	0.045	1.320	0.558	0.004	0.996	0.329	0.40	0.987	0.689	0.022
13	20.60	0.639	0.35	0.638	0.000	1.314	0.52	0.699	0.060	1.314	0.522	0.004	0.996	0.357	0.35	0.940	0.677	0.038
14	19.80	0.611	0.24	0.596	0.016	1.297	0.42	0.664	0.052	1.297	0.422	0.004	0.996	0.385	0.24	0.813	0.642	0.031
15	18.10	0.583	0.00	0.502	0.082	1.258	0.19	0.577	0.006	1.258	0.195	0.005	0.995	0.412	0.00	0.545	0.560	0.023
16	17.60	0.556	-0.07	0.474	0.087	1.246	0.12	0.549	0.006	1.246	0.124	0.005	0.995	0.440	-0.07	0.466	0.534	0.022
17	17.10	0.528	-0.14	0.446	0.081	1.233	0.05	0.520	0.008	1.233	0.051	0.005	0.995	0.467	-0.14	0.388	0.507	0.021
18	16.70	0.500	-0.19	0.424	0.076	1.223	-0.01	0.497	0.003	1.223	-0.009	0.005	0.995	0.495	-0.19	0.324	0.485	0.015
19	15.90	0.472	-0.30	0.381	0.091	1.201	-0.13	0.447	0.025	1.201	-0.133	0.005	0.995	0.522	-0.30	0.198	0.440	0.032
20	15.80	0.444	-0.32	0.376	0.069	1.199	-0.15	0.441	0.003	1.199	-0.149	0.005	0.995	0.550	-0.32	0.182	0.435	0.010
21	15.50	0.417	-0.36	0.360	0.057	1.190	-0.20	0.422	0.005	1.190	-0.197	0.005	0.995	0.578	-0.36	0.135	0.417	0.001
22	14.90	0.389	-0.44	0.329	0.060	1.173	-0.30	0.383	0.006	1.173	-0.297	0.006	0.994	0.605	-0.44	0.041	0.383	0.006
23	13.60	0.361	-0.62	0.266	0.095	1.134	-0.53	0.299	0.062	1.134	-0.527	0.006	0.994	0.633	-0.62	-0.165	0.308	0.053
24	13.20	0.333	-0.68	0.248	0.085	1.121	-0.60	0.273	0.060	1.121	-0.603	0.006	0.994	0.660	-0.68	-0.228	0.285	0.048
25	12.80	0.306	-0.74	0.231	0.075	1.107	-0.68	0.248	0.058	1.107	-0.680	0.007	0.993	0.688	-0.74	-0.291	0.263	0.043
26	12.50	0.278	-0.78	0.218	0.060	1.097	-0.74	0.230	0.048	1.097	-0.740	0.007	0.993	0.716	-0.78	-0.338	0.246	0.032
27	12.30	0.250	-0.81	0.210	0.040	1.090	-0.78	0.217	0.033	1.090	-0.781	0.007	0.993	0.743	-0.81	-0.370	0.235	0.015
28	12.00	0.222	-0.85	0.198	0.024	1.079	-0.84	0.200	0.023	1.079	-0.844	0.007	0.993	0.771	-0.85	-0.417	0.219	0.003
29	11.90	0.194	-0.86	0.194	0.000	1.076	-0.86	0.194	0.001	1.076	-0.865	0.007	0.993	0.799	-0.86	-0.433	0.214	0.020
30	10.80	0.167	-1.02	0.155	0.012	1.033	-1.11	0.134	0.033	1.033	-1.110	0.008	0.992	0.826	-1.02	-0.606	0.160	0.007
31	10.70	0.139	-1.03	0.152	0.013	1.029	-1.13	0.129	0.010	1.029	-1.133	0.008	0.992	0.853	-1.03	-0.622	0.155	0.016
32	9.50	0.111	-1.20	0.116	0.005	0.978	-1.43	0.076	0.035	0.978	-1.434	0.009	0.991	0.890	-1.20	-0.811	0.105	0.006
33	9.50	0.083	-1.20	0.116	0.032	0.978	-1.43	0.076	0.008	0.978	-1.434	0.009	0.991	0.908	-1.20	-0.811	0.105	0.022
34	8.80	0.056	-1.30	0.093	0.042	0.944	-1.63	0.052	0.004	0.944	-1.627	0.009	0.991	0.935	-1.30	-0.922	0.081	0.025
35	7.80	0.028	-1.44	0.076	0.048	0.892	-1.93	0.026	0.001	0.892	-1.932	0.010	0.990	0.962	-1.44	-1.079	0.053	0.025
				<b>Max D</b>	<b>0.0951</b>			<b>Max D</b>	<b>0.0623</b>			<b>Max D</b>	<b>0.9621</b>					<b>0.0635</b>

α = 7.460253  
β = 1.14683

Y<sub>25</sub> = 0.5403 de tabla de valores Y. S  
S<sub>35</sub> = 1.1285 para una muestra de 35 dat.

**Prueba Kolgomorov-Smirnov para la Distribución:**

$\Delta \text{ max Tabular} = 1.35/\sqrt{n} = 0.228$  para un nivel de signicancia de 5%

Normal	0.0951	La distribución de datos puede Normal
Log Normal	0.0623	La distribución de datos puede ser Log Normal
Log Pearson III	0.9621	La distribución de datos no puede ser Log Pearson
Gumbel	0.0535	La distribución de datos puede ser Gumbel

Min D = 0.0535 → Gumbel Log Normal  
 0.1270 → Normal

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel	Diseño
2	18.07	16.76	17.17	16.89	16.9
5	24.09	23.38	23.49	23.22	23.2
10	27.24	27.83	27.32	27.40	27.4
20	29.84	32.14	30.74	31.42	31.4
25	30.60	33.51	31.78	32.69	32.7
50	32.76	37.78	34.85	36.62	36.6
100	34.71	42.09	37.75	40.51	40.5
200	36.50	46.46	40.50	44.39	44.4
500	38.66	52.36	43.95	49.51	49.5
<b>Maximo Registrado:</b>		35.20 mm			



<b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b>	
$\psi$	2.400 Kg/m3
<b>PROPIEDADES DEL MATERIAL</b>	
$\gamma$ (terreno)	1.600 Kg/m3
$\gamma$ (asfalto)	2.250 Kg/m3

<b>GEOMETRIA DE LA ALCANTARILLA</b>	
Alto	H 1.5 m
Largo	B 1.5 m
Espesor losa superior	0.25 m
Espesor losa inferior	0.25 m
Espesor paredes	0.25 m

<b>CARGAS APLICADAS A LA LOSA SUPERIOR</b>	
Peso de camion	10,000 Kg
Altura de Material (Asfalto) sobre la losa	0.15 m
Altura de Material (Base) sobre la losa	0.40 m

<b>CARGA PARA LOSA SUPERIOR</b>	
PESO PROPIO	600.00 Kg/m2
PESO DE MATERIAL SOBRE LOSA	977.50 Kg/m2
CARGA VIVA	5,714.29 Kg/m2
<b>TOTAL</b>	<b>7,291.79</b>

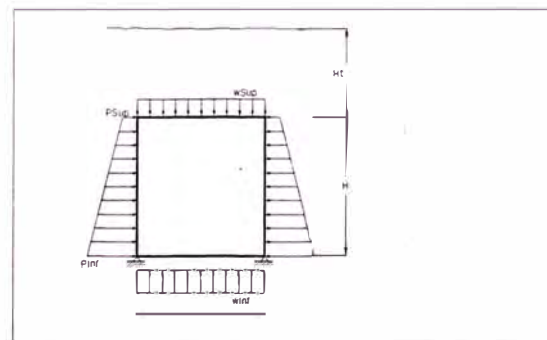
<b>CARGA PARA LOSA INFERIOR</b>	
PESO ESTRUCTURA	4,200.00 Kg/m2
PESO TIERRA	3,200.00 Kg/m2
CARGA VIVA	10,000.00 Kg/m2
<b>TOTAL</b>	<b>17,400.00</b>

<b>REACCION DEL TERRENO</b>	
RT	8,700.00

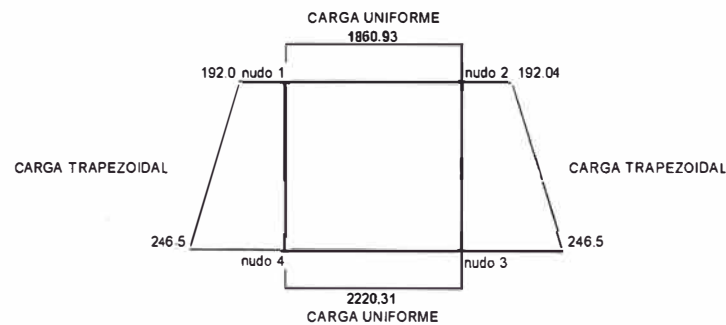
<b>CARGAS SOBRE PAREDES LATERALES</b>	
CALCULO P <sub>sup</sub>	
DY	977.50
DX	325.83
CALCULO P <sub>inf</sub>	
DY	4,177.50
DX	1,392.50

<b>CALCULO DE MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO</b>	
LOSA SUPERIOR	
M SUPERIOR	1,860.93 Kg-m
M INFERIOR	2,220.31 Kg-m
MOMENTOS LATERALES	
NUDO SUPERIOR	
M	192.04
NUDO INFERIOR	
M	246.49

**Diseño de Alcantarilla**



<b>COEFICIENTE DE EMPUJE</b>	
$\phi p$	= 30 °
$\theta$	= °
$\gamma\omega$	= 1.00 tn/m2
$K\alpha$	= 0.333 por coulomb





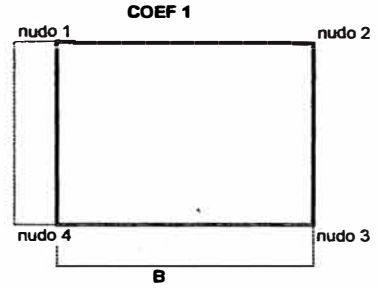
**CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES**

aplicando Hardy Cross

B LARGO : 1.50 m  
H ALTO : 1.50 m

VL1 0.615384615  
VL2 0.615384615

COEF 0.5  
COEF 0.5



momentos

Momento final		Momento final	
988.37		-988.37	
-56.91726	56.917258	56.917258	-56.91726
56.917258	-56.91726	-56.91726	56.917258
-113.8345	113.83452	113.83452	-113.8345
113.83452	-113.8345	-113.8345	113.83452
-227.669	227.66903	227.66903	-227.669
227.66903	-227.669	-227.669	227.66903
-455.3381	455.33806	455.33806	-455.3381
417.22025	-417.2203	-417.2203	417.22025
-834.4405	834.4405	834.4405	-834.4405
1860.93	-1860.93	-1860.93	1860.93
Mo			
nudo 1		nudo 2	
Mo -192.04	0.5	0.5	Mo 192.04
-834.44			834.44
493.456			-493.5
-455.34			455.34
227.669			-227.7
-227.67			227.67
113.635			-113.8
-113.83			113.83
56.9173			-56.92
-56.917			56.917
-988.37		988.37	
Momento final		Momento final	
nudo 4		nudo 3	
Mo 246.489	0.5	0.5	Mo -246.5
986.912			-986.9
-417.22			417.22
455.338			-455.3
-227.67			227.67
227.669			-227.7
-113.83			113.83
113.835			-113.8
-56.917			56.917
56.9173			-56.92
1271.52		-1271.52	
Momento final		Momento final	
nudo 1		nudo 2	
-1271.52		1271.52	
Momento final		Momento final	

**CALCULO DEL ESFUERZO CORTANTE**

**LOSA SUPERIOR**

Vs 6380.31 Kg

**LOSA INFERIOR**

Vi 7612.50 Kg

**PAREDES LATERALES**

V1-4 434.41 Kg

V4-1 1069.13 Kg

**MOMENTO MAXIMO POSITIVO**

LOSA SUPERIOR 1803.02

LOSA INFERIOR 2058.95

**PIEZAS VERTICALES**

X 0

Mmax -988.37

**ACERO TRANSVERSAL****LOSA SUPERIOR****CARA EXTERNA (nudos)**

M	988.37	d	9.24
As	4.60	1/2	@ 0.28

**CARA INTERNA (centro de losa)**

M	1803.02	d	12.48
As	8.38	1/2	@ 0.15

**LOSA INFERIOR****CARA EXTERNA (nudos)**

M	1271.52	d	10.48
As	5.91	1/2	@ 0.21

**CARA INTERNA (centro de losa)**

M	2058.95	d	13.34
As	9.57	1/2	@ 0.17

**PARED VERTICAL****CARA INTERNA (centro de losa)**

M	988.37	d	9.24
As	4.60	1/2	@ 0.34

por lo tanto se considerara acero

1/2 @ 0.20 Temperatura

**ACERO TEMPERATURA****LOSA SUPERIOR**

Ast	7.5	usar acero en 2 capas
Ast	7.5	1/2 @ 0.17

**LOSA INFERIOR**

As	7.5	usar acero en 2 capas
As	7.5	1/2 @ 0.17

**PARED VERTICAL**

Ast	7.5	usar acero en 2 capas
As	7.5	1/2 @ 0.17

**ESPECIFICACIONES TECNICAS****Recubrimiento de la Armadura**

Recubrimiento minimo para estructuras expuestas al agua con  $v < 5$  m/seg sera de 5cm

**Anclajes y Empalmes del Refuerzo**

BARRA	ANCLAJE	EMPALME
3/8	25 Cm.	40 Cm.
1/2	30 Cm.	45 Cm.
5/8	30 Cm.	55 Cm.

**Clase y Tipo de Acero de Refuerzo**

Se empleara acero grado 60 con  $f_y=4200$  Kg/cm<sup>2</sup>

**Concreto**

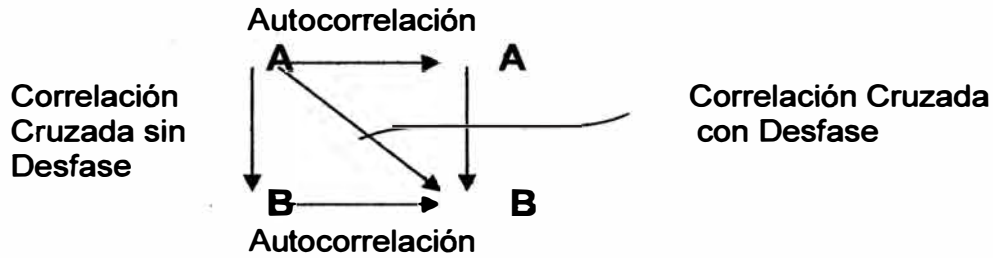
Se empleara concreto de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>

## TEORÍA DE REGRESIÓN

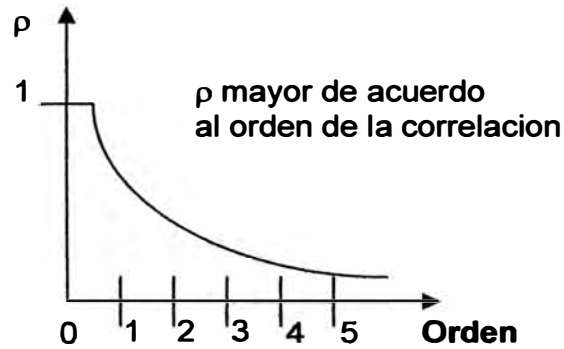
### a) Correlaciones

Grado de asociación entre dos o más variables

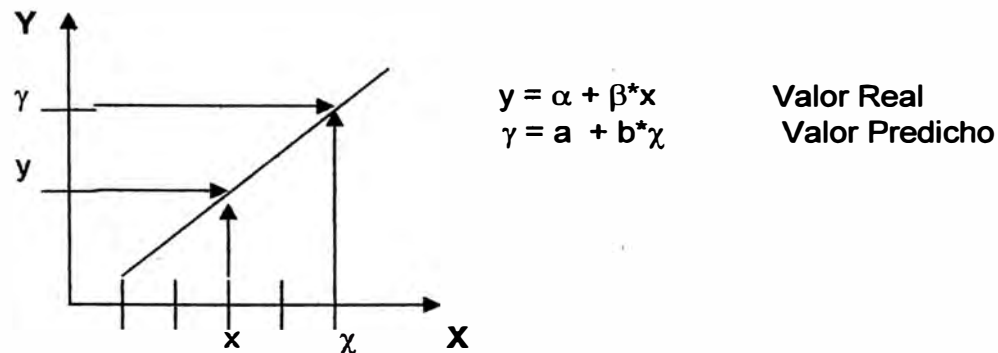
#### 1.- Correlación Simple.



#### Coefficiente de Autocorrelación $\rho$



En general entre 2 variables X, Y:



$M = \sum (y_i - Y_i)^2 \approx 0$       Mínimos Cuadrados

$$M = \sum (y_i - a - bx_i)^2 \approx 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial M}{\partial b} = 0$$

donde X: promedio de valores x

Y: promedio de valores y

N: Numero de Datos (x,y)

De las derivadas se tiene:

$$b = \frac{\sum (x_i - X) * (y_i - Y)}{\sum (x_i - X)^2}$$

$$a = \frac{\sum y_i - b * \sum x_i}{n} = Y - b * X$$

### EVALUACIÓN DE LA REGRESIÓN:

r = Coeficiente de Correlación

$$r^2 = \frac{\sum (y_i - Y)^2}{\sum (Y_i - Y)^2}$$

$$r = \frac{\sum (x_i - X) * (y_i - Y)}{\sqrt{[\sum (x_i - X)^2 * \sum (Y_i - Y)^2]}} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

S : desviación Estandar.

1.- Regresion Lineal :  $Y = a + b * X$

2.- Regresion Logaritmica :  $\text{Log}(Y) = a + b * \text{Log}(X)$

3.- Regresion Potencial :  $Y = a * X^b$

Tomando logaritmos

$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(a) + b * \text{Log}(X)$$



$$Y = a + b * X \text{ se transforma en una regresion lineal simple}$$